

## ANALISIS KANDUNGAN C-ORGANIK DAN TOTAL MIKROB PADA BEBERAPA JENIS TANAH

### ANALYSIS OF C-ORGANIC CONTENT AND TOTAL MICROBES IN SEVERAL TYPES OF SOIL

Afifah Farida Jufri<sup>1)</sup>, Eka Rahmi<sup>2</sup>, Rika Yayu Agustini<sup>3</sup>, Febrianti Rosalina<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mataram

<sup>2</sup> Program Studi Kehutanan Universitas Al Muslim

<sup>3</sup> Program Studi Agroteknologi Universitas Singaperbangsa Karawang

<sup>4</sup> Program Studi Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sorong

#### ABSTRACT

The level of soil fertility is a crucial factor in the success of agricultural businesses because it is the main medium for growing crops. Soil fertility will continue to decrease if it is managed continuously without understanding the condition of the soil, so it is necessary to evaluate the condition of the soil before carrying out plant cultivation activities. One indicator of soil fertility is the organic matter content (C-Organic) and the total availability of soil microbes. This research aims to evaluate the organic matter (C-Organic) content and total microbes from different soil types and conditions. This research took place for 2 months at the Land Physical Resources Development Laboratory and the Soil Chemistry and Fertility Laboratory, Department of Soil Science and Land Resources, Faculty of Agriculture, Bogor Agricultural Institute. The soil samples used were taken from several locations, namely the Cikabayan IPB oil palm experimental plantation, IPB experimental rice fields, IPB rubber plantations and peat soil from Jambi. The research results show that the highest organic matter content was found in Jambi peat soil, but the highest total microbes and microbial activity were found in oil palm soil. The topsoil layer contains more C-Organic than sub-soil, and paddy soil contains the lowest C-Organic, total microbial and soil respiration. Organic C content and total microbes are not the only ones that determine the level of respiration in soil, there are other factors such as temperature.

Key-words: microbes, soil fertility, soil evaluation

#### INTISARI

Tingkat kesuburan tanah merupakan faktor krusial dalam keberhasilan usaha pertanian karena merupakan media utama dalam budidaya tanaman. Kesuburan tanah akan terus berkurang jika dikelola terus menerus tanpa memahami kondisi tanah, sehingga perlu melakukan evaluasi kondisi tanah sebelum melakukan kegiatan budidaya tanaman. Salah satu indikator kesuburan tanah adalah kandungan bahan organik (C-Organik) dan ketersediaan total mikrob tanah. Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi kandungan bahan organik (C-Organik) dan total mikroba dari jenis dan kondisi tanah yang berbeda. Penelitian berlangsung selama 2 bulan di Laboratorium Pengembangan Sumberdaya Fisik Lahan dan Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Sampel tanah yang digunakan diambil dari beberapa lokasi yang diambil dari kebun percobaan kelapa sawit Cikabayan IPB, tanah sawah percobaan IPB, kebun karet IPB dan tanah gambut dari Jambi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan bahan organik tertinggi terdapat pada tanah Gambut Jambi, namun total mikroba dan aktivitas mikroba tertinggi terdapat pada tanah kelapa sawit. lapisan tanah top soil mengandung lebih banyak C-Organik daripada sub soil, dan tanah sawah mengandung C-Organik, total mikroba dan respirasi tanah yang paling rendah. . Kandungan C-Organik dan total mikroba bukan satu-satunya yang menentukan tinggi rendahnya respirasi pada tanah, tetapi ada faktor lain seperti suhu.

Kata kunci: evaluasi tanah, kesuburan tanah, mikroba

<sup>1</sup> Correspondence author: Afifah Farida Jufri. Email: [afifah@unram.ac.id](mailto:afifah@unram.ac.id)

## PENDAHULUAN

Tingkat kesuburan tanah merupakan faktor krusial dalam keberhasilan usaha pertanian karena merupakan media utama dalam budidaya tanaman. Kesuburan tanah dapat dilihat dari kemampuan tanah dalam air, udara, dan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Afandi et al (2015) menyatakan bahwa tanah yang subur dapat menyediakan nutrisi yang cukup bagi organisme tanah, meningkatkan kapasitas menahan air, aerasi, dan filtrasi. Kesuburan tanah akan terus berkurang jika dikelola terus menerus tanpa memahami kondisi tanah, sehingga perlu melakukan evaluasi kondisi tanah sebelum melakukan kegiatan budidaya tanaman. Kondisi tanah tersebut dapat diketahui dengan melakukan analisis tanah.

Analisis tanah merupakan cara mendiagnosa kondisi dan karakteristik tanah baik sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Dengan melakukan analisis tanah maka akan diperoleh data yang dapat menentukan tingkat kelayakan tanah dengan aktivitas pertanian yang akan dilakukan. Selain itu, dengan melakukan analisis tanah, akan diperoleh informasi tentang tingkat kesuburan tanah yang dapat digunakan untuk membuat rekomendasi pemupukan yang dibutuhkan tanaman agar dapat meningkatkan produksi. Salah satu indikator kesuburan tanah adalah kandungan bahan organik (C-Organik) dan ketersediaan total mikrob tanah.

Bahan organik (C-Organik) berasal dari sisa-sisa organisme hidup yang mati dan bahan organik lainnya yang mengalami dekomposisi dan transformasi oleh aktivitas mikroorganisme dalam tanah (Hanafiah, 2014). Bahan organik merupakan kunci utama dalam mengendalikan kualitas tanah baik dalam segi fisik, kimia dan biologi tanah (Graham, 2008). Reijntjes et al (1999) menyimpulkan bahwa bahan organik tanah dapat menyimpan unsur hara dan secara perlahan melepaskannya ke dalam larutan tanah sehingga dapat diserap oleh tanaman. Oleh karena itu, penurunan bahan organik

tanah akan berdampak pada kemampuan tanah dalam mendukung produktivitas tanaman. Rendahnya bahan organik dalam tanah menunjukkan adanya kerusakan tanah.

Selain itu, bahan organik tanah juga erat kaitannya dengan kandungan mikroba tanah. Bahan organik berfungsi sebagai sumber energi bagi mikroba yang hidup dalam tanah. Penelitian Juanda et al (2011) menyimpulkan bahwa penambahan bahan organik dapat memicu aktivitas dan meningkatkan populasi mikroba tanah yang berperan dalam proses humifikasi dan mineralisasi atau pelepasan hara bahkan juga dapat memperbaiki struktur tanah. Rajiman (2020) menyatakan bahwa tanah yang subur mengandung lebih dari 100 juta mikroba per gram tanah. Keberadaan mikroba ini dipengaruhi oleh perlakuan yang diberikan pada tanah dan jumlah kandungan bahan organik.

Dalam ekosistem tanah, kehadiran mikroba tanah menjadi sangat penting dalam menjaga ketersediaan bahan organik dan unsur hara yang dibutuhkan tanaman (Susilawati et al, 2013). Kehadiran mikroba dalam tanah dapat diketahui dengan cara menghitung secara langsung populasinya atau dengan melakukan pengukuran respirasi tanah. Respirasi pada tanah merupakan pelepasan CO<sub>2</sub> oleh berbagai mikroba tanah. Menurut Gupta dan Malik (1996) pengukuran CO<sub>2</sub> yang dibebaskan pada tanah dapat menjadi indikator aktivitas metabolisme tanah, sehingga semakin tinggi CO<sub>2</sub> yang dibebaskan maka semakin tinggi pula populasi mikroba tanah.

Sebagai suatu ekosistem, tanah mengandung bahan organik dan mikroba dengan morfologi dan sifat fisiologi yang berbeda-beda yang menunjukkan tingkat kesuburan tanah tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kandungan bahan organik (C-Organik) dan total mikroba dari jenis dan kondisi tanah yang berbeda.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Waktu

Penelitian berlangsung selama 2 bulan di Laboratorium Pengembangan Sumberdaya Fisik Lahan dan Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Sampel tanah yang digunakan diambil dari beberapa lokasi yang diambil dari kebun percobaan kelapa sawit Cikabayan IPB, tanah sawah percobaan IPB, kebun karet IPB dan tanah gambut dari Jambi.

Sampel tanah diambil menggunakan bor dengan kedalaman 0-20 cm (Top soil) dan lebih dari 20 cm (sub soil) sebanyak 25 gram, kemudian dimasukkan dalam plastik. Sedangkan untuk tanah sawah diambil dalam keadaan tergenang.

### Metode Analisis

Penetapan kandungan C-Organik menggunakan metode Walkey and Black (Balai Penelitian Tanah, 2005)

Metode ini berdasarkan jumlah bahan organik yang mudah teroksidasi. Prinsipnya yaitu bahan organik yang mudah teroksidasi dalam tanah mereduksi Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2+</sup> yang berlebihan. Reaksi ini berjalan dengan energi yang dihasilkan dari pencampuran dua bagian H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pa (pekat) dengan satu bagian K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> N. Sisa Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> dapat diketahui dari hasil titrasi dengan FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 1N yang diketahui normalitasnya. Feroin 0,025 M sebagai penunjuk titik akhir merah anggur.

$$\% \text{C-organik} = (\text{ml blanko} - \text{ml FeSO}_4 \times 0,78 \times 10) / (\text{ml blanko})$$

Keterangan :

$$0,78 = 12/4 \times 1,33 / 500 \text{mg}$$

1,33 = 77% bahan organik yang teroksidasi (tanah mineral)

### Menghitung total mikrob tanah

Metode cawan hitung (Omar et al, 1996, Irfan, 2014)

### 1. Pengenceran sampel

Sampel tanah sebanyak 10 gram dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang berisi 90 ml larutan fisiologis steril (8,5 gram NaCl dalam 1 L aquades) kemudian dikocok secara perlahan agar homogen dan diberi label 10-1. Dari tabung 10-1 tersebut diambil 1 ml larutan kemudian dimasukkan ke tabung reaksi yang berisi 9 ml larutan fisiologis kemudian dikocok dan diberi label 10-2. Langkah ini dilakukan sampai diperoleh seri pengenceran 10-6.

### 2. Isolasi dan perhitungan jumlah mikroba

Medium biakan yang digunakan untuk menghitung mikroba yaitu media Nutrient Agar (NA) dalam cawan petri yang dimasukkan 1 ml larutan tanah yang diambil dari seri pengenceran 10-4, 10-5, 10-6 kemudian didiamkan sampai agar memadat. Setelah itu, cawan petri dibalik dan diinkubasi pada suhu ruang (25°C). Pengamatan dilakukan setelah 7 hari inkubasi.

Menurut Omar et al (1996) Rumus menghitung jumlah koloni/bakteri adalah:

$$\text{CFU} = (\text{rata-rata jumlah koloni per petri} \times \text{df}) / (\text{volume suspensi biakan yang disebarluaskan})$$

Dimana:

CFU: Colony formin Unit

df: dilution factor (faktor pengenceran)

Hasil yang diperoleh dikonversi ke jumlah mikroba dalam 1 gram tanah kering mutlak dengan memperhatikan kondisi kadar air tanah.

### Respirasi Tanah (Metode Verstraete (Anas, 1989)

Metode penetapan CO<sub>2</sub> tanah dilakukan di laboratorium. 100 gram tanah lembab dimasukkan ke toples ukuran 1 Liter. Larutan 5,0 ml 0,2 N KOH dan 10,0 ml aquades masing-masing dimasukkan ke dalam gelas beaker ukuran 10 ml. Kedua gelas beaker tersebut dimasukkan ke dalam toples yang berisi tanah lembab tersebut. Toples ditutup

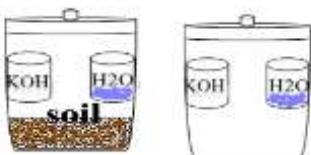
sampai kedap udara dan diinkubasi pada ruang gelap dengan temperatur kamar selama 1 minggu. Setelah masa inkubasi selesai, jumlah CO<sub>2</sub> dihitung dengan metode titrasi.

Gelas beaker yang berisi larutan KOH ditetes 2 tetes penolptalein dan titrasi menggunakan HCl hingga warna merah hilang. Volume HCl yang digunakan dicatat. Kemudian, larutan tersebut ditambahkan 2 tetes metil oranye dan dititrasi kembali dengan HCl sampai warna kuning berubah menjadi pink. Jumlah HCl yang digunakan pada tahap kedua titrasi ini berhubungan langsung dengan jumlah CO<sub>2</sub> yang difiksasi. Kontrol tanpa tanah diperlukan untuk mendapatkan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari botol yang berisi tanah tersebut.

Berikut adalah perhitungan respirasi tanah.

$$r = \frac{(a - b) \times t \times 12 \times (1000/BKM)}{n}$$

- r = CO<sub>2</sub> yang dihasilkan (mg/kg tanah/hari)
- a = HCl contoh tanah (ml)
- b = HCl kontrol (ml)
- t = normalitas HCl (1 N)
- n = jumlah hari inkubasi
- BKM = bobot kering tanah (g)



Gambar 1. Skema letak respirasi tanah dalam toples kanan (tanpa tanah) dan kiri (tanah)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu penentu kualitas tanah adalah kandungan bahan organik yang berfungsi sebagai bahan pemantap agregat tanah. Kandungan bahan organik akan berbeda pada setiap jenis tanah dan kondisi vegetasi maupun topografinya. Menurut penelitian Bot dan Benites (2005), kandungan bahan organik dapat dilihat dari kadar C-Organik dalam tanah. Tabel 1 merupakan hasil pengukuran C-organik dengan metode Walkey and Black pada beberapa jenis tanah.

Tabel 1. Hasil pengukuran C-Organik pada beberapa jenis tanah

Sampel Tanah	Kedalaman Tanah (cm)	C-Organik (%)
Kebun kelapa Sawit	0-20	2.27
Kebun Kelapa sawit	>20	0.88
Kebun Karet	0-20	1.72
Kebun Karet	>20	0.70
Tanah Sawah	0-20	1.66
Tanah Gambut Jambi	0-20	7.03

Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan C-organik tertinggi terdapat pada jenis tanah Gambut Jambi sebesar 7.03%, sedangkan yang terendah pada tanah kebun karet sub soil sebesar 0.70%. Kandungan C-Organik pada tanah dengan kedalaman 0-20 cm (*top soil*) lebih tinggi daripada tanah dengan kedalaman lebih dari 20 cm (*sub soil*). Hal ini dapat dilihat pada tabel 1 dimana tanah kebun kelapa sawit dan tanah kebun karet dengan kedalaman 0-20 cm memiliki C-Organik yang lebih tinggi daripada kedalaman > 20 cm. Schenk (2008) menjelaskan bahwa ketersediaan serasah dan kepadatan akar yang berkurang dengan meningkatnya kedalaman tanah akan mempengaruhi kandungan C-Organik. Ketebalan serasah menentukan kandungan bahan organik tanah karena serasah merupakan bahan dasar dari pembusukan yang menghasilkan C-organik (Dwiastuti et al, 2016). Selain itu, penelitian Sipahutar (2014) menyimpulkan bahwa kandungan C-Organik pada lapisan atas tanah (*top soil*) lebih tinggi daripada lapisan tanah dibawahnya (*sub soil*) karena budaya petani yang memberikan tambahan bahan organik pada permukaan tanah.

Pada tabel 1 juga dapat dilihat bahwa tanah gambut Jambi memiliki kandungan C-Organik yang lebih tinggi (7.03%) dari tanah lainnya. Hal ini karena gambut merupakan jenis tanah yang terbentuk dari tumpukan sisa-sisa tumbuhan yang mulai membosuk (Noor et al, 2014). Pembusukan sisa-sisa tumbuhan pada tanah gambut tersebut akan menaikkan

kadar karbonnya. Data kandungan C-Organik pada tanah Gambut jambi tersebut lebih rendah dibandingkan dengan tanah gambut pada umumnya. Tonks et al (2017) menyatakan bahwa kandungan C-Organik tanah gambut dapat mencapai 60%. Rendahnya kandungan C-Organik pada tanah gambut diduga karena gambut tersebut telah mengalami dekomposisi dan pengolahan tanah yang intensif sehingga kandungan bahan organiknya berkurang. Selain itu, penelitian Agus et al (2011) menyimpulkan bahwa tingginya dekomposisi gambut akan menyebabkan kandungan C-Organiknya menjadi lebih rendah yang menunjukkan tanah gambut tersebut telah matang (gambut saprik). Kandungan C-Organik tanah akan mempengaruhi ketersediaan mikroba tanah. Penelitian Purbalisa et al (2020) menyimpulkan bahwa mikroba dapat berkembang baik pada tanah yang mengandung C-Organik karena digunakan sebagai sumber energinya. Ketersediaan mikroba tanah dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Total mikroba dan hasil respirasi beberapa jenis tanah

Sampel Tanah	Total Mikroba Tanah ( $10^5/g$ tanah)	Respirasi Tanah (mg/kg tanah/hari)
Kebun Kelapa Sawit	0.066	29.07
Kebun Karet	0.053	27.36
Tanah Sawah	0.04	7.55
Tanah Gambut Jambi	0.065	13.69

Tabel 2 menunjukkan total mikroba tanah dan respirasi tanah. Respirasi tanah menunjukkan adanya aktivitas mikroba dalam tanah. Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa tanah kebun kelapa sawit mengandung total mikroba dan respirasi tanah yang lebih tinggi daripada tanah lainnya. Sedangkan pada tanah Gambut Jambi mengandung total mikroba yang tinggi tetapi respirasi tanah yang rendah dibandingkan tanah kebun karet yang respirasi

tanahnya lebih tinggi padahal total mikrobanya lebih rendah daripada tanah Gambut Jambi. Hal ini diduga karena terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi respirasi tanah, diantaranya adalah suhu. Penelitian Nasution et al (2015) pada tanah hutan menyimpulkan bahwa suhu mempengaruhi Tingkat respirasi mikroba tanah. Semakin tinggi suhu disekitar tanah, maka akan semakin tinggi pula respirasi yang terjadi, Hal ini karena suhu yang rendah dapat menghambat aktivitas mikroorganisme dalam tanah sehingga respirasi tanahnya menjadi rendah.

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa tanah kebun kelapa sawit mengandung bahan organic yang rendah (2.27%), namun aktivitas mikroba tinggi yang dapat dilihat dari hasil pengukuran respirasi sebesar 29.07 mg/kg tanah/hari. Hal ini sejalan dengan kesimpulan penelitian dari Nurmegawati et al (2014) yang menyatakan bahwa meningkatnya kegiatan organisme tanah akan mempercepat pula dekomposisi bahan organik pada tanah yang menyebabkan kandungan bahan organik tanahnya berkurang.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan bahan organik tertinggi terdapat pada tanah Gambut Jambi, namun total mikroba dan aktivitas mikroba tertinggi terdapat pada tanah kelapa sawit. lapisan tanah top soil mengandung lebih banyak C-Organik daripada sub soil, dan tanah sawah mengandung C-Organik, total mikroba dan respirasi tanah yang paling rendah. Kandungan C-Organik dan total mikroba bukan satu-satunya yang menentukan tinggi rendahnya respirasi pada tanah, tetapi ada faktor lain seperti suhu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, F. N., Siswanto, B., & Nuraini, Y. 2015. Pengaruh pemberian berbagai jenis bahan organik terhadap sifat kimia tanah pada pertumbuhan dan produksi tanaman ubi jalar di Entisol Ngrangkah

- Pawon, Kediri. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 2(2), 237-244.
- Agus, F., K. Hairiah., dan A. Mulyani. 2011. Measuring Carbon Stock In Peat Soils. World Agro-Forestry Centre Southeast Asia Regional Program and Indonesia Centre For Agricultural Land Resources and Development.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 136 hlm
- Bot, A., Benites, J. 2005. The importance of soil organic matter. Key to drought-resistant soil and sustained food and production. *FAO Soils Buletin 80. Food and Agricukture Organization of the United Nations*. Rome: 71p
- Dwiastuti, S., Maridi, S., & Puspitasari, D. (2016). Bahan Organik Tanah di Lahan Marjinal dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya. Proceeding Biology Education Conference, 13(1), 2528–5742.
- Graham, E.R. 2008. Determination of Soil Organik Mater by Means of a Photoelectric Colorimeter. *Soil Sci.* 65: 181 - 183.
- Gupta, S. R. And V. Malik. 1996. Soil ecology and sustainability. *Journal Tropic Ecology* 37: 43-55.
- Hanafiah, K.A. 2014. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Jakarta: Rajawali Pers. Diakses tanggal 21 Oktober 2020.
- Irfan. M. 2014. Isolasi Dan Enumerasi Bakteri Tanah Gambut Di Perkebunan Kelapa Sawit Pt. Tambang Hijau Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar In: *Jurnal Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Suska Riau*. Vol. 5 No. 1, Agustus 2014 : 1 - 8.
- Juanda, Irfan, Nurdiana. 2011. Pengaruh Metode dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu MOL (Mikro Organisme Lokal). Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Unsyiah,
- Darussalam Banda Aceh. *Jurnal Floratek* 6 : 140 – 143.
- Nasution, N. A. P., Yusnaini, S., & Niswati, A. 2015. Respirasi Tanah pada Sebagian Lokasi di Hutan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS). *Jurnal Agrotek Tropika*, 3(3), 427-433.
- Noor M, Masganti, Agus F. 2014. Pembentukan dan karakteristik gambut tropika Indonesia. In: Agus F, Anda M, Jamil A, Masganti, editors. Lahan gambut Indonesia: pembentukan, karakteristik, dan potensi mendukung ketahanan pangan. Edisi revisi, cetakan II 2016. Bogor (ID): IAARD Press, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. 346 p.
- Nurmegawati, Afrizon, dan D.Sugandi. 2014. Kajian kesuburan tanah perkebunan karet rakyat di Provinsi Bengkulu. *J. Littri Puslitbang Perkebunan*. 20 (1) : 17-26.
- Omar, I.C., I. Ibrahim, dan B. Shalleh. 1996. Mikrobiologi Makanan. Dewan Bahasa dan Pustaka. Kuala Lumpur. 310 hlm
- Purbalisa, W., Zulaehah, I., Paputri, D. M. W., & Wahyuni, S. 2020. Dinamika karbon dan mikroba dalam tanah pada perlakuan biochar kompos plus. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 17(2), 138-143.
- Rajiman. 2020. Pengantar Pemupukan. Yogyakarta (ID): Cv. Budi Utama
- Reijntjes, C., Haverkort B., Ann Waters-Bayer. 1992. Farming for the future: An introduction to low-external input and sustainable agriculture. Macmillan Education.
- Sipahutar, A. H., P. Marbun, dan Fauzi. 2014. Kajian C-Organik, N Dan P Humitropepts pada Ketinggian Tempat yang Berbeda di Kecamatan Lintong Nihuta. *Agroekoteknologi*, 2(4): 1332-1338.

- Susilawati. Mustoyo. E. Budhisurya, R.C.W. Anggono dan B.H. Simanjuntak. 2013. Analisis kesuburan tanah dengan indikator mikroorganisme tanah pada berbagai sistem penggunaan lahan di Plateau Dieng. *Agric.*, 25: 64-72.
- Tonks AJ, Aplin P, Beriro DJ, Cooper H, Evers S, Vane CH, Sjögersten S. 2017. Impacts of conversion of tropical peat swamp forest to oil palm plantation on peat organic chemistry, physical properties and carbon stocks. *Geoderma*. 289:36–45. <https://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.11.018>