

DAMPAK KEGIATAN PERAMBAHAN HUTAN PINUS REBOISASI TERHADAP SIFAT FISIK, KIMIA DAN BIOLOGI TANAH DI KAWASAN LINDUNG DANAU TOBA, SUMATERA UTARA

(Impact of pine reforestation encroachment to the physical, chemical and biological properties of land in Lake Toba Protected Areas, North Sumatra)

BASUKI WASIS¹⁾ DAN IZUDIN¹⁾

¹⁾Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB Kotak Surat 168 Bogor

Diterima 25 Januari 2012/Disetujui 10 Mei 2012

ABSTRAC

Encroachment is one of the causes of damage to pine forests. Forest damage can cause damage to soil properties on forest land that was left after the pine forest encroachment activities. This research was conducted aiming to determine the change of physical properties, chemical properties and biological properties of soil in the pine forest encroachment caused by activities in the area of pine forest reforestation in protected areas of Lake Toba, North Sumatra. Soil sampling conducted in purposive sampling in a pine forest and open land. The study was conducted on three plots in the pine forest and open land with the size of each 20 m x 20 m (0.04 ha). In the plot is made of three subplots with a size of 1 m x 1 m is placed randomly for soil sampling. Observations suggest that damage to the pine forest vegetation has caused the loss of top soil layer of soil, destruction of soil structure and the increase in soil erosion. Destruction of pine forest into open land has caused damage to soil physical properties as well as significantly decreasing soil chemical properties and biological properties of soil. Forms of soil degradation caused by damage to pine forests, which is an increase in soil density (density Limbak) of 129%, a decrease of 68% organic C and soil nitrogen decreased by 23%. The main factors causing soil degradation is logging the pine forest vegetation, soil organic matter decline and erosion.

Keywords: forest encroachment, pine forests, open land, protected area, soil properties.

ABSTRAK

Perambahan hutan merupakan salah satu penyebab terjadinya kerusakan hutan pinus. Kerusakan hutan dapat menyebabkan kerusakan sifat-sifat tanah di lahan hutan yang ditinggalkan pasca kegiatan perambahan hutan pinus. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui perubahan sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologi tanah pada hutan pinus yang disebabkan oleh kegiatan perambahan di areal hutan pinus reboisasi di Kawasan Lindung Danau Toba Provinsi Sumatera Utara. Pengambilan contoh tanah dilakukan secara *purposive sampling* pada hutan pinus dan tanah terbuka. Penelitian dilakukan pada tiga plot pada hutan pinus dan tanah terbuka dengan ukuran masing-masing 20 m x 20 m (0,04 ha). Di dalam plot dibuat tiga subplot dengan ukuran 1 m x 1 m yang ditempatkan secara acak untuk pengambilan sampel tanah. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kerusakan vegetasi hutan pinus telah menyebabkan hilangnya lapisan tanah *top soil*, rusaknya struktur tanah dan terjadinya peningkatan erosi tanah. Perusakan hutan pinus menjadi tanah terbuka telah menyebabkan kerusakan sifat fisik tanah secara nyata serta terjadinya penurunan sifat kimia tanah dan sifat biologi tanah. Bentuk kerusakan tanah yang terjadi akibat kerusakan hutan pinus, yaitu terjadinya peningkatan kepadatan tanah (kerapatan limbak) sebesar 129%, penurunan C organik sebesar 68% dan penurunan nitrogen tanah sebesar 23%. Adapun faktor utama penyebab kerusakan tanah adalah penebangan vegetasi hutan pinus, penurunan bahan organik tanah dan erosi.

Kata kunci: perambahan hutan, hutan pinus, lahan terbuka, kawasan lindung, sifat-sifat tanah.

PENDAHULUAN

Kebutuhan lahan semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk untuk berbagai kepentingan. Salah satu jalan keluar untuk memenuhi kebutuhan lahan tersebut adalah dengan melakukan perambahan lahan hutan. Susilawati (2008) menyatakan bahwa beberapa faktor penyebab perambahan hutan diantaranya adalah faktor ekonomi, faktor pendidikan, keterbatasan petugas pengawas hutan, dan lemahnya sanksi hukum. Kegiatan perambahan hutan akan merugikan kelestarian ekosistem hutan, kerusakan vegetasi, kerusakan lahan dan berpotensi untuk menyebabkan bencana alam seperti banjir, longsor, dan kekeringan.

Kegiatan perambahan hutan di hutan reboisasi pinus menyebabkan keterbukaan lahan. Tanpa dilakukannya

manajemen lahan yang baik, berakibat lahan terbuka terdegradasi. Degradasi lahan menyebabkan penurunan sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologi tanah. Perubahan sifat tanah tersebut dapat mengakibatkan berkurangnya umur pemakaian lahan, peningkatan potensi kekurangan hara tanah, dan menurunnya mutu produksi tanaman pinus (*Pinus merkusii*) (Wasis dan Fathia 2011). Disamping itu penebangan hutan pinus akan menyebabkan hilangnya serapan dan simpanan karbon pada biomassa (Saharjo dan Wardhana 2011).

Kesuburan tanah juga dapat mengalami penurunan di lahan yang ditinggalkan pasca perambahan (Wasis 2006). Oleh karena itu diperlukan penelitian untuk mengkaji perubahan sifat-sifat tanah akibat perambahan hutan. Asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah kedua lokasi memiliki jenis tanah dan kondisi geografis yang sama karena masih dalam satu kawasan.

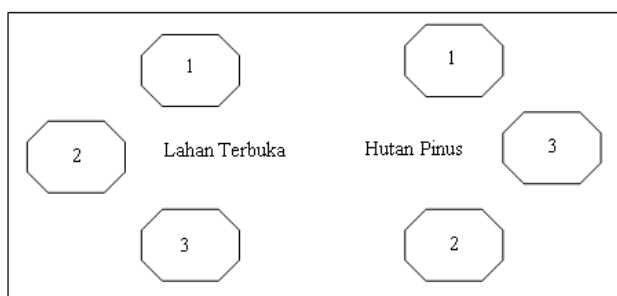
Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak kegiatan perambahan hutan pinus terhadap sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologi tanah pada Kawasan Lindung Danau Toba Sumatera Utara.

METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel tanah dilakukan di hutan hasil reboisasi pinus di Kawasan Lindung Danau Toba, Sumatera Utara, pada bulan Agustus 2010. Analisis sifat tanah dilakukan di Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor (IPB).

Pengambilan sampel tanah dilakukan di dua kategori kawasan hutan pinus hasil reboisasi, yakni di lahan terbuka dan hutan pinus. Sampel tanah dikoleksi dari masing-masing lokasi sebanyak tiga titik, dengan peta pengambilan sampel tanah seperti disajikan pada Gambar 1. Masing-masing sampel tanah diambil pada kedalaman 0-20 cm.

Kawasan Hutan Reboisasi Pinus



Gambar 1. Ilustrasi peta pengambilan sampel tanah secara *purposive sampling*.

Data hasil pengamatan lapangan dan analisis tanah di laboratorium kemudian dianalisis secara deskriptif dan secara statistik dengan menggunakan uji beda rata-rata. Peubah yang diamati masing-masing untuk : (1) sifat fisik tanah meliputi kerapatan limbak, porositas, air tersedia, dan permeabilitas; (2) sifat kimia tanah meliputi: pH tanah, c-organik, nitrogen total, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, dan kapasitas tukar kation; dan (3) sifat biologi tanah meliputi : total mikroorganisme tanah, bakteri pelarut fosfor, fungi tanah, dan respirasi tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah yang dianalisis meliputi kerapatan limbak, porositas, kadar air dan permeabilitas tanah. Hasil analisis sifat fisik tanah dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisa statistik uji beda rata-rata terhadap dampak perusakan hutan pinus menjadi tanah terbuka menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan porositas dan air tersedia berbeda nyata, sedangkan untuk permeabilitas berbeda sangat nyata.

Tabel 1 Kondisi sifat fisik tanah pada kawasan Lindung Danau Toba

| Sifat Fisik | Hutan Pinus | Lahan Terbuka |
|---------------------------------------|--------------|--------------------------|
| Kerapatan Limbak (g/cm ³) | 0,31 ± 0,10 | 0,71 ± 0,18 ^m |
| Porositas (%) | 78,12 ± 7,18 | 58,92 ± 5,20* |
| Air tersedia (%) | 17,69 ± 3,23 | 12,53 ± 1,87* |
| Permeabilitas (cm/jam) | 39,10 ± 7,36 | 21,34 ± 6,16** |

Ket. :

* = berbeda nyata pada selang kepercayaan 95%

**= berbeda sangat nyata pada selang kepercayaan 99%

^m = tidak berbeda nyata pada selang kepercayaan 95%.

Kegiatan perusakan hutan pinus menjadi tanah terbuka telah menyebabkan terjadinya peningkatan kerapatan limbak sebesar 0,40 cm³/gram (129%). Peningkatan kepadatan tanah ini disebabkan adanya penebangan pohon dan penggunaan alat berat seperti jonder yang berakibat pada kerusakan struktur tanah. Disamping itu dampak pemadatan tanah menyebabkan kerusakan pori tanah. Hasil penelitian telah menjawab bahwa di lokasi penelitian juga telah terjadi kerusakan pori tanah yaitu terjadinya penurunan porositas tanah sebesar 19,20% (24,58%).

Dampak lainnya akibat kerusakan hutan pinus menjadi tanah terbuka yaitu terjadinya penurunan tanah dalam konservasi air, ditandai dengan terjadinya penurunan kemampuan tanah dalam melewati air yang dibuktikan dengan penurunan permeabilitas tanah sebesar 17,66 cm/jam (45,17%). Hal ini berakibat air hujan yang jatuh pada permukaan tanah akan menjadi limpasan permukaan, jika kapasitas permeabilitas terlampaui oleh curah air hujan yang turun.

Kerusakan tanah yang terjadi akibat kegiatan penebangan hutan dan penggunaan alat berat yaitu menurunnya air tersedia sebesar 5,16% (13,20%). Hal ini disebabkan fraksi liat dan bahan organik pada permukaan tanah kadarnya menjadi menurun karena terjadinya pengupasan lapisan tanah top soil, rusaknya struktur tanah dan peningkatan erosi tanah.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penebangan hutan pinus dan pembukaan lahan dengan alat berat (jonder) telah menyebabkan rusaknya sifat fisik tanah. Sifat fisik tanah terpenting dalam hubungannya dengan hutan yaitu kadar air, permeabilitas, porositas, drainase, dan infiltrasi tanah dimana pada tanah yang tidak terlindungi tutupan tajuk pohon akan mengalami kerusakan sifat fisik tanah. Pada tanah yang tidak terlindungi tajuk pohon maka butiran air hujan akan jatuh langsung ke permukaan tanah sehingga struktur tanah hutan menjadi rusak atau hancur serta terjadinya pemadatan tanah. Kerusakan struktur tanah akan menyebabkan penurunan porositas tanah, permeabilitas dan infiltrasi tanah, sehingga menyebabkan limpasan dan erosi tanah. Kerusakan sifat fisik tanah secara keseluruhan akan menyebabkan terjadinya penurunan fungsi hidrologis (tata air) dari kawasan lindung Danau

Toba. Penelitian ini sesuai hasil penelitian Hendrayanto *et al.* (2001) bahwa limpasan permukaan/banjir (penurunan tata air) dapat disebabkan oleh menurunnya kapasitas infiltrasi tanah dan kualitas vegetasi penutupan lahan yang kurang baik.

Pengaruh vegetasi terhadap erosi tanah berbeda-beda bergantung pada jenis tanaman, perakaran, tinggi tanaman, tajuk dan tingkat pertumbuhan dan musim. Pengaruh musim sebetulnya erat hubungannya dengan pengelolaan hutan dan atau tanaman (Rahim 2006). Adanya vegetasi penutup tanah yang baik seperti rumput yang tebal dan hutan yang lebat dapat menghilangkan pengaruh topografi terhadap erosi. Vegetasi yang menutup permukaan tanah secara rapat tidak saja memperlambat limpasan, tetapi juga menghambat pengangkutan partikel tanah. Jenis tanaman yang diusahakan memainkan peranan penting dalam pencegahan erosi (Arsyad 2006).

Perakaran tumbuhan berperan sebagai pemantap agregat tanah dan memperbesar porositas tanah. Akar juga berfungsi “menggengam” massa tanah sehingga mempengaruhi nilai daya geser tanah (*Shear strength*). Dengan demikian tanah yang memiliki perakaran tumbuhan baik, pada satu sisi memiliki kemampuan meneruskan air ke lapisan bawah tinggi, dan pada sisi lain memiliki ketahanan tanah terhadap perusakan oleh air menjadi tinggi pula. Tumbuhan yang berbeda ternyata mempunyai karakter yang berbeda dalam berinteraksi dengan tanah. Tumbuhan yang mempunyai daun yang lebat akan mudah lapuk dan menyuburkan tanah, sehingga mengurangi kepekaan tanah terhadap erosi (Rahim 2006). Secara umum di hutan alam yang masih lebat akan memiliki erosi yang paling rendah yang sering disebut *erosi geologi* (Arsyad 2006).

Sifat Kimia Tanah

Sifat kimia tanah yang dianalisis meliputi pH, C-Organik, N Total, P Bray, Kalium, Kalsium, Magnesium, dan KTK. Hasil analisis sifat kimia tanah yang telah dilakukan disajikan pada Tabel 2. Sedangkan hasil analisis statistik uji beda nyata disajikan pada tabel 3.

Tabel 2 Nilai rata-rata sifat kimia tanah pada hutan pinus dan lahan terbuka

| Sifat Kimia Tanah | Hutan Pinus | Lahan Terbuka |
|-----------------------|-------------|---------------|
| pH (H ₂ O) | 6,13 | 4,53 |
| C-Organik (%) | 7,55 | 2,45 |
| N Total (%) | 0,22 | 0,17 |
| P Bray (ppm) | 25,40 | 15,80 |
| Ca (me/100g) | 6,97 | 1,11 |
| Mg (me/100g) | 3,95 | 2,39 |
| K (me/100g) | 0,59 | 0,83 |
| KTK (me/100g) | 16,55 | 14,56 |

Tabel 3 Hasil uji beda nyata dari sifat kimia tanah

| Sifat Kimia Tanah | Hutan Pinus | Lahan Terbuka |
|-----------------------|--------------|----------------------------|
| pH (H ₂ O) | 6,13 ± 0,55 | 4,53 ± 0,45* |
| C-Organik (%) | 7,55 ± 9,56 | 2,45 ± 1,27 ^m |
| N Total (%) | 0,22 ± 0,09 | 0,17 ± 0,06 ^m |
| P Bray (ppm) | 25,40 ± 3,81 | 15,80 ± 13,81 ^m |
| Ca (me/100g) | 6,97 ± 2,23 | 1,11 ± 0,27* |
| Mg (me/100g) | 3,95 ± 1,00 | 2,39 ± 1,74 ^m |
| K (me/100g) | 0,59 ± 0,55 | 0,83 ± 1,13 ^m |
| KTK (me/100g) | 16,55 ± 1,95 | 14,56 ± 5,50 ^m |

Ket. :

* = berbeda nyata pada selang kepercayaan 95%

^m = tidak berbeda nyata pada selang kepercayaan 95%

Hasil analisis statistik (uji beda nyata) seperti disajikan di atas menunjukkan bahwa parameter sifat kimia tanah antara hutan pinus dan lahan terbuka pasca perambahan berbeda nyata untuk variabel pH tanah dan unsur kalsium (Ca), sedangkan unsur lain tidak berbeda nyata.

Berdasarkan sifat-sifat kimia tanah yang diamati diperoleh gambaran bahwa keseluruhan parameter mengalami penurunan nilai di lahan terbuka pasca kegiatan perambahan, kecuali pada parameter unsur kalium (K) tanah. Penurunan sifat kimia tanah C organik sebesar 5,1% (68%), N tanah sebesar 0,05% (23%), P tanah sebesar 9,6 ppm (38%), Ca tanah sebesar 5,86 me/100 gram (84%), Mg tanah sebesar 1,56 me/100 gram (39%) dan KTK tanah sebesar 1,99 me/100 gram (12%). Kegiatan perambahan hutan mengakibatkan penurunan nilai pH menjadi bersifat masam. Hal tersebut disebabkan oleh hilangnya tutupan lahan akibat pemanenan pohon, sehingga kation-kation basah pada tanah akan sangat mudah mengalami pencucian ketika hujan. Curah hujan yang berlebihan merupakan penyebab efektif hilangnya kation-kation basa seperti Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, dan Na⁺ dari larutan tanah yang digantikan dengan H⁺ dan Al³⁺ yang bersifat masam (Hardjowigeno 2003; Munawar 2011).

C-Organik merupakan penyusun utama bahan organik. Dari hasil analisis laboratorium tanah, jumlah C-Organik mengalami penurunan yang signifikan pada lahan terbuka pasca perambahan dibandingkan pada hutan pinus. Hal ini berarti bahwa bahan organik di hutan pinus lebih banyak jumlahnya daripada bahan organik di lahan terbuka. Perbedaan nilai C-Organik yang signifikan di kedua lokasi tersebut dipengaruhi oleh perbedaan jumlah dan jenis vegetasi antara hutan pinus dan lahan terbuka pasca perambahan. Menurut Hanafiah (2007) sumber primer bahan organik tanah adalah jaringan organik tanaman, baik berupa daun, batang/cabang, ranting, buah, maupun akar. Sedangkan yang menjadi sumber sekunder berupa jaringan organik fauna termasuk kotorannya serta mikroflora.

Keberadaan bahan organik tanah ini sangat penting dalam penentuan kesuburan suatu tanah, karena pada

bahan organik, tersimpan unsur-unsur hara seperti N total, hara esensial, mineral tanah dan sebagainya. Besarnya nilai pH, kandungan C-Organik dan kation basa (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ dan Na^+) sangat erat kaitannya dengan KTK tanah. KTK merupakan sifat kimia tanah yang sangat erat hubungannya dengan kesuburan tanah yakni sebanding dalam kemampuan menjerap dan menyediakan unsur hara tanaman (Hardjowigeno 2003). Nilai KTK efektif sering disebut sebagai kejenuhan basa (% KB). Keterbukaan lahan akibat perambahan hutan menyebabkan kation basa atau unsur hara esensial seperti Ca dan Mg hilang tercuci oleh air hujan dan erosi tanah.

Kecenderungan pemasok terbesar bahan organik tanah pada hutan pinus berasal dari seluruh bagian tanaman pinus dan tambahan dari jaringan tumbuhan lain yang tumbuh di bawah tegakan pinus serta biota tanah. Akan tetapi di lahan terbuka pasca perambahan umumnya bahan organik yang ditambahkan ke tanah hanya berasal dari tumbuhan bawah yang tumbuh pasca perambahan hutan.

Penurunan kandungan nilai unsur hara terjadi untuk beberapa parameter seperti jumlah Nitrogen (N) Total, Fosfor (P), Kalsium (Ca), dan Magnesium (Mg) di lahan terbuka pasca perambahan. Penurunan jumlah N Total di lahan terbuka pasca perambahan hutan pinus dipengaruhi oleh hilangnya tutupan lahan. Karena pada saat hujan, potensi terjadinya aliran permukaan semakin besar yang mengakibatkan nitrogen dalam bentuk NO_3 akan sangat mudah tercuci bersama dengan mengalirnya air.

Penurunan jumlah nitrogen juga dipengaruhi oleh penurunan jumlah bahan organik dan mikroorganisme tanah di lokasi tersebut. Karena di dalam susunan jaringan bahan organik terkandung unsur nitrogen organik yang didekomposisi oleh mikroorganisme tanah menjadi nitrogen tersedia bagi tanaman. Penambahan jumlah N Total dipengaruhi oleh proses azofikasi, yakni jasad mikro tertentu yang menggunakan bahan organik sebagai sumber energi dan nitrogen yang dimanfaatkan dalam tubuhnya akan tertinggal dalam bentuk protein dan senyawa serupa apabila mereka mati.

Sama halnya dengan unsur nitrogen, penurunan jumlah fosfor di lahan terbuka pasca perambahan hutan pinus banyak dipengaruhi oleh penurunan jumlah bahan organik. Salah satu pengaruh bahan organik terhadap sifat-sifat tanah dan akibatnya terhadap pertumbuhan tanaman adalah sebagai sumber unsur hara N, P, S, unsur mikro, dan lain-lain (Hardjowigeno 2003; Wasis dan Fathia 2011).

Penurunan jumlah kalsium (Ca) di lahan terbuka pasca perambahan dipengaruhi oleh pencucian dan kemasaman tanah. Seperti yang telah dijelaskan di bagian atas bahwa pada tanah-tanah masam, aktivitas Al dan H tinggi yang mengakibatkan mudah hilangnya kation basa seperti Ca^{2+} , karena hilangnya vegetasi pohon yang berperan untuk melindungi tanah dari benturan air hujan secara langsung dan aliran permukaan.

Penebangan pohon pada kegiatan perambahan hutan menyebabkan kation basa seperti Ca^{2+} mudah mengalami pencucian ketika hujan. Wasis (2006) menyatakan bahwa ion Ca dalam larutan dapat habis jika diserap tanaman, diambil jasad renik, terikat oleh kompleks adsorpsi tanah, mengendap kembali sebagai endapan-endapan sekunder dan tercuci.

Kandungan unsur Kalium di lahan terbuka pasca perambahan lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan kalium di hutan pinus. Hal ini dapat dipengaruhi oleh proses pencucian bahan mineral akibat limpasan permukaan.

Penurunan sebagian besar kadar unsur hara esensial (N, P, Ca, Mg) di lahan terbuka pasca perambahan diikuti juga oleh penurunan kapasitas tukar kation (KTK). KTK tanah biasanya berasal bahan organik dan merupakan pemantap agregat tanah dan meningkatkan KTK tanah itu sendiri (Hardjowigeno 2003).

Sifat Biologi Tanah

Sifat biologi tanah yang dianalisis meliputi mikroorganisme tanah, fungi tanah, bakteri pelarut P, dan respirasi tanah. Hasil analisis sifat biologi tanah yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4. Adapun hasil analisis statistik melalui uji beda nyata sifat biologi tanah di kedua lokasi penelitian tersaji pada Tabel 5.

Tabel 4 Nilai rata-rata sifat biologi tanah pada hutan pinus dan lahan terbuka

| Sifat Biologi Tanah | Hutan Pinus | Lahan Terbuka |
|--|-------------|---------------|
| Mikroorganisme Tanah ($\times 10^6$ spk/g) | 31,67 | 3,50 |
| Fungi Tanah ($\times 10^4$ spk/g) | 5,17 | 1,00 |
| Bakteri Pelarut P ($\times 10^3$ spk/g) | 6,83 | 0,67 |
| Respirasi Tanah (mgC-CO ₂ /kg tanah/hari) | 14,43 | 11,00 |

Tabel 5. Hasil analisis uji beda rata-rata sifat biologi tanah

| Sifat Biologi Tanah | Hutan Pinus | Lahan Terbuka |
|--|---------------|----------------------------|
| Mikroorganisme Tanah ($\times 10^6$ spk/g) | 31,67 ± 17,26 | 3,50 ± 1,50 ^{tn} |
| Fungi Tanah ($\times 10^4$ spk/g) | 5,17 ± 0,76 | 1,00 ± 0,86 * |
| Bakteri Pelarut P ($\times 10^3$ spk/g) | 6,83 ± 5,39 | 0,67 ± 1,15 ^{tn} |
| Respirasi Tanah (mgC-CO ₂ /kg tanah/hari) | 14,43 ± 3,05 | 11,00 ± 1,35 ^{tn} |

Keterangan. :

* = berbeda nyata pada selang kepercayaan 95%

tn = tidak berbeda nyata pada selang kepercayaan 95%.

Hasil uji beda rata-rata menunjukkan bahwa seluruh parameter sifat biologi tanah antara hutan pinus dan lahan terbuka pasca perambahan tidak berbeda nyata kecuali untuk variabel jumlah fungi tanah menunjukkan berbeda nyata. Hal ini berarti bahwa kegiatan perambahan hutan hanya memberikan pengaruh terhadap jumlah fungi tanah.

Hasil analisis laboratorium diketahui bahwa keseluruhan parameter sifat biologi tanah ternyata jumlahnya lebih rendah pada lahan terbuka pasca kegiatan perambahan hutan. Selisih perbedaan jumlah mikroorganisme tanah di kedua lokasi diketahui sebesar $28,17 \times 10^6$ spk/g. Sedangkan selisih perbedaan jumlah bakteri pelarut P sebesar $6,16 \times 10^3$ spk/g. Jumlah mikroorganisme tanah dan bakteri pelarut P di lahan terbuka sangat dipengaruhi oleh bahan organik yang juga mengalami penurunan di lahan terbuka. Karena semakin banyak bahan organik menunjukkan semakin banyak pula sumber energi bagi organisme tanah. Mikroorganisme tanah akan berperan dalam dekomposisi bahan organik tanah. Sedangkan bakteri pelarut P berperan dalam mineralisasi fosfor organik yang terkandung pada bahan organik menjadi fosfor inorganik yang tersedia bagi tanaman. Hanafiah (2007) menyatakan bahwa bakteri merupakan jasad bersel satu dan berkembang biak melalui pembelahan sel. Diversitas dan kelimpahan bakteri tergantung pada ketersediaan hara dan kondisi lingkungannya.

Seperti yang telah disebutkan di atas bahwa respirasi tanah di lahan terbuka juga memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan di hutan pinus. Penurunan jumlah respirasi tanah yakni sebesar $3,43 \text{ mgC-CO}_2/\text{kg tanah/hari}$. Menurut Anas (1989) kecepatan respirasi tanah lebih mencerminkan aktivitas metabolik mikrobial tanah daripada jumlah, tipe, atau perkembangan tanah. Sama halnya dengan respirasi tanah, dibandingkan pada hutan pinus untuk jumlah fungi tanah di lahan terbuka memiliki nilai yang lebih kecil. Selisih nilai diantara kedua lokasi tersebut sebesar $4,17 \times 10^4$ spk/g. Penurunan jumlah fungi tanah tersebut dapat dipengaruhi oleh hilangnya vegetasi pohon akibat penebangan sehingga mengakibatkan hilangnya fungsi pohon sebagai pelindung tanah dari sinar matahari secara langsung. Kondisi tersebut akan mempengaruhi suhu dan kelembapan tanah, karena populasi dan biodiversitas biota tanah sangat dipengaruhi oleh faktor cuaca, kondisi tanah, dan juga tipe vegetasi penutupan lahan. Kondisi yang terjadi pada sifat-sifat kimia dan biologi tanah di lahan terbuka tersebut banyak dipengaruhi oleh jumlah bahan organik dan pencucian. Rendahnya bahan organik mengakibatkan berkurangnya sumber energi untuk biota tanah yang kemudian akan menghasilkan tambahan unsur hara tanah. Kondisi tersebut akan terus-menerus mengalami penurunan kuantitas dan kualitas tanah apabila tidak segera dilakukan usaha penanaman pohon untuk membentuk kembali iklim mikro hutan yang akan mendukung keberlangsungan siklus hara dan populasi serta biodiversitas biota tanah. Penurunan kualitas dan

kuantitas tanah di lahan terbuka sangat mungkin terjadi karena besarnya potensi erosi akibat pencucian yang akan mengikis tanah beserta unsur hara yang terkandung di dalamnya.

Keterbukaan lahan ini berakibat meningkatnya laju aliran permukaan, erosi tanah dan sedimentasi serta menurunnya tingkat kesuburan dan stabilitas lahan. Secara deskriptif perambahan hutan pada umur tebangan 5 bulan menyebabkan penurunan kimia tanah yang tertinggi pada kandungan C-Organik sebesar 21,23% (59,90%), kemudian Ca $1,89 \text{ me}/100\text{g}$ (45,28%) dan Mg $2,53 \text{ me}/100\text{g}$ (44,39%) dari jumlah rata-rata nilai kimia tanah di hutan pinus, serta terendah adalah jumlah Na sebesar $0,03 \text{ me}/100\text{g}$ (9,30%).

Keterbukaan lahan mengakibatkan meningkatnya laju aliran permukaan, erosi tanah dan sedimentasi serta menurunnya tingkat kesuburan dan stabilitas lahan. Menurut Hendrayanto *et al.* (2001) limpasan permukaan/banjir (penurunan tata air) dapat disebabkan oleh menurunnya kapasitas infiltrasi tanah dan kualitas vegetasi penutupan lahan yang kurang baik. Dampak yang paling signifikan yaitu terjadi degradasi tanah yang ditandai dengan memburuknya kualitas sifat tanah (fisik, kimia dan biologi) sehingga tidak mampu menghasilkan produk. Menurut Foth (1994) akibat meningkatnya perpindahan air melalui tanah maka kation basa seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ dan Na^+ akan hilang dari tanah kemudian H^+ mulai menjenuhi kapasitas tukar kation dan kejenuhan basa pun menurun, sehingga kemasaman tanah meningkat. Kation-kation basa sebagian besar merupakan hara esensial yang sangat dibutuhkan oleh tanaman, namun sangat mudah larut dalam air atau tercuci oleh air hujan.

Menurut data Stasiun Klimatologi Sampali Medan, angka curah hujan tahunan di Kabupaten Humbang Hasundutan sebesar 3.322 mm pada tahun 2010. Curah hujan yang tinggi dan kondisi topografi yang miring meningkatkan aliran permukaan dan erosi tanah sehingga mengakibatkan penurunan jumlah kandungan hara tanah pada kedalaman 0 – 20 cm di lokasi penelitian. Pembukaan lahan dengan perambahan hutan juga berdampak menurunkan jumlah kandungan bahan organik tanah terutama C-Organik, N Total dan P. Bahan organik di dalam hutan sebagian besar terdapat pada pohon-pohon yang tegak yaitu jaringan organik tanaman baik berupa daun, batang/cabang, ranting, buah maupun akar, sementara itu lebih dari 90% bahan organik terdapat di dalam tanah (Foth 1994). Hilangnya N dari tanah juga disebabkan oleh penggunaan untuk metabolisme tanaman dan mikrobial selain itu juga N dalam bentuk nitrat sangat mudah tercuci oleh air hujan (Hanafiah 2005).

Tanah yang subur memberikan sumber energi yang cukup untuk tanaman juga organisme tanah. Dampak yang nyata akibat degradasi hutan di lahan terbuka adalah rusaknya ekologi pada ekosistem tanah. Selain itu erat hubungannya dengan aktivitas mikroba tanah.

Berdasarkan hasil analisis biologi tanah di lahan terbuka, persentase perubahan tertinggi pada jumlah fungi tanah sebesar 94,18% lebih rendah dibandingkan di hutan pinus. Fungi simbiotik hidup pada akar-akar tanaman di mana tanaman maupun fungi saling beruntung. Menurut Sutarman *et al.* (2004) ketidakseimbangan nutrisi dapat menyebabkan tanaman pinus akan mudah terinfeksi penyakit.

Penurunan fungi tanah akan menyebabkan kemampuan serapan hara tanah oleh tanaman menjadi menurun. Dengan demikian pada lahan yang terbuka, pemiskinan hara akan semakin cepat dan pertumbuhan tanaman akan menurun (Rumondang dan Setiadi 2011; Tuheteru dan Husna 2011).

Uraian di atas memberikan informasi bahwa degradasi kimia dan biologi tanah hutan disebabkan oleh penurunan jumlah bahan organik tanah dan pencucian hara oleh air hujan akibat keterebukaan lahan.

KESIMPULAN

1. Kegiatan perambahan hutan pinus menyebabkan peningkatan kerapatan limbah, penurunan porositas, penurunan permeabilitas dan penurunan air tersedia. Kondisi porositas dan kadar air berbeda nyata antara lahan terbuka dan hutan pinus, sedangkan permeabilitas tanah berbeda sangat nyata.
2. Kegiatan perambahan hutan pinus menyebabkan perubahan pada sifat kimia tanah yakni berupa penurunan jumlah kandungan C-Organik, N Total, P Bray, Kalsium, Magnesium, Kapasitas Tukar Kation, dan pH serta mengalami peningkatan jumlah kandungan Kalium. Kegiatan perambahan hutan berpengaruh nyata terhadap kondisi pH tanah dan unsur kalsium tanah.
3. Kegiatan perambahan hutan pinus menyebabkan perubahan pada sifat biologi tanah yakni berupa penurunan jumlah mikroorganisme tanah, bakteri pelarut P, fungi tanah dan respirasi tanah. Secara statistik diketahui bahwa bahwa kegiatan perambahan hutan pinus berpengaruh nyata terhadap jumlah fungi tanah.
4. Untuk menjaga kondisi tanah tersebut, perlu dilakukannya program penanaman dan pemeliharaan pohon di lahan terbuka pasca perambahan, serta usaha perbaikan tanah baik dengan pengapuran maupun dengan penambahan bahan organik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas I. 1989. *Petunjuk Laboratorium : Biologi Tanah dalam Praktek*. Bogor: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor.
- Arsyad S. 2006. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor.
- Foth H D. 1994. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*, Edisi enam. Adisoemarto S. Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari : *Fundamentals Of Soil Science*.
- Hanafiah KA. 2007. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Hanafiah K A. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Hardjowigeno S. 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta : Akademika Pressindo.
- Hendrayanto, O Rusdiana, NM Arifjaya, B Wasis. 2001. Respon Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS) Berhutan Jati (*Tectona grandis*) Studi Kasus Di DAS Cijuray KPH Purwakarta Perum Perhutani Unit III Jawa Barat. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 7 (2) : 7 – 18.
- Munawar A. 2011. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Bogor: PT Penerbit IPB Press.
- Rahim SE. 2006. *Pengendalian Erosi Tanah dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup*. PT Bumi Aksara. Jakarta.
- Rumondang J, Setiadi Y. 2011. Evaluasi Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan Respon Pertumbuhannya Terhadap Jati (*Tectona grandis* Linn. F) di Persemaian *Jurnal Silvikultur Tropika* 2 (3) : 194-197.
- Susilawati D. 2008. Analisis dampak dan faktor yang mempengaruhi perambahan hutan studi kasus desa Bulu Hadik, Kecamatan Teluk Dalam, Kabupaten Simeulue, NAD [Skripsi]. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Sutarman, S Hadi, A. Saefuddin, Achmad, A Suryati. 2004. Epidemiologi Hawar Daun Bibit *Pinus merkusii* yang Disebabkan oleh *Pestalotia thea*. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 10 (1) : 43-60.
- Tuheteru FD, Husna. 2011. Pertumbuhan dan Biomassa *Albizia saponaria* yang diinokulasi Fungi Arbuskula Mikoriza Lokal Sulawesi Tenggara. *Jurnal Silvikultur Tropika* 2 (3) : 143-148.
- Wasis B, Fathia N. 2011. Pertumbuhan Semai Gmelina dengan Berbagai Dosis Pupuk Kompos pada Media Tanah Bekas Tambang Emas. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 17(1) : 29 – 33.
- Wasis B, Fathia N. 2011. Pertumbuhan Semai Gmelina dengan Berbagai Dosis Pupuk Kompos pada Media Tanah Bekas Tambang Emas. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 17(1) : 29 – 33.
- Wasis B, Fathia N. 2011. Pertumbuhan Semai Gmelina dengan Berbagai Dosis Pupuk Kompos pada Media Tanah Bekas Tambang Emas. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 17(1) : 29 – 33.