

**PERUBAHAN BIOMASA MIKROBIA KARBON TANAH DENGAN
PENAMBAHAN ANEKA JENIS SERESAH DI BERBAGAI
LINGKUNGAN AGROFORESTRI PINUS+KOPI**

Oleh
CHINTIA VENI OCTAVIASARI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2019

**PERUBAHAN BIOMASA MIKROBIA KARBON TANAH DENGAN
PENAMBAHAN ANEKA JENIS SERESAH DI BERBAGAI
LINGKUNGAN AGROFORESTRI PINUS+KOPI**

Oleh
CHINTIA VENI OCTAVIASARI
155040201111265

PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAGEMEN SUMBER DAYA LAHAN

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana
Pertanian Strata Satu (S-1)

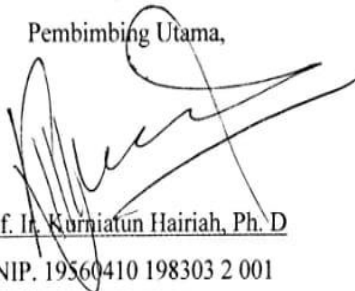
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG

2019

LEMBAR PERSETUJUAN

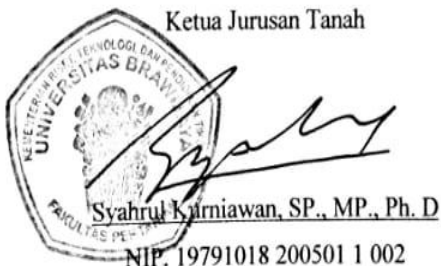
Judul Skripsi : Perubahan Biomasa Mikrobia Karbon Tanah Dengan
Penambahan Aneka Jenis Seresah Di Berbagai
Lingkungan Agroforestri Pinus+Kopi
Nama : Chintia Veni Octaviasari
NIM : 155040201111265
Program Studi : Agroekoteknologi
Minat : Manajemen Sumberdaya Lahan

Disetujui Oleh,
Pembimbing Utama,



Prof. Ir. Kurniatun Hairiah, Ph. D
NIP. 19560410 198303 2 001

Mengetahui,
a.n Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Brawijaya
Ketua Jurusan Tanah



Syahrul Kurniawan, SP., MP., Ph. D
NIP. 19791018 200501 1 002

Tanggal Persetujuan : 30 OCT 2019

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Dr.Ir. Retno Suntari, MS
NIP. 19580503 198303 2 002

Penguji III

Prof.Dr.Ir. Zaenal Kusuma, SU
NIP. 19540501 198103 1 006

Penguji II

Prof. Ir. Kurniati Hairiah, Ph.D
NIP. 19560410 198303 2 001

Penguji IV

Prof.Dr.Ir. Mochammad Munir, MS
NIP. 19540520 198102 1 002

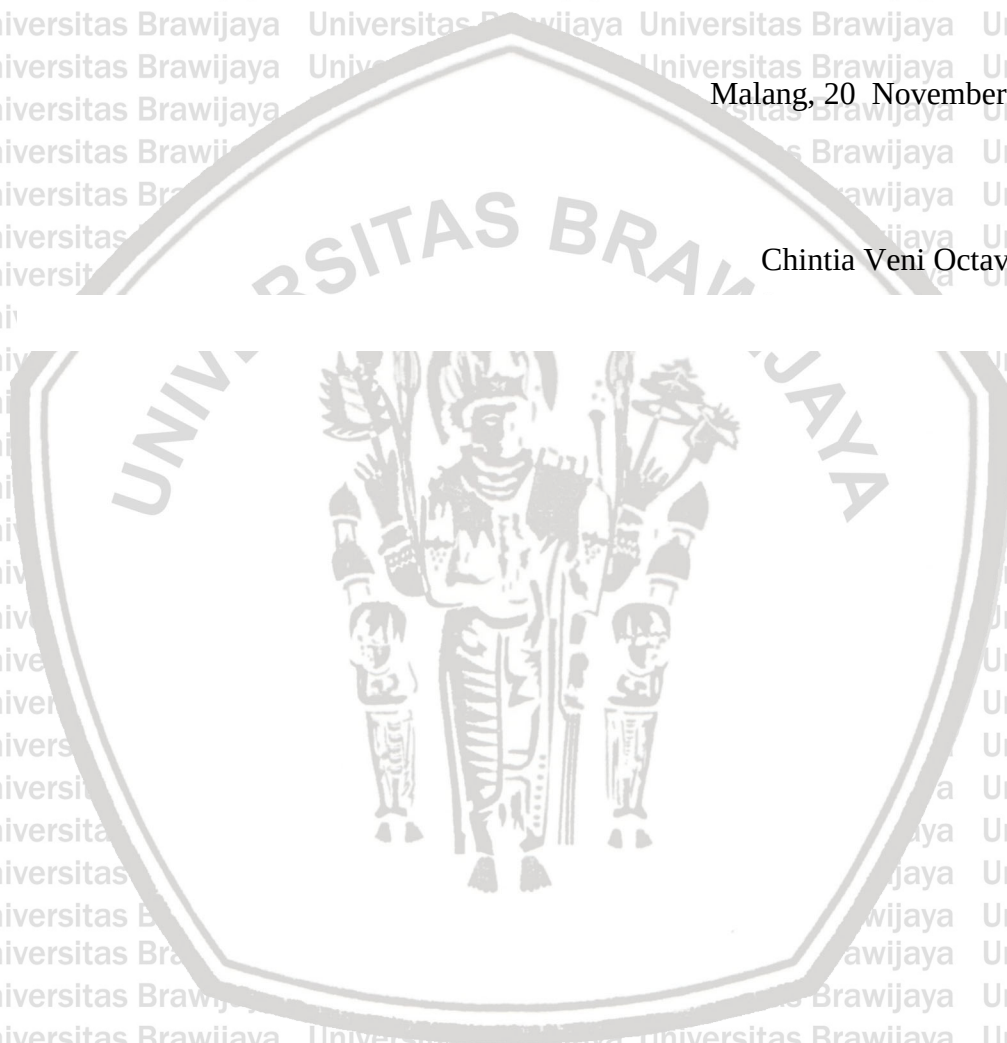
Tanggal Lulus: 29 NOV 2019

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 20 November 2019

Chintia Veni Octaviasari



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Trenggalek pada tanggal 16 Oktober 1996, merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Effendi Mansyur dan Ibu Rini Dwi Astutiasih.

Penulis telah menempuh pendidikan dasar di SDN 1 Bendorejo pada tahun 2003 – 2009, Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 1 Pogalan pada tahun 2009 – 2012, Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 1 Durenan tahun 2012 – 2015. Selanjutnya pada tahun 2015, penulis berhasil diterima di Fakultas Pertanian melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Kemudian penulis berhasil diterima di Jurusan Manajemen Sumber Daya Lahan.

Penulis pernah mengikuti kegiatan organisasi, antara lain Bursa FP UB periode 2016 – 2017 sebagai Staff Badan Entrepreneur Community (BEC). Penulis juga pernah mengikuti kegiatan kepanitiaan yaitu Divisi Acara Pra PRIORITAS BURSA FP UB, Divisi Konsumsi Dies Natalis 28 BURSA FP UB, Divisi Transportasi dan Perlengkapan (Transkoper) EKSPEDISI HPT 2017, Divisi Konsumsi Pra – GATRAKSI 2018, Divisi Kesehatan GATRAKSI 2018. Penulis juga pernah menjadi staff magang di PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) XII Kebun Bangelan dengan topic magang yaitu Manajemen Pemberian Bahan Organik Limbah Kulit Kopi yang Sudah Dikomposkan terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) di PTPN XII Kebun Bangelan

**UNTUK CAHAYA HIDUPKU TERJMAKASJH
ATAS SEGALANYA**

KUPERSEMBAHKAN KARYA JNJ UNTUKMU

**UCAPAN TERJMAKASJH KJRANYA TAK
CUKUP UNTUK MEMBALAS
PENGORBANANMU**

**HANYA DO'ALAH YANG TERPATRJ YANG
MAMPU KU ALUNKAN DALAM SUJUDKU
TERJMAKASJH CAHAYA HIDUPKU**





RINGKASAN

Chintia Veni Octaviasari. 155040201111265. Perubahan Biomasa Mikrobia Karbon Tanah Dengan Penambahan Aneka Jenis Seresah Di Berbagai Lingkungan Agroforestri Pinus+Kopi. Dibimbing oleh Kurniatun Hairiah

Salah satu upaya meningkatkan produksi kopi dalam sistem agroforestry kopi+pinus adalah dengan memangkas cabang dan ranting yang mati dari pohon penanggunya. Pemasukan seresah pangkasan pohon ke dalam tanah dapat memperbaiki kualitas tanah, yang secara biologi ditunjukkan dengan jumlah Biomasa Mikrobia Karbon yang meningkat. Namun demikian, masih belum banyak diketahui perbaikan Biomasa Mikrobia Karbon terjadi setelah penambahan seresah. Tujuan penelitian, untuk mengevaluasi perubahan Biomasa Mikrobia Karbon setelah penambahan berbagai jenis seresah di berbagai kondisi agroforestry kopi+pinus

Percobaan dilakukan di UB Forest pada bulan April sampai dengan Juni, dimana pada penelitian dilakukan pada musim penghujan. Aplikasi perlakuan diatur menurut Rancangan Acak Kelompok (RAK). Ada 5 jenis seresah di permukaan tanah (standing litter) dimasukkan kedalam *litterbag* berukuran $30 \times 25 \times 2 \text{ cm}^3$, adalah: seresah kopi, pinus, kopi+pinus, ranting pinus dan tumbuhan bawah yang dibandingkan dengan perlakuan tanpa penambahan seresah sebagai kontrol (permukaan tanah ditutup batu kerikil). Semua perlakuan seresah diletakkan di 4 lahan yang berbeda: (a) lahan kopi "low management" (LC) dengan pemangkasan cabang pohon, (b) LC tanpa pemangkasan, (c) lahan kopi "high management" (HC) dengan pemangkasan cabang pohon, dan HC tanpa pemangkasan dilakukan 3 kali pengamatan (0, 4, dan 12 minggu setelah aplikasi). Contoh tanah (permukaan) diambil dari bawah *litterbag*, dilanjutkan dengan pengukuran MBC (metode fumigasi-ekstraksi). Pengukuran setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Kualitas (lignin, polifenol dan C-organik) dari masing-masing seresah diukur pada minggu ke-0 dan minggu ke-12. Kondisi suhu udara dan tanah, diamati setiap hari. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA taraf 5 % dari program Genstat versi 18th apabila terdapat pengaruh nyata diuji lanjut BNJ taraf 5 %.

Biomasa Mikrobia Karbon dari semua jenis seresah dan kontrol yang diletakkan di plot LC tanpa pemangkasan mengalami kenaikan dari minggu ke-0, minggu ke-4 sampai minggu ke-12. Biomasa Mikrobia Karbon tertinggi terdapat pada plot LC tanpa pemangkasan dibawah *litterbag* tumbuhan bawah ($1724 \mu\text{g C g}^{-1}$) sedangkan yang terendah berada di plot HC tanpa pemangkasan dibawah *litterbag* campuran seresah pinus dan kopi ($457 \mu\text{g C g}^{-1}$), yang masing – masing terdapat pada minggu ke-12. Berdasarkan uji regresi antara Biomasa Mikrobia Karbon dengan faktor eksternal didapatkan hasil bahwa intensitas cahaya dan berat isi memiliki hubungan yang kuat dengan nilai $R^2 = 0.1801$ dan $R^2 = 0.2363$ serta $n = 24$. Sementara, pada faktor internal didapatkan hasil bahwa Biomasa

Mikrobia Karbon berhubungan kuat dengan N Total dan Total C-organik dengan nilai $R^2 = 0.363$ dan $R^2 = 0.3014$ serta $n = 24$.



SUMMARY

Chintia Veni Octaviasari. 155040201111265. Change in Soil Carbon Microbial Biomass with Addition of Various Types of Litter in Various Pine + Coffee Agroforestry Environments. Supervised by Kurniatun Hairiah

One of the way to increase the coffee production in the coffee+pine agroforestry system is to prune dead branches and twigs from the main tree. The entry of tree pruning litter into the soil can improve soil quality, which is biologically indicated by the increasing amount of Microbial Biomass Carbon. However, there still not much known of the Microbial Biomass Carbon improvement occurred after the addition of the litter. The purpose of the study is to evaluate the changes in Microbial Biomass Carbon after adding various types of litter in various conditions of coffee+pine agroforestry.

The experiment was conducted at UB Forest in April to June, where the research was conducted in the rainy season. The treatment applications are arranged according to the Randomized Block Design (RBD). There are 5 types of litter on the ground level (standing litter) put in a 30x25x2 cm³ sized litterbag, there are: coffee, pine, coffe+pine, pine twigs and understory compared with the treatment without the addition of litter as a control (the soil surface covered with the gravel). All litter treatments were placed in 4 different fields; (a) coffee plantation "low management" (LC) by trimming tree branches, (b) without trimming LC, (c) coffee plantation "high management" (HC) by trimming the tree branches, and HC without trimming was carried out 3 times observation (0, 4 and 12 weeks after applications). Soil (surface) sample are taken from under the litterbag, followed by MBC measurements (fumigation-extraction method). The measurement of each treatment combination was repeated 3 times. The quality (lignin, polyphenols and C-organic) of each litter was measured at week 0 and week 12. The ai and soil temperature conditions, observed every day. The data obtained analyzed using ANOVA at the 5% level of the 18th version of the Genstaat program, if there is any real impact the the SRD (Smallest Real Difference) tested at the 5% level.

Microbial Biomass Carbon from all types of litter and control placed in the LC plot without pruning increased from week 0, week 4 to week 12. The highest Microbial Biomass Carbon was found in the LC plot without pruning under the litter bag Understory (under vegetation) (1724 $\mu\text{g C g}^{-1}$) while the lowest was in the HC plot without pruning under the litter bag of pine and coffee litter bags (457 $\mu\text{g C g}^{-1}$), respectively - there are each in the 12th week. Based on the regression test between Microbial Biomass Carbon with external factors, the results show that light intensity and bulk density have the strength relationship with the value of $R^2 = 0.1801$ and $R^2 = 0.22363$ and $n = 24$. Meanwhile, the internal factors show that the presence of Microbial Biomass Carbon is strengthly related to total N and C-organic with the value of $R^2 = 0.363$ and $R^2 = 0.3014$ and $n = 24$.



KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan berjudul **“Perubahan Biomasa Mikrobia Karbon Tanah Dengan Penambahan Aneka Jenis Seresah Di Berbagai Lingkungan Agroforestri Pinus+Kopi”**.

Terselesaikannya skripsi penelitian ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Allah SWT atas karunianya yang selama ini diberikan kepada penulis.
2. Kedua orang tua, adik dan keluarga besar penulis yang selalu memberikan dukungan baik moril maupun materiil kepada penulis.
3. Ibu Prof. Ir. Kurniatun Hairiah, Ph.D. selaku pembimbing yang senantiasa memberikan masukan dan saran kepada penulis untuk kelancaran penelitian.
4. Prof. Niall McNamara, Dr. Rebecca L. dan Dr. Simon Oakley dari Centre for Ecology and Hydrology (CEH, UK) yang telah memberikan fasilitas penunjang selama penelitian.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU, Bapak Prof. Dr. Ir. Mochammad Munir, MS, Ibu Prof. Ir. Kurniatun Hairiah, Ph.D dan Ibu Dr. Ir. Retno Suntari, MS selaku Ketua Majelis Ujian Komprehensif Skripsi yang telah membimbing penulis dalam perbaikan penulis skripsi.
6. Bapak Syahrul Kurniawan, SP., MP., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Tanah yang telah menyediakan fasilitas.
7. Bapak Cahyo Prayogo, SP. MP. Ph.D. selaku koordinator lapang, Bu Rika Ratna Sari, SP. MSi., Pak Danny Dwi Saputra, SP. MSi., Mbak Eka Purnamasari, SP., Mbak Irma Ardi Kusumawardhani, SP., dan Mas Rizky Maulana Ishaq, SP. yang telah memberikan arahan dan nasihat serta saran dalam pelaksanaan penelitian.
8. Teman – teman Tim Pruning UB Forest (Rohmat, Rizki DP, Ravika, Ivan, Zahir, Melati, Amalia, Melati, Mila), Tim Dekomposisi In-situ (Dita dan Ayun serta Aulia), Pak Gito beserta keluarga, Tawangsari kos (Mbak Sri ‘Mimi’, Tut’s, Depiyu, Heffie, Ela, Lista), Siti Aisyah, Tya L., Sunan Ampel squad (Ria, Mbak Ais F, adek Ainun serta Mbak Eva), Singosari Fams (Uul,

Rahma, lek Sulis) yang membantu dalam persiapan maupun pelaksanaan penelitian. Dan berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

9. Keluarga besar mahasiswa Manajemen Sumberdaya Lahan (MSDL) 2015 (SOIL15T) yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
10. Serta seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Malang, 20 November 2019

Penulis



DAFTAR ISI

<u>RINGKASAN</u>	i
<u>SUMMARY</u>	iii
<u>LEMBAR PENGESAHAN</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>KATA PENGANTAR</u>	v
<u>DAFTAR ISI</u>	vii
<u>DAFTAR GAMBAR</u>	ix
<u>DAFTAR TABEL</u>	10
<u>DAFTAR LAMPIRAN</u>	11
<u>I. PENDAHULUAN</u>	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Pertanyaan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Hipotesis.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.6 Alur Pikir.....	Error! Bookmark not defined.
<u>II. TINJAUAN PUSTAKA</u>	Error! Bookmark not defined.
2.1 Biomassa Mikroba.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Laju Dekomposisi.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Hubungan Laju Dekomposisi Dengan Biomassa Mikroba....	Error! Bookmark not defined.
<u>III. METODE PELAKSANAAN</u>	Error! Bookmark not defined.
3.1 Waktu dan Tempat.....	Error! Bookmark not defined.
3.2 Alat dan Bahan.....	Error! Bookmark not defined.
3.3 Rancangan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.4 Parameter Pengamatan.....	Error! Bookmark not defined.
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.6 Analisa Data.....	Error! Bookmark not defined.
<u>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</u>	Error! Bookmark not defined.
4.1 Karakteristik Lahan.....	Error! Bookmark not defined.
4.2 Karakteristik Vegetasi dari Masing – Masing Plot Pengamatan....	Error! Bookmark not defined.
4.3 Biomassa Mikroba Karbon (MBC).....	Error! Bookmark not defined.
4.4 Hubungan Laju Dekomposisi dengan MBC Tanah.....	Error! Bookmark not defined.
4.5 Hubungan <i>Microbial Biomass</i> dengan Iklim Mikro.....	Error! Bookmark not defined.
4.6 Pembahasan.....	Error! Bookmark not defined.
<u>V. KESIMPULAN DAN SARAN</u>	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.

5.2 Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISTILAH	Error! Bookmark not defined.



DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Alur pikir penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
2.	Peta administrasi UB Forest.....	Error! Bookmark not defined.
3.	Skema cara mengukur DBH batang pohon yang tidak beraturan bentuknya	Error! Bookmark not defined.
4.	Aplikasi <i>litterbag</i> pada masing – masing plot perwakilan di lapangan ...	Error! Bookmark not defined.
5.	Pengambilan sampel tanah dibawah <i>litterbag</i>	Error! Bookmark not defined.
6.	Rata – rata curah hujan perbulan selama 5 tahun dari 2014 – 2018....	Error! Bookmark not defined.
7.	Rata – rata suhu udara pada pagi hari selama pengamatan (tidak dipangkas)	Error! Bookmark not defined.
8.	Rata – rata suhu udara pada siang hari selama pengamatan	Error! Bookmark not defined.
9.	Rata – rata suhu tanah pada pagi hari selama pengamatan	Error! Bookmark not defined.
10.	Rata – rata suhu tanah pada siang hari selama pengamatan.....	Error! Bookmark not defined.
11.	Tutupan kanopi di lokasi penelitian	Error! Bookmark not defined.
12.	Sebaran diameter pohon pinus (DBH) lokasi pengamatan	Error! Bookmark not defined.
13.	Sebaran diameter pohon kopi (DBH) lokasi pengamatan.....	Error! Bookmark not defined.
14.	MBC di bawah <i>litterbag</i> pada masing – masing plot penelitian	Error! Bookmark not defined.
15.	MBC di bawah <i>litterbag</i> pada pengamatan 4 MSA.....	Error! Bookmark not defined.
16.	MBC di bawah <i>litterbag</i> pada pengamatan 12 MSA...	Error! Bookmark not defined.
17.	Nisbah $MBC_{\text{pengamatan}} / MBC_{\text{awal}}$ masing – masing plot pengamatan pada 4 MSA	Error! Bookmark not defined.
18.	Nisbah $MBC_{\text{pengamatan}} / MBC_{\text{awal}}$ masing – masing plot pengamatan pada 12 MSA	Error! Bookmark not defined.
19.	Nisbah $MBC_{\text{pangkas}} / MBC_{\text{tidak pangkas}}$ masing – masing plot pengamatan minggu ke-4	Error! Bookmark not defined.
20.	Nisbah $MBC_{\text{pangkas}} / MBC_{\text{tidak pangkas}}$ masing – masing plot pengamatan minggu ke-12	Error! Bookmark not defined.
21.	Biplot antara MBC dengan faktor internal dan eksternal.....	Error! Bookmark not defined.
22.	Titik Pengambilan Sampel Berat Isi Tanah	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Kombinasi perlakuan yang diaplikasikan dalam percobaan ...	Error! Bookmark not defined.
2.	Parameter pengamatan dan metode yang digunakan	Error! Bookmark not defined.
3.	Dosis jenis seresah yang digunakan untuk penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.	Rerata Suhu Udara Pagi dan Siang	Error! Bookmark not defined.
5.	Rerata suhu tanah pagi dan suhu siang	Error! Bookmark not defined.
6.	Tutupan kanopi pada lokasi penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
7.	Luas basal area di lokasi penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
8.	Kandungan kimia awal bahan organik di lokasi penelitian	Error! Bookmark not defined.
9.	Tekstur tanah di lokasi penelitian	Error! Bookmark not defined.
10.	Berat isi tanah di lokasi penelitian	Error! Bookmark not defined.
11.	Kandungan C-Organik, dan N-Total tanah pada kedalaman 0 – 10 cm pada lokasi penelitian	Error! Bookmark not defined.
12.	Total C-organik seresah yang ditambahkan	Error! Bookmark not defined.
13.	Skoring MBC_p/MBC_{tp}	Error! Bookmark not defined.
14.	Hubungan antara faktor internal dengan MBC	Error! Bookmark not defined.
15.	Hubungan antara faktor eksternal dengan MBC.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1.	Perhitungan dosis bahan organik di <i>litterbag</i>	Error! Bookmark not defined.
2.	Data rata – rata curah hujan selama 5 tahun (2014-2018)	Error! Bookmark not defined.
3.	Biomassa mikroba di bawah <i>litterbag</i> dan kenaikan per minggu pengamatan pada masing-masing plot pengamatan	Error! Bookmark not defined.
4.	Perbandingan antara $MBC_{perlakuan}$ dan MBC_{kr}	Error! Bookmark not defined.
5.	Perbandingan antara MBC_p dan MBC_{TP}	Error! Bookmark not defined.
6.	Tabel ANOVA Biomassa Mikroba Karbon	Error! Bookmark not defined.
7.	Tabel ANOVA suhu udara dan suhu tanah di lokasi penelitian	Error! Bookmark not defined.
8.	Tabel ANOVA tutupan kanopi dan kelembaban di plot penelitian	Error! Bookmark not defined.
9.	Analisa sifat kimia dan fisika tanah	Error! Bookmark not defined.
10.	Uji korelasi faktor lingkungan dengan microbial biomass ...	Error! Bookmark not defined.
11.	Dokumentasi kegiatan penelitian	Error! Bookmark not defined.
12.	Perhitungan C-organik dan berat isi tanah serta BI_{ref} ..	Error! Bookmark not defined.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Hutan Pendidikan Universitas Brawijaya atau yang biasa disebut UB Forest merupakan hutan lindung yang terletak di lereng Gunung Arjuno Dusun Summersari, Desa Tawang Argo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang.

UB Forest merupakan hibah dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLH) (Dwi *et al*, 2018). UB Forest seluas 554 ha dengan penggunaan lahan yang utama yaitu agroforestry, lahan pertanian serta hutan lindung. Lahan yang digunakan untuk agroforestry seluas 392,58 ha dengan tanaman utama adalah pinus (*Pinus merkusii*) dan mahoni (*Swietenia macrophylla*), dengan tanaman bawah (tanaman sela) umumnya kopi, cabai dan sayuran, talas dan rerumputan untuk pakan. Lahan yang digunakan untuk pertanian seluas 81,42 ha dan sisanya merupakan hutan lindung yang memiliki luas 50 ha.

Perbedaan pengelolaan lahan antara lain berbeda dalam hal pemilihan jenis yang ditanam, kerapatan dan pola tanam yang ditanam, perawatan lahan meliputi pemupukan (jenis dan dosis serta teknik pemberian), pemanenan dan penanganan residu panen. Perbedaan tersebut berpengaruh terhadap jumlah dan kualitas masukan seresah sehingga menyebabkan variasi iklim mikro dalam lahan, populasi organisme tanah dan proses-proses dalam tanah serta jasa (manfaat) bagi lingkungan. Dalam sistem agroforestri berbasis kopi di UB forest terdapat tiga tingkatan manajemen kopi, yaitu (a) manajemen kopi rendah (LC= *low coffee management*), sedang (MC=*medium coffee management*) dan tinggi (HC= *high coffee management*).

Lahan yang tertutup rapat oleh kanopi pohon akan diikuti oleh kondisi lingkungan menjadi gelap dan dingin, dengan tingkat kelembaban yang tinggi. Sehingga kondisi ini kurang sesuai untuk habitat organisme tanah. Selain itu, lahan dengan tutupan kanopi rapat akan menghalangi sinar matahari masuk kedalam lahan, sehingga akan menurunkan suhu dan meningkatkan kelembabannya dan nantinya akan merangsang perkembangan hama dan penyakit (Atmadja, 2003). Keberadaan organisme tanah, baik makro maupun mikro yang sedikit, akan berpengaruh terhadap proses penyediaan bahan organik tanah yang

semakin sedikit pula. Oleh karena itu, kegiatan pemangkasan tanaman naungan perlu dilakukan, Kegiatan pemangkasan cabang dan ranting pohon pinus (penaung kopi) akan peningkatan jumlah seresah di permukaan tanah sehingga lapisan seresah di permukaan tanah juga meningkat. Hal tersebut akan diikuti oleh peningkatan aktivitas mikrobia tanah (Landgraf *et al.* 2002; Hickler *et al.* 2008) karena seresah merupakan sumber energi bagi mikrobia tanah (bakteri dan jamur). Seresah akan diuraikan menjadi substansi organik yang lebih sederhana melalui proses dekomposisi, meningkatkan respirasi mikrobia dan juga mikrobia (bakteria dan fungi) biomassa dalam tanah (Swift *et al.*, 1979; Bradford *et al.* 2002; Handa *et al.* 2014).

Peningkatan jumlah seresah di permukaan tanah setelah pemangkasan cabang dan ranting pohon pinus (penaung kopi) meningkatkan lapisan seresah di permukaan tanah. Hal tersebut akan diikuti oleh peningkatan aktivitas mikrobia tanah (Hickler *et al.* 2008; Landgraf *et al.* 2002) karena seresah merupakan sumber energi bagi mikrobia tanah (bakteria dan fungi). Seresah diuraikan menjadi substansi organik yang lebih sederhana melalui proses dekomposisi, meningkatkan respirasi mikrobia dan juga mikrobia (bakteria dan fungi) biomassa dalam tanah (Swift *et al.*, 1979; Bradford *et al.* 2002; Handa *et al.* 2014). Dengan demikian, pengukuran respirasi dan biomassa mikrobia sering digunakan sebagai indikator dari tanah sehat (Baveye *et al.*, 2015).

Biomassa mikroba tanah merupakan jumlah dari organisme yang memiliki ukuran kurang dari $5 \times 10^3 \mu m^3$ yang hidup disuatu ekosistem, yang dengan cepat dapat merespon perubahan kondisi tanah disekitarnya, terutama apabila lahan disekitarnya mengalami penurunan atau peningkatan residu tanaman dan hewan tanah (Brooke, 2001). Semakin banyak jenis/kualitas seresah masuk ke dalam tanah, maka jumlah dan keanekaragaman jenis mikrobia tanah juga akan semakin meningkat (Powlson *et al.*, 1987), maka beberapa proses dalam tanah akan terjadi lebih optimal.

1.2. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana pengaruh bahan organik (pinus dan kopi) terhadap biomassa mikroba C?

2. Bagaimana pengaruh pencahayaan terhadap biomassa mikroba C?

1.3. Tujuan

Untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan organik dan pemangkasan terhadap biomassa mikroba C?

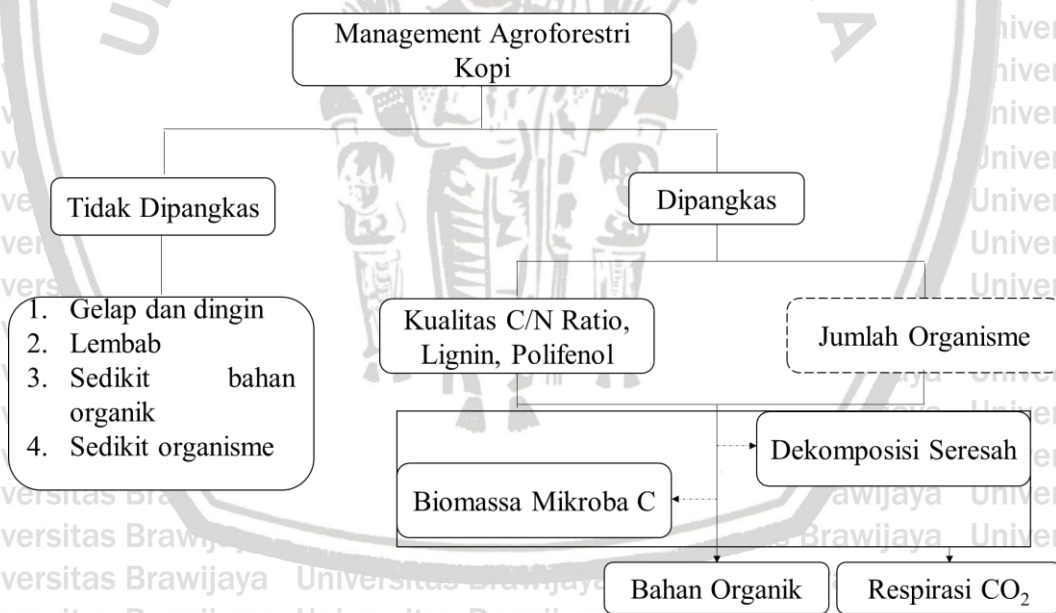
1.4. Hipotesis

1. Penambahan bahan organik akan meningkatkan keberadaan biomassa mikroba C.
2. Pencahayaan yang terbuka (50-60%) akan menyebabkan peningkatan biomassa mikroba C.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana penambahan bahan organik dengan aplikasi *litterbag* dan pemangkasan mempengaruhi biomassa mikroba C.

1.6. Alur Pikir



Gambar 1. Alur pikir penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biomassa Mikroba

Biomassa mikroba adalah agen biokimia yang biasanya digunakan sebagai indikator dari kesuburan dan kualitas tanah yang mudah dipengaruhi oleh pengelolaan tanah (Pankhurst *et al.*, 1995). Biomassa mikroba tanah terdiri dari semua organisme tanah dengan volume kurang dari $5 \times 10^3 \mu\text{m}^3$ yang bukan merupakan bagian jaringan tanaman tetapi termasuk bagian bahan organik tanah (Brookes, 2001). Biomassa mikroba tanah ini meliputi masa total jamur, bakteri, protozoa dan alga, per satuan berat tanah dan dianggap sebagai bagian tunggal yang tidak terderensiasi untuk tujuan mempelajari aliran energi dan fluks mineral dalam lingkungan tanah. Namun karena keterbatasan dalam metode eksperimental, serta variasi spasial dan temporal alami dalam pertumbuhan mikroba dan aktivitas di tanah, hasilnya seringkali sulit untuk dibandingkan (Martens, 1995; Broos *et al.*, 2007). Tanah yang subur memiliki nilai C-mikroba yang tinggi. Hal ini dikarenakan tanah yang subur selalu mampu untuk menjadi media tumbuh ideal berbagai mikrobial (menguntungkan maupun merugikan). Tanah dengan kandungan C-mikroba tinggi maka akan terjadi proses dekomposisi siklus unsur hara dan penguraian senyawa organik dan anorganik lainnya (Susilawati *et al.*, 2013).

Biomassa mikroba merupakan salah satu komponen penting dalam bahan organik yang mengatur transformasi dan penyimpanan unsur hara. Secara umum kandungannya berkisar antara 1-3% dari total C-organik dan menyumbang sampai 5% dari N total tanah. Beberapa reaksi metabolisme seperti respirasi dan panas yang ditimbulkan merupakan hasil dari aktivitas semua jenis mikroba tanah sedangkan beberapa reaksi seperti yang terkait dengan aktivitas nitrifikasi hanya dilakukan oleh mikroba tertentu yang jumlahnya terbatas. Hasil pengukuran aktivitas metabolisme mikroba di laboratorium dari contoh tanah yang bebas dari flora dan fauna diasumsikan semuanya berasal dari aktivitas mikroba, sedangkan hasil dari pengukuran di lapangan pada tanah alami merupakan gambaran aktivitas dari semua organisme yang mendiami tanah tersebut (Santosa *et al.*, 2006). Keberadaan biomassa mikroba yang ada di alam dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Perubahan kandungan air atau karbon di tanah

Kandungan air atau karbon yang ada di tanah berpengaruh terhadap keberadaan biomassa mikroba, dimana jumlah air atau karbon yang sedikit akan mengurangi biomassa mikroba di tanah (Hicks *et al.*, 2018).

2. Sifat tanah

Sifat tanah yang mempengaruhi keberadaan biomassa mikroba meliputi tekstur tanah, pH dan C-organik. Untuk tekstur berpasir, tanah dengan tekstur ini aktivitas biomassa mikroba lebih banyak dibandingkan dengan tekstur liat, hal ini dikarenakan C/N ratio pada tanah ber tekstur pasir lebih tinggi dibandingkan dengan tekstur liat. pH tanah yang cocok untuk perkembangan biomassa mikroba adalah yang mendekati 7 (Susilawati *et al.*, 2013).

3. Iklim

Iklim sangat berperan dalam laju dekomposisi bahan organik, sebab meningkatnya temperatur dan kelembaban menyebabkan proses dekomposisi berlangsung dengan lebih cepat. Hal ini menyebabkan akumulasi bahan organik di tanah tropis sangat jarang akibat iklim optimum bagi aktivitas mikroba untuk melakukan dekomposisi bahan organik (Windusari *et al.*, 2012).

4. Praktek manajemen

Pengelolaan residu tanaman akan mempengaruhi keberadaan biomassa mikroba. Karena residu tanaman membantu pembentukan C-organik dan menyediakan sumber nutrisi. Praktek pengelolaan tanaman dengan cara membiarkan seresah tetap berada di lahan lebih baik dibandingkan dengan membakarnya, sebab seresah yang dibiarkan ini akan menyediakan C-organik lebih banyak (Cookson *et al.*, 2008).

Hubungan antara respons biomassa mikroba, aktivitas enzim, dan sifat-sifat tanah menunjukkan bahwa tingkat biomassa mikroba dan respons enzimatis terhadap penipisan dapat bergantung pada perubahan setelah penjarangan dalam iklim mikro tanah dan ketersediaan substrat. Perubahan dalam faktor-faktor ini dapat meningkatkan metabolisme mikroba menggunakan karbon organik dan nitrogen di beberapa hutan, sedangkan perubahan yang lemah di hutan lain hanya dapat menghasilkan pengaruh marginal. Pola ini memungkinkan ekspektasi bahwa respons spesifik lokasi dari biomassa mikroba dan aktivitas enzim terhadap

penipisan mungkin dikaitkan dengan mekanisme yang mengendalikan efek tertunda pada iklim mikro dan ketersediaan substrat, seperti peningkatan pertumbuhan pohon (Zhou *et al.*, 2016), pembentukan vegetasi tumbuhan bawah (Dang *et al.*, 2018; SH Lee *et al.*, 2018), dan pemulihan tutupan kanopi (Trentini *et al.*, 2017) di hutan yang menipis.

2.2. Laju Dekomposisi

Dekomposisi seresah adalah proses biogeokimia yang mendasar bagi siklus unsur di dalam ekosistem, mempengaruhi produktivitas tanaman, komposisi spesies dan penyimpanan karbon (Bradford *et al.*, 2016). Proses terjadinya dekomposisi yaitu dimulai dari jatuhnya seresah – seresah ke tanah, baik ranting, daun, bunga dan bagian lain dari suatu tanaman. Lalu setelah itu, seresah akan mengalami penguraian yang dibantu oleh mikro dan makro fauna tanah. Pada tahap ini, seresah akan diuraikan dari bahan organik menjadi bahan yang lebih sederhana.

Laju dekomposisi seresah dipengaruhi oleh faktor lingkungan, yaitu, pH, iklim (temperatur dan kelembaban), komposisi kimia dari seresah, dan mikroorganisme tanah (Saetre, 1998). Secara umum, laju dekomposisi lebih lambat pada pH masam dibanding pada pH netral (Murayama *et al.*, 1992). Lebih lanjut, bahan seresah yang mempunyai nisbah C/N yang tinggi lebih sulit terdekomposisi dibanding bahan seresah yang mempunyai nisbah C/N yang rendah (Murayama *et al.*, 1992; Kochy *et al.*, 1997). Seresah yang berada pada daerah yang mempunyai jumlah mikrobia yang lebih banyak cenderung lebih cepat terdekomposisi dibanding pada daerah yang mempunyai jumlah mikroorganisme sedikit (Saetre, 1998).

Laju dekomposisi seresah lebih cepat pada kondisi aerobik dibanding kondisi anaerobik (Johnson *et al.*, 1991). Pada umumnya, seresah dari spesies yang tumbuh pada lingkungan yang miskin unsur hara lebih sulit terdekomposisi dan akan menyebabkan lambatnya proses siklus hara pada lingkungan tersebut dibanding seresah yang berasal dari tanaman yang hidup pada lingkungan yang kaya hara (Van Breemen, 1995; Aerts *et al.*, 1997).

2.3. Hubungan Laju Dekomposisi Dengan Biomassa Mikroba

Menurut Hicks *et al.* (2018), pada musim kemarau keberadaan biomassa mikroba menurun. Hal ini diakibatkan karena pada musim ini keberadaan air menjadi berkurang. Selain itu, kemarau juga mengakibatkan iklim mikro disekitar tanaman menjadi kering sehingga mengganggu aktivitas mikroba tanah. Sehingga penyerapan karbon juga ikut menurun. Efek langsung dari berkurangnya ketersediaan air selama kekeringan (Manzoni *et al.*, 2012; Meisner *et al.*, 2017), dapat mempengaruhi tingkat mineralisasi mikroba (Evans *et al.*, 2012; Allison *et al.*, 2013; Hawkes *et al.*, 2017; Martiny *et al.*, 2017). Kekeringan dapat mempengaruhi proses mikroba saat ini, karena perubahan abiotik yang persisten yang disebabkan oleh kekeringan, atau melalui perubahan terkait kekeringan dalam komposisi komunitas mikroba.

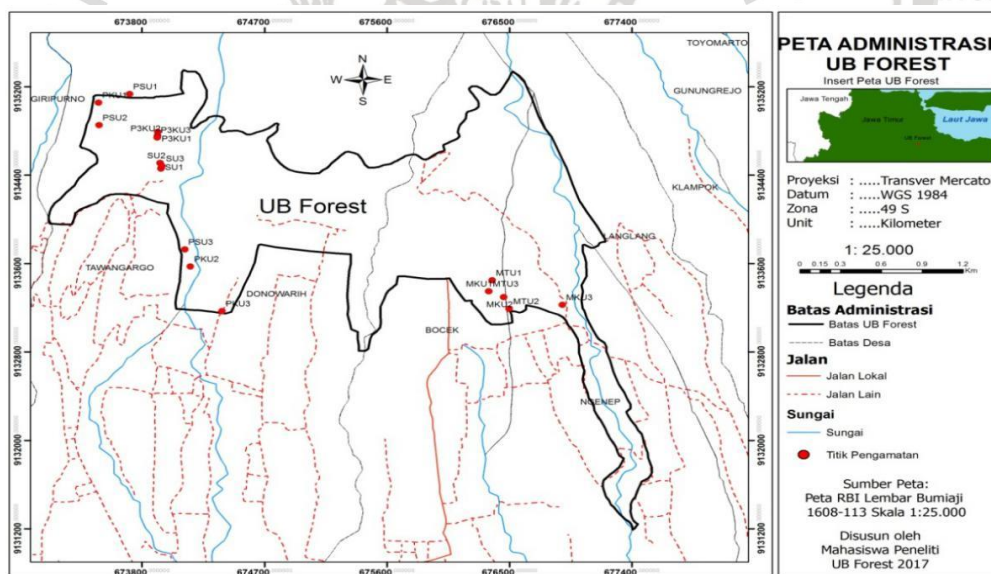
Jamur dan bakteri telah terbukti merespon berbeda terhadap kekeringan (Bapiri *et al.*, 2010; Yuste *et al.*, 2011; de Vries *et al.*, 2012). Jamur mungkin lebih toleran terhadap berkurangnya ketersediaan air selama kekeringan (Harris, 1981; Manzoni *et al.*, 2012; Guhr *et al.*, 2015). Selain itu, bakteri sering dianggap lebih tergantung pada input karbon daripada akar (Singh *et al.*, 2006; Bird *et al.*, 2011; Andresen *et al.*, 2014). Akibatnya, pengurangan input karbon yang berasal dari tanaman selama kekeringan diharapkan mempengaruhi komunitas bakteri lebih dari komunitas jamur (Fuchslueger *et al.*, 2014).

III. METODE PELAKSANAAN

Percobaan ini dilakukan bersama Dita Nurul Khurniawati (155040200111098) yang melakukan percobaan terkait dengan laju dekomposisi seresah, sedangkan percobaan ini difokuskan pada perubahan kondisi Biomasa Mikroba Karbon dari tanah di bawah *litterbag* yang diisi dengan seresah sesuai dengan perlakuan yang ditentukan.

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Juni 2019 di area KHDTK (Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus) atau yang lebih dikenal dengan UB-Forest. UB Forest terletak di wilayah lereng Gunung Arjuno, Kabupaten Malang dan memiliki luas 554 hektar. Wilayah UB-Forest meliputi tiga dusun, yaitu Dusun Summersari, Dusun Sumberwangi dan Dusun Buntoro. Penelitian dilaksanakan di UB-Forest, tepatnya Dusun Summersari, Desa Tawang Argo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang.



Gambar 1. Peta administrasi UB Forest (Sudarto *et al.*, 2016)

Dalam lahan agroforestri yang dipilih terdapat pohon pinus berumur 25 tahun dan kopi berumur 6 tahun. Dua macam lahan yang dipilih sebagai tempat penelitian adalah lahan kopi dengan management rendah (LC) dan lahan kopi dengan manajemen lebih intensif (HC). Masing-masing lahan (plot) dibedakan menjadi dua: dengan pemangkasan (*trimmed*) dan tanpa

pemangkasan (*un-trimmed*). Lahan pengamatan terletak pada ketinggian 1196 mdpl, dimana lahan LC berada di koordinat X: 0674058 dan Y: 9134783; sementara lahan HC, X: 0673256 dan Y: 9134522. Analisa contoh tanah dilakukan di Laboratorium Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

3.2. Alat dan Bahan

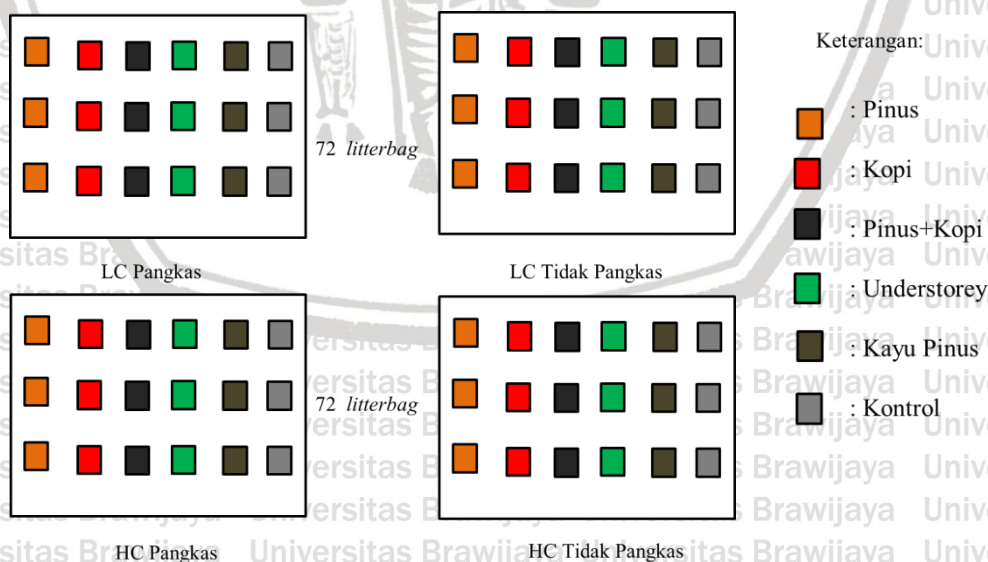
Alat yang digunakan dalam penelitian adalah *litterbag* berukuran 30 x 25 x 2 cm³ yang terbuat dari kawat kasa anti karat, cetok, sabit dan cangkul untuk membersihkan lantai lahan dari seresah dan understorey. Pengukuran iklim mikro (suhu udara dan suhu tanah) dilakukan menggunakan HOBO sensor. Bahan yang digunakan yaitu seresah yang ada di permukaan tanah (*standing litter*) pada lahan LC *trimmed* (dipangkas), LC *un-trimmed* (tidak dipangkas), HC *trimmed* (dipangkas) dan HC *un-trimmed* (tidak dipangkas).

3.3. Rancangan Penelitian

Perlakuan diatur menurut Rancangan Acak Kelompok (RAK), dengan 5 jenis seresah di permukaan tanah (*standing litter*) dimasukkan kedalam *litterbag* berukuran 30 x 25 x 2 cm³, adalah: seresah pinus (P), kopi+pinus (K+P), kopi (K), ranting pinus (KY) dan tumbuhan bawah (U) yang dibandingkan dengan perlakuan tanpa penambahan seresah sebagai kontrol, permukaan tanah ditutup batu kerikil (KR). Semua perlakuan seresah diletakkan di 4 lahan yang berbeda: (a) lahan kopi “low management” (LC) dengan pemangkasan cabang pohon, (b) LC tanpa pemangkasan, (c) lahan kopi “high management” (HC) dengan pemangkasan cabang pohon, dan HC tanpa pemangkasan dilakukan 3 kali pengamatan (0, 4, dan 12 minggu setelah aplikasi).

Tabel 1. Kombinasi perlakuan yang diaplikasikan dalam percobaan

No.	Sumber Keragaman	Plot Penelitian	Perlakuan
1.	Jenis bahan organik	LC	Pangkas
		LC	Tidak Pangkas
		HC	Pangkas
		HC	Tidak Pangkas
		LC	Pangkas
		LC	Tidak Pangkas
	Pinus	HC	Pangkas
		HC	Tidak Pangkas
		LC	Pangkas
		LC	Tidak Pangkas
		HC	Pangkas
		HC	Tidak Pangkas
	Kopi	LC	Pangkas
		LC	Tidak Pangkas
		HC	Pangkas
		HC	Tidak Pangkas
		LC	Pangkas
		LC	Tidak Pangkas
	Pinus+Kopi	HC	Pangkas
		HC	Tidak Pangkas
		LC	Pangkas
		LC	Tidak Pangkas
		HC	Pangkas
		HC	Tidak Pangkas
	Understorey	LC	Pangkas
		LC	Tidak Pangkas
		HC	Pangkas
		HC	Tidak Pangkas
		LC	Pangkas
		LC	Tidak Pangkas
	Kayu Pinus	HC	Pangkas
		HC	Tidak Pangkas
		LC	Pangkas
		LC	Tidak Pangkas
		HC	Pangkas
		HC	Tidak Pangkas
	Kontrol	LC	Pangkas
		LC	Tidak Pangkas
		HC	Pangkas
		HC	Tidak Pangkas
		LC	Pangkas
		LC	Tidak Pangkas



Gambar 2. Skema peletakan litterbag

Dalam penelitian ini dilakukan pada 4 lokasi dan setiap perlakuan diulang 3x. Waktu pengamatan (3x) dilakukan pada minggu ke- 0, 4 dan 12 setelah aplikasi. Contoh penelitian *litterbag* pada setiap perlakuan diulang 3 kali. Sehingga diperoleh total perlakuan 72 sampel dari (4 lokasi x 6 perlakuan x 3 ulangan).

Perlakuan kontrol (tanpa penambahan seresah) menghasilkan permukaan tanah terbuka, sehingga akan menghasilkan lingkungan yang berbeda dengan perlakuan lainnya. Guna mendapatkan lingkungan tanah yang serupa dengan lingkungan tanah di bawah *litterbag* dengan penambahan seresah, *litterbag* diisi dengan kerikil sehingga tanah di bawah *litterbag* tidak memperoleh tambahan seresah dari luar dan tanah terlindungi dari sinar yang masuk dan penguapan tetap rendah.

3.4. Parameter Pengamatan

Parameter – parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi tanah, seresah di lahan, kualitas seresah, tanah, lingkungan, dan kondisi lahan. Metode pengukuran parameter dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Parameter pengamatan dan metode yang digunakan

Aspek	Parameter	Metode	Waktu Minggu ke-
Tanah	Biomasa Mikrobia	Fumigasi-ekstraksi	0, 4 dan 12
	Karbon		
	C-organik	Ohlinger dan Gerzabek	0 dan 12
	Total N	Metode Kjeldahl	0 dan 12
	Tekstur	Pipet	0 dan 12
	BI	Blok sampel	0 dan 12
	BJ	(Mp/Vp)	0 dan 12
	pH tanah	pH meter	0 dan 12
Bahan Organik	Laju dekomposisi	Olson (dikerjakan oleh sdri. Dita Nurul Khurniawati)	1, 2, 4, 8 dan 12
	C-organik	Walkey and Black	0 dan 12
	N total	Metode Kjeldahl	0 dan 12
	Polifenol	Folin Denis	0 dan 12
	Lignin	Goering and Van Soest	0 dan 12
Kondisi Lingkungan	Suhu Udara dan Suhu Tanah	HOBO Sensor	Setiap Hari
Karakteristik lahan	Tutupan kanopi, LBD, DBH	Pengukuran langsung	Awal percobaan

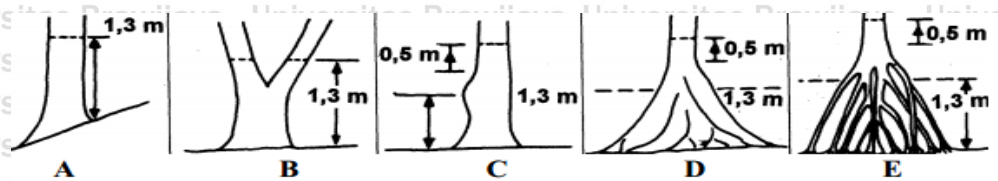
3.5. Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Pembuatan Plot Pengamatan dan Pengukuran Biomassa Pohon

Pembuatan plot pengamatan dilakukan secara manual pada lahan kopi +pinus berukuran 60x40 m² dengan perlakuan dipangkas dan tidak dipangkas. Pengukuran diameter batang setinggi dada (DBH) dilakukan kepada setiap pohon yang berdiameter 5 cm hingga 30 cm (atau lingk/lilit pohon 15 – 95 cm), untuk menghitung biomassa pohon dengan mengintegrasikan data DBH kedalam persamaan allometrik yang dikembangkan oleh Chave *et al.*, (2005).

Data DBH yang didapat juga digunakan untuk menghitung LBD (Luas Bidang Dasar) yaitu diameter. Apabila dalam lahan ditemukan satu atau lebih pohon berdiameter besar, maka LBD juga semakin besar. Akan tetapi, bila pohon yang terdapat di lahan memiliki diameter yang kecil, maka LBD yang didapatkan juga rendah. Rumus untuk menghitung LBD, yaitu:

$$LBD = (d^2 \times \pi) / \text{luas plot m}^2\text{ha}^{-1}$$



Gambar 3. Skema cara mengukur DBH batang pohon yang tidak beraturan bentuknya (Weyerhaeuser *et al.*, 2000 dalam Hairiah *et al.*, 2010)

Keterangan:

- Pohon pada lahan berlereng, letakkan ujung tongkat 1,3 m pada lereng bagian atas
- Pada pohon bercabang sebelum ketinggian 1,3 m, maka ukurlah DBH semua cabang yang ada
- Apabila pada ketinggian 1,3 m terdapat benjolan, maka pengukuran DBH dilakukan 0,5 m setelah benjolan
- Apabila pada ketinggian 1,3 m terdapat banir (batas akar papan) maka pengukuran DBH dilakukan 0,5 m setelah banir. Akan tetapi, apabila banir tersebut mencapai ketinggian >3 m, maka pengukuran batang dilakukan dengan estimasi menggunakan pendekatan geometri.

3.5.2 Pengukuran Iklim Mikro

Parameter iklim makro yang diukur terdiri dari suhu udara dan suhu tanah. Pengukuran parameter iklim makro dilakukan setiap hari selama penelitian berlangsung, yaitu selama 12 minggu dan dilakukan pada pukul 07.00 WIB dan siang hari pada pukul 13.00 WIB.

Pengukuran suhu tanah dilakukan pada setiap petak yang dipilih, dengan cara memasukkan HOBO sensor cara memasukkan HOBO Pendant kedalam tanah untuk pengukuran pada kedalaman 0-10 cm, disamping itu juga dilakukan pengukuran secara manual dengan menggunakan termometer air raksa guna mencegah terjadinya eror pada sensor. Pengukuran suhu tanah dengan termometer dilakukan dengan cara memasukkannya kedalam tanah secara perlahan pada tanah yang sudah dilubangi terlebih dahulu untuk memudahkan dalam memasukkan termometer.

Pengukuran suhu udara dilakukan pada setiap petak yang dipilih, dengan menancapkan HOBO sensor permukaan tanah. Pembacaan suhu dilakukan

dengan menggunakan aplikasi *HOBO Mobile*, dan pengukuran intensitas cahaya menggunakan *luxmeter*.

3.5.3 Persiapan Bahan

Pada persiapan bahan, langkah yang dilakukan yaitu mempersiapkan seresah daun pinus, daun dan ranting kopi, dan cabang pohon pinus serta tumbuhan bawah yang ada di permukaan tanah. Metode ini sering disebut dengan *standing litter*. Adapun dosis aplikasi dari seresah, disesuaikan dengan jumlah dari dosis yang diperoleh (Tabel 2) dengan contoh perhitungan di Lampiran 1.

Tabel 3. Dosis jenis seresah yang digunakan untuk penelitian

No.	Nama bahan organik	Dosis (g/litterbag)
1.	Pinus	90,65
2.	Kopi	99,16
3.	Pinus + Kopi	111,74
4.	Kayu Pinus	178,34
5.	Understorey	130,24

3.5.4 Peletakan Contoh Seresah di Lapangan

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan aneka jenis seresah terhadap Biomasa Mikroba Karbon tanah. Penempatan *litterbag* yang telah diisi seresah dilakukan di lapangan sedangkan untuk perlakuan kontrol, *litterbag* diisi dengan kerikil yang telah dicuci bersih. *Litterbag* kontrol yang telah siap diletakkan didekat perlakuan yang lain, dengan harapan iklim mikronya masih sama dengan perlakuan yang lain.



LC Pangkas



LC Tidak Pangkas



HC Pangkas

pada
plot



HC Tidak Pangkas

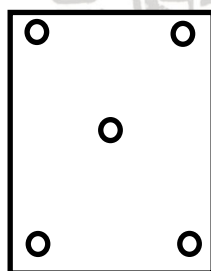


Perlakuan Kontrol

Gambar 4.
Aplikasi
litterbag
masing –
masing
pewakil di
lapangan

3.5.5 Pengamatan Biomasa Mikrobia Karbon

Pengambilan sampel tanah dimulai dengan mengangkat *litterbag* kemudian mengambil sampel tanah yang ada dibawahnya. Kemudian sampel tanah diambil pada titik tengah dari setiap *litterbag*. Sampel tanah tersebut lalu dibawa ke laboratorium untuk ditetapkan Biomasa Mikrobia Karbon.



Gambar 5. Pengambilan sampel tanah dibawah *litterbag*

Analisa Biomasa Mikrobia Karbon tanah dengan menggunakan metode ekstraksi-fumigasi (Vance *et al.*, 1987). Langkah analisis dimulai dengan mempersiapkan sampel tanah, kemudian masing – masing sampel ditimbang sebanyak 10 gram untuk fumigasi dan 10 gram untuk non fumigasi.

Semua sampel yang akan diberi perlakuan fumigasi diletakkan didalam desikator dengan 1 *beaker glass* berisi 40 ml kloroform. Desikator tersebut didiamkan hingga kloroform mendidih kemudian inkubasi desikator selama 36

jam dengan suhu 24°C ditempat gelap. Setelah fumigasi, tanah dipindahkan kedalam *beaker glass* ukuran 250 ml dan dilakukan ekstraksi dengan menggunakan 0,5 M K₂SO₄ sebanyak 50 ml. Ekstraksi dilakukan selama 30 menit dengan mengocok larutan dalam kecepatan 200 rpm menggunakan *shaker*, kemudian saring menggunakan kertas Whattmann nomor 42. Kemudian dilakukan analisa C-organik dengan metode Walkley-Black pada sampel yang telah diberi perlakuan fumigasi.

Untuk perlakuan non fumigasi, dilakukan ekstraksi dengan menggunakan 0,5 M K₂SO₄ sebanyak 50 ml, kemudian dilakukan analisa C-organik dan perhitungan C-organik dimodifikasi dari metode Ohlinger dan Gerzabek (1995) (Bangun, 2002). Perhitungan C terekstrak dengan rumus:

$$C_{\text{terekstrak}} = \frac{(me \text{ K2Cr2O7} - me \text{ FeSO4}) \times 3 \times V \times 1000}{A \times BKM}$$

dimana,

me = N x volume

V : volume K₂SO₄ yang digunakan

A : ml ekstrak tanah yang digunakan

BKM : Berat Kering Mutlak Tanah

Kemudian dilakukan perhitungan atau estimasi Biomasa Mikrobia Karbon dengan rumus (Vance *et al.*, 1987):

$$C_{\text{mic}} = (C_{\text{fumigasi}} - C_{\text{blanko}}) \times 0.35$$

Keterangan:

0.35: faktor konversi

3.5.6 Analisa Laboratorium

Analisa laboratorium dilakukan untuk mengetahui bagaimana dampak perubahan kimia selama proses dekomposisi berlangsung. Adapun analisa yang dilakukan yaitu mengukur kadar C-organik (modifikasi dari metode Ohlinger dan Grezabek) dan kadar Lignin (metode Goering and Van Soest) serta Polifenol (metode Folin Denis) yang dilakukan pada awal dan akhir percobaan. Selain itu, diperlukan pula pengukuran kadar air pada masing – masing jenis seresah yang sudah dipangkas. Pengukuran kadar air guna menentukan dosis dari seresah yang akan dimasukkan kedalam *litterbag*.

Pengukuran kadar air seresah berguna untuk mengetahui berapa dosis seresah yang akan dimasukkan kedalam *litterbag*.

3.6. Analisa Data

Data Biomasa Mikrobia Karbon yang diperoleh dianalisa menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) menggunakan program *Genstat 18th Edition*. Dari hasil uji ANOVA apabila hasilnya berpengaruh nyata (pada taraf 5%), maka akan dilanjutkan dengan uji BNJ (Beda Nyata Jujur) taraf 5%. Untuk mengetahui bagaimana tingkat keeratan hubungan antar parameter lingkungan (faktor eksternal) dan kualitas seresah (faktor internal) dengan MBC, maka dilakukan uji korelasi dan regresi.

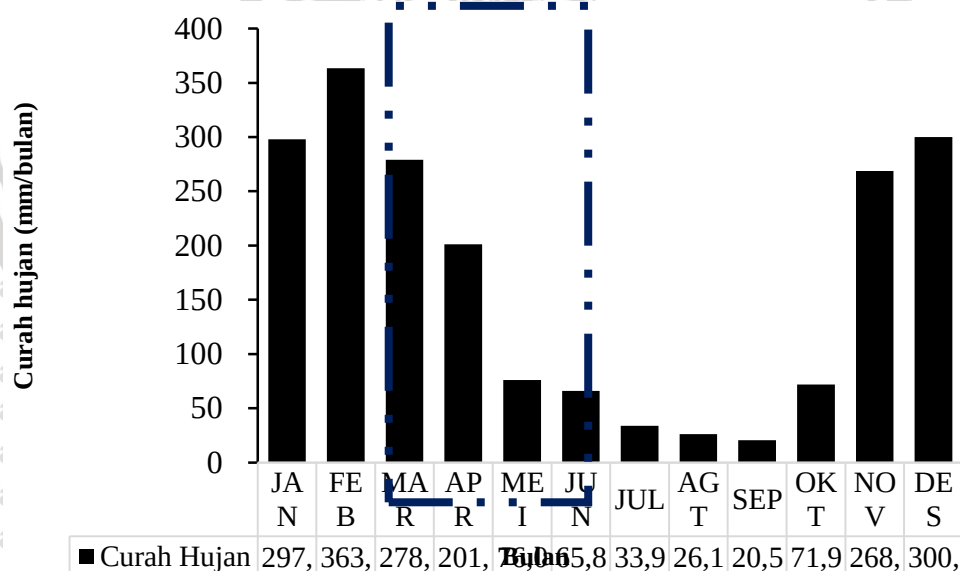


IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Lahan

4.1.1. Iklim

Berdasarkan data curah hujan selama kurun waktu 5 tahun (2014-2018), wilayah UB Forest mengalami puncak hujan tertinggi pada bulan Februari yaitu sebesar 363,46 mm bulan⁻¹, dan yang terendah terjadi pada bulan September sebesar 20,56 mm bulan⁻¹ (Gambar 7). Rata – rata bulanan selama 5 tahun (2014 - 2018) sebesar 2004,5 mm bulan⁻¹, sedangkan rata-rata bulanan dalam satu tahun sebesar 167,1 mm bulan⁻¹. Musim penghujan berlangsung dari bulan November sampai April, sedangkan musim kemarau berlangsung dari bulan Mei sampai Oktober. Berdasarkan Klasifikasi Oldeman yang mengklasifikasikan menurut jumlah bulan basah dan bulan kering, di lokasi percobaan masing – masing berlangsung selama 6 bulan, maka iklim di lokasi penelitian termasuk kedalam klasifikasi C3 (Lakitan, 2002). Penelitian dilakukan pada bulan April - Juni dimana bulan April termasuk akhir musim penghujan sedangkan Mei - Juni termasuk musim kemarau.



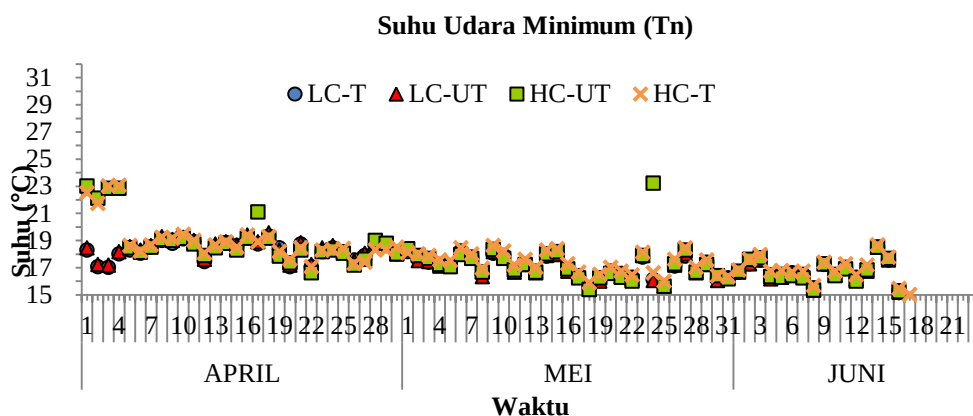
Gambar 1. Rata – rata curah hujan perbulan selama 5 tahun dari 2014 – 2018.

Sumber : bmkgo.id

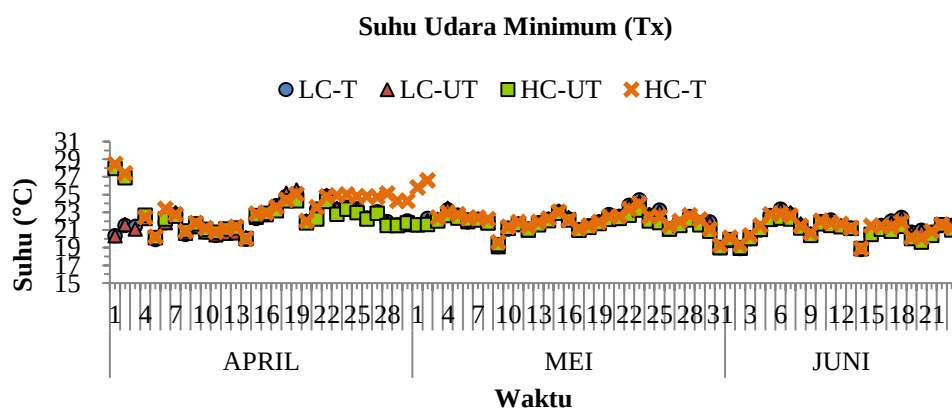
4.1.2. Iklim Mikro

a. Suhu Udara

Suhu udara diukur dengan menggunakan HOBO sensor, dimana pengambilan datanya dilakukan setiap 15 menit sekali guna mendapatkan hasil yang akurat. Alat ini diletakkan 1.3 meter diatas permukaan tanah. Dari HOBO sensor ini, didapatkan suhu maksimum dan suhu minimum. Dimana suhu maksimum didapatkan dari jam 12.00 – 14.00 WIB (siang hari), sedangkan suhu minimum didapatkan dari jam 06.00 – 08.00 WIB (pagi hari).



Gambar 2. Rata – rata suhu udara pada pagi hari selama pengamatan. Keterangan: LC-T = LC trimmed (dipangkas), LC-UT = LC un-trimmed (tidak dipangkas), HC-T = HC trimmed (dipangkas), HC-UT = HC un-trimmed (tidak dipangkas). Sumber data: Research Group Agroforestry Tropik (2019)



Gambar 3. Rata – rata suhu udara pada siang hari selama pengamatan. Keterangan: LC-T = LC trimmed (dipangkas), LC-UT = LC un-trimmed (tidak dipangkas), HC-T = HC trimmed (dipangkas), HC-UT = HC un-trimmed (tidak dipangkas). Sumber data: Research Group Agroforestry Tropik (2019)

Rata – rata suhu udara pagi di keempat plot penelitian tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Berdasarkan hasil uji BNJ 5% didapatkan hasil rata-rata suhu udara di pagi hari pada plot LC tidak dipangkas dan LC dipangkas tidak berbeda nyata, begitu pun dengan plot HC dipangkas dan tidak dipangkas. Suhu udara di plot LC dipangkas, tidak dipangkas dan HC tidak dipangkas sama yaitu 17°C, sedangkan HC dipangkas suhu udaranya sebesar 18°C. Suhu udara siang pada semua plot penelitian sama yaitu 22°C.

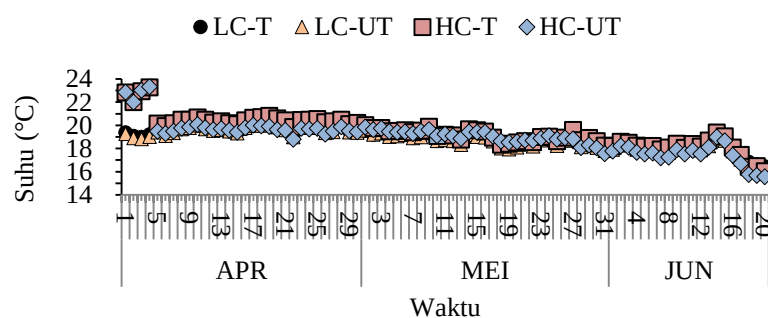
Tabel 1. Rerata Suhu Udara Pagi dan Siang

Plot Penelitian	Rerata Suhu Udara (°C)		ΔT (°C)	Tutupan Kanopi (%)
	Pagi	Siang		
LC pangkas	17,2 a	21,8 a	4,6	57 a
LC tidak pangkas	17,2 a	21,8 a	4,6	68 b
HC pangkas	17,6 b	22,5 b	4,9	55 a
HC tidak pangkas	17,5 b	21,9 a	4,4	84 c

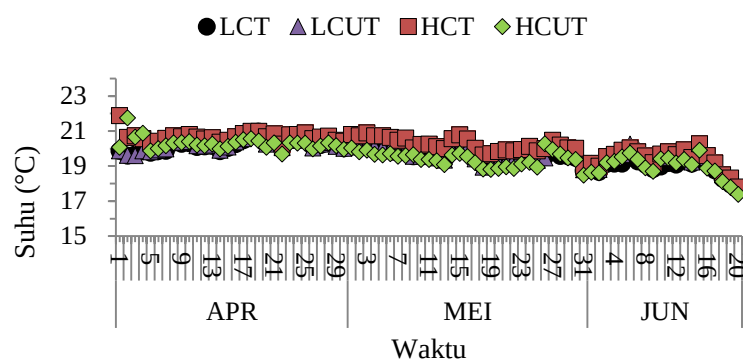
Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada Uji BNJ 5%. Sumber data: Research Group Agroforestry Tropik (2019)

b. Suhu Tanah

Suhu tanah diukur dengan menggunakan HOB0 sensor yang ditanam di tanah dengan kedalaman 10 cm. Hasil suhu tanah juga diambil selama 15 menit, hal ini berguna agar data yang diambil akurat. Suhu tanah maksimum diambil dari suhu rata – rata pada jam 12.00 – 14.00 WIB (siang hari) dan suhu minimum diambil dari suhu rata – rata pada jam 06.00 – 08.00 WIB.



Gambar 4. Rata – rata suhu tanah pada pagi hari selama pengamatan. Keterangan : LC-T = LC trimmed (dipangkas), LC-UT = LC un-trimmed (tidak dipangkas), HC-T = HC trimmed (dipangkas), HC-UT = HC un-trimmed (tidak dipangkas). Sumber data : Research Group Agroforestry Tropik (2019)



Gambar 5. Rata – rata suhu tanah pada siang hari selama pengamatan.
Keterangan : LC-T = LC trimmed (dipangkas), LC-UT = LC un-trimmed (tidak dipangkas), HC-T = HC trimmed (dipangkas), HC-UT = HC un-trimmed (tidak dipangkas). Sumber data : Research Group Agroforestry Tropik (2019)

Hasil pengamatan suhu tanah pagi di keempat plot menunjukkan hasil yang beragam dan berbeda nyata. Berdasarkan hasil uji BNJ 5%, rata – rata suhu tanah pagi pada keempat plot, yaitu LC dipangkas, LC tidak dipangkas, HC dipangkas dan HC tidak dipangkas menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Suhu tanah pagi pada plot HC dipangkas sebesar 19,3°C dan merupakan suhu paling tinggi diantara ketiga plot lainnya. Begitupun pada suhu tanah siang yang tertinggi juga terdapat di plot HC dipangkas sebesar 20,4°C. Sementara, nilai ratio suhu pada plot LC dipangkas adalah 0,8 dan merupakan yang terendah, sedangkan pada plot HC dipangkas ratio suhunya adalah 1,1 dan merupakan yang tertinggi, hal ini disebabkan tutupan kanopi di plot HC dipangkas sebesar 55% dan tergolong yang paling terbuka diantara plot lainnya.

Tabel 2. Rerata suhu tanah pagi dan suhu siang

Plot Penelitian	Rerata Suhu Tanah (°C)		ΔT (°C)	Tutupan Kanopi (%)
	Pagi	Siang		
LC pangkas	18,8 a	19,6 a	0,8	57 a
LC tidak pangkas	18,7 a	19,7 a	1	68 b
HC pangkas	19,3 b	20,4 b	1,1	55 a
HC tidak pangkas	18,9 a	19,8 a	0,9	84 c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada Uji BNJ 5%. Sumber data: Research Group Agroforestry Tropik (2019)

4.2. Karakteristik Vegetasi dari Masing – Masing Plot Pengamatan

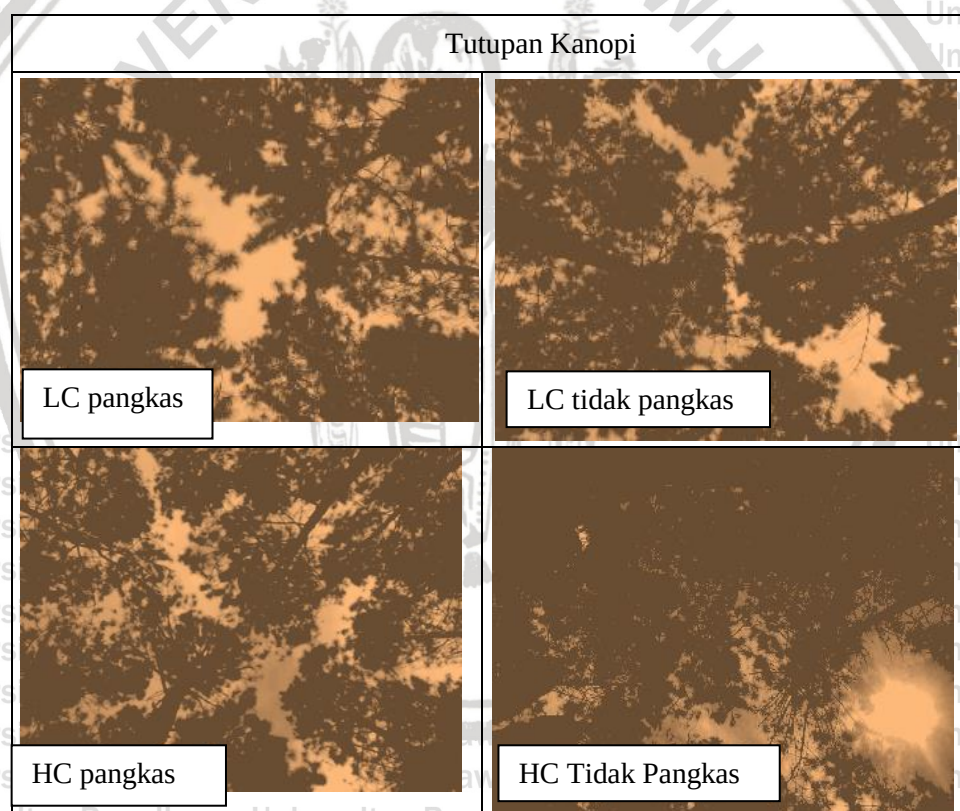
4.2.1. Tutupan Kanopi

Tutupan kanopi diukur dengan menggunakan aplikasi *Canopy Apps* yang dapat di download dari *handphone*. Data ini mulai diambil pada saat minggu pertama pengaplikasian *litterbag*. Dimana tutupan kanopi pada lahan HC dipangkas 55% dan tergolong sangat terbuka. Pada plot HC tidak dipangkas, tutupan kanopi sebesar 84% dan tergolong sangat rapat, sedangkan pada tutupan pada plot LC tidak dipangkas sebesar 68%.

Tabel 3. Tutupan kanopi pada lokasi penelitian

Plot Penelitian	Tutupan Kanopi (%)
LC pangkas	57 a
LC tidak pangkas	68 b
HC pangkas	55 a
HC tidak pangkas	84 c

Sumber data: Research Group Agroforestry Tropik (2019)



Gambar 6. Tutupan kanopi di lokasi penelitian. Sumber data: Research Group Agroforestry Tropik (2019)

4.2.2. Diameter Batang, Populasi dan Luas Bidang Dasar (LBD) Pohon

Lingkar Bidang Dasar (LBD) merupakan luasan lahan yang ditempati oleh pohon (Hairiah *et al.*, 2006). Berdasarkan lokasi penelitian dengan tutupan keseluruhan lahan kopi dan pinus, didapatkan hasil bahwa LBD (luas bidang dasar) rata – rata dari masing – masing plot penelitian yaitu; LC dipangkas sebesar $31,1 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, lahan LC tidak dipangkas $37,3 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, lahan HC dipangkas $183,5 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ dan lahan HC tidak dipangkas $34,1 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ (Tabel 6).

Total populasi pohon bervariasi antar lahan, pada lahan LC dipangkas sebesar 514 pohon ha^{-2} , lahan LC tidak dipangkas 671 pohon ha^{-2} , HC tidak dipangkas 817 pohon ha^{-2} dan pada HC dipangkas sebesar 722 pohon ha^{-2} . Rerata DBH pohon pinus pada setiap plot pengamatan, yaitu 22,5 cm untuk plot LC dipangkas, 21,5 cm untuk plot LC tidak dipangkas, 23 cm untuk plot HC dipangkas dan 23,4 cm untuk plot HC tidak dipangkas. Rerata DBH pohon kopi pada masing – masing plot pengamatan beragam, pada plot LC dipangkas sebesar 2,5 cm, plot LC tidak dipangkas 2,1 cm, plot HC dipangkas 2,4 cm dan plot HC tidak dipangkas 2,7 cm (Tabel 6).

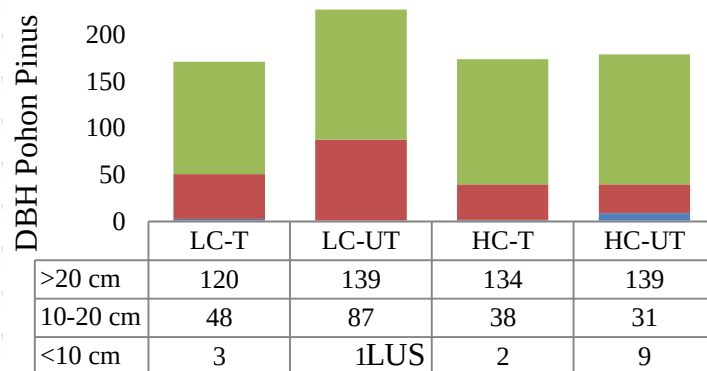
Tabel 4. Luas basal area di lokasi penelitian

Lokasi	Rerata DBH (cm)		Populasi (pohon ha^{-1})		LBD Pohon Total ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$)	
	Pinus	Kopi	Pinus	Kopi	Pinus	Kopi
LC pangkas	22,5	2,5	171	343	30,3	0,8
LC tidak pangkas	21,5	2,1	227	444	36,2	1,1
HC pangkas	23,0	2,4	179	543	33,6	1,2
HC tidak pangkas	23,4	2,7	174	643	32,4	1,7

Sumber data: Research Group Agroforestry Tropik (2019)

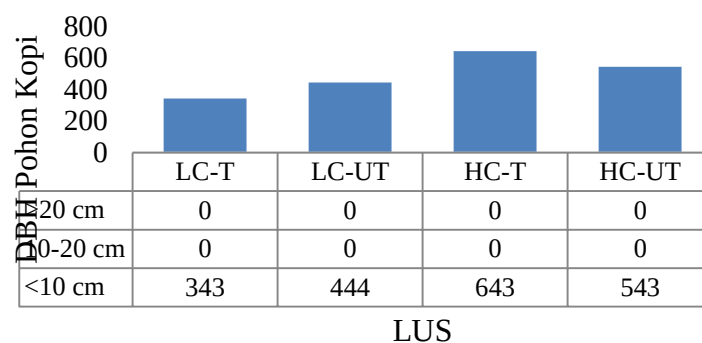
a. Sebaran Diameter Pohon (DBH)

Berdasarkan sebaran DBH (*Diameter at Breast Height*) pinus, didapatkan hasil bahwa pohon besar dengan diameter $>20 \text{ cm}$ mendominasi semua plot pengamatan. DBH pohon besar yang paling tinggi terdapat di HC tidak dipangkas dengan . Sementara presentase DBH pohon besar terendah terdapat di plot lahan LC tidak dipangkas yaitu 61%. Plot lain yaitu LC dipangkas dan HC dipangkas, masing – masing memiliki presentase DBH pohon besar 70% dan 78% yang ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 7. Sebaran diameter pohon pinus (DBH) lokasi pengamatan. Keterangan: LC-T (LC trimmed/dipangkas), LC-UT (LC un-trimmed/ tidak dipangkas), HC-T (HC trimmed/dipangkas), HC-UT (HC un-trimmed/tidak dipangkas). Sumber data: Research Group Agroforestry Tropik (2019)

Sebaran DBH pohon kopi yang mendominasi semua plot pengamatan memiliki diameter <10 cm. DBH pohon kopi yang paling tinggi terdapat di HC tidak dipangkas dengan presentase 56%, sedangkan presentase DBH pohon kopi terendah terdapat di plot lahan LC dipangkas yaitu 34%. Presentase DBH pohon kopi pada plot LC tidak pangkas dan HC pangkas, masing – masing sebesar 44% dan 54%. Presentase DBH kopi pada semua plot ditunjukkan pada Gambar 143.



Gambar 8. Sebaran diameter pohon kopi (DBH) lokasi pengamatan. Keterangan: LC-T (LC trimmed/dipangkas), LC-UT (LC un-trimmed/ tidak dipangkas), HC-T (HC trimmed/dipangkas), HC-UT (HC un-trimmed/tidak dipangkas). Sumber data: Research Group Agroforestry Tropik (2019)

b. Biomassa dan karakteristik seresah dipermukaan tanah

Karakteristik kimia seresah pada masing – masing plot beragam, baik di plot LC dan HC, mulai dari yang dilakukan pemangkasan maupun yang tidak dilakukan pemangkasan. Kandungan kimia pada masing – masing seresah ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 5. Kandungan kimia awal bahan organik di lokasi penelitian (Palm dan Sanchez, 1991)

Bahan Organik	Total C-org (%)	Total N-tot (%)	Lignin (%)	Polifenol (%)	C/N	L/N	(L+P)/N	Kualitas
P	24,4	1,3	32,9	7,7	19,2	25,9	31,9	Rendah
PK	23,4	1,2	31,9	6,3	19	25,9	31	Rendah
K	26,1	1,4	24,5	11,1	18,1	17	24,7	Rendah
Ky	27,4	1	35,9	9,3	28	36,6	46,1	Rendah
U	24,3	1,8	10,7	1,2	13,4	5,9	6,5	Tinggi

Keterangan: P (Pinus), PK (Pinus Kopi), K (Kopi), Ky (Kayu Pinus), U (Understorey).

Sumber data: Khurniawati (2019)

Pada seresah yang digunakan dalam penelitian, kandungan C-organik tertinggi terdapat pada biomassa kayu pinus dengan nilai 27,4%, sedangkan yang terendah pada biomassa pinus+kopi dengan nilai 23,4%. Sementara biomassa lain seperti pinus, kopi serta understorey (tumbuhan bawah) tergolong sedang dengan nilai 24,4%, 26,1% dan 24,3%. Nilai N total seresah pada lokasi penelitian yang tertinggi yaitu understorey (tumbuhan bawah) dengan nilai 1,8% sedangkan yang terendah adalah kayu pinus dengan nilai 0,98%.

Kandungan C/N ratio pada masing – masing seresah yang diaplikasikan ke lahan beragam berkisar 13,4 sampai 28. Kadar polifenol pada seresah yang diaplikasikan ke lahan juga bermacam – macam berkisar 1,2 sampai 11,1%, sedangkan lignin seresah berkisar 10,7 sampai 35,9%. Menurut Palm *et al.*, (1990) dalam Purwanto (2007), seresah dikatakan memiliki kualitas seresah yang tinggi apabila memiliki C/N ratio <25, kandungan lignin <15% dan polifenol <3%. Berdasarkan hasil analisa menunjukkan bahwa seresah yang memiliki kualitas tinggi adalah understorey (tumbuhan bawah), karena kandungan lignin 10,7%, polifenol 1,2% dan CN ratio 13,4.

4.2.3. Karakteristik Fisiokimia Tanah

a. Karakteristik Fisika Tanah: Tekstur dan BI Tanah

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa tekstur tanah di lokasi penelitian termasuk kelas lempung berdebu. Meskipun demikian fraksi pasir, debu dan klei dari keempat lokasi penelitian berbeda – beda. Pada plot LC dipangkas, fraksi pasir sebesar 15%, debu 65% dan liat 20%. LC tidak dipangkas fraksi pasir 16%, debu 65% dan klei 19%. Kemudian untuk plot HC dipangkas fraksi pasir sebesar 23%, debu 56% dan klei 22%. Lalu fraksi tanah pada plot HC tidak dipangkas yaitu pasir 27%, debu 59% dan klei 15%.

Tabel 6. Tekstur tanah di lokasi penelitian

Lokasi	Fraksi Tanah			Kelas Tekstur
	% Pasir	% Debu	% Klei	
LC pangkas	15	65	20	lempung berdebu
LC tidak pangkas	16	65	19	lempung berdebu
HC pangkas	27	59	15	lempung berdebu
HC tidak pangkas	23	56	22	lempung berdebu

Sumber data: Rahma (2019)

Hasil pengukuran berat isi tanah pada keempat plot pengamatan, yaitu LC dipangkas, LC tidak dipangkas, HC dipangkas dan HC tidak dipangkas diperoleh hasil yang berbeda – beda. Pada plot LC dipangkas memiliki rata – rata BI yaitu 1,11% lebih tinggi bila dibandingkan dengan plot HC dipangkas yang rata – rata BI nya sebesar 0,52%. Nilai BI yang rendah di plot HC dipangkas disebabkan oleh tingkat tutupan kanopi yang rapat yaitu sebesar 148%, sedangkan pada plot LC dipangkas tutupan kanopinya lebih rendah, yaitu 121%.

Pengukuran perubahan sifat tanah yang diakibatkan oleh perubahan pengelolaan lahan sulit untuk dilakukan hal ini dikarenakan variasi kondisi tanah pembeding, dimana biasanya menggunakan tanah hutan (Hairiah *et al.*, 2001). Adapun parameter yang digunakan sebagai indikator keberlanjutan produktivitas tanah salah satunya adalah kepadatan tanah yang diukur dari berat isi tanah (BI) (Hairiah *et al.*, 2004). Akan tetapi, pada prakteknya interpretasi indikator tanah sulit untuk dilakukan, hal ini disebabkan karena

adanya perbedaan antara kandungan debu dan liat tanah, sehingga diperlukan adanya koreksi. Koreksi yang dilakukan dengan menggunakan “fungsi pedotransfer” yang dikembangkan sebelumnya oleh Wösten *et al.*, (1998).

Kemudian persamaan ini dikembangkan dari seri data tanah yang mencakup banyak macam tanah pertanian pada daerah yang beriklim sedang, sebagai berikut;

$$BI_{ref} = 1/(-1,984 + 0,01841 \times BO + 0,032 \times \text{lapisan tanah (atas atau bawah)} + 0,00003576 \times (\% \text{liat} + \% \text{debu})^2 + 67,5/MPS + 0,424 \times \ln(MPS))$$

$$BI_{ref} = 1/(0,603 + 0,003975 \times \% \text{liat} + 0,00207 \times BO^2 + 0,01781 \times \ln(BO))$$

Berdasarkan hasil perhitungan indeks BI pada semua plot penelitian didapatkan hasil <1 yaitu berkisar antara 0,49 sampai 1, sehingga dapat dikatakan bahwa tanah yang ada di lokasi penelitian tergolong gembur. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Hairiah *et al.*, (2001) yang mengatakan bahwa apabila nilai $BI/BI_{ref} > 1$ maka tanah tersebut tergolong tanah yang sering diolah seperti lahan pertanian. Akan tetapi, apabila nilai $BI/BI_{ref} < 1$, maka tergolong tanah yang gembur seperti tanah hutan. Bahan organik (BO) tanah merupakan salah satu komponen pokok tempat menyimpan karbon. Sehingga apabila bahan organik dalam proses pelapukan aktif, maka keberadaannya di lahan akan mengalami perubahan secara terus – menerus (Rusdiana *et al.*, 2012).

Tabel 7. Berat isi tanah di lokasi penelitian

Lokasi	Tekstur	BI (g cm ⁻³)	BI/BI ref
LC pangkas	lempung berdebu	1,11	1,00
LC tidak pangkas	lempung berdebu	0,92	0,89
HC pangkas	lempung berdebu	0,52	0,49
HC tidak pangkas	lempung berdebu	0,73	0,75

Sumber data: Rahma (2019)

b. Karakteristik Kimia Tanah

Karakteristik kimia pada masing – masing plot beragam, baik tanah di plot LC dan HC, mulai dari yang dilakukan pemangkasan maupun yang tidak dilakukan pemangkasan. Kandungan kimia pada masing – masing tanah ditunjukkan pada Tabel 11.

Kandungan C-Organik tanah di plot LC tidak dipangkas dan HC dipangkas tergolong sedang dengan nilai 6,4 dan 6,2%. Untuk nilai N total tanah yang tertinggi terdapat di plot LC tidak dipangkas sebesar 0,6%, sedangkan yang terendah terdapat pada plot HC dipangkas dengan nilai 0,4%. Sementara pada plot LC dipangkas dan HC tidak dipangkas nilai N-Totalnya yaitu 0,5% dan 0,4%. Hasil pengukuran pH tanah di lokasi percobaan tidak terlalu berbeda nyata satu sama lain. Plot LC dipangkas pH tanah rata – rata 4,77, sedangkan plot HC dipangkas hanya 4,92, dengan demikian tanah di UB Forest termasuk agak masam.

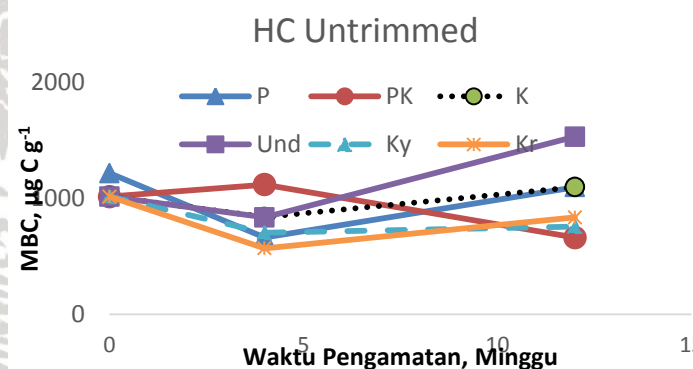
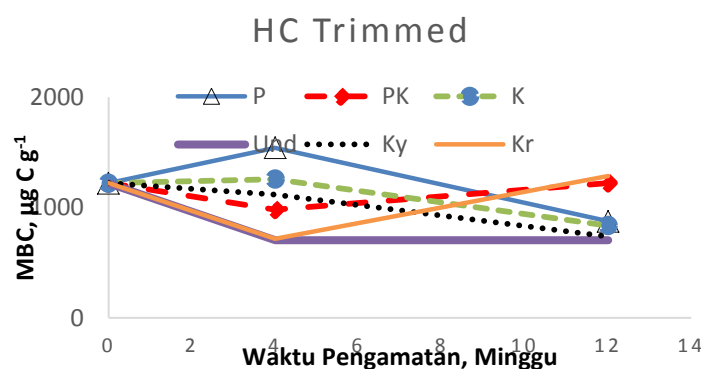
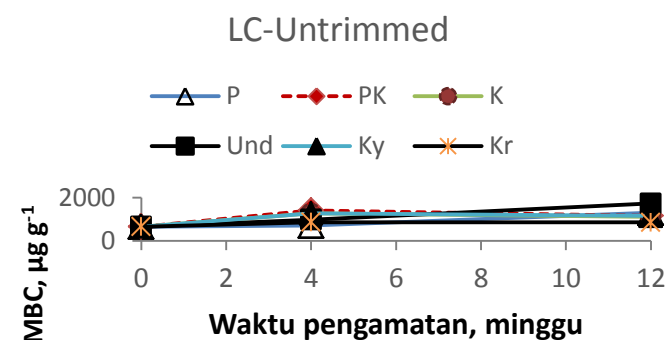
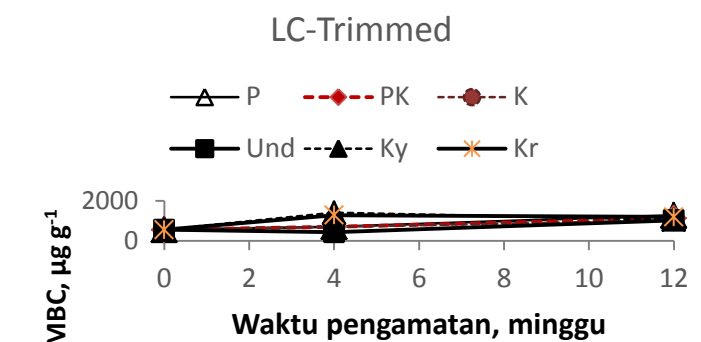
Tabel 8. Kandungan C-Organik, dan N-Total tanah pada kedalaman 0 – 10 cm pada lokasi penelitian

Lokasi	C-Org (%)	N-Tot (%)	C/N Ratio	pH
LC pangkas	5.4	0.5	11.5	4.8
LC tidak pangkas	6.8	0.6	11.8	4.8
HC pngkas	6.2	0.4	13.4	4.9
HC tidak pangkas	7.0	0.5	13.8	4.9

Sumber data: Khurniawati (2019)

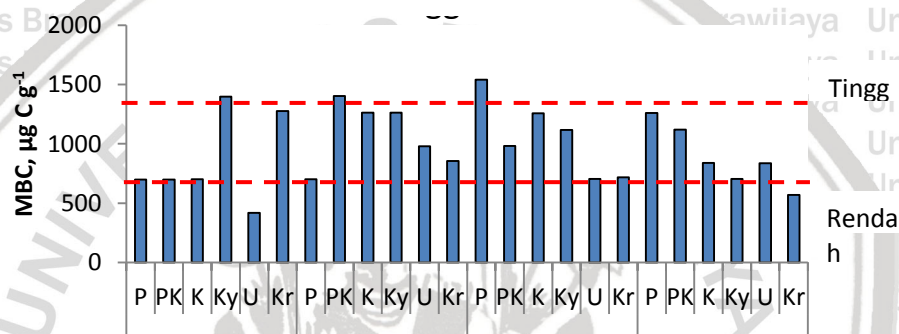
4.3. Biomassa Mikroba Karbon

Menurut Jenkinson *et al.* (1981) dalam Azam *et al.* (2003) Biomassa Mikroba Karbon merupakan biomassa bagian dari bahan organik tanah tidak termasuk akar tanaman dan organisme tanah serta memiliki ukuran $5 \times 10^3 \mu\text{m}^3$. Biomassa Mikroba Karbon merupakan agen utama yang mengatur alur karbon dan siklus unsur nutrisi (Azam *et al.*, 2003). Hasil pengukuran Biomassa Mikroba Karbon pada minggu ke-0, minggu ke-4 dan minggu ke-12 menunjukkan hasil yang beragam antar plot pengamatan. Berdasarkan hasil perhitungan, Biomassa Mikroba Karbon terbesar terletak dibawah seresah understorey (tumbuhan bawah) pada plot LC dipangkas (Gambar 15).



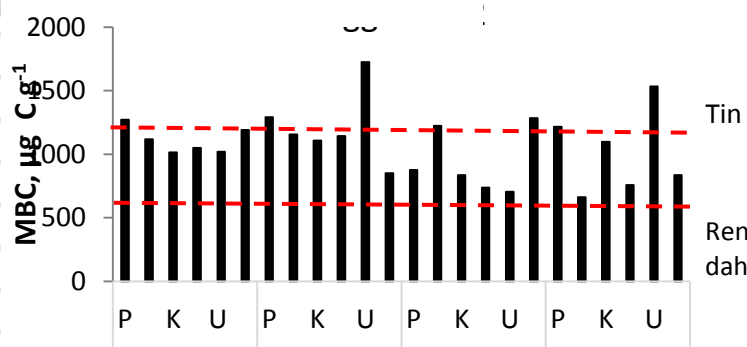
Gambar 9. MBC di bawah *litterbag* pada masing – masing plot penelitian. Keterangan: LC trimmed = LC dipangkas, LC un-trimmed = LC tidak dipangkas, HC trimmed = HC dipangkas, HC un-trimmed = HC tidak dipangkas.

Besarnya Biomassa Mikroba Karbon dibawah seresah understorey (tumbuhan bawah) mengalami kenaikan sebesar 50%-60% (dari $745 \mu\text{g C g}^{-1}$ (0 minggu) meningkat $987 \mu\text{g C g}^{-1}$ (4 minggu), menjadi $1724 \mu\text{g C g}^{-1}$ (12 minggu), merupakan kenaikan tertinggi dibandingkan dengan penambahan seresah lainnya. Biomassa Mikroba Karbon terendah diperoleh dari tanah dibawah seresah pinus+kopi pada plot HC tidak dipangkas ($1015 \mu\text{g C g}^{-1}$ (0 minggu) meningkat $1191 \mu\text{g C g}^{-1}$ (4 minggu) menurun menjadi $662 \mu\text{g C g}^{-1}$ (12 minggu) dan merupakan penurunan terbesar dibandingkan penambahan seresah lainnya (Gambar 16).



Gambar 10. MBC di bawah *litterbag* pada pengamatan 4 MSA

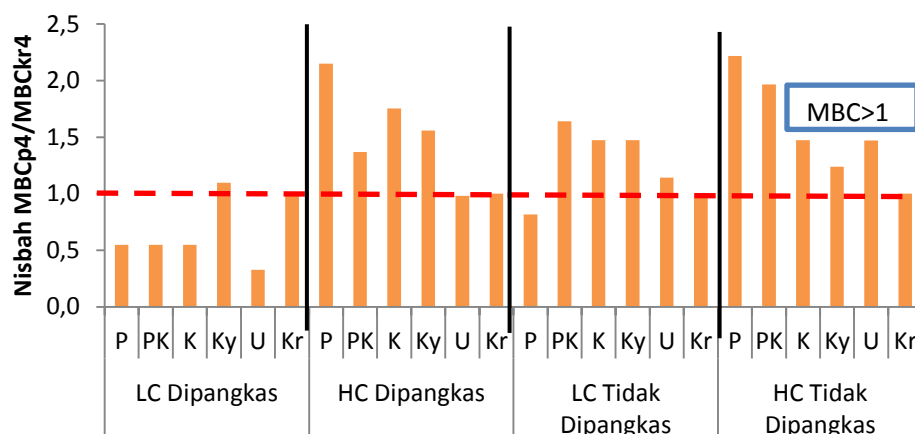
Pada pengamatan minggu ke-12, Biomassa Mikroba Karbon berkisar antara $600 - 1200 \mu\text{g C g}^{-1}$, namun demikian Biomassa Mikroba Karbon terbesar hanya dijumpai dibawah seresah understorey (tumbuhan bawah) baik pada plot LC maupun HC yang tidak dipangkas (*Un-trimmed*). Biomassa Mikroba Karbon terendah terdapat dibawah seresah pinus+kopi baik pada plot LC maupun HC yang juga tidak dipangkas (*Un-trimmed*) (Gambar 17).



Gambar 11. MBC di bawah *litterbag* pada pengamatan 12 MSA

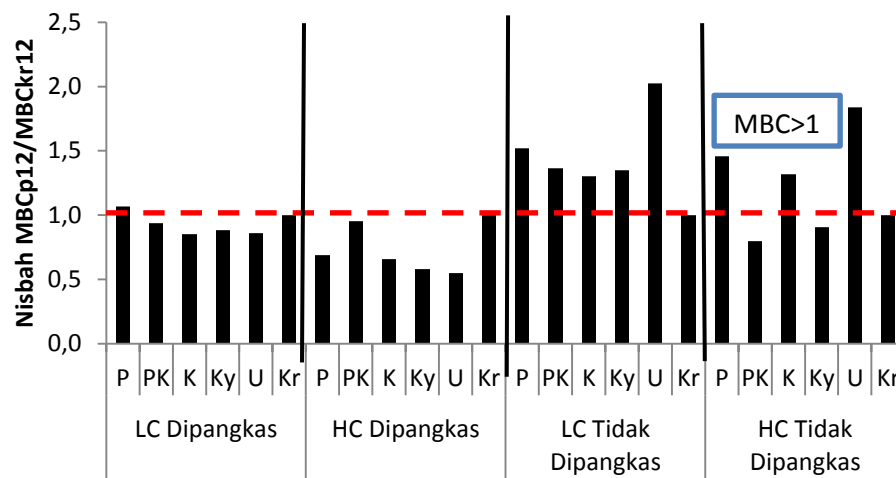
Biomassa Mikroba Karbon paling rendah juga terdapat pada minggu ke-12, yaitu sebesar $661 \mu\text{g C g}^{-1}$, dengan tingkat penurunan sebesar $457 \mu\text{g C g}^{-1}$ dari minggu ke-4. Hal ini dikarenakan pada plot ini tingkatutupan kanopinya tergolong sangat rapat sebesar 76,21% sehingga mengakibatkan kelembabannya udaranya tinggi sebesar 94,6% dan suhu tanah menjadi rendah sebesar $18,88^{\circ}\text{C}$.

Biomassa Mikroba Karbon merupakan indikator awal dari perubahan total bahan organik tanah (Powlson *et al.*, 1987) dikarenakan memiliki peran sebagai penyedia nutrisi dan agen dekomposisi dari bahan organik tanah. Biomassa Mikroba Karbon membutuhkan waktu sekitar satu tahun untuk mengalami perubahan yang lengkap, tetapi perubahan dari jumlah Biomassa Mikroba Karbon dapat terjadi dengan lebih cepat (Paul *et al.*, 1981; Paul, 1984). Kandungan Biomassa Mikroba Karbon secara fluktuatif dalam rentang waktu lebih dari satu hari sampai berminggu - minggu tergantung pada kegiatan pengolahan, penyiraman pada tanah kering atau penggabungan bahan organik (Ocio *et al.*, 1990; Wyland *et al.*, 1995; Wyland *et al.*, 1996). MBC mengalami kenaikan dari minggu ke-0 sampai minggu ke-12. Hal ini ditunjukkan dengan kandungan Biomassa Mikroba Karbon dibawah *litterbag* pinus, campuran pinus dan kopi serta kopi pada plot LC dipangkas. Kenaikan ini dikarenakan LC dipangkas merupakan plot yang memilikiutupan kanopi yang paling terbuka (60,74%) diantara plot pengamatannya lainnya, sehingga cahaya matahari dapat langsung masuk ke lahan dan menyebabkan tingkat kelembaban udaranya turun serta suhu tanah meningkat. Kenaikan Biomassa Mikroba Karbon berhubungan erat dengan ketersediaan nutrisi karena berperan sebagai agen dekomposisi dan mineralisasi N, sehingga dapat meningkatkan ketersediaan bahan organik tanah yang akan meningkatkan mineralisasi N melalui fraksi kecil tanah dari bahan organik tanah total (Paul *et al.*, 1981).



Gambar 12. Nisbah $MBC_{pengamatan} / MBC_{awal}$ dari masing – masing plot pengamatan pada 4 MSA

Penambahan bahan organik pada minggu ke 4 meningkatkan Biomassa Mikroba Karbon pada plot LC yang tidak dipangkas dan HC baik yang dipangkas maupun tidak. Pada plot LC yang tidak dipangkas, penambahan Biomassa Mikroba Karbon terjadi dibawah seresah pinus+kopi, kopi, kayu pinus, dan understorey (tumbuhan bawah). Sedangkan pada plot HC yang dipangkas, penambahan Biomassa Mikroba Karbon terjadi pada pengaplikasian seresah pinus, pinus+kopi, kopi dan kayu pinus. Pada plot HC yang tidak dipangkas, penambahan bahan organik terjadi pada pengaplikasian semua seresah kecuali perlakuan kontrol. Hal ini ditunjukkan dengan nisbah $MBC_p/MBC_{kr}>1$. Sedangkan pada plot LC yang dipangkas, penambahan bahan organik tidak berpengaruh terhadap peningkatan Biomassa Mikroba Karbon dan hal ini ditunjukkan dengan nisbah $MBC_p/MBC_{kr}<1$.



Gambar 13. Nisbah $MBC_{pengamatan}/MBC_{awal}$ dari masing – masing plot pengamatan pada 12 MSA

Penambahan bahan organik berdampak pada peningkatan Biomassa Mikroba Karbon di minggu 12 terjadi pada plot LC dan HC yang tidak dipangkas. Dimana pada plot LC yang tidak dipangkas, peningkatan Biomassa Mikroba Karbon terjadi pada pengaplikasian semua seresah kecuali perlakuan kontrol. Sementara pada plot HC yang tidak dipangkas, peningkatan Biomassa Mikroba Karbon terjadi pengaplikasian seresah pinus, kopi, dan understorey (tumbuhan bawah). Hal ini ditunjukkan dengan nisbah $MBC_p/MBC_{kr} > 1$. Sementara pada plot LC pangkas, tidak terjadi peningkatan Biomassa Mikroba Karbon yang ditunjukkan dengan nisbah $MBC_p/MBC_{kr} < 1$.

Tabel 9. Total C-organik seresah yang ditambahkan

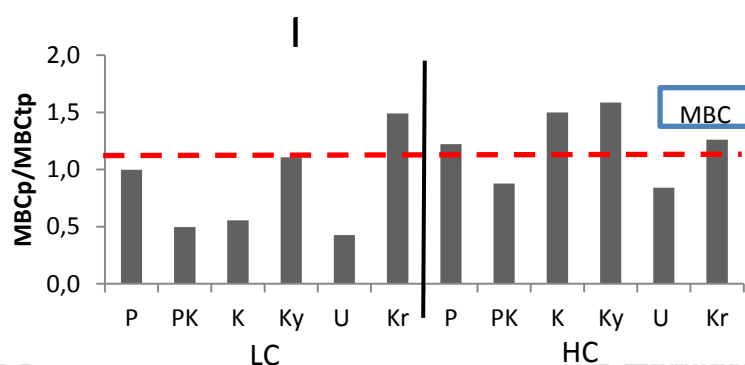
Jenis Bahan Organik	Dosis Awal Seresah (g)	Total C-organik (%)	C yg ditambahkan (g)
P	90,5	24,4	22,1
PK	111,74	23,4	26,2
K	99,2	26,1	25,9
Ky	178,34	27,4	48,9
U	130,24	24,3	31,6

Keterangan: P (Pinus), PK (Pinus+Kopi), K (Kopi), Ky (Kayu Pinus), U (Understorey).

Sumber data: Khurniawati (2019)

Penambahan bahan organik ke tanah dapat meningkatkan produktifitas tanaman akibat penyediaan nutrisi untuk tanaman bertambah, karena seresah mengalami penguraian atau dekomposisi. Bahan organik juga menyediakan C-

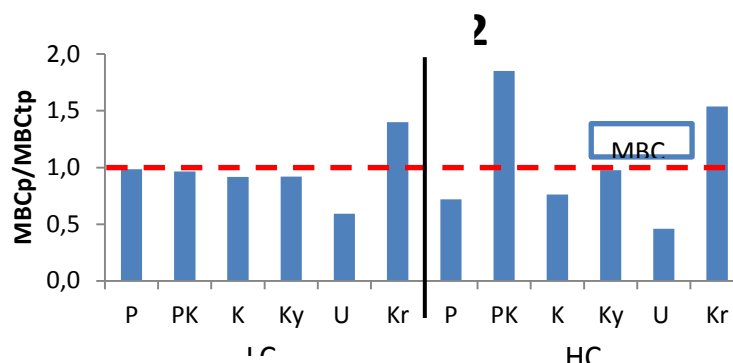
organik yang merupakan sumber makanan bagi mikroorganisme, sehingga apabila terjadi peningkatan bahan organik, juga meningkatkan keberadaan mikroorganisme tanah. Berdasarkan hasil perhitungan dosis awal seresah yang akan diaplikasikan ke lahan, yaitu seresah pinus 90,5 g, campuran pinus dan kopi 111,74 g, kopi 99,2 g, kayu pinus 178,34 g, dan understorey (tumbuhan bawah) 130,24 g. Kandungan total C-organik seresah yang diaplikasikan yaitu pinus sebesar 24%, campuran pinus+kopi sebesar 23%, seresah kopi 26%, ranting kayu pinus 27% dan understorey (tumbuhan bawah) sebesar 24%. Setelah seresah diaplikasikan ke lahan, maka terjadi penambahan C-oganik pada tanah dibawah seresah pinus sebesar 22 g, campuran pinus+kopi dan kopi sebesar 26 g, ranting kayu pinus sebesar 49 g serta understorey (tumbuhan bawah) sebesar 32 g. Menurut Xu *et al.* (2013), penambahan seresah ke lahan akan berdampak terhadap meningkatnya total karbon tanah, respirasi tanah dan biomassa mikroba karbon. Lebih lanjut menurut Jin *et al.* (2010) menambahkan bahwa penambahan seresah ke lahan dapat memperkaya kandungan biomassa mikroba C dan N serta dapat mengakibatkan struktur mikroba.



Gambar 14. Nisbah $MBC_{\text{pangkas}}/MBC_{\text{tidak pangkas}}$ dari masing – masing plot pengamatan minggu ke-4

Pada minggu ke 4, kegiatan pemangkasan meningkatkan pencahayaann yang masuk ke lahan meningkatkan Biomassa Mikroba Karbon di plot LC dan HC. Pada plot LC, peningkatan Biomassa Mikroba Karbon terjadi dibawah aplikasi seresah kayu pinus dan perlakuan kontrol. Sementara pada plot HC, peningkatan Biomassa Mikroba Karbon terjadi dibawah aplikasi seresah

pinus, kopi, kayu pinus, dan perlakuan kontrol. Hal ini ditunjukkan dengan nisbah $MBC_{\text{pangkas}}/MBC_{\text{tidak pangkas}} > 1$.



Gambar 15. Nisbah $MBC_{\text{pangkas}}/MBC_{\text{tidak pangkas}}$ dari masing – masing plot pengamatan minggu ke-12

Tingkat pencahayaan yang masuk ke lahan akibat pemangkasan meningkatkan Biomassa Mikroba Karbon pada plot LC dan HC pada minggu ke 12. Peningkatan Biomassa Mikroba Karbon pada plot LC terjadi pada semua penambahan yaitu perlakuan kontrol. Hal ini ditunjukkan dengan nisbah $MBC_{\text{pangkas}}/MBC_{\text{tidak pangkas}} > 1$. Penambahan pengaplikasian seresah pinus+kopi dan perlakuan kontrol pada plot HC meningkatkan dan ditunjukkan dengan nisbah $MBC_{\text{pangkas}}/MBC_{\text{tidak pangkas}} > 1$.

Tabel 10. Skoring MBC_p/MBC_{tp}

No.	Jenis Bahan Organik	Plot Pengamatan			
		LC Dipangkas	LC Tidak Dipangkas	HC Pangkas	HC Tidak Pangkas
1.	Pinus	**	***	*	**
2.	Pinus+Kopi	**	*	***	**
3.	Kopi	*	***	*	**
4.	Kayu Pinus	*	***	**	**
5.	Understorey	*	***	*	**
6.	Kontrol	***	*	***	**

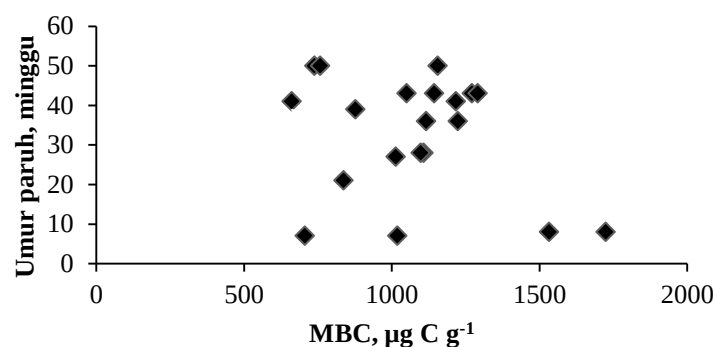
Keterangan :*: lemah, **: sedang, ***: tinggi

Pemangkasan pohon penayang ditambah dengan pengaplikasian seresah meningkatkan Biomassa Mikroba Karbon lebih dominan pada plot HC yang dipangkas. Pengaplikasian seresah pinus meningkatkan Biomassa Mikroba Karbon hanya pada plot LC tidak pangkas. Sedangkan seresah pinus+kopi meningkatkan Biomassa Mikroba Karbon hanya pada plot HC pangkas, kemudian untuk seresah kopi, kayu pinus dan understorey

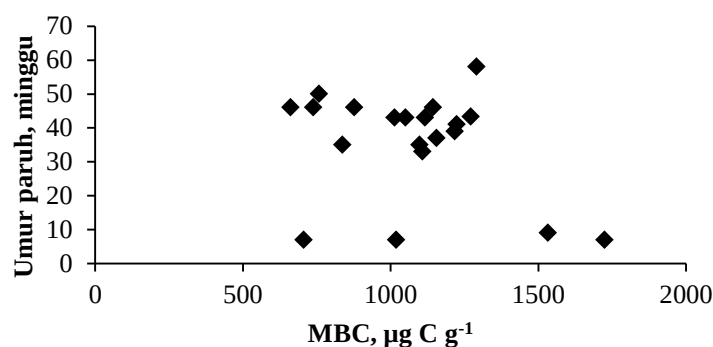
(tumbuhan bawah) hanya meningkatkan Biomassa Mikroba Karbon pada plot LC tidak pangkas. Sementara perlakuan kontrol meningkatkan Biomassa Mikroba Karbon pada plot LC dan HC pangkas. Hal ini dikarenakan tingkat skoring pada seresah pinus yang tergolong tinggi LC tidak pangkas serta nisbah $MBC_p/MBC_{tp} > 1$. Pengaplikasian seresah pinus+kopi tergolong tinggi hanya pada plot HC pangkas dan ditunjukkan dengan nisbah $MBC_p/MBC_{tp} > 1$. Begitu juga dengan aplikasi seresah kopi, kayu pinus dan understorey (tumbuhan bawah) juga tergolong tinggi dan pada plot LC tidak pangkas dan nisbah $MBC_p/MBC_{tp} > 1$. Sementara perlakuan kontrol tergolong tinggi dan pada plot HC pangkas dan nisbah $MBC_p/MBC_{tp} > 1$.

4.4. Hubungan Laju Dekomposisi dengan Biomassa Mikroba Karbon Tanah

Penambahan seresah kedalam tanah akan meningkatkan biomassa mikroba karbon (Jin *et al.*, 2010), sehingga laju dekomposisi juga akan meningkat (Beare *et al.*, 1991). Berdasarkan data Biomassa Mikroba Karbon yang diperoleh dari percobaan ini dan laju dekomposisi berbagai jenis seresah ditempat dan pada waktu yang bersamaan (kasa kasar) (Dita, 2019) dilakukan uji regresi, hasilnya menunjukkan bahwa kedua faktor memiliki hubungan yang lemah ($R^2 = 0,0781$). Sedangkan hasil uji regresi dengan laju dekomposisi pada kantong kasa halus (Ayun, 2019) menunjukkan bahwa MBC memiliki hubungan yang lemah ($R^2 = 0,0963$). Lemahnya hubungan MBC dengan laju dekomposisi baik pada kantong kasa kasar maupun halus diakibatkan karena terdapat faktor lain. Faktor – faktor lain yang mempengaruhi umur paruh seresah yaitu i) iklim yang meliputi rata-rata suhu tahunan (MAT), rata-rata presipitasi tahunan (MAP), dan rata-rata suhu evapotranspirasi aktual (AET), ii) kualitas seresah, contohnya kandungan nitrogen (N), ratio C/N, kandungan lignin dan lignin:N ratio (LIGN:N) iii) jenis vegetasi dan seresah dan iv) variabel geografis, seperti altitude (ALT) dan latitude (LAT) (Aerts, 1997; Silver *et al.*, 2001).



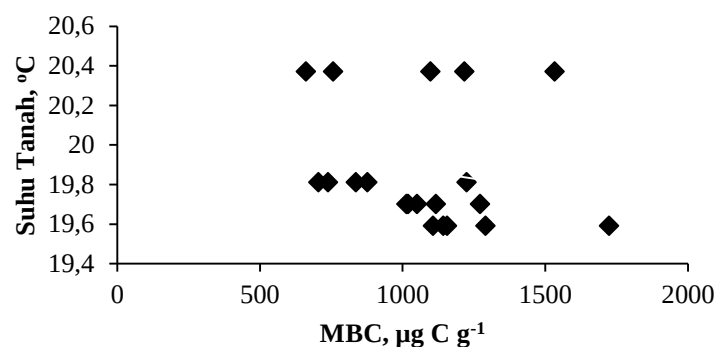
Gambar 16. Regresi antara Umur Paruh (t_{50}) seresah dan MBC pengamatan minggu ke-12 pada kantong kasa kasar



Gambar 17. Regresi antara Umur Paruh (t_{50}) seresah dan MBC pengamatan minggu ke-12 pada kantong kasa halus

4.5. Hubungan Biomassa Mikroba Karbon dengan Iklim Mikro

Suhu tanah memiliki hubungan yang sangat lemah ($R^2 = 0.0366$) dengan Biomassa Mikroba Karbon. Pembukaan kanopi menyebabkan cahaya matahari secara intensif mencapai permukaan tanah, sehingga meningkatkan Biomassa Mikroba Karbon. Akan tetapi apabila pemangkasan yang terlalu lebar dapat menyebabkan cahaya matahari yang mencapai tanah terlalu banyak sehingga menyebabkan suhu tanah meningkat drastis, dan Biomassa Mikroba Karbon akan menurun (Kim *et al.*, 2010).



Gambar 18. Hubungan suhu tanah dan MBC

Suhu dan jenis vegetasi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap dinamika karbon tanah serta struktur mikroba tanah (Brockett *et al.*, 2012; Cong *et al.*, 2015; Hackl *et al.*, 2005). Perbedaan iklim khususnya suhu dan presipitasi menyebabkan perbedaan dekomposisi seresah menjadi bahan organik tanah, dimana kondisi ini mempengaruhi Biomassa Mikroba Karbon yang terkandung di tanah (Sun, *et al.*, 2004; Carvalhais *et al.*, 2014). Selain itu, jenis vegetasi dapat menentukan ukuran karbon tanah dan mikroba struktur komunitas melalui efek langsung dari kuantitas dan kualitas input detritus dan efek tidak langsung dari modifikasi fisiokimia tanah dan bahan pembentuk, oleh karena itu, tanah dalam kondisi iklim dan vegetasi yang berbeda dapat mengakibatkan perbedaan mikroba tanah (Drenovsky *et al.*, 2010; Foesel *et al.*, 2014) dan akibatnya aktivitas fungsional mikroba dan pemanfaatan karbon menjadi terhambat (He *et al.*, 2013; Reinsch *et al.*, 2013).

4.6. Pembahasan

Secara umum, Biomassa Mikroba Karbon dari semua jenis seresah dan kontrol yang diletakkan di plot LC tidak dipangkas mengalami kenaikan dari minggu ke-0, minggu ke-4 sampai minggu ke-12. Biomassa Mikroba Karbon tertinggi terdapat pada plot LC tidak dipangkas dibawah *litterbag* understorey (tumbuhan bawah) ($1724 \mu\text{g C g}^{-1}$) sedangkan yang terendah berada di plot HC tidak dipangkas dibawah *litterbag* campuran seresah pinus dan kopi ($457 \mu\text{g C g}^{-1}$), yang masing – masing terdapat pada minggu ke-12. Berdasarkan uji regresi, meningkat tidaknya Biomassa Mikroba Karbon di tanah memiliki hubungan erat dengan faktor internal (Total C-organik, N Total dan C/N Ratio) dibandingkan dengan faktor eksternal.

1. Faktor internal

Berdasarkan hasil regresi (R^2) dapat diketahui bahwa N total memiliki hubungan lebih kuat ($R^2 = 0,363$) terhadap MBC dibandingkan dengan C-organik total ($R^2 = 0,3014$), C/N Ratio ($R^2 = 0,278$), lignin ($R^2 = 0,0744$), dan polifenol ($R^2 = 0,0744$). Hal ini ditunjukkan dengan hasil analisa nilai N Total pada seresah yang diaplikasikan ke lahan berkisar 1% sampai 1,8% dan tergolong rendah karena $<1,9\%$ baik seresah Pinus, campuran Kopi+Pinus, Kopi, Kayu Pinus dan Understorey. Adapun nilai kritis kandungan N-Total seresah berkisar 1,9%, C/N ratio <25 , kandungan lignin $<15\%$ dan polifenol $<3\%$ (Palm *et al.*, 1991; Hairiah *et al.*, 2000). Penambahan bahan organik yang memiliki kandungan N-Total rendah mengakibatkan pelepasan N menjadi lebih lambat dan kecepatan mineralisasi menjadi lebih rendah sehingga mengakibatkan tingkat penguraian seresah menjadi lambat (Qifli *et al.*, 2014), sehingga mengakibatkan penyediaan makanan bagi mikroba tanah juga turut berkurang.

Tabel 11. Hubungan antara faktor internal dengan MBC

No.	Faktor internal	Persamaan	R^2
1	Lignin dengan MBC	$y = -0,0089x + 34,781$	0,0744
2	Polifenol dengan MBC	$y = 0,0002x + 0,5729$	0,0088
3	C tot dengan MBC	$y = 0,0015x + 3,7141$	0,3014
4	N tot dengan MBC	$y = 0,0001x + 0,2725$	0,363
5	C/N ratio dengan MBC	$y = -0,0049x + 19,969$	0,2748

2. Faktor Eksternal

Faktor eksternal memiliki hubungan yang lemah dengan Biomassa Mikroba Karbon, hal ini ditunjukkan dengan nilai regresi (R^2) kurang dari 0,50. Keberadaan Biomassa Mikroba Karbon dipengaruhi oleh manajemen pengelolaan lahan, seperti kegiatan pemangkasan tanaman penabung yang dapat meningkatkan masukan bahan organik kedalam tanah. Masukan bahan organik ini akan meningkatkan jumlah ruang pori tanah serta memperbaiki struktur menjadi lebih remah sehingga menurunkan berat isi tanah (Herdiansyah, 2011 dalam Saputra *et al.*, 2018). Selain itu, kegiatan pemangkasan juga akan meningkatkan intensitas cahaya yang masuk kedalam lahan akan semakin meningkat sampai menyentuh lantainya. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Bharbuyai *et al.* (2004) yang

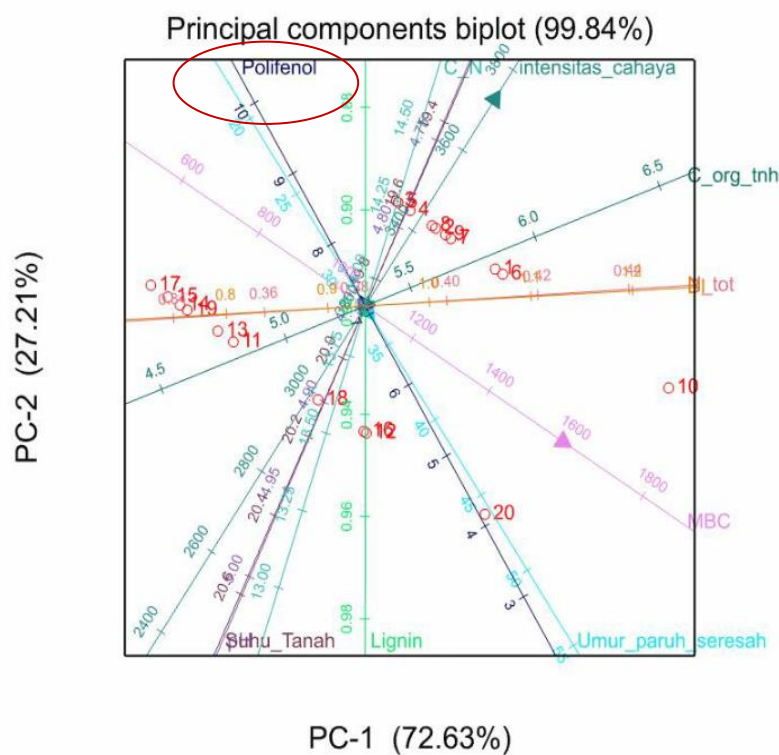
mengatakan bahwa Biomassa Mikroba Karbon memiliki hubungan yang positif dengan intensitas cahaya, karena kegiatan pemangkasan akan menyebabkan terjadinya peningkatan suhu udara dan intensitas cahaya di hutan yang menyebabkan menurunnya ketersediaan nutrisi pada tanah sehingga akan berpengaruh terhadap populasi mikroba dan Biomassa Mikroba Karbon.

Tabel 12. Hubungan antara faktor eksternal dengan MBC

No.	Faktor eksternal	Persamaan	R ²
1	Intensitas cahaya dengan MBC	$y = 0,3532x + 2831,6$	0,1801
2	Suhu tanah dengan MBC	$y = -0,0002x + 20,102$	0,0366
3	pH dengan MBC	$y = -5E-05x + 4,8961$	0,0504
4	Berat isi dengan MBC	$y = 0,0005x + 0,4439$	0,2363
5	Laju dekomposisi seresah dengan MBC	$y = -0,0155x + 49,098$	0,0781

Analisa Multivarian antara Biomassa Mikroba Karbon dengan Faktor Internal dan Faktor Eksternal

Analisa biplot merupakan analisa yang digunakan untuk mengetahui hubungan antar variabel pengamatan yaitu Biomassa Mikroba Karbon dengan faktor internal dan eksternal dan digambarkan secara grafik, dimana variabel yang memiliki keeratan hubungan ditunjukkan dengan sumbu yang berdekatan. Biomassa Mikroba Karbon di lahan dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi kandungan Lignin, Polifenol, Total C-organik, N Total dan C/N ratio, sedangkan untuk faktor internal yaitu intensitas cahaya, suhu tanah, pH, berat isi dan laju dekomposisi. Berdasarkan faktor – faktor tersebut, yang memiliki berpengaruh terhadap Biomassa Mikroba Karbon adalah kandungan Polifenol seresah. Hal ini dikarenakan kualitas seresah yang paling baik hanya seresah understorey (tumbuhan bawah) (1,2%), sedangkan seresah lain seperti pinus, campuran pinus+kopi, kopi dan kayu pinus tergolong rendah karena >4%. Sehingga semakin tinggi kandungan Polifenol dalam seresah, maka proses dekomposisinya seresah akan berjalan dengan lambat (Mafongoya *et al.*, 1997 dalam Purwanto *et al.*, 2007).



Gambar 19. Biplot antara MBC dengan faktor internal dan eksternal

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Penambahan bahan organik pada minggu ke 4 yang meningkatkan Biomassa Mikroba Karbon terjadi di plot LC tidak dipangkas (Pinus+Kopi, Kopi, Kayu Pinus, dan Understorey), HC dipangkas (Pinus, Pinus+Kopi, Kopi, dan Kayu Pinus) serta HC tidak dipangkas (Pinus, Pinus+Kopi, Kopi dan Kayu Pinus dan Understorey). Pada minggu ke 12, peningkatan Biomassa Mikroba Karbon terjadi pada plot LC tidak dipangkas (Pinus, Pinus+Kopi, Kopi, Kayu Pinus dan Understorey) dan HC tidak dipangkas (Pinus, Kopi, Understorey dan perlakuan kontrol).
2. Tingkat pencahayaan tinggi akibat kegiatan pemangkasan meningkatkan Biomassa Mikroba Karbon minggu ke 4 di plot LC pada aplikasi seresah Kayu Pinus dan perlakuan kontrol, sedangkan plot HC pada aplikasi seresah Pinus, Kopi, Kayu Pinus dan perlakuan kontrol. Peningkatan Biomassa Mikroba Karbon akibat pencahayaan tinggi pada minggu ke 12, terjadi di plot LC pada perlakuan kontrol sedangkan pada plot HC terjadi dibawah aplikasi seresah Pinus+Kopi dan perlakuan kontrol.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, perlu dilakukan penelitian Biomassa Mikroba Karbon lebih lanjut pada musim penghujan

DAFTAR PUSTAKA

- Allison, S.D., Y. Lu, C. Weihe, M.L. Goulden, A.C. Martiny, K.K. Treseder, J.B. Martiny. 2013. Microbial Abundance and Composition Influence Litter Decomposition Response to Environmental Change. *Ecology Journal* 94, 714–725.
- Andresen, L.C., J.A. Dungait, R. Bol, M.B. Selsted, P. Ambus, A. Michelsen. 2014. Bacteria and Fungi Respond Differently to Multifactorial Climate Change in a Temperate Heathland, Traced with ^{13}C -Glycine and Face CO_2 . *PLoS One* 9. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0085070>.
- Atmadja, W.R. 2003. Status *Helopeltis antonii* sebagai Hama pada Beberapa Tanaman Perkebunan dan Pengendaliannya. *J Litbang Pertanian*. 22 (2):57-63p.
- Bangun, I. 2002. Pengembangan Metode Penetapan Biomasa Karbon Mikroorganisme Tanah (C_{mic}) dengan Menggunakan “*Ultrasonic Processor*” I. Pengembangan Metode. Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Bapiri, A., E. Bååth, J. Rousk. 2010. Drying–Rewetting Cycles Affect Fungal and Bacterial Growth Differently in an Arable Soil. *Microbial Ecology Journal* 60, 419–428.
- Barbhuiya, A.R., A. Arunachalam, H.N. Pandey, K. Arunachalam, M.L. Khan, P.C. Nath. 2004. Dynamics of Soil Microbial Biomass C, N and P in Disturbed and Undisturbed Stands of a Tropical Wet-Evergreen Forest. *European Journal of Soil Biology* 40 (2004) 113-121.
- Berg, B., C. McClaugherty. 2014. Plant Litter: Decomposition, Humus Formation, Carbon Sequestration. Springer Science and Business Media.
- Bird, J.A., D.J. Herman, M.K. Firestone. 2011. Rhizosphere Priming of Soil Organic Matter by Bacterial Groups in a Grassland Soil. *Soil Biology and Biochemistry Journal* 43, 718–725.
- Bradford, M., B. Berg, S.M. Daniel, R.W. William, A.W. Stephen. 2016. Understanding the Dominant Controls on Litter Decomposition. *Journal of Ecology* 2016, 104, 229–238
- Bradford, M.A., T.H. Jones, R.D. Bardgett, H.I.J. Black, B. Boag, M. Bonkowski. 2002a. Impacts of Soil Faunal Community Composition on Model Grassland Ecosystems. *Science*, 298, 615–618.
- Brookes, P. 2001. The Soil Microbial Biomass: Concept, Measurement and Applications in Soil Ecosystem Research. *Journal of Microbes and Environments*, Vol.16, No.13, 131-140, 2001
- Broos, K., L.M. Macdonald, M. St. J. Warne, D.A. Heemsbergen, M.B. Barnes, M. Bell, M.J. McLaughlin. 2007. Limitations of Soil Microbial Biomass Carbon as an Indicator of Soil Pollution in the Field. *Soil Biol. Biochem.* 39, 2693e2695.
- Cookson W.R., D.V. Murphy, M. Roper. 2008. Characterising the Relationships Between Soil Organic Matter Components and Microbial Function and Composition Along a Tillage Disturbance Gradient. *Soil Biology and Biochemistry* 40: 763- 777.
- de Vries, F.T., M.E. Liiri, L. Bjørnlund, M.A. Bowker, S. Christensen, H.M. Setälä, R.D. Bardgett. 2012. Land Use Alters The Resistance and Resilience of Soil Food Webs to Drought. *Nature Climate Change* 2, 276–280.

- Djakirana, G. 2003. Metode-Metode Penetapan Biomassa Mikroorganisme Tanah Secara Langsung dan Tidak Langsung: Kelemahan dan Keunggulannya. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, Vol. 5, No. 1, April 2003: 29-38. ISSN 1410-7333
- Evans, S.E., M.D. Wallenstein. 2012. Soil Microbial Community Response to Drying and Rewetting Stress: Does Historical Precipitation Regime Matter? *Journal Biogeochemistry* 109, 101–116.
- Fuchslueger, L., M. Bahn, K. Fritz, R. Hasibeder, A. Richter. 2014. Experimental Drought Reduces the Transfer of Recently Fixed Plant Carbon to Soil Microbes and Alters the Bacterial Community Composition in a Mountain Meadow. *New Phytologist* 201, 916–927.
- Guhr, A., W. Borken, M. Spohn, E. Matzner. 2015. Redistribution of Soil Water by a Saprotrophic Fungus Enhances Carbon Mineralization. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112, 14647–14651.
- Guo, L. B., R. E. H. Sim. 1999. Litter Decomposition and Nutrient Release via Litter Decomposition in New Zealand *Eucalypt* Short Rotation Forests. *Agriculture, Ecosystem and Environment Journal*. 75: 133-140.
- Hairiah, K., Widiyanto, S.R. Utami, D. Suprayogo, Sunaryo, S.M. Sitompul, B. Lusiana, R. Mulia, M.V. Noordwijk, G. Cadish. 2000. Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi: Refleksi Pengalaman dari Lampung Utara. Bogor Indonesia. p: 72-73.
- Hairiah, K., S. Cipto, R.U. Sri, P. Pratiknyo, M.R. James. 2001. Diagnosis Faktor Penghambat Pertumbuhan Akar Sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) pada Ultisol di Lampung Utara. Malang: Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Hairiah, K., N. M. Van, S. Weise, C. Palm. 2004. Sustainability of Tropical Land Use Systems Following Forest Conversion. in Palm, C.A, Vosti, (eds.), *Slash and Burn: The Search for Alternatives*. ASB Consortium-World Agroforestry Centre-Columbia University.
- Harris, R.F. 1981. Effect of Water Potential on Microbial Growth and Activity in Water Potential Relations in Soil Microbiology, Pp. 23–95.
- Hawkes, C.V., B.G. Waring, J.D. Rocca, S.N. Kivlin. 2017. Historical Climate Controls Soil Respiration Responses to Current Soil Moisture. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114, 6322–6327.
- Hicks, L C., M.R. Mohammad, C. Mac, V. Kim, R. Johannes. 2018. The Legacy of Mixed Planting and Precipitation Reduction Treatments on Soil Microbial Activity, Biomass and Community Composition in a Young Tree Plantation. *Soil Biology and Biochemistry* 124 (2018) 227–235
- Johnson, L. C., A. W. H. Damman. 1991. Species-Controlled Sphagnum Decay on a South Swedish Raised Bog. *Oikos*. 61: 234-242.
- Julianto, M., F. M. Dwi, M. Kholid. 2018. Peran Serta Masyarakat Dalam Penerapan Ekowisata di Kawasan UB Forest. *Jurnal Administrasi Bisnis* Vol 55 No. 1 Februari 2018
- Kochy, K., S. D. Wilson. 1997. Litter Decomposition and Nitrogen Dynamic in Aspen Forest and Mixed-Grass Prairie. *Ecology*. 78: 732-739.
- Lakitan. 2002. Dasar – Dasar Klimatologi. Raja Grafindo Pustaka. Jakarta.
- Landgraf, D., S. Klose. 2002. Mobile and Readily Available C and N Fractions and Their Relationship to Microbial Biomass and Selected Enzyme

- Activities in a Sandy Soil Under Different Management Systems [J]. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 165: 9-16.
- Li, W., K.W. Pan, N. Wu, Y.J. Wang, L. Zhang. 2014. Effect of Litter on Soil Microbial Parameters and Dissolved Organic Carbon in a Laboratory Microcosm Experiment. *Plant Soil Environmental* Vol. 60 (2014), No. 4: 170-176
- Mabuhay-Omar, J., M. O. Shellajean, N. Nobukazu. 2018. Effects of Forest Practice on Microbial Biomass, Litter Decomposition, Microbial Abundance and the Soils's Physical and Chemical Properties of Replacement Planatations After Pine Wilt Disease. *The Palawan Scientist*, 10:48-68. Philippines: Western Philippines University.
- Manzoni, S., J.P. Schimel, A. Porporato. 2012. Responses of Soil Microbial Communities to Water Stress: Results From a Meta-Analysis. *Ecology* 93, 930-938.
- Martens, R. 1995. Current Methods for Measuring Microbial Biomass C in Soil: Potentials and Limitations. *Biol. Fertil. Soils* 19 (2e3), 87e99.
- Martiny, J.B., A.C. Martiny, C. Weihe, Y. Lu, R. Berlemont, E.L. Brodie, M.L. Goulden, K.K. Treseder, S.D. Allison. 2017. Microbial Legacies Alter Decomposition in Response to Simulated Global Change. *The ISME Journal* 11, 490-499.
- Meisner, A., A. Leizeaga, J. Rousk, E. Bååth. 2017. Partial Drying Accelerates Bacterial Growth Recovery to Rewetting. *Soil Biology and Biochemistry* 112, 269-276.
- Murayama, S., A.B. Zahari. 1992. Biochemical Decomposition of Tropical Forest. In *Proceeding of the International Symposium on Tropical Peatland*. Kuching, Sarawak, Malaysia. pp. 124-133. Agriculture, Ecosystem and Environment. 75: 133-140.
- Ohlinger, R., M. Gerzabek. 1995. Organic Carbon in Soil Extract. In F. Schimer, E. Kandeller, R. Ohlinger, R. Margesin (eds) 1995. *Methods in Soil Biology*. Spinger-Verlag, Berlin. Heidelberg, Germany
- Palm, C.A., P.A. Sanchez. 1991. Nitrogen Release from Some Tropical Legumes as Affected by Lignin and Polyphenol Contents. *Soil Biology. Biochem.* 23:83-88.
- Pankhurst, C.E, B.G. Hawke, H.J. McDonald, C.A. Kirkby, J.C. Buckerfield P. Michelsen, K.A. O'Brien, V.V.S.R. Gupta, B.M. Doube. 1995. Evaluation of soil biological properties as potential bioindicators of soil health. *Anim Prod Sci* 35:1015-1028
- Powlson, D.S., P.C. Brookes, B.T. Christensen. 1987. Measurement of Soil Microbial Biomass Provides an Early Indication of Changes in the Total Soil Organic Matter Due to Straw Incorporation. *Soil Biol. Biochem.*, 19, 159-164.
- Purwanto. 2007. *Dinamika Nitrifikasi pada Berbagai Variasi Bahan Organik Tanah*. Disertasi Pasca Sarjana. Universitas Brawijaya Malang.
- Qifli, A.K.M., K. Hairiah, D. Suprayogo. 2014. Studi Nitrifikasi Tanah dengan Penambahan Seresah Asal Hutan Alami dan Agroforestri Kopi. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* Vol. 1 No. 2:15-24, 2014.

- Ramadhani, A.N., H. Fahrizal, W. Enny. 2017. Pengaruh Pemangkasan dan Pemupukan Terhadap Dinamika Rhizosfer Tanaman Kilemo (*Litsea cubeba*). Buletin Tanah dan Lahan, 1 (1) Januari 2017: 3.
- Rusdiana, O., R.S. Lubis. 2012. Pendugaan Korelasi antara Karakteristik Tanah terhadap Cadangan Karbon (*Carbon Stock*) pada Hutan Sekunder. Jurnal Silvikultur Tropika Vol. 3 No. 1 April 2012, Hal 14-21. ISSN: 2086-8227
- Saetre, P. 1998. Decomposition, Microbial Community Structure, and Earthworm Effects Along a Birch-Spure Soil Gradient. *Ecology*. 79: 834-846.
- Saputra, D. D., A. R. Putranyo, Z. Kusuma. 2018. Hubungan Kandungan Bahan Organik Tanah dengan Berat Isi, Porositas dan Laju Infiltrasi pada Perkebunan Salak di Kecamatan Purwosari, Kabupaten Pasuruan. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan Vol. 5, No. 1: 647-654, 2018. e-ISSN:2549-9793.
- Singh, B.K., S. Munro, E. Reid, B. Ord, J.M. Potts, E. Paterson, P. Millard. 2006. Investigating Microbial Community Structure in Soils by Physiological, Biochemical and Molecular Fingerprinting Methods. *European Journal Of Soil Science* 57, 72–82.
- Sugiyono. 2007. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta. Bandung.
- Susilawati, B. Raharjo. 2010. Petunjuk Teknis Budidaya Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus* var florida) yang Ramah Lingkungan (Materi Pelatihan Agribisnis bagi KMPH). Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Palembang. Sumatera Selatan.
- Suwondo. 2002. Komposisi dan Keanekaragaman Mikroarthropoda Tanah sebagai Bioindikator Karakteristik Biologi pada Tanah Gambut. Riau: FKIP Universitas Riau, Pekanbaru.
- Swift, M.J., O.W. Heal, J.M. Anderson. 1979. Decomposition in Terrestrial Ecosystems. *Studies in Ecology*. UK : Blackwell Scientific, Oxford.
- Van Noordwijk, M., P.L. Woomer, C. Cerri, M. Bernoux, K. Nugroho. 1997. Soil Carbon in the Humid Tropical Forest Zone. *Geoderma* 79 : 187-225.
- Van, B. N. 1995. Nutrient Cycling Strategies. *Plant and Soil*, 168: 321-326.
- Vance, E.D., P.C. Brookes, D.S. Jenkinson. 1987. An Extraction Method for Measuring Soil Microbial Biomass C. *Soil Biol. Biochem Journal.*, 19:697-702.
- Voroney, R.P., P.C. Brookes, R.P. Beyaert. 2006. Soil Microbial Biomass C, N, P and S. Taylor and Francis group, LLC.
- Wardle, D.A. 1992. A Comparative Assesment of Factors which Influence Microbial Biomass Carbon and Nitrogen Level in Soil. *Biological Reviews*, 67:321-358
- Windusari, Y., A.P. Nur, I Y. Sari, Z. Hilda. 2012. Dugaan Cadangan Karbon Biomassa Tumbuhan Bawah dan Seresah di Kawasan Suksesi Alami pada Area Pengendapan Tailing PT Freeport Indonesia. *Biospecies Journal*, Volume 5 No. 1, Februari 2012, hlm 22-28
- Yuste, J.C., J. Penuelas, M. Estiarte, J. Garcia-Mas, S. Mattana, R. Ogaya, M. Pujol, J. Sardans. 2011. Drought-Resistant Fungi Control Soil Organic Matter Decomposition and its Response to Temperature. *Global Change Biology* 17, 1475–1486.

Yuwono, Margo. 2015. Dekomposisi dan Mineralisasi Empat Macam Bahan Organik. Bandung : UNIPA

