

ANALISIS SIFAT-SIFAT TANAH DI BAWAH TEGAKAN *Eucalyptus urograndis*

The Analysis of Soil Characteristic under Eucalyptus urograndis Stands

Nina Mindawati¹⁾, Andry Indrawan²⁾, Irdika Mansur²⁾ dan/and Omo Rusdiana²⁾

¹⁾Pusat Litbang Hutan Tanaman
Kampus Balitbang Kehutanan, Jl. Gunung Batu No.5 Bogor 16610
Telp. (0251) 8631238 Fax. (0251) 7520005)

²⁾Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor
Kampus Darmaga, Jl. Raya Darmaga, Bogor
Telp. (0251) 8626806 Fax. (0251) 8626886

Naskah masuk : 15 Januari 2010 ; Naskah diterima : 3 Maret 2010

ABSTRACT

Eucalyptus urograndis is a fast growing species that developed in large scale in PT Toba Pulp Lestari as raw material of pulp industry in monoculture system with 5- year cutting cycle. Concerns that the short-cut cycle will gradually lead to lower productivity of both outcome and its land fertility. Therefore the analysis of soil characteristic under stands of *E. urograndis* rotation 1 and 2 have been carried out in order to determine condition of soil fertility based on soil chemistry, soil physical and soil biology. Analysis results showed that planting species of *E. urograndis* on Inceptisol soil type until rotation 2 still positive affect to soil fertility so that the condition of soil fertility in rotation 2 still good and enough nutrients for the growth of *E. urograndis*.

Key words : Fast growing, *Eucalyptus urograndis*, fertility, soil characteristic

ABSTRAK

Eucalyptus urograndis merupakan jenis cepat tumbuh yang dikembangkan dalam skala luas di PT Toba Pulp Lestari sebagai bahan baku pulp dalam sistem monokultur dengan rotasi tebang 5 tahun. Pendeknya rotasi tebang dikhawatirkan akan menurunkan kondisi kesuburan tanah di bawahnya. Oleh karena itu analisis sifat-sifat tanah di bawah tegakan *E. urograndis* pada rotasi 1 dan 2 telah dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi kesuburan tanah antara rotasi 1 dan rotasi 2. Hasil analisis menunjukkan bahwa penanaman jenis *E. urograndis* pada tanah tipe tanah jenis Inceptisol sampai rotasi 2 pada umumnya masih berpengaruh positif terhadap kesuburan tanah berdasarkan sifat kimia, fisik dan biologi tanah sehingga produktivitas tanah pada rotasi 2 masih baik untuk pertumbuhan *E. urograndis*.

Kata kunci : Cepat tumbuh, *Eucalyptus urograndis*, kesuburan, sifat tanah

I. PENDAHULUAN

Pembangunan Hutan Tanaman Industri (HTI) di Indonesia bertujuan untuk penyediaan bahan baku industri kehutanan. Menurut Peraturan Pemerintah No. 6 tahun 2007, lahan yang dicanangkan untuk pengembangan HTI adalah lahan yang telah terdegradasi atau lahan kritis dengan tingkat kesuburan tanah yang relatif rendah (Ditjen Bina Produksi Kehutanan, 2008). Selain itu dalam pengembangan HTI untuk tujuan bahan baku pulp dan kertas, pemerintah menetapkan pengembangan jenis-jenis cepat tumbuh dengan daur tebang pendek.

Eucalyptus spp. merupakan jenis cepat tumbuh yang dikembangkan dalam skala luas di PT Toba Pulp Lestari sebagai bahan baku pulp. Menurut Gonçalves *et al.* (1997), faktor pembatas utama pertumbuhan jenis *Eucalyptus* adalah kekurangan hara dan *stress* air. Oleh karena itu pengelolaan HTI *Eucalyptus urograndis* harus diimbangi dengan perlakuan teknik silvikultur yang intensif berupa manipulasi lingkungan agar produktivitas berkelanjutan.

Tanah menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh karena tanah merupakan tempat tumbuh tanaman dalam bentuk penampang dari berbagai campuran hancuran mineral dan bahan

organik, bila mengandung cukup air dan udara akan menjadi tunjangan mekanik dan makanan bagi tumbuhan. Kemampuan penyerapan hara oleh tanaman akan mempengaruhi kemampuan tumbuhan itu untuk hidup dan berkembang.

Informasi mengenai karakteristik tanah telah cukup banyak untuk jenis tanaman pertanian, namun untuk tanaman kehutanan belum banyak. Oleh karena itu menganalisa kesuburan tanah berdasarkan sifat-sifat tanah (kimia, fisik dan biologi) di bawah tegakan *E. urograndis* sangat penting dilakukan. Analisis kesuburan tanah di bawah *E. urograndis* pada rotasi 1 dan 2 telah dilakukan di PT Toba Pulp Lestari, sektor Aek Nauli, Sumatera Utara dengan tujuan untuk dapat menentukan kebijakan dalam manajemen tapak sebelum penanaman dilakukan pada periode rotasi selanjutnya.

II. SEKILAS TENTANG *Eucalyptus urograndis*

Hibridisasi merupakan suatu metode untuk menghasilkan tanaman baru melalui penyilangan dua atau lebih tanaman yang memiliki susunan genetik berbeda (Chaudhari, 1983). Program hibridisasi *Eucalyptus* merupakan salah satu strategi yang sangat sukses dalam pembangunan hutan tanaman. *E. urograndis* merupakan salah satu hasil persilangan antara *E. urophylla* dan *E. grandis* yang telah menunjukkan keunggulannya di beberapa negara, seperti di Brazil, Kongo dan China. *E. urograndis* merupakan perpaduan sifat dari *E. urophylla* yang mempunyai pertumbuhan diameter besar namun bercabang, lebih resisten terhadap penyakit dan sifat dari *E. grandis* yang mempunyai pertumbuhan tinggi yang lurus dengan bebas cabang yang tinggi, bentuk tajuk baik dan sifat kayu yang super sehingga diharapkan menghasilkan *E. urograndis* dengan volume kayu yang lebih besar, resisten kanker dan berat jenis kayu yang baik sesuai dengan tujuan peruntukan sebagai bahan baku pulp, dibanding tanaman tetuanya (Campinhos *et al.*, 1998). *E. urograndis* telah dikembangkan secara luas dalam skala operasional di Afrika Selatan dan Kongo. Produktivitas *E. urograndis* sangat tinggi dan memiliki riap tahunan rata-rata sebesar 70 m³ per ha (Campinhos, 1993).

Di Indonesia *E. urograndis* diusahakan dalam skala luas baru di daerah Toba Samosir, Sumatera Utara, khususnya di Perusahaan Toba Pulp Lestari yang tumbuh baik menggantikan jenis pohon tetuanya pada daerah dengan ketinggian 1200 m di atas permukaan laut. Pada tempat tumbuh yang beriklim basah (tipe A menurut Schmidt dan Ferguson), curah hujan rata-rata tahunan 2451 mm dengan rata-rata bulanan 204,3 mm. Suhu udara berkisar 18,7° - 21,1°C dengan suhu rata-rata tahunan 19,9 °C dan suhu tanah rata-rata tahunan 22,9°C.

Dari beberapa hasil penelitian, *E. urograndis* dapat tumbuh baik di lokasi-lokasi dimana jenis *E. urophylla* dan *E. grandis* tumbuh. Di Brazil tanaman *E. urograndis* tumbuh baik pada tanah jenis Ultisol dan Oxisol yang bersolum dalam dan memiliki kapasitas menyimpan air sedang, pada curah hujan rata-rata 900 - 1500 mm per tahun, meskipun kadar unsur haranya rendah terutama Pospfor (P) dan kation basanya. Tumbuh baik pada ketinggian tempat antara 0-3000 m dpl dan suhu rata-rata 25°C, suhu maksimum 29°C dan suhu minimum sekitar 20°C (Gonçalves *et al.*, 1997).

Produktivitas *Eucalyptus urograndis* sangat tinggi dan memiliki riap tahunan rata-rata sebesar 70 m³ per ha (Campinhos, 1993). Sedangkan di Brazil *E. urograndis* menghasilkan MAI dengan kisaran 12-48 m³/ha/tahun (Gonçalves *et al.*, 1997). Di Kongo riap tanaman hibrid ini dapat mencapai 30-50 m³/ha/thn, sedangkan di China pada umur 3,5 tahun dapat mencapai tinggi antara 18-22 m dengan riap antara 43 -53 m³/ha/tahun (Leksono dan Tridasa, 1999).

Produktivitas *E. urograndis* sangat ditentukan oleh jenis tanah dan besarnya curah hujan tahunan. Hal ini terlihat dari hasil penelitian tegakan *E. urograndis* di Bahia, Brazil yang mempunyai riap rata-rata sekitar 30 m³/ha pada lahan dengan curah hujan <1000 mm/tahun pada 3 jenis tanah (Oxisol berpasir, Ultisol berpasir dan Ultisol berlempung), pada curah hujan antara 1000-1200 mm/tahun riap dapat mencapai sekitar 37 m³/ha pada tanah Ultisol berlempung; 34 m³/ha pada tanah Ultisol berpasir dan tetap sekitar 30 m³/ha pada tanah Oxisol berpasir. Sedangkan pada areal yang mempunyai curah hujan > 1200 mm/tahun riap rata-rata menjadi sekitar 58 m³/ha pada tanah Ultisol berlempung; sekitar 47 m³/ha pada tanah Ultisol berpasir dan sekitar 38 m³/ha pada tanah Oxisol berpasir (Stape *et al.*, 1997 dalam Fisher and Binkley, 2000).

III. ANALISIS SIFAT- SIFAT TANAH DI BAWAH TEGAKAN *E. urograndis*

Kualitas tanah dalam suatu ekosistem adalah kemampuan suatu tanah untuk dapat berfungsi agar diperoleh produktivitas tanaman yang berkesinambungan (Doran and Parkin, 1994 ; USDA, 2001). Sedangkan menurut Setiadi *dkk.* (1992), kualitas tanah yang subur atau kesuburan tanah diartikan sebagai

kesuburan kimiawi, fisik dan biologi yang memungkinkan suatu pohon atau tegakan tumbuh dengan baik dan dapat menghasilkan produk kayu. Pertelaan sifat-sifat tanah di bawah tegakan jenis *E. urograndis* dan perbandingannya pada rotasi 1 dan 2 adalah sebagai berikut :

A. Sifat Kimia Tanah

Beberapa sifat kimia tanah yang penting dan berpengaruh terhadap pertumbuhan suatu tanaman adalah: reaksi (pH) tanah, bahan organik tanah; unsur hara dan kapasitas tukar kation (KTK). Indikator lainnya adalah kandungan bahan organik tanah karena mempunyai fungsi sebagai : sumber karbon dan energi bagi jasad renik tanah, stabilisasi agregat, penyokong tanaman dalam menyimpan dan memindahkan udara dan air; sumber unsur hara, menaikkan KTK, menurunkan berat jenis tanah serta dapat mengurangi efek pestisida, logam berat dan polutan (USDA, 1996). Hasil analisa kimia tanah di bawah tegakan *E. urograndis* pada berbagai umur tegakan dan penilaian kriterianya (Pusat Penelitian Tanah, 1982) dapat dilihat pada Tabel 1 (Lampiran 1), dengan rincian sebagai berikut :

1. Reaksi tanah (pH tanah)

Nilai pH tanah menggambarkan kondisi reaksi larutan terlarut unsur - unsur hara mineral untuk diserap sistem perakaran pohon. Kondisi pH tanah yang optimum adalah di sekitar pH netral (pH 6,5 - 7,0). Pada kondisi reaksi tanah demikian sebagian besar unsur hara berada dalam kondisi "tersedia" bagi tanaman apabila jumlah cadangan unsur hara tanah sebelumnya cukup (USDA, 1998).

Dari hasil analisis kimia tanah (Lampiran 1) diketahui bahwa secara keseluruhan pH tanah termasuk rendah sekali hingga rendah (3,9-4,7). Jadi tanah *Inceptisol* (*Dystropept* dan *Hidrandepts*) di mana *E. urograndis* diusahakan termasuk tanah - tanah yang sedikit bereaksi masam. Nilai pH tanah menurut metode ekstrak H₂O selalu lebih besar dari nilai pH KCL nya Hal tersebut menunjukkan bahwa fraksi mineral liatnya lebih didominasi oleh tipe - tipe mineral liat dengan daya jerap kation rendah, seperti mineral liat kaolinit (tipe 1 : 1), sedangkan mineral - mineral liat aktivitas jerapan tinggi (*montmorilonit*, tipe 2 : 1) dan *chlorit* , tipe 2 : 2) kadarnya lebih rendah. Sampai dengan umur tanaman 4 tahun ternyata rotasi ke 2 *E. urograndis* cenderung menunjukkan pH tanah rendah sekali tetapi setelah umur tanaman 5 tahun pH tanah naik sedikit atau lebih tinggi, walaupun masih di bawah nilai pH tanah ideal. Nilai pH tanah naik 0,5 satuan pada lapisan atas 0 -20 cm dan naik 0,3 satuan pada kedalaman 20-40 cm tanaman *E.urograndis* umur 5 tahun di rotasi 1.

2. Bahan organik tanah

Kadar bahan organik tanah adalah parameter kesuburan tanah yang cukup penting di samping reaksi (pH) tanah karena bahan organik di dalam tanah mempunyai peranan penting sebagai : Cadangan sebagai unsur hara terutama N, P, dan S; agen untuk menaikkan kapasitas tanah memegang unsur hara terutama dari koloid organik/humusnya; agen yang menunjang terbentuknya struktur dan agregat tanah; medium untuk berkembangbiaknya populasi mikro organisme tanah; medium yang menaikkan porositas tanah dan kapasitas tanah dalam meretensi kelembaban. Jadi makin tinggi kadar organik tanah makin subur tanah yang bersangkutan untuk tiap - tiap tanah mineral.

Hasil analisa menunjukkan bahwa tanah di bawah tegakan jenis *E. urograndis* untuk seluruh kelas umur kadar bahan organiknya tergolong sangat rendah hingga rendah, baik pada rotasi 1 maupun rotasi 2. Untuk mencapai kondisi sedang perlu dilakukan tindakan manajemen lahan berupa penambahan input pupuk organik (pupuk kandang, kompos, pupuk hijau, dll.) ke lahan areal hingga kadarnya minimal 2%.

Bahan organik tanah (Lampiran 1) cenderung naik pada rotasi 2 umur 1 tahun dan 2 tahun pada 0-20 cm, turun pada umur 2 tahun 20-40 cm , turun pada rotasi 2 umur 3 tahun, konstan pada rotasi 2 umur 4 tahun dan turun lagi pada rotasi 2 umur 5 tahun. Fluktuasi tersebut tampaknya lebih disebabkan oleh laju dekomposisi serasah (*litterfall*) yang berubah-ubah menurut waktu dan variasi populasi mikroorganisme tanah.

3. Nitrogen tanah

Unsur hara N-total sangat penting peranannya untuk pertumbuhan pohon terutama pada fase awal pertumbuhan tanaman. Tidak semua jenis pohon dapat memfiksasi N langsung dari udara tetapi lebih mengandalkan pada ketersediaan N - total di dalam tanah. Unsur hara N termasuk unsur hara makro esensial pertama untuk pertumbuhan tanaman. Keseluruhan lahan di bawah tegakan jenis *E. urograndis* mengalami defisiensi akan unsur hara N (Lampiran 1), dimana kadar N - total tanah < 0,2% dan tergolong sangat rendah. Oleh karena itu input pupuk mineral pembawa unsur hara N sangat diperlukan.

E. urograndis umur 2 dan 3 tahun pada rotasi 2 cenderung menyebabkan turunnya N - total tanah, tetapi pada umur tanaman 4 dan 5 tahun kadar N - total tanah tetap konstan pada rotasi ke 2. Hal ini karena unsur

hara N pada tanaman sangat penting peranannya dalam sintesa protein, enzim - enzim, klorofil, dan senyawa lainnya.

4. Nisbah C/N

Besaran parameter rasio C/N menggambarkan mudah tidaknya suatu bahan residu organik (sisa - sisa tanaman dan hewan dalam tanah) untuk terdekomposisi atau dan termineralisasi sehingga siklus unsur hara tanah-tanaman berlangsung terus berkelanjutan. Jika nisbah C/N terlalu kecil maka siklus hara berlangsung lebih lambat karena bahan organik sukar terdekomposisi. Dari hasil analisis (Lampiran 1), tampak bahwa jenis *E.urograndis* pada rotasi 2 dapat menaikkan nisbah C/N terutama pada lapisan atas (0-20 cm), sehingga untuk rotasi selanjutnya (rotasi 3) ada penambahan hara dari hasil dekomposisi bahan organik.

5. Unsur hara fosfor (P)

Unsur-unsur hara P bagi tanaman sangat penting karena merupakan sumber asam nukleat, fosfolipid dan protein, juga berperan penting dalam proses metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein serta respirasi tanaman. Gejala-gejala kahat atau kekurangan unsur-unsur hara P di dalam tanah akan tampak dimana pertumbuhan merana, daun berwarna hijau kebiruan dengan bercak-bercak berwarna coklat, daun seperti terbakar dengan ukurannya di beberapa tempat mengecil serta jumlah klorofil turun.

Kandungan P di bawah tegakan *E. urograndis* pada umumnya sangat rendah (< 5 mg/100 g) pada rotasi 1 meskipun pada rotasi 2 ada sedikit kenaikan kadar P (Lampiran 1), sehingga input pupuk sangat diperlukan untuk pertumbuhan tanaman yang lebih baik dimasa mendatang.

6. Basa - basa tanah

Unsur-unsur basah tanah (K, Ca, Mg) sangat penting peranannya dalam menunjang pertumbuhan pohon karena unsur mineral tersebut termasuk unsur hara makro yang penting setelah N dan P. Unsur K penting sebagai kofaktor enzim, Ca untuk pembentukan lamela tengah dinding sel dan Mg sebagai struktur dasar klorofil.

Hasil analisa kimia tanah (Lampiran 1) menunjukkan bahwa di bawah tegakan jenis *E. urograndis* baik pada rotasi 1 maupun rotasi 2 termasuk "sangat rendah" atau kekurangan akan basa-basa K, Ca dan Mg. Oleh karena itu untuk pertumbuhan tanaman *E.urograndis* tindakan manajemen lahan berupa penambahan input pupuk anorganik pembawa unsur hara mineral K (misal KCL), Ca dan Mg (misal TSP dan pupuk magnesium) sangat diperlukan. Selain itu ternyata bahwa tanaman tumbuh cepat *E.urograndis* sangat memerlukan dalam jumlah cukup banyak terutama unsur hara mineral Ca dan K.

B. Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah merupakan komponen yang sangat penting dalam mempengaruhi kesuburan tanah yang pada akhirnya akan menunjang pertumbuhan tegakan hutan, bahkan lebih penting pengaruhnya dibanding dengan sifat kimia dan biologi tanah (Wasis, 2005).

Produktivitas hutan tanaman sangat bergantung pada produktivitas lahan dimana hutan tanaman di usahakan. Tingkat produktivitas tanah tidak hanya ditentukan oleh sifat kesuburan kimia tanah yang tinggi tetapi juga sifat fisik tanah dimana sifat fisik tanah sangat tergantung pada ketersediaan air (kelembaban), oksigen (udara dalam tanah) dan energi thermal (panas) yang optimum di dalam tanah (Hillel, 1980).

Parameter sifat fisik tanah yang berkaitan dengan ketersediaan air dan udara dalam tanah dapat di duga dari hasil pengamatan lapangan maupun hasil analisis secara laboratorium dari contoh tanah tidak terganggu dengan besaran - besaran : berat jenis tanah, porositas total, ruang pori makro dan mikro, air tersedia (PF) dan permeabilitas tanah yang terukur.

Pengusahaan hutan tanaman sejenis secara terus menerus pada lahan yang sama diduga akan menyebabkan pergeseran besaran parameter fisik tanah, baik ke arah positif (lebih baik) maupun ke arah negatif (kurang baik) dari segi kesuburan fisik tanah. Perubahan tersebut tergantung pada sistem pengelolaan atau teknik sivikultur yang di terapkan mulai dari saat kegiatan penyiapan lahan, penanaman, pemeliharaan, penebangan dan penanaman kembali. Hasil analisis sifat fisik tanah di bawah tegakan *E.urograndis* rotasi 1 dan 2 dapat dilihat pada Lampiran 2, dengan rincian sebagai berikut :

1. Berat jenis tanah

Berat jenis tanah menggambarkan tingkat kepadatan tanah. Nilai berat jenis tanah pada suatu lahan yang tinggi berarti tanah pada lahan tersebut makin padat dan dapat menghambat pertumbuhan akar, sedangkan berat jenis rendah berarti tanah cenderung *porous* atau sarang sehingga akar mudah masuk menyerap unsur hara untuk pertumbuhannya (Lutz dan Chandler, 1951).

Hasil analisa berat jenis tanah di bawah tegakan jenis *E. urograndis* pada umumnya berkisar antara 1,70 - 1,27 g/cc pada lapisan *top soil* (0 - 20 cm) dan 1,07 - 1,2 g/cc pada lapisan dengan kedalaman 20-40 cm. Hasil di atas menunjukkan bahwa pada rotasi 2 berat jenis tanah cenderung turun sekitar 0,1 g/cc kecuali pada umur tanaman 2 dan 4 tahun.

2. Ruang pori total

Ruang - ruang pori di antara fraksi mineral tanah terdiri dari ruang pori makro dan mikro, yang memungkinkan ditempati air dan udara untuk pertumbuhan pohon. Jumlah ruang pori tanah di bawah tegakan *E. urograndis* berkisar antara 51,82 - 59,6 % pada lapisan atas 0-20 cm dan 51,32 - 57,23% pada lapisan bawah 20-40 cm. Hal ini berarti bahwa tanah cukup baik dari porositasnya sehingga memungkinkan terjadinya kondisi aerasi maupun ketersediaan air dalam tanah yang menunjang untuk pertumbuhan akar-akan pohon. Ruang pori total (RPT) tanah cenderung naik dari rotasi 1 ke rotasi ke 2 kecuali pada umur tanaman 2 dan 4 tahun. Hal ini berarti bahwa pada rotasi ke 2 tanah tidak makin padat dibanding rotasi 1 tetapi sebaliknya; yakni makin baik dari segi porositasnya terutama pada lapisan 0 - 20 cm. Ruang pori tanah akan semakin baik jika dalam penyiapan lahan sebelum penanaman dilakukan penggemburan atau tidak dilakukan pemanenan dengan alat berat yang dapat mengakibatkan pemadatan tanah, sehingga ruang pori akan mengecil. Jumlah ruang pori tanah yang maksimal dan sangat baik untuk pertumbuhan pohon adalah 72,58% (Lutz dan Chandler, 1951).

3. Pori drainase

Persen ruang pori tanah terdiri dari drainase cepat (non kapiler) dan pori drainase lambat (kapiler). Proporsi dari kedua jenis ruang pori bergantung pada tipe tanah, struktur, tekstur dan kadar bahan organik tanah serta jenis vegetasi yang tumbuh pada tanah yang bersangkutan.

Hasil analisis fisik tanah menunjukkan bahwa % ruang pori drainase cepat cenderung turun pada rotasi 2 tetapi setelah tanaman berumur 5 tahun % pori drainase cepat naik kembali. Sedangkan pori drainase lambat cenderung tetap pada 0 - 20 cm dan atau naik pada 20 - 40 cm pada rotasi 2. Pada tegakan *E. urograndis* umur 5 tahun baik % pori drainase cepat maupun lambat cenderung naik. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan jenis *E. urograndis* berpengaruh positif, baik terhadap pori drainase cepat maupun pori drainase lambat walaupun setelah rotasi ke 2.

4. Air tersedia

Nilai air tersedia dalam fisik tanah menggambarkan kapasitas tanah maksimum dalam merentensi (memegang) air sehingga tersedia bagi tanaman. Tanah pasir akan mempunyai air tersedia lebih rendah daripada tanah liat karena partikel - partikel besar tidak merentensi air secara lebih kuat. Oleh karena itu parameter air tersedia bergantung pada kondisi tanah dan tegakan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa air tersedia nyata meningkat pada rotasi ke 2 di seluruh klas umur tanaman *E. urograndis*. Hal ini merupakan indikator yang sangat baik bahwa jenis tersebut berpengaruh positif terhadap kemampuan tanah dalam menyediakan air untuk pertumbuhan tanaman.

5. Permeabilitas tanah

Pergerakan air di dalam tanah secara lateral sangat penting untuk distribusi unsur -unsur hara di dalam tanah yang diserap akar tanaman. Hasil analisis menunjukkan bahwa permeabilitas tanah di bawah tegakan *E. urograndis* sebesar 5,21 - 22,62 cm/jam pada lapisan atas 0 - 20 cm dan 6,97 - 13,62 cm/jam pada lapisan bawah 20 - 40 cm. Laju permeabilitas tanah tetap pada 0 - 20 cm pada klas umur 1,2 dan naik pada umur 1, 2, 3, dan 4 tahun pada rotasi 2 tetapi pada umur 5 tahun permeabilitas tanah turun. Jadi hingga umur tanaman 4 tahun permeabilitas tanah cenderung naik terutama pada kedalaman 20 -40 cm rotasi 2.

C. Sifat Biologi Tanah

Sifat biologi tanah terutama jumlah populasi mikroorganisme dalam tanah merupakan parameter penting lainnya guna menduga tingkat produktivitas suatu lahan hutan karena mikroorganisme tanah merupakan pemecah primer bahan organik sehingga siklus karbon dan siklus unsur hara antara sistem tanah - tanaman dapat berlangsung secara berkesinambungan (Alexander, 1977). Hasil analisa biologi tanah di bawah tegakan jenis *E. urograndis* dapat dilihat pada Lampiran 3 dengan rincian :

1. Total mikroorganisme tanah

Mikroorganisme tanah di bawah tegakan *E. urograndis* terjadi peningkatan secara nyata jumlah populasinya baik pada lapisan atas (0 - 20 cm) maupun lapisan bawah (20 - 40 cm) pada rotasi 2. Kenaikan jumlah populasi total mikroorganisme setelah rotasi 2 adalah 28,63 % dan 69,41 % dibandingkan rotasi 1.

Dominasi mikroorganisme tersebut diduga dari golongan fungi dan *Actinomycetes* karena keduanya menyukai kondisi pH tanah yang sedikit bereaksi masam.

2. Total fungi tanah

Ditinjau dari mikroorganisme jenis fungi, tampak bahwa populasi fungi meningkat tajam pasca rotasi 2 jadi pengusahaan jenis tanaman *E. urograndis* adalah tepat ditinjau dari meningkatnya populasi mikroorganisme tanah, terutama dari golongan fungi tanah. Naiknya populasi fungi tanah rata-rata sebesar 84,8% (0 - 20 cm) dan 108,16% (20-40 cm).

3. Laju respirasi mikroorganisme tanah

Pada rotasi 2 laju respirasi meningkat tajam sekitar 78-130% dibanding dengan rotasi 1. Selanjutnya laju respirasi lebih lambat pada lapisan bawah jika dibanding dengan lapisan atas. Hal ini diduga disebabkan aerasi pada lapisan 0 - 20 cm yang lebih baik disamping konsentrasi populasi mikroorganisme lebih tinggi pada jeluk (lapisan) tanah 0 - 20 cm.

4. C- mikroorganisme

Nilai C - organik terlihat naik pada rotasi 2 baik untuk kedalaman 0 - 20 cm maupun 20 - 40 cm. Hal ini berkaitan dengan naiknya jumlah total mikroorganisme. Naiknya C-organik sekitar 12,2% pada kedalaman tanah 0 - 20 cm dan 23% pada kedalaman tanah 20-40 cm rotasi 2 dibandingkan pada rotasi 1. Dengan demikian aktivitas mikroorganisme dalam memecah bahan organik tanaman dalam rangka memperoleh energi meningkat pada rotasi 2. Jadi tanaman *E. urograndis* berpengaruh sangat positif terhadap mikrobiologi tanah sebagai salah satu indikator kesuburan (produktivitas) tanah dalam kawasan hutan tanaman.

IV. KESIMPULAN

1. Secara umum kondisi kesuburan kimia tanah lahan di bawah tegakan *E. urograndis* termasuk rendah hingga sangat rendah dilihat dari pH tanah, ketersediaan P-tanah, ketersediaan N-tanah, dan ketersediaan mineral-mineral basa tanah (Ca, Mg, K), sehingga memerlukan manajemen lahan yang lebih baik dengan masukan hara berupa pupuk dari luar.
2. Dilihat dari perubahan kondisi kesuburan tanah berdasarkan sifat fisik dan biologi tanah antara rotasi 1 dan 2, maka penanaman jenis *E. urograndis* pada tanah Inceptisol sampai rotasi 2 masih berpengaruh positif terhadap kondisi fisik tanah, karena pada umumnya berat jenis tanah menurun, porositas total tanah naik, kapasitas tanah untuk menyediakan air bagi tanaman naik; dan naiknya atau konstannya permeabilitas tanah yang relatif tetap.
3. Dilihat dari perubahan kondisi kesuburan tanah berdasarkan sifat biologi tanah antara rotasi 1 dan 2, maka penanaman jenis *E. urograndis* pada tanah Inceptisol sampai rotasi 2 masih berpengaruh positif terhadap populasi mikroorganisme, total populasi fungi sebagai dekomposer bahan organik naik, naiknya laju respirasi mikroorganisme dan naiknya kadar C-mikroorganisme tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1977. *Introduction to Soil Microbiology*. John Wiley & Son. New York.
- Campinhos, E.N. 1993. A Brazilian example of a large scale forestry plantation in tropical region: Aracruz. In : J. Davinson (ed.). *Proc. of the regional symposium on recent advances in mass clonal multiplication of forest trees for plantation programmes*. FAO, Los Banos, Philipines, pp.46-59.
- Campinhos, E.N; I.P.Robinson; F.L. Bertoluci and A.C. Alfenas. 1998. Interspecific hybridization and inbreeding effect in seed from a *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* clonal orchard in Brazil. *Genetics and Molecular Biology* Vol. 21 no.3. Sao Paulo. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-47571998000300014. Diakses tgl 9 Oktober 2008.
- Chaudhari, H. K. 1983. *Elementary Principles of Plant Breeding*. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi.
- Ditjen Bina Produksi Kehutanan. 2008. Sambutan Menteri Kehutanan pada Rakornis Ditjen Bina Produksi Kehutanan. Departemen Kehutanan. Jakarta, 6-8 Agustus 2008

- Doran, J.W. and T.B. Parkin, 1994. Defining and assessing soil quality. In: Doran, J.W., D.C. Coleman, D.F. Bezdicek and B.A. Stewart (eds). *Defining Soil Quality for Sustainable Environment*. SSSA. Spec. Publ. Number 35, Madison. WI, USA
- Fisher, R.F and D. Binkley. 2000. *Ecology and Management of Forest Soil*. John Willey & Sons, Inc
- Gonçalves, J.L.M, N.F Barros; E.K.S Nambiar and R.F Novais. 1997. Soil and stand management for short rotation plantations. Dalam Nambiar, EKS and AG Brown (eds); *Management of Soil Nutrient and Water in Tropical Plantation Forest*. ACIAR. Australia
- Hillel, D. 1980. *Fundamental of Soil Physics*. Ac press Printed in the USA
- Pusat Penelitian Tanah, 1982. Penilaian Angka Hasil Analisis Kimia Tanah. Bagian . Kesuburan Tanah. Pusat Penelitian Tanah Bogor.
- Lutz, H. J. and R. F. J. Chandler 1951. *Forest Soils*. John Wiley & Son.
- Leksono, B. dan A.M. Tridasa. 1999. Analisis Pertumbuhan Klon-klon Unggulan Hibrid *Eucalyptus urograndis* Hasil Kultur Jaringan di Beberapa Lokasi Uji Klon, dalam Akselerasi Pemuliaan Mewujudkan Pertanian Tangguh di Era Globalisasi. Prosiding Simposium V Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia (PERIPI) Komisariat Daerah Jawa Timur. Universitas Brawijaya. Malang
- Setiadi, Y., I. Mansur., S. W. Budi dan Achmad. 1992. Mikrobiologi Tanah Hutan. Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor.
- USDA. 1996. *Soil Quality Resources Concerns*. The United States Department of Agriculture. Washington, D.C.
- USDA. 1998. *Soil Quality Resources Concerns*. The United States Department of Agriculture. Washington, D.C.
- USDA. 2001. *Guidelines for Soil Quality Assessment in Conservation Planning*. The United States Department of Agriculture. Washington, D.C.
- Wasis, B. 2005. Kajian perbandingan kualitas tempat tumbuh antara rotasi pertama dan rotasi kedua pada hutan tanaman *Acacia mangium* Willd. Studi kasus di HTI Musi Hutan Persada, Provinsi Sumatera Selatan (disertasi). Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan.

Lampiran (Annex) 1. Analisa kimia tanah di bawah tegakan *E. urograndis* (Analysis of the soil's chemical properties under *E. urograndis* stand)

Rotasi/Umur (Rotation/Age)	Jeluk (Depth) (cm)	PH		C- org (%)	N- Total (%)	C/N	P-Tersedia (P-available) (ppm)	Basa - basa (me/100g)		
		H ₂ O	KCL					Ca	Mg	K
I / 1 th	0 - 20	4,3 (rs)	3,5 (r)	0,80(rs)	0,096(rs)	8,1 (r)	3,5(rs)	0,066(rs)	0,015(rs)	0,015(rs)
	20 - 40	4,2 (rs)	3,5 (r)	0,58(rs)	0,070(rs)	8,4 (r)	1,9(rs)	0,058(rs)	0,014(rs)	0,015(rs)
II / 1 th	0 - 20	4,7 (r)	4,1(s)	1,27 (r)	0,100(r)	12,8 (s)	12,5(rs)	0,036 (rs)	0,016(rs)	0,016(rs)
	20 - 40	4,8 (r)	4,1 (s)	1,00 (r)	0,080 (r)	12,0 (s)	6,3(rs)	0,034 (rs)	0,015 (rs)	0,015(rs)
I / 2 th	0 - 20	4,2 (rs)	3,3 (r)	1,13 (r)	0,120 (r)	9,5 (r)	9,0(rs)	0,085(rs)	0,028(rs)	0,018(rs)
	20 - 40	4,1 (rs)	3,3 (r)	0,88(rs)	0,090(rs)	9,9 (r)	4,2(rs)	0,071(rs)	0,017(rs)	0,015(rs)
II / 2 th	0 - 20	4,0 (rs)	3,3 (r)	1,19 (r)	0,090(rs)	12,8(s)	9,8 (rs)	0,045 (rs)	0,015(rs)	0,013(rs)
	20 - 40	3,9 (rs)	3,2 (r)	0,79 (rs)	0,070 (rs)	10,3(s)	4,9 (rs)	0,039 (rs)	0,015(rs)	0,012(rs)
I / 3 th	0 - 20	4,1 (rs)	3,3 (r)	1,10 (r)	0,130 (r)	8,5 (r)	5,0(rs)	0,068(rs)	0,011(rs)	0,012(rs)
	20 - 40	4,0 (rs)	3,3 (r)	0,89(rs)	0,100 (r)	8,9 (r)	2,1(rs)	0,061(rs)	0,013(rs)	0,012(rs)
II / 3 th	0 - 20	4,1 (rs)	3,2 (r)	1,04 (r)	0,110 (r)	9,8 (r)	12,5 (rs)	0,051 (rs)	0,023(rs)	0,018(rs)
	20 - 40	4,0 (rs)	3,3 (r)	0,86 (rs)	0,080 (rs)	6,9 (r)	7,3 (rs)	0,037 (rs)	0,022(rs)	0,016(rs)
I / 4 th	0 - 20	4,6 (r)	3,9 (r)	0,99(r)	0,12(r)	8,4(r)	3,7(rs)	0,064(rs)	0,017(rs)	0,013(rs)
	20 - 40	4,5 (r)	3,7 (r)	0,82(r)	0,09(rs)	9,5(r)	2,1(rs)	0,046(rs)	0,015(rs)	0,012(rs)
II / 4 th	0 - 20	4,4 (r)	3,5 (r)	0,99(r)	0,11(r)	9,0(r)	4,4(rs)	0,045(rs)	0,017(rs)	0,014(rs)
	20 - 40	4,2 (r)	3,4 (r)	0,82(r)	0,08(rs)	6,5(r)	2,1(rs)	0,039(rs)	0,017(rs)	0,013(rs)
I / 5 th	0 - 20	3,9 (rs)	3,2 (r)	1,02(r)	0,10(r)	9,0(r)	2,9(rs)	0,043(rs)	0,010(rs)	0,016(rs)
	20 - 40	4,0 (rs)	3,2 (r)	0,77(r)	0,09(rs)	7,5(r)	1,6(rs)	0,031(rs)	0,012(rs)	0,016(rs)
II / 5 th	0 - 20	4,4 (rs)	3,7 (r)	0,83(r)	0,09(rs)	9,4(r)	5,7(rs)	0,042(rs)	0,008(rs)	0,014(rs)
	20 - 40	4,3 (rs)	3,6 (r)	0,72(r)	0,07(rs)	10,6(s)	2,9(rs)	0,028(rs)	0,006(rs)	0,012(rs)

Keterangan (Notes) : rs = rendah sekali (very low); r = rendah (low)

Lampiran (Annex) 2. Analisa sifat fisika tanah di bawah tegakan *E. urograndis* (Analysis of the soil's physical properties under *E. urograndis*'s stand)

Rotasi/Umur (Rotation/Age)	Jeluk (Depth) (cm)	Berat Jenis	Ruang Pori Total (Total pore space (%))	PF pada				Pori (Pore) (%)		Air tersedia (Water available) (%)	Permeabilitas (Permeability) (cm/jam)
				1.00	2.00	2.54	4.2	Cepat	Lambat		
I / 1 th	0-20	1.19	54.84	51.87	46.77	31.97	21.78	8.07	14.80	10.18	14.72
	20-40	1.21	54.08	50.82	46.99	37.09	24.69	7.05	15.01	7.32	12.81
	0-20	1.07	59.67	55.90	52.27	40.15	22.91	7.35	12.12	17.32	4.64
	20-40	1.07	56.63	56.56	53.29	43.37	24.40	6.33	10.25	17.23	13.62
I / 2 th	0-20	1.12	57.48	54.25	45.09	30.35	22.70	12.39	14.74	7.64	12.45
	20-40	1.13	57.23	54.07	43.23	30.25	23.03	13.99	12.98	7.22	7.93
	0-20	1.17	55.60	52.59	49.61	31.35	20.70	5.99	18.25	10.65	11.17
	20-40	1.29	51.32	49.15	44.95	33.52	20.70	6.36	14.42	12.82	10.19
I / 3 th	0-20	1.26	52.45	49.33	44.07	36.56	29.45	8.37	7.51	7.10	15.59
	20-40	1.26	52.57	49.33	45.13	37.03	31.05	7.27	8.26	5.98	12.39
	0-20	1.17	55.60	52.59	49.61	31.35	20.70	5.99	18.25	10.65	16.51
	20-40	1.29	51.32	49.15	44.95	33.52	20.70	6.36	11.42	12.82	10.19
I / 4 th	0-20	1.16	56.56	54.11	49.33	37.48	25.21	6.89	11.85	12.26	9.16
	20-40	1.15	56.60	55.64	48.55	35.08	28.11	8.05	13.46	6.97	10.54
	0-20	1.27	51.82	49.74	46.74	39.09	22.62	5.08	7.64	16.48	16.49
	20-40	1.26	52.20	57.93	45.40	38.86	18.43	6.80	14.54	12.43	15.33
I / 5 th	0-20	1.22	53.73	50.86	47.50	34.96	21.78	6.79	14.94	10.18	9.21
	20-40	1.24	53.33	50.50	43.11	3.50	21.52	10.18	12.61	8.92	8.14
	0-20	1.26	52.45	50.26	46.48	36.28	27.34	5.97	10.20	8.93	22.62
	20-40	1.26	52.45	49.74	45.56	35.72	27.64	7.42	9.50	8.07	23.34

Lampiran (Annex) 3. Analisis biologi tanah di bawah tegakan *E. urograndis* (Analysis of the soil's biology under *E. urograndis* stand)

Rotasi (Rotation)	Umur (Age)	Jeluk (cm)	Total m.o (SPK/gx10 ³)	Total fungi (SPK/gx10 ³)	Respirasi (Respiration) (mg C CO ₂ /kg tanah/hari)	C - Organik (ppm)
I	1	0 - 20	12400	14600	10,3	579,6
		20 -40	8100	7800	8,4	356,5
	2	0-20	19400	9500	9,2	352,6
		20 -40	3700	7000	8,3	287,7
	3	0 - 20	17600	10000	11,3	357,3
		20 -40	8400	4500	9,5	264,1
	4	0 - 20	9800	9100	10,9	266,7
		20 -40	5700	5200	8,2	231,0
	5	0 - 20	11700	9500	13,5	323,1
		20 -40	6800	6100	10,9	274,6
Rata - rata (Average)	0 - 20	14100	10540	11,04	375,3	
	20 -40	64500	6120	9,06	282,7	
II	1	0 - 20	24300	23300	24,5	524,1
		20 -40	14800	19600	20,8	418,2
	2	0-20	18200	14800	16,4	466,1
		20 -40	13900	12000	10,4	429,4
	3	0 - 20	17500	17800	12,3	381,5
		20 -40	5300	13500	8,3	294,7
	4	0 - 20	17100	14500	12,6	391,6
		20 -40	10200	8500	9,2	286,4
	5	0 - 20	14100	12500	10,9	342,8
		20 -40	7200	10100	8,2	313,7
Rata - rata (Average)	0 - 20	18240	19480	15,3	421,2	
	20 -40	11080	12740	11,3	348,0	