



# ANALISIS SPEKTROSKOPI DAN DINAMIKA KARBON ORGANIK TERLARUT PADA LAHAN GAMBUT PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

AHMAD IMTAZ SUMBARI



PROGRAM STUDI ILMU TANAH  
SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2021

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



*@Hak cipta milik IPB University*

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Analisis Spektroskopi dan Dinamika Karbon Organik Terlarut pada Lahan Gambut Perkebunan Kelapa Sawit” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2021

Ahmad Imtaz Sumbari  
A151170141

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## RINGKASAN

AHMAD IMTAZ SUMBARI. Analisis Spektroskopi dan Dinamika Karbon Organik Terlarut pada Lahan Gambut Perkebunan Kelapa Sawit. Dibimbing oleh UNTUNG SUDADI dan BUDI NUGROHO.

Implikasi pemanfaatan lahan gambut untuk perkebunan kelapa sawit, yang diawali dengan pembuatan saluran drainase untuk mengatur tinggi muka air tanah, antara lain adalah pelepasan karbon organik terlarut atau *dissolved organic carbon* (DOC) ke perairan. Oleh karena itu, analisis secara rutin kadar DOC yang dilepaskan sistem lahan gambut terdrainase perlu dilakukan sebagai bagian dari upaya pemantauan dan pengelolaan lingkungan. Analisis DOC pada umumnya menggunakan metode pembakaran suhu tinggi yang membutuhkan alat dan biaya mahal. Metoda alternatif yang lebih cepat dan murah, dengan cara memvalidasi signifikansi korelasi dan persamaan regresi linier sederhana antara absorban contoh air tanah dan air saluran lahan gambut perkebunan kelapa sawit hasil pengukuran spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 254, 270, dan 350 nm terhadap kadar DOC hasil pengukuran TOC-Analyzer sebagai referensi, telah diuji-coba. Penelitian ini bertujuan menetapkan dan memvalidasi panjang gelombang spektrofotometer UV-Vis yang paling sesuai untuk menduga kadar DOC dan mengevaluasi dinamikanya pada lahan gambut perkebunan kelapa sawit di Riau.

Penelitian ini dilaksanakan pada Maret hingga Agustus 2019. Pengambilan contoh air tanah dan air saluran dilakukan pada lahan perkebunan kelapa sawit PT Kimia Tirta Utama di Kabupaten Siak, Riau. Analisis kadar DOC dilakukan terhadap 13 contoh air tanah dan 13 contoh air saluran lolos saringan *milipore* 0,45  $\mu\text{m}$ . Contoh air tanah diambil dari *dipwell*, sedangkan contoh air saluran dari *outlet* saluran drainase di blok-blok pertanaman kelapa sawit dengan umur <10 tahun (Blok D8 dan D9), 10-15 tahun (D1, D4, dan D6), dan >15 tahun (D10, D15, dan D16) pada April dan Juli 2019. Analisis DOC menggunakan spektrofotometer UV-Vis dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB. Analisis kadar DOC referensi menggunakan TOC-Analyzer dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, Banjar Baru, Kalimantan Selatan.

Signifikansi perbedaan nilai absorban pada ketiga panjang gelombang yang diujikan didasarkan atas hasil analisis ragam dan uji lanjut DMRT. Panjang gelombang spektrofotometer UV-Vis yang paling sesuai untuk menduga kadar DOC ditetapkan dan divalidasi berdasarkan nilai koefisien korelasi hasil analisis regresi linier hubungan antara absorban sebagai X dan kadar DOC referensi sebagai Y menurut persamaan  $Y = aX + b$ . Dengan memasukkan data absorban ke dalam persamaan diperoleh kadar DOC dugaan. Data kadar DOC dugaan air tanah dan air saluran di 8 titik pengamatan (D8, D9, D1, D4, D6, D10, D15, dan D16) disajikan secara grafis dan diuji signifikansi perbedaannya berdasarkan hasil analisis ragam dan DMRT sebagai dasar evaluasi dinamika spasialnya selama periode penelitian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar DOC dugaan pada panjang gelombang 254, 270 dan 350 nm lebih tinggi pada air tanah dibandingkan air saluran. Rerata absorban pada panjang gelombang 254 nm lebih tinggi dari pada 270 dan 350 nm. Absorban pada panjang gelombang 254, 270, dan 350 nm berkorelasi positif sangat nyata dengan kadar DOC referensi dengan nilai koefisien

korelasi  $>0,95$ . Berdasarkan hasil uji normalitas Shapiro-Wilk, kadar DOC dugaan pada panjang gelombang 270 dan 350 nm menyebar normal dengan nilai statistik 0,951 (nilai  $p = 0,012$ , nyata pada  $\alpha 5\%$ ) dan 0,948 (nilai  $p = 0,024$ , nyata pada  $\alpha 5\%$ ), sedangkan pada panjang gelombang 254 nm menyebar tidak normal. Berdasarkan nilai koefisien korelasi dan nilai uji normalitas, panjang gelombang spektrofotometer UV-Vis 350 nm menghasilkan rentang nilai absorban yang paling sesuai untuk meduga kadar DOC air tanah dan air saluran di area penelitian.

Kadar DOC dugaan air tanah lebih tinggi lebih dari dua kali lipat daripada air saluran, masing-masing dengan rerata  $35,67 \pm 8,40$  dan  $16,26 \pm 4,15 \text{ mg L}^{-1}$ . Berdasarkan perbedaan yang nyata antar titik pengamatan yang mewakili blok pertanaman dengan rentang umur kelapa sawit berbeda, dinamika spasial kadar DOC teramati di areal penelitian ini. Pada titik pengamatan D1 dan D4 yang mewakili blok pertanaman kelapa sawit dengan umur 10-15 tahun terukur kadar DOC air tanah tertinggi dengan rerata  $53,10 \pm 7,30$  dan  $41,02 \pm 3,32 \text{ mg L}^{-1}$ . Pada titik pengamatan D8 dan D9 yang mewakili blok pertanaman kelapa sawit dengan umur  $<10$  tahun terukur kadar DOC air saluran tertinggi dengan rerata  $21,54 \pm 5,67$  dan  $24,64 \pm 2,28 \text{ mg L}^{-1}$ . Fluks DOC di area penelitian tergolong rendah dengan rentang  $0,66-1,15 \text{ g C m}^{-2}$  per bulan dan rerata  $0,85 \text{ g C m}^{-2}$  per bulan.

*Kata kunci: absorban, fluks DOC, panjang gelombang, spektrofotometer UV-Vis, TOC-Analyzer.*



## SUMMARY

AHMAD IMTAZ SUMBARI. Spectroscopic analysis and dynamics of dissolved organic carbon in an oil-palm plantation peatland. Supervised by UNTUNG SUDADI and BUDI NUGROHO.

Implication of the utilization of peatlands for oil palm plantation, which started with the construction of drainage canals to manage ground water level, among others are the release of dissolved organic carbon (DOC) to the waters. Therefore, a routine analysis on DOC concentration released from drained peatland systems needs to be done as a part of the environmental monitoring and management efforts. DOC analysis is usually carried out by applying high temperature combustion method that requires expensive laboratory materials and instruments. An experiment to test the reliability of an alternative faster and low-cost method, by validating absorbances of ground water and canal water samples of an oil-palm plantation peatland resulted from UV-Vis spectrophotometer determination at wavelengths of 254, 270, and 350 nm against the reference concentration of DOC that resulted from using TOC-analyzer, has been conducted. This research was aimed to determine and validate the most suitable UV-Vis spectrophotometer wavelength for estimating DOC concentration and evaluate its dynamics in an oil-palm plantation peatland in Riau.

This research was conducted from March to August 2019. The ground and canal water samples were collected from the oil-palm plantation peatland area of PT Kimia Tirta Utama in Siak Regency, Riau. DOC analyses were carried out on 13 ground water and 13 canal water samples that passed through milipore 0,45  $\mu\text{m}$  filter. Ground water samples were collected from dipwells, while for canal water samples were from outlets of drainage canals in oil-palm cultivation blocks with plant ages of <10 years (block D8 and D9), 10-15 years (D1, D4, and D6), and >15 years (D10, D15, and D16) on April dan July 2019. DOC analysis using UV-Vis spectrophotometer was carried out at laboratory of the Soil Chemistry and Fertility Division, Department of Soil Science and Land Resources, Faculty of Agriculture, IPB University. DOC reference concentration were determined using TOC-analyzer at laboratory of the Swampland Agriculture Research Institute, Banjar Baru, South Kalimantan.

Significance of the difference in absorbance values among the three wavelengths tested was based on the results of analysis of variance and DMRT. The most suitable UV-Vis spectrophotometer wavelength for predicting DOC concentration was determined based on the correlation coefficient values resulted from linear regression analysis between absorbances as X and DOC reference concentrations as Y according to equation  $Y = aX + b$ . By incorporating absorbance data into the resulted equation, it was derived predicted DOC concentration. Data of DOC predicted concentration of the ground and canal water at the 8 observation points (D8, D9, D1, D4, D6, D10, D15, and D16) were depicted graphically and its difference significance were tested based on the results of analysis of variance and DMRT to evaluate its spatial dynamics during the research period.

The results showed that the predicted DOC concentrations at wavelengths 254, 270, and 350 nm in ground water were higher than in canal water. The average absorbance at wavelength 254 nm was higher than at 270 and 350 nm. The



absorbances at wavelengths 254, 270, and 350 nm were positively and very significantly correlated with the predicted DOC concentrations with correlation coefficients of  $>0.95$ . Based on the the results of Shapiro-Wilk normality test, the predicted DOC concentration at wavelengths 270 and 350 nm were normally distributed with statistical values of 0.951 (p-value = 0.012; significant at  $\alpha$  5%) and 0.948 (p-value = 0.024; significant at  $\alpha$  5%), while at 254 nm wavelength were not normally distributed. Based on the correlation coefficient and normality values, the UV-Vis spectrophotometer wavelength at 350 nm performed the most suitable range of absorbance values for predicting DOC concentration at the research area.

DOC concentration in ground water were more than twice than in canal water, with average of  $35.67 \pm 8.40$  and  $16.26 \pm 4.15$  mg L<sup>-1</sup>. Based on significant differences in DOC concentrations among observation points representing oil-palm cultivation blocks with different range of plant age, spatial dynamics in DOC concentration were observed in the research area. The highest DOC concentration in ground water was measured at observation points D1 and D4 representing oil-palm cultivation blocks of 10-15 years old plant with average of  $53.10 \pm 7.30$  and  $41.02 \pm 3.32$  mg L<sup>-1</sup>. The highest DOC concentration in canal water was measured at observation points D8 and D9 representing oil-palm cultivation blocks of <10 years old plant with average of  $21.54 \pm 5.67$  and  $24.64 \pm 2.28$  mg L<sup>-1</sup>. The DOC flux in the research area was categorized as low with a range of 0.66-1.15 g C m<sup>-2</sup> month<sup>-1</sup> and average of 0.85 g C m<sup>-2</sup> month<sup>-1</sup>.

*Keywords: Absorbance, DOC flux, TOC-Analyzer, UV-Vis spectrophotometer, wavelength.*





## © Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2021 Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





# **ANALISIS SPEKTROSKOPI DAN DINAMIKA KARBON ORGANIK TERLARUT PADA LAHAN GAMBUT PERKEBUNAN KELAPA SAWIT**

**AHMAD IMTAZ SUMBARI**

Tesis  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Sains  
Pada  
Program Studi Ilmu Tanah

**PROGRAM STUDI ILMU TANAH  
SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2021**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

IPB University  
Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tesis:  
Dr. Ir Heru Bagus Pulunggono, MAgrSc



Judul Tesis : Analisis Spektroskopi dan Dinamika Karbon Organik Tarlarut  
pada Lahan Gambut Perkebunan Kelapa Sawit

Nama : Ahmad Imtaz Sumbari

NIM : A151170141

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Dr Ir Untung Sudadi, MSc



Pembimbing 2:  
Dr Ir Budi Nugroho, MSI



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:  
Dr Ir Iskandar  
NIP 19611001 198703 1 002



Dekan Sekolah Pascasarjana  
Prof. Dr Ir Anas Miftah Fauzi, MEng  
NIP 19600419 198503 1002



Tanggal Ujian: 21 Juli 2021

Tanggal Lulus:



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tesis ini berhasil diselesaikan. Tema tesis yang penelitian lapangnya dilaksanakan pada Maret hingga Agustus 2019 ini ialah analisis dan dinamika karbon organik terlarut pada lahan gambut, dengan judul "Analisis Spektroskopi dan Dinamika Karbon Organik Terlarut pada Lahan Gambut Perkebunan Kelapa Sawit".

Terima kasih penulis ucapkan kepada Dr Ir Untung Sudadi, MSc selaku ketua komisi pembimbing dan Dr Ir Budi Nugroho, MSi selaku anggota komisi pembimbing atas arahan dan saran dalam penyusunan proposal hingga penyelesaian tesis ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Ketua Program Studi Ilmu Tanah, Dr Ir Iskandar; moderator seminar, Prof Dr Ir Made Astawan, MS; dan penguji luar komisi pembimbing, Dr Ir Heru Bagus Pulunggono, MAgrSc. Selain itu, terimakasih penulis sampaikan kepada Badan Pengelola Dana Kelapa Sawit (BPDKS) yang telah membiayai penelitian ini dan manajemen PT Kimia Tirta Utama yang telah memberikan izin untuk pengambilan contoh penelitian dan pengumpulan data lapang. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2021

*Ahmad Imtaz Sumbari*



## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Penggunaan Lahan Gambut di Indonesia	3
2.2 Karbon Organik Terlarut	4
2.2 Analisis DOC Menggunakan Spektrofotometer	6
III METODA	7
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Kerja	7
3.4 Analisis Data	8
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	10
4.1 Curah Hujan dan Tinggi Muka Air Tanah	10
4.2 Kadar DOC Referensi dan Absorban pada 254, 270 dan 350 nm	11
4.3 Dinamika Kadar DOC pada Air Tanah	13
4.4 Dinamika Kadar DOC pada Air Saluran	14
4.5 Fluks DOC dari Lahan Gambut Perkebunan Kelapa Sawit	15
V SIMPULAN DAN SARAN	17
5.1 Simpulan	17
5.2 Saran	17
DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN	23
RIWAYAT HIDUP	25

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## DAFTAR TABEL

1	Luas area perkebunan kelapa sawit di wilayah Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi dan Maluku & Papua	3
2	Panjang gelombang yang digunakan untuk pengukuran kadar DOC menggunakan spektrofotometer	6
3	Tinggi muka air tanah di area penelitian	10
4	Model regresi linier antara kadar DOC referensi dan absorban spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 254, 270, dan 350 nm	11
5	Kadar DOC air tanah Maret-Agustus 2019	13
6	Kadar DOC air saluran Maret-Agustus 2019	14
7	Fluks DOC dari perkebunan kelapa sawit pada lahan gambut	15

## DAFTAR GAMBAR

1	Lokasi pengambilan contoh air tanah dan air saluran	8
2	Curah hujan dan rerata tinggi muka air tanah selama periode penelitian Maret-Agustus 2019	10
3	Hubungan absorban pada panjang gelombang 254 nm (a), 270 nm (b), dan 350 nm (c) dengan kadar DOC referensi, serta sebaran kadar DOC referensi dan kadar DOC dugaan berdasarkan absorban pada panjang gelombang 254 (d), 270 (e) dan 350 nm (f)	12
4	Rerata kadar DOC pada air tanah dan air saluran	13

## DAFTAR LAMPIRAN

1	Data curah hujan di lokasi penelitian	24
2	Dokumentasi	24