

DAMPAK PEMANENAN HUTAN TERHADAP SIFAT DAN KANDUNGAN BIOLOGIS TANAH (STUDI BKPH SENGGURUH, KPH MALANG).

Galit Gatut Prakosa and Mochamad Chanani¹

¹Dosen Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian-Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang, Indonesia.

E-Mail: galitgatut@umm.ac.id

ABSTRAK

Dampak Pemanenan Hutan Terhadap Sifat dan Kandungan Biologis Tanah (Studi BKPH Sengguruh, KPH Malang). Kegiatan pemanenan kayu umumnya menggunakan alat-alat berat yang berdampak pada aspek ekologi dimana terjadi kerusakan pada tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui dampak pemanenan hutan terhadap sifat biologi tanah dan kandungan karbon di BKPH Sengguruh KPH Malang. Pengambilan contoh tanah dilakukan secara acak, pengambilan contoh cacing secara acak dengan metode hand sorting dan untuk isolasi jamur dan bakteri dengan menggunakan agar cawan. Dari penelitian yang dilakukan diketahui terjadi penurunan kandungan bahan organik tanah pada lahan setelah pemanenan dari kelas agak tinggi menjadi rendah, ditemukan tiga jenis cacing yaitu *Pheretima*, *Pontoscolex*, dan *Microscolex* yang mengalami penurunan kepadatan individu pada pasca pemanenan dari 39,54 individu/m² menjadi 16,87 individu/m². Jumlah koloni jamur dan bakteri pasca pemanenan mengalami penurunan pada koloni jamur dari 2,54 x 10⁴ CFU/ml menjadi 0,88 x 10⁴ CFU/ml dan pada koloni bakteri dari 22,58 x 10⁵ CFU/ml menjadi 17,6 x 10⁵ CFU/ml. Hasil perhitungan estimasi karbon ini diharapkan dapat berfungsi sebagai dasar untuk menghitung estimasi karbon dalam Vegetasi Hutan Jati dalam Skala Nasional.

Kata kunci : Bakteri, Karbon, Pemanenan Hutan, Tanah.

ABSTRACT

The Impact Of Forest Harvesting On Soil And Biological Properties (Study Of BKPH Sengguruh, Perum Perhutani KPH Malang). Timber harvesting activities generally use heavy equipment which has an impact, that is damage the soil. The purpose of this research is to determine the impact of forest harvesting on the biological properties of soil in FPR Sengguruh RFMU Malang FMU. The random sampling of soil samples, random sampling of earthworms by hand sorting method and isolation of fungi and bacteria using agar plates. The Research was found that there was a decrease in soil organic matter content on the land after harvesting from the rather high to low grade, found three types of worms, namely *Pheretima*, *Pontoscolex*, and *Microscolex* which decrease in individual density at post harvesting from 39,54 individuals/m² to 16,87 individuals/m². The total of fungi and bacterial colonies post-harvest experienced a decrease in fungal colonies from 2.54 x 10⁴ CFU / ml to 0.88 x 10⁴ CFU / ml and to bacterial colonies from 22.58 x 10⁵ CFU / ml to 17.6 x 10⁵ CFU / ml. The results of the calculation of carbon estimates stored are expected to serve as a basis for calculating carbon estimates in Teak Forest Vegetation on a National Scale.

Key words : Bacteria, Carbon, Forest Harvesting, Soil.

1. PENDAHULUAN

Pemanenan kayu adalah bentuk campuran tangan utama manusia dalam pengelolaan hutan dan oleh karena itu harus direncanakan dan dilaksanakan dengan tepat. Selanjutnya menurut Elias et al., (2001), kegiatan pemanenan hutan

merupakan kegiatan yang paling dominan dalam kegiatan silvikultur, yang apabila tidak dilakukan secara terencana dan hati-hati dapat menyebabkan kerusakan lingkungan in situ (pemadatan tanah, erosi dan kerusakan tegakan sisa) dan ex situ (perubahan hidrologi, sedimentasi,

penurunan kualitas air sungai dan gangguan habitat perairan dan lain-lain). Kegiatan pemanenan hutan dan konversi hutan diperkirakan dapat mengubah kondisi lingkungan, terutama cadangan karbon dan sifat biologis tanah di hutan yang dapat berubah secara drastis dan signifikan. Menurut IPCC (2019) 20% dari emisi CO₂ tahunan dunia disumbangkan oleh aktivitas deforestasi di hutan tropis.

Pemanenan hutan atau konversi bentuk lahan hutan menjadi non-hutan dapat mempengaruhi laju peningkatan kehilangan residu organik (Handayani & Prawito, 2002). Pada umumnya kegiatan pemanenan hutan dapat mengurangi bahan organik. Penurunan kandungan bahan organik tanah akan berdampak pada keberlanjutan jangka panjang karena bahan organik berperan penting dalam pertumbuhan pohon melalui pengaruhnya terhadap sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Pamoengkas, 2006).

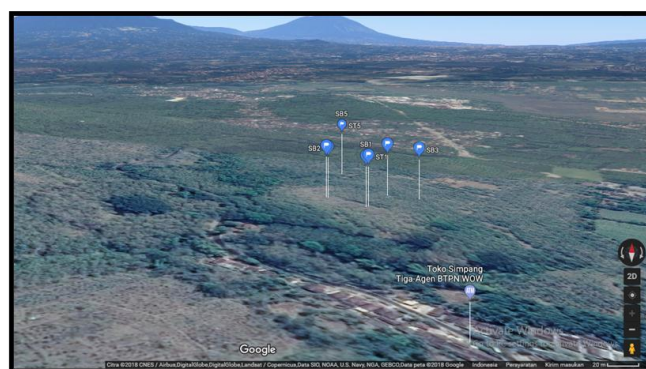
Secara global tanah dapat berfungsi sebagai sumber emisi dan penyimpan karbon (sumber dan cadangan), tetapi kemampuan tanah hutan untuk bertindak sebagai penyerap karbon bergantung pada praktik pemanenan. Kajian dampak pemanenan terhadap potensi simpanan karbon dan sifat biologis tanah di hutan

akibat pemanenan belum banyak dilakukan, khususnya kajian tentang potensi seresah dan akar yang merupakan sumber bahan organik dan simpanan karbon di tanah hutan pada kedalaman 0 - 40 cm. Penelitian ini penting dilakukan agar cadangan karbon dan sifat biologis tanah di dalam hutan dapat diketahui untuk mendukung pengembangan strategi pengelolaan hutan yang berwawasan lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Lokasi

Penelitian dilaksanakan di Perum Perhutani KPH Malang Jawa Timur pada petak 10D dan Laboratorium Universitas Muhammadiyah Malang. Kavling 10D terletak di RPH Rejosari BKPH Sengguruh KPH Malang. Secara administratif, kavling ini terletak di Desa Sumberejo, Kecamatan Pagak, Kabupaten Malang. Kavling 10D merupakan hutan produksi jati dengan tahun tanam 2003 seluas 7,80 hektar. Daerah tersebut memiliki tipe tanah liat dengan topografi datar. Kemiringan plot berkisar antara 5-10 °. Di areal ini tebangan atau penjarangan E dilakukan pada awal Juni 2020. Peta lokasi disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Titik pengambilan Sampel
(sumber : Google Map, 2020)

2.2. Alat dan Bahan

Dalam pelaksanaan tebang E (Tebangan Penjarangan), 164 pohon ditebang. Sistem pemanenan dilakukan secara manual menggunakan gergaji mesin; jumlah pekerja sekitar 4-5 orang, waktu yang dibutuhkan sekitar 2-3 hari. Diasumsikan volume penebangan yang dibutuhkan sekitar 14,5 m³ yang setara dengan 1,45 ritus. Menurut Wilson,(2006), mengasumsikan bahwa setiap perjalanan setara dengan 10m³.

Alat yang digunakan adalah alat tulis, blangko observasi, cangkul, sekop tanah, ember, meteran, plastik, kertas label, timbangan, cawan petri, tabung reaksi, pipet volume, bunsen, spatula, tisu, kapas, plastik pembungkus, karet, aluminium foil, kertas bekas, korek api, enka, erlenmeyer, gelas kimia, kompor, pisau, talenan, saringan, sendok, wajan, termos es, penguji tanah. Bahan yang digunakan adalah PDA, aquades, alkohol 70% dan 90%, formalin 4%, bay clean, es batu, H₂O₂ 30%, sampel tanah dan sampel cacing.

2.3. Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode kualitatif (survey), deskriptif, dan

$$D = \frac{\text{Total of individuals of a type}}{\text{Total of sample units per area}} \dots \tag{1}$$

Informasi:

D = Tingkat Kerapatan

$$RD = \frac{\text{Density of a type}}{\text{Total density of all types}} \times 100\% \dots \tag{2}$$

Informasi:

RD = Kerapatan relatif

Test Organic Materials

Test of soil organic matter is done by dripping 100 grams of soil with 30% H₂O₂ solution then observing the combustion reaction (Asyrowi, 2017).

Soil sampling was carried out at a 0-20 cm depth with a volume of 20 x 20 x 20 cm. Soil samples taken are cleaned

kuantitatif (analisis laboratorium). Pengambilan sampel tanah dan cacing dilakukan secara acak.

A. Pengambilan Sampel Tanah

Lima sampel tanah diambil sebelum panen dan lima sampel setelah panen. Tanah diambil pada kedalaman 0-20 cm dengan volume 20x20x20 cm. Setelah tanah dibersihkan dari serasah, akar, dan rumput, tanah dimasukkan ke dalam plastik dan disimpan dalam termos berisi es.

B. Pengambilan Sampel Cacing

Sampel cacing diambil dengan cara disortir dengan tangan menggunakan bingkai berukuran panjang 30 cm, lebar 30 cm dan menggali tanah sedalam 20 cm. Sampel cacing tanah diambil sebelum dan sesudah penebangan masing-masing sebanyak 25 titik sampel di lokasi. Setelah cacing dipisahkan dari tanah, cacing dicuci dan diawetkan menggunakan formalin 4% dan alkohol 70% untuk identifikasi.

Kepadatan populasi dan kepadatan retina cacing tanah dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Suin, 2003):

and separated from dirt and plant roots. Then the soil is labelled according to the point of extraction and stored in a flask filled with ice. In the following soil sampling, the tools are cleaned and sterilized using 96% alcohol (Husen et al., 2007).

C. Uji Bahan Organik

Pengujian bahan organik tanah dilakukan dengan cara meneteskan larutan H₂O₂ 30% pada 100 gram tanah dengan kemudian mengamati reaksi pembakarannya (Asyrowi, 2017).

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman 0-20 cm dengan volume 20 x 20 x 20 cm. Sampel tanah yang diambil dibersihkan dan dipisahkan dari kotoran dan akar tanaman. Kemudian tanah diberi label sesuai dengan titik ekstraksi dan disimpan dalam labu berisi es. Pada pengambilan sampel tanah berikut, alat dibersihkan dan disterilkan menggunakan alkohol 96% (Husen et al., 2007)

D. Isolasi Bakteri dan Jamur

Bakteri dan jamur diisolasi menggunakan metode pengenceran bertingkat, yaitu dengan memasukkan 10

$$\text{Total} = \frac{1}{\text{vol. sample}} \times \frac{1}{\text{dilution factor}} \times \text{total of colonies} \quad (3)$$

E. Pengukuran biomassa tumbuhan bawah

Tumbuhan bawah diambil sebagai contoh semua tumbuhan hidup dengan diameter kurang dari 5 cm, herba, dan

gram tanah ke dalam air steril kemudian dikocok hingga homogen dan didiamkan beberapa saat. Kemudian dimasukkan 1 ml bagian bening ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml larutan air steril dan pengenceran sampai pengenceran level 10⁻⁴. Pengenceran 10⁻³ digunakan untuk isolasi jamur (Indrayoga et al., 2013), dan pengenceran 10⁻⁴ digunakan untuk isolasi bakteri (Pambudi et al., 2016). Pengambilan sebanyak 1 ml kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri. Kemudian tuangkan 10-15 ml media *potato dextrose agar* (PDA). Inkubasi bakteri dan jamur dilakukan pada suhu kamar selama 4-7 hari.

Perhitungan koloni jamur dan bakteri dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Fitrah et al., 2017):

rerumpunan. Pengambilan sampel tumbuhan bawah dilakukan dengan membuat kuadran pada lahan hutan. Perhitungan biomassa tanaman per kuadran menggunakan rumus (Ramage et al., 2017).

$$\text{Biomass} = \frac{\text{dry weight}}{\text{wet weight}} \times \text{total of wet weight} \quad (4)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Tanah

Pada plot 10D, tebangan E (tebangan penjarangan) dilakukan dengan jumlah pohon yang ditebang sebanyak 164 pohon. Sistem pemanenan dilakukan secara manual menggunakan gergaji mesin yang membutuhkan 4-5 orang selama 2-3 hari. Volume penebangan diasumsikan 14,5 m³ yang setara dengan 1,45 rit. Wilson (2006) dalam penelitiannya mengasumsikan bahwa setiap rit setara dengan 10 m³. Pengangkutan kayu gelondongan ke tempat penimbunan kayu menggunakan

truk kayu dengan berat sekitar 2,3 ton. Beban yang diterima tanah di lokasi penelitian kurang lebih 1,5 kali, dan pengangkutan kayu dilakukan satu kali sehingga pemadatan tanah tidak terlalu terlihat.

Penyaradan disarankan dilakukan dua kali, agar pemadatan pada tanah tidak parah (Matangaran & Suwarna, 2012; Wilson, 2006). Jumlah rit maksimum yang diterima di jalan sarad adalah 28 rit; jika jumlah rit melebihi itu, maka akan terjadi pemadatan tanah yang sangat parah (Wilson, 2006). Semakin sering

alat berat melintas di tempat yang sama, maka semakin padat pula tanahnya (Muhandi, 2009; Setiawan et al., 2014).

Lokasi penelitian memiliki tekstur tanah liat (clay) sebelum panen dan tidak mengalami perubahan tekstur pada pasca panen, serta memiliki pH sekitar 5,5 – 7,5. Perbedaan pH dapat disebabkan oleh distribusi bahan organik yang tidak merata (Handayani & Prawito, 2002).

B. Bahan Organik

Di lokasi penelitian kandungan bahan organik pada lahan sebelum panen lebih tinggi dibandingkan dengan lahan pasca panen. Kandungan bahan organik tertinggi dengan nilai 6 dan terendah dengan nilai 1 pada lahan pasca panen (Tabel 1).

Tabel 1. Kandungan bahan organic C

Plot	Sebelum tebangan		Pasca tebangan	
	Kelas	Nilai	Kelas	Nilai
Plot 1	Cukup Tinggi	6	Cukup Tinggi	6
Plot 2	Cukup Tinggi	6	Medium	4
Plot 3	Medium	4	Rendah	1
Plot 4	Cukup Tinggi	6	Medium	4
Plot 5	Cukup Tinggi	6	Cukup Tinggi	6

Penurunan kandungan organik (C) pada lahan pasca panen disebabkan oleh hilangnya tegakan pohon yang menyebabkan hilangnya serasah dan ranting-ranting pohon yang tumbang ke tanah. Pembukaan lahan dan perambahan hutan dapat menurunkan jumlah kandungan bahan organik terutama C organik, N-total dan P-bray (Wasis et al., 2012).

Stok karbon tanah secara keseluruhan tidak berkurang karena penebangan hutan dan bahkan meningkat di setiap lapisan

lahan selama konversi hutan menjadi padang rumput (Edwin, 2016). Bahan organik di hutan sebagian besar diperoleh dari tegakan pohon meliputi batang/cabang, buah, ranting, daun, dan akar, sedangkan 90% bahan organik lainnya terdapat di dalam tanah.

C. Keanekaragaman Cacing Tanah

Cacing tanah yang ditemukan di lokasi penelitian terdiri dari tiga jenis yaitu *Pontoscolex*, *Microscolex*, dan *Pheretima*.

Table 2. Total cacing yang ditemukan sebelum dan pasca tebangan

Genus	Sebelum tebangan	Pasca Tebangan
<i>Microscolex</i>	8	2
<i>Pheretima</i>	5	0
<i>Pontoscolex</i>	76	36
Total	89	38

Pontoscolex memiliki karakteristik panjang badan berkisar antara 35-140

mm, diameter 2-4 mm, jumlah ruas berkisar antara 83-190 ruas. Warna

anterior merah kekuningan, dan warna bagian posterior coklat kekuningan. Belum kekuning-kuningan, segmennya terlihat di segmen 15-21.

Pontoscolex memiliki panjang tubuh berkisar antara 45-120 mm, diameter 2-3 mm, jumlah ruas berkisar antara 120-167 (Jayanthi et al., 2014). Genus ini berwarna keputih-putihan dan agak kecoklatan, belum pada ruas 15/16-21/23, kelongsong dinding pada punggung menebal, ruas-ruas masih terlihat jelas, dan warnanya kekuningan, lubang-lubangnya sensitif seperti tiga pasang dan terletak di 6 / 7-8/9, alat kelamin laki-laki pada 20/21 septa atau di belakang daerah klitoris (Suin, 2003). *Pontoscolex* memiliki *prostomium tangilobus*, bagian punggung berwarna merah muda dan bagian perut berwarna gelap (Darmawan et al., 2014).

Microscoclex memiliki ciri-ciri panjang tubuh berkisar 40-60 mm, diameter 2-3 mm, jumlah ruas berkisar 76-98 ruas, *clitellum* terletak pada ruas 13-16. Warna bagian anterior berwarna merah muda, sedangkan bagian posterior berwarna bening kekuningan.

Microscoclex memiliki panjang tubuh berkisar antara 40-60 mm dan diameter 2,5-4 mm. Belum di segmen 13-16 berbentuk bulat sempurna dan berwarna jingga kekuning-kuningan di dekat area kepala. Alat kelamin laki-laki berada pada segmen ke-17 (Yuwafi, 2016).

Pheretima memiliki ciri-ciri panjang tubuh berkisar 80-100 mm, diameter 2-3 mm, memiliki beberapa ruas berkisar 80-104 ruas, *clitellum* terletak pada ruas 11-14. Warna bagian anterior coklat kehitaman, dan warna bagian posterior coklat muda.

Pheretima memiliki panjang tubuh berkisar antara 90-13 mm, 3-4 mm (Jayanthi et al., 2014). Jumlah segmen berkisar antara 68-104 segmen; *clitellum* terletak di segmen 11-14 berbentuk lingkaran dan berwarna hitam. Tubuh

punggung berwarna biru kehitaman, dan tubuh bagian perut berwarna abu-abu keputihan (Firmansyah et al., 2017).

Jumlah cacing di lahan sebelum panen lebih banyak dibandingkan lahan pasca panen karena pada lahan sebelum panen masih terdapat pohon yang berdiri kokoh sehingga sinar matahari tidak langsung mempengaruhi tanah. Kanopi pohon dan tumpukan serasah yang menutupi lapisan tanah atas dapat mengurangi radiasi matahari langsung pada tanah dan melembabkan tanah (Astuti, 2013). Kondisi ini cocok untuk kehidupan cacing tanah.

Pada lahan pasca panen jarang dijumpai pohon, sehingga tidak ada tajuk atau serasah yang menutupi tanah, yang menyebabkan tanah mendapat radiasi matahari langsung sehingga tanah mengering dan suhu tanah meningkat, serta kondisi tidak sesuai untuk aktivitas cacing. Kelembaban sangat berpengaruh terhadap produktivitas cacing karena tubuh cacing sebagian besar mengandung air yaitu sebanyak 75-90%, sehingga pada tanah yang kering menyebabkan dehidrasi dan akhirnya mati (Jayanthi et al., 2014).

Sebelum dan sesudah panen, cacing tanah *Pontoscolex* lebih banyak ditemukan dibandingkan dengan cacing tanah *Microscoclex* dan *Pheretima*. Cacing tanah *Pontoscolex* lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang pohonnya tumbuh terpisah seperti di hutan produksi jati. Cacing jenis *Pontoscolex* merupakan cacing umum dengan tingkat toleransi yang tinggi terhadap lingkungan dan dapat ditemukan di berbagai habitat seperti daerah pertanian, perdu, dan padang rumput (Firmansyah et al., 2017). Cacing tanah *Microscoclex* pada lahan pasca panen menemukan bahwa bahkan sejumlah kecil spesies *Pheretima* tidak ditemukan sama sekali karena pada lahan setelah panen, tanah menjadi kering, dan tutupan serasah berkurang. *Microscoclex*

dan *Pheretima* merupakan cacing tanah tipe epigeik yang hidup dengan baik pada tumpukan bahan organik yang terdapat di permukaan tanah (Edwards & Bohlen, 1996).

D. Kepadatan Individu dan Kepadatan Relatif Cacing Tanah

Kepadatan populasi cacing pada lahan sebelum panen lebih tinggi yaitu 39,54 individu/m² dibandingkan lahan pasca panen yaitu 16,87 individu/m². (Tabel 3).

Table 3. Kepadatan individu dan kepadatan relatif cacing tanah

Genus	Sebelum tebangan		Pasca tebangan	
	D (Individuals/m ²)	RD (%)	D (individuals/m ²)	RD (%)
<i>Microscolex</i>	3,55	8,97	0,88	5,21
<i>Pheretima</i>	2,22	5,61	0	0
<i>Pontoscolex</i>	33,77	85,4	15,99	94,78
Total	39,54	99,98	16,87	99,99

Tinggi rendahnya kerapatan jenis dan kerapatan relatif cacing di lokasi penelitian disebabkan karena ketiga spesies tersebut memiliki tingkat toleransi yang berbeda terhadap kondisi lingkungan, seperti kelembaban, pH dan kadar bahan organik tanah. Hal ini mengikuti hukum toleransi Shelford bahwa setiap makhluk hidup memiliki nilai minimum dan maksimum ekologis, yaitu batas atas dan batas bawah kisaran toleransi makhluk hidup terhadap lingkungannya (Firmansyah et al., 2017). Kehidupan makrofauna sangat bergantung pada habitatnya (Suin, 1997). Oleh karena itu populasi makrofauna tanah sangat dipengaruhi oleh lingkungan. Ketersediaan bahan organik mempengaruhi populasi cacing tanah; Hal ini berkaitan dengan vegetasi yang merupakan penyedia bahan organik yang merupakan sumber makanan bagi cacing

karena cacing bersifat saprofit (Yuwafi, 2016).

E. Jumlah Jamur dan Bakteri

Jamur merupakan komponen biotik di dalam tanah yang berperan penting sebagai pengurai bahan organik tanah. Jamur berperan dalam mendegradasi molekul kompleks seperti selulosa, hemiselulosa, lignin, pektin, dan pati (Waluyo, 2013).

Pada lahan pasca panen jumlah jamur menurun dari 2,54 x 10⁴ CFU/ml menjadi 0,88 x 10⁴ CFU/ml (Tabel 4). Perubahan kondisi keterbukaan lahan mengakibatkan ekologi jamur tidak sesuai sehingga mengakibatkan penurunan total mikroflora yang tumbuh pada lahan pasca penebangan. Aktivitas mikroorganisme tanah dipengaruhi oleh kelembaban, suhu, pH, ketersediaan bahan organik tanah (Ardi, 2010).

Table 4. Total Jamur dan bakteri sebelum dan pasca tebangan

Plot	Sebelum Tebangan		Pasca Tebangan	
	Total Jamur (x 10 ⁴ CFU/ml)	Total Bakteri (x 10 ⁵ CFU/ml)	Total Jamur (x 10 ⁵ CFU/ml)	Total Bakteri (x 10 ⁵ CFU/ml)
Plot 1	2	31	0,1	22
Plot 2	0,8	30	0,1	23
Plot 3	3	24	3,5	21
Plot 4	2,9	20	0,1	18
Plot 5	4	7,9	0,6	4
Rerata	2,54	22,58	0,88	17,6

Berkurangnya jumlah Jamur tanah menyebabkan penyerapan unsur hara tanah oleh tanaman menjadi berkurang. Hal ini menyebabkan pertumbuhan tanaman menurun, dan pemiskinan unsur hara akan lebih cepat (Wasis et al., 2012). Fungi hidup bersimbiosis pada akar tanaman dimana fungi dan akar saling menguntungkan. Fungi hidup bersimbiosis dengan membantu akar tanaman dalam meningkatkan penyerapan unsur hara. Bakteri dapat menghasilkan enzim fosfatase dan asam organik yang mampu melarutkan sumber fosfat dan fosfat tanah (Setiawan et al., 2014; Utami, 2009). Selain menghasilkan enzim Phrotofase, bakteri dapat mengikat nitrogen. Bakteri dapat mengikat nitrogen di udara dan mengubahnya menjadi amonium nitrit (Waluyo, 2010).

Pasca panen total bakteri menurun dari 22,58 x 10⁵ CFU/ml menjadi 17,6 x 10⁵ CFU/ml (Tabel 4). Pada lahan pasca

panen, vegetasi pohon berkurang, mengurangi penutupan permukaan tanah, yang membuat sinar matahari langsung menembus permukaan tanah. Kondisi lingkungan tersebut menyebabkan suhu tanah yang tinggi, kelembaban tanah yang berkurang, dan bahan organik yang rendah, sehingga mengganggu aktivitas mikroorganisme.

Aktivitas mikroorganisme tanah dipengaruhi oleh kelembaban, suhu, pH, ketersediaan bahan organik tanah (Ardi, 2010).

Perubahan ekologi tanah, pH, suhu, tutupan lahan mempengaruhi perkembangbiakan bakteri. Bakteri dapat berkembang dengan baik pada pH 5,5 atau lebih; di lahan terbuka memiliki pH 4,4 (Hardjowigeno, 2003).

F. Estimasi Biomassa Penutup Tanah

Hasil perhitungan biomassa penutup tanah pada penelitian ini disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Biomassa dan Karbon penutup tanah

Plot	Sub Plot	Biomass (Ton/Ha)	Carbon Stock (Ton/Ha)
I	1	3,06	1,41
	2	2,07	0,95
	3	2,66	1,22
	4	2,57	1,18
	5	2,88	1,32
	6	2,5	1,15
	7	2,99	1,37
Sub Total		18,73	8,6
Rerata		2,68	1,23
II	1	2,28	1,05
	2	2,46	1,13
	3	2,89	1,33
	Sub Total	7,63	3,51
Rerata	2,54	1,17	
III	1	1,61	0,74
	2	1,75	0,81
	3	3,08	1,42
	4	2,78	1,28
	Sub Total	9,22	4,25
Rerata	2,31	1,06	
Total		35,58	16,36
Rerata		2,54	1,17

Besar cadangan biomassa di lantai hutan di petak 10D Rejosari BKPH Sengguruh dengan luas 12,8 ha adalah 95,26 ton. Kemudian stok karbon di tumbuhan bawah disimpan sebesar 44,29 ton. Total stok karbon diperoleh dari total biomassa dikalikan dengan konsentrasi karbon dalam bahan organik (46%). Daya tampung tumbuhan bawah terhadap cadangan karbon memang paling kecil dibandingkan dengan pohon karena tumbuhan bawah berada pada strata paling bawah dan terhalang oleh pepohonan. Menurut pendapat Hairiah & Rahayu, (2007) yang mengatakan bahwa semakin rapat tajuk pohon, semakin rendah biomassa tanaman, karena berkurangnya sinar matahari yang mencapai lantai hutan.

4. KESIMPULAN

Pemanenan hutan menyebabkan penurunan kerapatan cacing tanah dari 39,54 individu/m² menjadi 16,87 individu/m². Jumlah mikroflora tanah pasca panen menurun pada jamur dari 2,54 x 10⁴ CFU/ml menjadi 0,88 x 10⁴ CFU/ml dan pada bakteri dari 22,58 x 10⁵ CFU/ml menjadi 17,6 x 10⁵ CFU/ml. Kandungan bahan organik tanah mengalami penurunan dari kelas agak tinggi, dengan nilai 6 menjadi kelas rendah dengan nilai 1. Kondisi tanah setelah panen tidak berubah tekstur tanah, dan pemadatan tanah tidak terlalu terlihat.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang. Kami

mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan dari Perhutani KPH Malang yang telah memberikan wawasan dan keahlian yang sangat membantu penelitian ini, meskipun mereka mungkin tidak setuju dengan semua kesimpulan dari makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardi, R. (2010). *Kajian Aktivitas Mikroorganisme Tanah Pada Berbagai Kelerengan dan Kedalaman Hutan Alam (Studi Kasus di Taman Nasional Gunung Leuser, Seksi Besitang)*. Universitas Sumatera Utara.
- Astuti, P. (2013). *Hubungan Populasi dan Biomassa Cacing Tanah dengan Porositas, Kemantapan Agregat, dan Permeabilitas Tanah Pada Penggunaan Lahan yang Berbeda di Vertisols Gondangrejo*. Universitas Sebelas Maret.
- Asyrowi, H. (2017). *Analisis Potensi Bahaya Erosi di Sub DAS Mikro Hulu Brantas*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Darmawan, A., Setyawati, T. R., & Yanti, A. H. (2014). Keanekaragaman Cacing Tanah (Kelas Oligochaeta) di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Batu Layang Kecamatan Pontianak Utara. *Jurnal Protobiont*, 3(2), 171–176.
- Edwards, C. A., & Bohlen, P. J. (1996). *Biology and Ecology of Earthworms* (Third Edit). Chapman and Hall.
- Edwin, M. (2016). Penilaian Stok Karbon Tanah Organik Pada Beberapa Tipe Penggunaan Lahan Di Kutai Timur. *Jurnal Agrifor*, XV(2), 279–288.
- Elias, G., A., K., K., Machfudh, & A., K. (2001). Reduced impact logging guidelines for Indonesia. In *Reduced impact logging guidelines for Indonesia*. <https://doi.org/10.17528/cifor/001384>
- Firmansyah, Setyawati, T. R., & Yanti, A. H. (2017). Struktur Komunitas Cacing Tanah (Kelas Oligochaeta) di Kawasan Hutan Desa Mega Timur Kecamatan Sungai Ambawang. *Jurnal Protobiont*, 6(3), 108–117.
- Fitrah, R., Irfan, M., & Saragih, D. R. (2017). Analisis Bakteri Tanah di Hutan Larangan Adat Rumbio. *Jurnal Agroteknologi H.R*, 8(1), 17–22.
- Hairiah, K., & Rahayu, S. (2007). Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. *World Agroforestry Centre*, 77.
- Handayani, I. P., & Prawito, P. (2002). Lahan Paska Deforestasi di Bengkulu, Sumatera: I. Kajian Mikroflora Tanah dan Evolusi Karbondioksida. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 4(1), 1–9.
- Hardjowigeno, S. (2003). *Ilmu Tanah*. Akademik Presindo.
- Husen, E., Saraswati, R., & Simanungkalit, R. D. . (2007). *Soil Biological Analysis Methods*.
- Indrayoga, P. M., Sudarma, I. M., & Puspawati, N. M. (2013). Identifikasi Jenis dan Populasi Jamur Tanah pada Habitat Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* L.) Sehat dan Sakit Akar Gada Pada Sentra Produksi Kubis di Kecamatan Baturiti Tabanan. *E-Jurnal Agroteknologi Tropika*, 2(3), 184–194.
- IPCC. (2019). Climate Change and Land: an IPCC special report. *Climate Change and Land: An IPCC Special*

- Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*, 1–864. <https://www.ipcc.ch/srccl/>
- Jayanthi, S., Widhiastuti, R., & Jumilawaty, E. (2014). Komposisi Komunitas Cacing Tanah Pada Lahan Pertanian Organik dan Anorganik di Desa Raya Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo. *Jurnal Biotik*, 2(1), 1–14. <https://doi.org/10.7498/aps.62.084302>
- Matangaran, J., & Suwarna, U. (2012). Kepadatan Tanah Oleh Dua Jenis Forwarder dalam Pemanenan Hutan. *Ilmu-Ilmu Hayati Dan Fisik*, 14(2), 115–124.
- Muhdi, M. (2009). Dampak Pemanenan Kayu Dengan Teknik Reduced Impact Logging Terhadap Kerusakan Tegakan Sisa Di Hutan Alam. *Berkala Penelitian Hayati*, 15(1), 77–84. <https://doi.org/10.23869/bphjbr.15.1.200913>
- Pambudi, A., Noriko, N., & Sari, E. P. (2016). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Tanah Sawah di Kecamatan Medan Satria dan Bekasi Utara, Kota Bekasi, Jawa Barat. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 3(4), 187–195.
- Pamoengkas, P. (2006). *Kajian Aspek Vegetasi dan Kualitas Tanah Sistem Silvikultur Tebang Pilih Tanam Jalur (Studi Kasus di Areal HPH PT. Sari Bumi Kusuma, Kalimantan Tengah)*. Institut Pertanian Bogor.
- Ramage, M. H., Burrige, H., Busse-Wicher, M., Fereday, G., Reynolds, T., Shah, D. U., Wu, G., Yu, L., Fleming, P., Densley-Tingley, D., Allwood, J., Dupree, P., Linden, P. F., & Scherman, O. (2017). The wood from the trees: The use of timber in construction. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68(October 2015), 333–359. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.107>
- Setiawan, A., Matangan, J. R., Suhendang, E., & Rusolono, T. (2014). *Pemulihan kepadatan tanah setelah pemanenan pada hutan alam produksi* (. 99–109.
- Suin, N. M. (1997). *Ekologi Fauna Tanah*. Bumi Aksara.
- Suin, N. M. (2003). *Ekologi Hewan tanah*. Bumi Aksara.
- Utami, N. H. (2009). *Kajian Sifat Fisik, Sifat Kimia dan Sifat Biologi Tanah Paska Tambang Galian C Pada Tiga Penutupan Lahan*. Institut Pertanian Bogor.
- Waluyo, L. (2010). *Teknik dan Metode Dasar dalam Mikrobiologi (Edisi Dua)*. Universitas Muhammadiyah Malang Press.
- Waluyo, L. (2013). *Mikrobiologi Lingkungan (Edisi Tiga)*. Universitas Muhammadiyah Malang Press.
- Wasis, B., Setiadi, Y., & Purwanto, M. E. (2012). Sifat Kimia dan Biologi Tanah Akibat Keterbukaan Lahan Pada Hutan Reboisasi Pinus di Kecamatan Pollung Kabupaten Humbang Hasundutan Sumatera Utara. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 03(01), 2010–2013.
- Wilson, E. (2006). *Kepadatan Tanah Akibat Penyaradan Oleh Forwarder dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Semai : Studi Kasus di HPHTI PT. Musi Hutan Persada Sumatera Selatan*. Institut Pertanian Bogor.

Yuwafi, H. (2016). *Kepadatan Cacing Tanah di Perkebunan Kopi PTPN XII Bangelan Kecamatan Wonosari*

Kabupaten Malang. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.