

KANDUNGAN FENOL, TANIN, DAN TOTAL KOLONI BAKTERI PENDEGRADASI FENOL PADA LAHAN GAMBUT YANG DIRESTORASI HIDROLOGI

CONTENT OF TOTAL PHENOL, TANNIN, AND PHENOL DEGRADING BACTERIA IN AGRICULTURAL PEATLAND IMPACTED BY HYDROLOGY RESTORATION

Octavia Yesie Andeni ¹⁾, ¹Evi Gusmayanti ^{1,3)}, Gusti Zakaria Anshari ^{2,3)}

¹⁾Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura

²⁾Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura

³⁾Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Tanjungpura

ABSTRACT

Phenolic compounds are one of the organic materials that can inhibit the decomposition process of peat, are toxic to plants, and difficult to degrade. Degradation of phenolic content can be done enzymatically by phenol-degrading bacteria. The purpose of this study was to compare the content of phenol, tannin, and total colonies of phenol-degrading bacteria on mixed agricultural land at upstream and downstream of the canal blocking built through the hydrological restoration program. The research was conducted from September 2022 to January 2023. Soil samples were taken from two transects (upstream and downstream of canal blocking) using a peat drill. The samples were analyzed to measure phenol, tannin, and bacterial content. The results showed insignificant differences in the content of phenol and tannin in peat samples collected from the two transects. The pH, water content, and C-organic content were found in a similar pattern. Total colonies of phenol-degrading bacteria tended to be higher in the transect located upstream compared to the downstream of canal blocking.

Keywords: phenol, phenol-degrading bacteria, tannin.

INTISARI

Senyawa fenolik merupakan salah satu bahan organik yang dapat menghambat proses dekomposisi gambut, bersifat racun bagi tanaman, dan sulit terdegradasi. Degradasi kandungan fenolik dapat dilakukan secara enzimatik oleh bakteri pendegradasi fenol. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan kandungan fenol, tanin, dan total koloni bakteri pendegradasi fenol pada lahan pertanian campuran hulu dan hilir sekat kanal yang dibangun melalui program restorasi hidrologi. Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2022 hingga Januari 2023. Sampel tanah diambil pada dua transek (hulu dan hilir sekat kanal) dengan menggunakan alat bor gambut. Sampel dianalisis untuk mengukur kandungan fenol, tanin, dan bakteri. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang tidak signifikan kandungan fenol dan tanin pada sampel gambut yang dikumpulkan dari kedua transek. PH, kadar air, dan kandungan C-organik ditemukan dalam pola yang sama. Total koloni bakteri pendegradasi fenol cenderung lebih tinggi pada transek yang terletak di bagian hulu dibandingkan di bagian hilir sekat saluran.

Kata kunci: fenol, bakteri pendegradasi fenol, tanin

PENDAHULUAN

Gambut merupakan kumpulan atau timbunan dari bahan organik yang berasal dari pelapukan berbagai macam vegetasi atau makhluk hidup disekitarnya, proses pelapukan pada gambut terjadi dalam waktu yang lama. Tanah gambut di Indonesia memiliki fraksi organik hingga mencapai <95%, dan sisa nya

adalah fraksi anorganik (Stevenson, 1994). Sebagian besar dari fraksi organik tersebut meliputi senyawa lignin, selulosa, hemiselulosa, tannin, resin, suberin, sejumlah kecil protein, dan lilin (Polak et al., 1975).

Pada tanah gambut yang memiliki kandungan senyawa lignin yang tinggi, biasanya pada proses dekomposisi akan

¹ Correspondence author: Evi Gusmayanti. Email: evi.gusmayanti@faperta.untan.ac.id

menghasilkan gugus reaktif karboksil dan fenol yang dapat menghambat aktivitas serta pertumbuhan mikroba (Masni et al., 2020; Supriyanti & Sumardi, 2023). Min et al., (2015) menyebutkan bahwa senyawa fenol termasuk salah sat bahan organik pada tanah gambut yang secara alami berasal dari proses penguraian berbagai material organik dari tumbuhan oleh jamur, bakteri, serta enzim yang dimilikinya.

Sifat lahan gambut yang mudah mengalami kerusakan atau degradasi akibat pengolahan lahan gambut yang kurang tepat menjadi salah satu alasan dilakukannya kegiatan restorasi gambut. Salah satu kegiatan restorasi yang dilakukan yaitu restorasi hidrologi atau pembahasan kembali dengan menggunakan sekat kanal. Tujuannya untuk menjaga muka air di lahan gambut tetap tinggi dan tidak terjadi kekeringan, yang pada akhirnya akan mempengaruhi pada tingkat dekomposisi lahan gambut.

Hubungan kandungan senyawa fenol dengan aktivitas mikroba jauh lebih kompleks dan tidak terjadi linier (Zak et al., 2019). Selain itu aktivitas fenol oksidase dipengaruhi oleh kandungan hara tanah, seperti nitrogen dan fosfat (Chen et al., 2018; Jian et al., 2016; Li et al., 2019) dan suhu tanah (Meng et al., 2020). Menurut Kanerva et al., (2008) produksi senyawa fenol dapat bervariasi pada kelompok tanaman yang berbeda. Sehingga pada lahan pertanian gambut dengan menerapkan sistem budidaya pertanian campuran yang memiliki saluran drainase dengan sekat kanal kemungkinan besar terdapat variasi jumlah senyawa fenol didalamnya. Jumlah senyawa fenol yang bervariasi pada suatu lahan pada akhirnya akan mempengaruhi tingkat dekomposisi gambut (Saraswati et al., 2007; Kanerva et al., 2008).

Penelitian ini memiliki tujuan untuk membandingkan total senyawa fenol, tanin, dan total koloni bakteri pendegradasi fenol pada lahan pertanian campuran sebelum dan setelah sekat kanal. Sehingga informasi tersebut dapat membantu masyarakat dalam menekan aktivitas senyawa fenol di lahan

gambut dan dapat meningkatkan hasil budidaya yang dilakukan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari bulan September 2022 – Januari 2023 di lahan pertanian campuran milik salah satu petani di Desa Limbung, Kecamatan Sungai Raya, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Lahan tersebut berada di sekitar sekat kanal yang dibangun oleh pada tahun 2021 melalui program restorasi gambut. Jenis tanaman yang terdapat di lahan tersebut adalah tanaman sawit, karet, singkong, kemangi, dan semak belukar yang disertai dengan aktivitas budidaya seperti pemupukan, penanaman dan pemanenan.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yakni tanah gambut, Fenol murni, Alkohol, Aquadest, NaCl, methanol, media Mineral Salt Medium ($MgSO_4$, $CaCl_2$, KH_2PO_4 , K_2HPO_4 , NH_4NO_3 , $FeCl_3$, Agar), serta bahan untuk uji fenol dan tanin (Folin Ciocalteu, Folin-Denis, Na_2CO_3).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat dalam pengambilan sampel, yaitu bor gambut, paralon, cutter, meteran, plastik klip, kamera, alat tulis, kertas label, dan plastik wrap. Dan alat yang digunakan dalam proses analisis laboratorium yang meliputi timbangan analitik, cawan petri, tabung reaksi, mikropipet, tip mikropipet, laminar, beaker glass, bunsen, gelas ukur, autoklaf, oven, spektrofotometer Uv-Vis, botol vial, centrifuge, shaker, mortar, aluminium foil, plastik wrap, kapas, tisu, erlenmeyer.

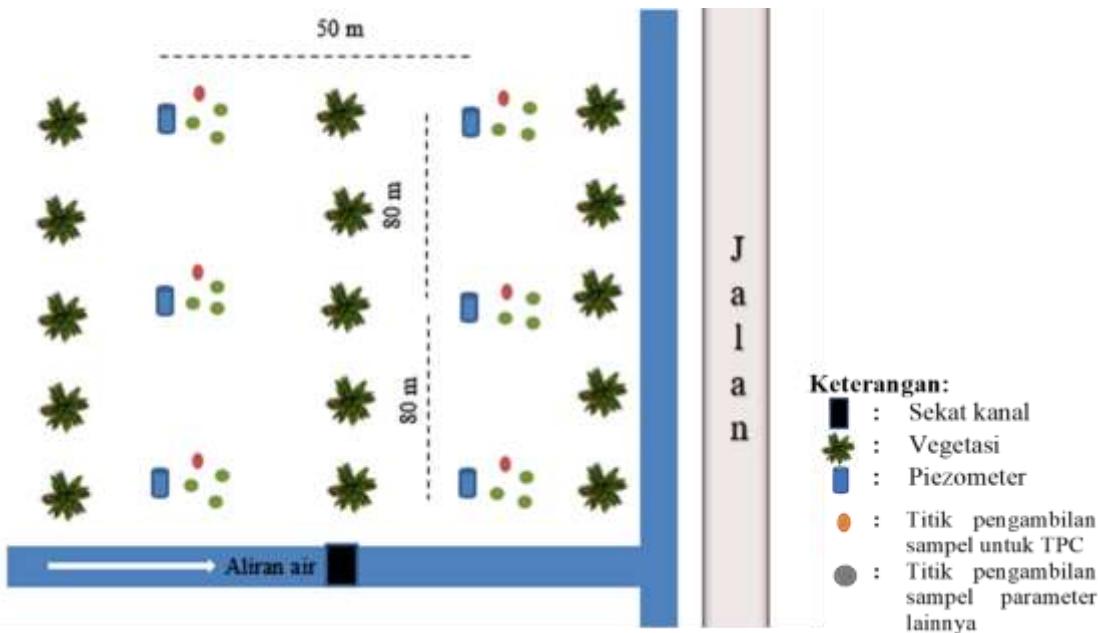
Pelaksanaan Penelitian

Pengambilan sampel

Pengambilan sampel tanah gambut dilakukan pada dua transek, yaitu transek yang berada sebelum sekat kanal dan sesudah sekat kanal (Gambar 1). Pada tiap transek terdapat tiga plot pengambilan sampel yang masing-masing terdiri dari empat titik pengambilan sampel yang salah satunya merupakan sampel

untuk pengukuran koloni mikroba. Jarak antar titik pengambilan sampel adalah 80 m. Total sampel secara keseluruhan sebanyak 6 sampel yang digunakan untuk identifikasi jumlah total koloni bakteri pendegradasi fenol. Kemudian

24 sampel lainnya digunakan untuk proses pengukuran parameter kandungan fenol, tannin, kadar air, pH tanah, kadar air, dan C-organik.



Gambar 1. Denah titik pengambilan sampel

Uji total fenol

Pengujian total fenol diawali dengan proses pembuatan larutan induk kurva asam galat sebanyak 0,01 g yang dilarutkan dengan 10 ml methanol. Konsentrasi yang dibuat dengan larutan induk asam galat adalah 0, 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm. Setelah itu, 0,2 ml dari masing-masing konsentrasi ditambah 1 ml reagen Folin-ciaocalteu 10% dengan Na_2CO_3 , yang kemudian diinkubasi selama 30 menit. Berdasarkan Lim, et al.,(2014), pengukuran total fenol dilakukan dengan mengambil sebanyak 0,2 ml ekstraksi tanah gambut yang telah dimaserasi selama 1 jam ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya ditambahkan reagen Folin-Ciocalteu 10% sebanyak 1 ml dan 3 ml Na_2CO_3 2%, kemudian larutan tersebut diinkubasi selama \pm 30 menit, dan diukur absorbansinya pada Panjang gelombang λ 765 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Uji total tanin

Uji total tanin diawali dengan pembuatan larutan kurva asam tanat sebanyak 0,1 g yang dilarutkan dengan 10 ml methanol. Konsentrasi larutan induk asam tanat yang dibuat yaitu 0, 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm. Larutan induk dibuat dengan konsentrasi 0, 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm. Setelah itu, sebanyak 1 ml dari setiap konsentrasi ditambahkan 0,5 ml reagen Folin-Denis dan larutan Na_2CO_3 15% sebanyak 1 ml dan diinkubasi selama \pm 30 menit. Pengukuran total tanin dilakukan dengan mengambil sebanyak 1 ml dari masing-masing ekstrak sampel yang telah dimaserasi selama 2 jam ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan sebanyak 0,5 ml Folin-Denis, 1 ml larutan Na_2CO_3 15%, dan 7,5 ml aquades. Setelah itu larutan diinkubasi selama \pm 60 menit dan diukur absorbansinya pada Panjang gelombang λ 740 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Lim et al., 2014).

Total Plate Count (TPC) Bakteri Pendegradasi Fenol

Pengukuran Total Plate Count (TPC) bakteri pendegradasi fenol diawali dengan pembuatan media Mineral Salt Medium (MSM) dengan sedikit modifikasi penambahan larutan fenol. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan 1000 ml media MSM ini meliputi 0,2 g MgSo₄, 0,02 g CaCl, 1 g KH₂PO₄, 1 g K₂HPO₄, 1 g NH₄NO₃, 0,05 g FeCl, 18 g serbuk agar, dan 1000 ml aquades. Semua bahan-bahan tersebut disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit menggunakan autoclave, kemudian larutan fenol dimasukkan

ke dalam media pada saat suhu ± 40°C (Sambrook et al., 1989)

Proses isolasi bakteri dilakukan dengan metode pengenceran (dilution method) dan metode cawan sebar (pour plate method) pada suhu 25-27°C selama 5 hari. Tahap awal isolasi dilakukan dengan mengambil sebanyak 1 g tanah gambut dimasukkan kedalam tabung reaksi yang telah berisi larutan fisiologis steril (NaCl 0,85 %). Faktor pengenceran Isolasi mikroba dari sampel tanah gambut dilakukan secara triplo yaitu dengan faktor pengenceran 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴ dan 10⁻⁵. (Sukmawati, et al., 2018).

$$CFU \text{ ml} = \frac{\text{Jumlah koloni}}{\text{Faktor pengenceran}} \times \frac{1}{\text{Faktor pengenceran (10}^{-1}\text{)}}$$

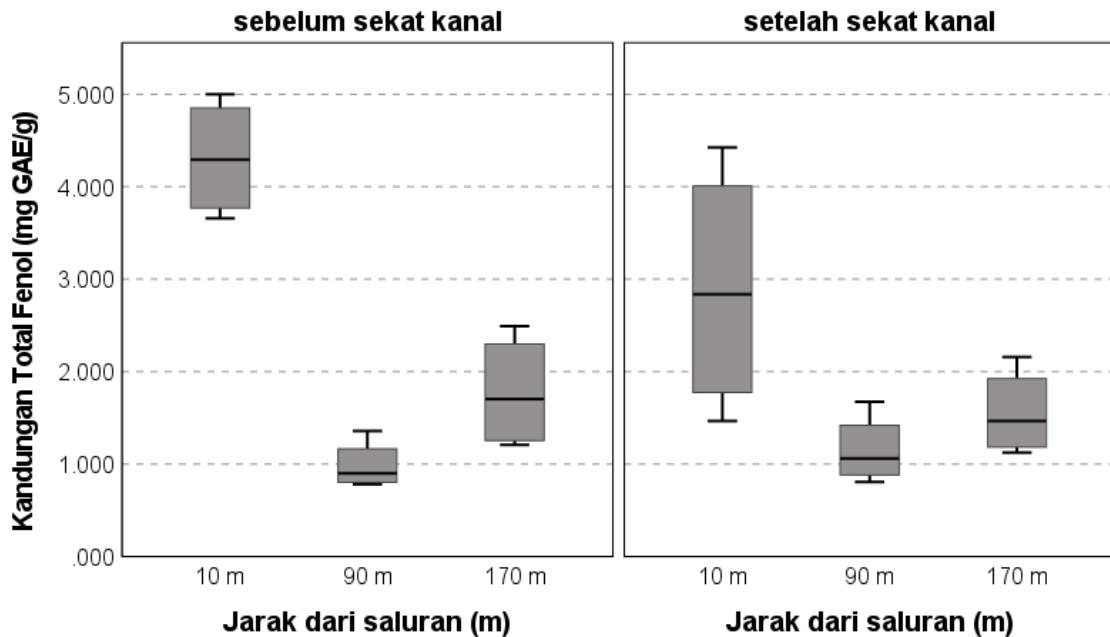
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Total Fenol

Kandungan total fenol yang diperoleh pada sampel tanah gambut di lahan pertanian campuran berkisar dari 0,783 sampai 5,000 mg GAE/g, dengan rata-rata sebesar 2,111 ± 1,342 mg GAE/g. Sebaran kandungan total fenol di tiap titik pengukuran disajikan dalam Gambar 2.

Gambar 2 memperlihatkan kecenderungan kandungan total fenol pada titik pengambilan sampel yang paling dekat dengan kanal lebih tinggi dari titik yang lebih jauh dari kanal, baik pada transek sebelum sekat maupun setelah sekat kanal. Jarak dari saluran terbukti memberikan pengaruh terhadap kandungan total fenol (pvalue < 0,001). Sebaliknya hasil uji t nilai kandungan total fenol dari transek yang berada sebelum dan sesudah sekat kanal menunjukkan perbedaan tidak nyata diantara kedua transek tersebut (pvalue = 0,382).

Hal ini dapat disebabkan oleh adanya aktivitas budidaya yang dilakukan pada lahan penelitian, seperti pemupukan, penanaman, dan pemanenan. Jenis tanaman pada titik pengambilan sampel yang terletak paling dekat dengan saluran kanal adalah tanaman karet dan semak belukar, dimana kedua jenis tanaman tersebut tidak mendapatkan perlakuan aktivitas budidaya yang intensif, sehingga kandungan total fenol semakin tinggi. Kandungan total fenol yang tinggi menyebabkan rendahnya tingkat dekomposisi yang terjadi di lahan penelitian, karena fenol bersifat mengikat aktivitas mikroba didalam tanah yang akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman pada lahan penelitian. Semakin tinggi kandungan fenol pada suatu lahan, semakin besar penghambatan aktivitas mikroba yang terjadi di dalam tanah sehingga proses dekomposisi akan semakin lambat



Gambar 2. Sebaran kandungan total fenol pada setiap titik pengukuran

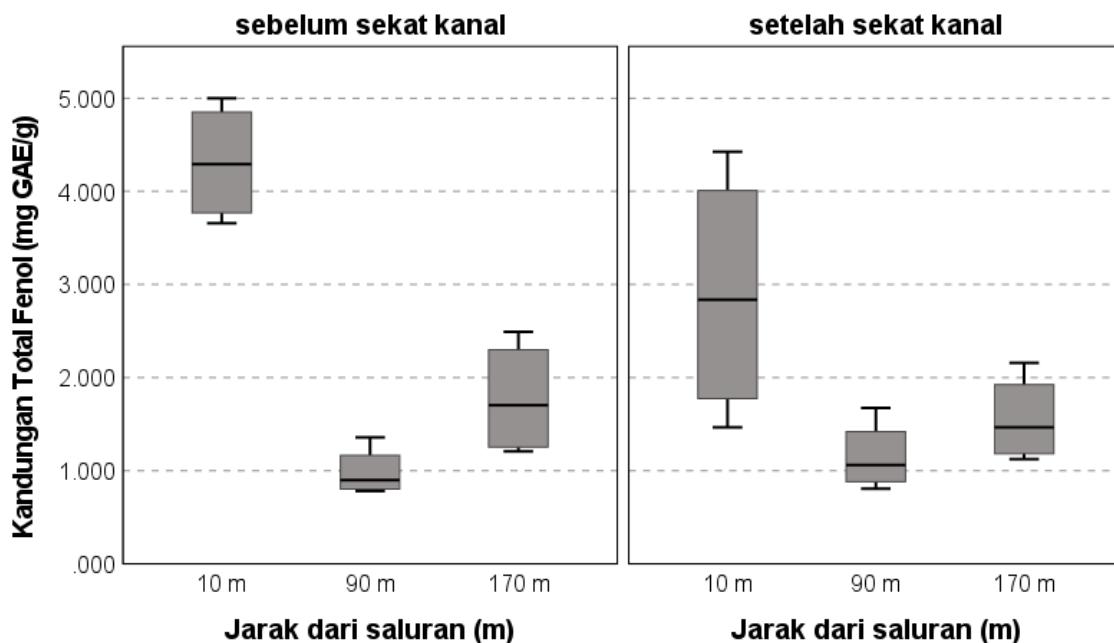
Kandungan Tannin

Kandungan total tannin pada sampel tanah gambut di lahan pertanian campuran menunjukkan hasil yang berkisar dari 0,353 hingga 3,018 mg GAE/g, dengan rata-rata sebesar $1,080 \pm 0,849$ mg GAE/g. Sebaran kandungan total tannin pada tiap titik pengukuran disajikan dalam Gambar 3.

Hasil yang disajikan pada Gambar 3 menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh tidak berbeda jauh dengan kandungan total fenol, dimana jarak dari titik ke saluran terbukti memberikan pengaruh terhadap kandungan tannin ($pvalue < 0,001$). Semakin dekat titik pengambilan sampel dengan saluran kanal, semakin tinggi pula kandungan tannin yang

diperoleh. Namun hasil uji t menunjukkan hasil yang sebaliknya, nilai kandungan tannin pada transek sebelum dan sesudah sekat kanal menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata antara kedua transek tersebut ($pvalue > 0,05$).

Pengolahan lahan yang terjadi akibat aktivitas budidaya yang dilakukan akan mempengaruhi sifat fisik dan kimia lahan gambut yang secara langsung berpengaruh pada aktivitas senyawa fenolik didalam tanah. Penghambatan senyawa fenolik (fenol dan tanin) dalam hasil penelitian ini terbukti lebih terpengaruhi oleh aktivitas budidaya dan keberadaan total koloni bakteri pendegradasi fenol daripada drainase dalam jangka panjang.



Gambar 3. Sebaran kandungan total tannin pada setiap titik pengukuran

Total Koloni Bakteri Pendegradasi Fenol

Isolasi Total Plate Count (TPC) bakteri pendegradasi fenol yang digunakan yaitu pada TPC pengenceran kedua (10^{-2}) yang dipilih dan dihitung berdasarkan ketentuan cawan petri yang mengandung koloni antara 25-250. Hasil analisis rerata total koloni bakteri fenol ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 memperlihatkan total koloni bakteri fenol yang lebih tinggi diperoleh pada lahan sebelum sekat kanal. Diketahui pada lahan sebelum sekat terdapat jenis tanaman yang memperoleh kтивitas budidaya lebih banyak dibandingkan pada lahan setelah sekat. Sehingga keberadaan total koloni bakteri akan

semakin banyak, karena sumber makanan bakteri semakin banyak tersedia di lahan tersebut.

Hal ini juga berkaitan dengan kandungan total fenol dan tanin yang memperlihatkan hasil bahwa semakin dekat jarak sekat kanal terhadap titik pengukuran terbukti semakin tinggi pula kandungan fenol dan tannin. Bakteri pendegradasi fenol menggunakan senyawa fenolik sebagai sumber energi untuk melakukan aktivitas pertumbuhannya, sehingga semakin banyak keberadaan total koloni bakteri, maka kandungan fenol pada suatu lahan akan semakin sedikit.

Tabel 1. Total TPC Bakteri Pendegradasi Fenol di Lahan Sebelum dan Setelah Sekat Kanal pada Media MSM

Plot	Total Plate Count (Cfu/g)			
	Titik 1	Titik 3	Titik 5	Rerata
Sebelum Sekat	12.5×10^3	8.4×10^3	7.7×10^3	9.5×10^3
Setelah Sekat	5.8×10^3	6.6×10^3	4.7×10^3	5.7×10^3

Keterangan: Cfu: Colony Forming Unit

SIMPULAN

Kandungan total fenol dan tannin pada lahan pertanian campuran sebelum dan setelah sekat tidak ditemukan perbedaan yang signifikan. Namun jarak pengukuran terhadap saluran sekat kanal terbukti memberikan pengaruh terhadap kandungan total fenol dan tannin. Dan total koloni bakteri pendegradasi fenol cenderung lebih tinggi pada lahan sebelum sekat daripada lahan setelah sekat dengan rata-rata jumlah koloni $9,5 \times 10^3$ Cfug/g.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Tanjungpura yang telah mendanai penelitian melalui Dana DIPA UNTAN Tahun Anggaran 2022 Sesuai Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Nomor 2784/UN22.3/PT.01.03/2022 Tanggal 6 April 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, J., Luo, Y., Van Groenigen, K. J., Hungate, B. A., Cao, J., Zhou, X., & Wang, R. Wu. 2018. A keystone microbial enzyme for nitrogen control of soil carbon storage. *Science Advances*, 4(8), 2–8. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaq1689>
- Jian, S., Li, J., Chen, J., Wang, G., Mayes, M. A., Dzantor, K. E., Hui, D., & Luo, Y. 2016. Soil extracellular enzyme activities, soil carbon and nitrogen storage under nitrogen fertilization: A meta-analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 101, 32–43. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.07.003>
- Kanerva S, Kitunen V, Loponen J, Smolander A. 2008. Phenolic compounds and terpenes in soil organic horizon layers under silver birch, Norway spruce and scots pine. *Biol Fertil Soils*. 44:547–556.
- Li, T., Bu, Z., Liu, W., Zhang, M., Peng, C., Zhu, Q., Shi, S., & Wang, M. 2019. Weakening of the ‘enzymatic latch’ mechanism following long-term fertilization in a minerotrophic peatland. *Soil Biology and Biochemistry*, 136(July), 107528. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2019.107528>
- Lim, T.Y., Lim, Y.Y., and Yule, C.M. 2014. Bioactivity of leaves of Macaranga species in tropical peat swamp and non-peat swamp environments. *J.Trop. Forest Sci.* 26, 134–141.
- Masni, T. E., Linda, T. M., dan Fibriarti, B. L. 2020. Studi Pertumbuhan dan Degradasi Fenol oleh Kultur Tunggal Aksinomisetae dari Tanah Gambut. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 13(1), 95-104.
- Meng, C., Tian, D., Zeng, H., Li, Z., Chen, H. Y. H., & Niu, S. 2020. Global meta-analysis on the responses of soil extracellular enzyme activities to warming. *Science of the Total Environment* 705: 135992. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135992>
- Min K, Freeman C, Kang H, S.U. Choi. 2015. The regulation by phenolic compounds of soil organic matter dynamics under a changing environment. *Bio Med Res* 2015:1-11
- Polak, B. 1975. Character and occurrence of peat deposits in the Malaysian tropics. In G.J. Barstra, and W.A. Casparie (Eds.). *Modern Quaternary Research in Southeast Asia*. Balkema, Rotterdam.
- Saraswati, R., Husen, E., Simanungkalit R.D.M. 2007. Pengambilan Contoh Tanah untuk Analisis Mikroba. In: *Metode Analisis Biologi Tanah*. Balitbang, Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Stevenson, F. J. 1994. *Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reaction*. New

- York: A Wiley Internscience and Sons.
496 pp.
- Supriyanti, A. & Sumardi. 2023. Review :
Mikroba Pendegradasi Lignoselulosa
Dari Tanah Gambut. *Jurnal Pertanian
Agros* 25(3): 2928-2941
- Zak, D., Roth, C., Unger, V., Goldhammer, T.,
Fenner, N., Freeman, C., & Jurasic, G.
- (2019). Unraveling the Importance of
Polyphenols for Microbial Carbon
Mineralization in Rewetted Riparian
Peatlands. *Frontiers in Environmental
Science*, 7(October), 1–14.
<https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00147>