



- 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.

KARAKTERISTIK HIDROLOGI RESTORASI GAMBUT HUTAN TANAMAN AKASIA

ANDRIA HARFANI QALBI



**PROGRAM STUDI ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA*

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi berjudul Karakteristik Hidrologi Restorasi Gambut Hutan Tanaman Akasia adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi 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 disertasi ini.

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

Bogor, Agustus 2026

Andria Harfani Qalbi
NIM A1601211005

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

ANDRIA HARFANI QALBI. Karakteristik Hidrologi Restorasi Gambut Hutan Tanaman Akasia. Dibimbing oleh SURIA DARMA TARIGAN, BABA BARUS, dan UNTUNG SUDADI.

Lahan gambut tropika Indonesia merupakan salah satu ekosistem terpenting di dunia. Ekosistem ini menyimpan cadangan karbon organik dalam jumlah sangat besar, mengatur tata air, serta mendukung kestabilan iklim global. Indonesia memiliki sekitar 13,4 juta hektar lahan gambut yang tersebar di Sumatera, Kalimantan, dan Papua. Namun, tekanan antropogenik berupa konversi lahan untuk Hutan Tanaman Industri (HTI) Akasia, pembangunan kanal drainase, pembakaran lahan, dan pemanenan intensif telah menyebabkan sekitar 6,66 juta hektar lahan gambut mengalami degradasi, terutama pada gambut dalam yang menyimpan cadangan karbon yang jauh lebih besar dibandingkan gambut dangkal sehingga kerusakannya berdampak jauh lebih berat terhadap iklim global. Kebakaran gambut tahun 2015 yang melanda sekitar 869.754 hektar lahan gambut di Indonesia, khususnya di Sumatera Selatan, menjadi titik kritis yang mendorong upaya restorasi gambut secara masif melalui pendekatan *rewetting*, revegetasi, dan revitalisasi (3R).

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengkaji dinamika kadar air tanah dan muka air tanah pada beberapa kondisi lahan gambut HTI Akasia pada musim hujan dan musim kemarau; (2) mengkaji pengaruh kanal, sekat kanal, elevasi, serta variasi musim terhadap muka air tanah; (3) mengkaji pengaruh restorasi alami jangka pendek (2016–2022) terhadap muka air tanah (4) merumuskan model restorasi yang tepat pada beberapa kondisi lahan gambut HTI Akasia. Penelitian dilaksanakan di kawasan HTI Akasia yang telah dipensiunkan dan ditetapkan sebagai kawasan konservasi di Kecamatan Banyuasin II, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan, pada bulan Agustus 2022 hingga September 2023.

Penelitian dilakukan pada empat kondisi lahan: (1) lahan bekas terbakar tahun 2015 dengan keparahan sedang-tinggi yang dipensiunkan hingga 2022 (BAR, seluas 297,47 ha); (2) lahan bekas panen Akasia tahun 2016 yang dipensiunkan hingga 2022 (HV, seluas 1.051,77 ha); (3) hutan tanaman Akasia umur 10 tahun yang ditanam tahun 2013 dan dipensiunkan sejak 2016 (UHV, seluas 863,25 ha); serta (4) Hutan gambut alami sebagai kontrol (FRS, seluas 657,37 ha). Parameter yang diukur meliputi kadar air tanah gravimetrik, muka air tanah (MAT), *bulk density* (BD), *soil porosity* (SP), *water-filled pore space* (WFPS), konduktivitas hidraulik jenuh (K_s), tingkat dekomposisi gambut (DR), serta kerapatan vegetasi melalui analisis NDVI berbasis citra satelit PlanetScope tahun 2016, 2019, dan 2022. Pemodelan hidrologi dilakukan menggunakan Visual MODFLOW Flex 10.0 dengan 12 skenario simulasi untuk mengkaji pengaruh posisi kanal, sekat kanal, musim, dan intervensi terhadap MAT gambut. Analisis statistik menggunakan ANOVA satu arah dengan uji lanjut DMRT pada taraf nyata 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sejarah *disturbance* (gangguan) pada lahan gambut secara nyata mempengaruhi sifat fisik tanah dan kondisi hidrologisnya. Lahan BAR memiliki nilai BD tertinggi ($0,20 \text{ g/cm}^3$), nilai SP dan WFPS terendah (87,11% dan 61,73%), serta kadar air gravimetrik paling rendah dan posisi MAT paling dalam, terutama pada musim kemarau yang mencapai lebih

dari -80 cm. Lahan HV menunjukkan kondisi fisik dan hidrologis yang secara statistik tidak berbeda nyata dengan BAR, mengindikasikan bahwa dampak pemanenan hutan tanaman Akasia terhadap kapasitas hidrologis gambut tidak berbeda nyata dengan dampak kebakaran berkeparahan sedang-tinggi. Sebaliknya, lahan UHV menunjukkan sifat fisik dan hidrologis yang tidak berbeda nyata dengan FRS, dengan nilai BD ($0,13 \text{ g/cm}^3$), SP (90,93%), WFPS (74,41%), K_s (4,97 m/hari), dan MAT (-20,0 cm) yang mendekati kondisi hutan alami (-19,5 cm). Temuan ini membuktikan bahwa penghentian aktivitas pengelolaan intensif tanpa pemanenan selama enam tahun (2016–2022) mampu memicu pemulihan alami fungsi fisik dan hidrologis gambut secara efektif.

Dinamika kadar air tanah dan MAT pada seluruh tipe lahan mengikuti pola musiman curah hujan dan evapotranspirasi. Pada musim hujan (Februari), perbedaan MAT antar kondisi lahan tidak nyata secara statistik. Namun pada musim kemarau (September), perbedaan antar lahan menjadi nyata, dengan BAR menunjukkan penurunan paling signifikan. Analisis NDVI multitemporal membuktikan terjadinya revegetasi alami yang signifikan di seluruh kondisi lahan antara 2016 dan 2022; pada tahun 2019 nilai NDVI seluruh lokasi telah melampaui 0,4 (kategori kerapatan tinggi), dan pada 2022 mendekati kerapatan hutan alami. Kemunculan kantong semar (*Nepenthes* sp.) pada lahan UHV menjadi indikator ekologis pemulihan kualitas habitat gambut.

Hasil pemodelan hidrologi menggunakan Visual MODFLOW Flex 10.0 dengan nilai NSE = 0,838 (kategori sangat baik) menunjukkan bahwa posisi kanal berpengaruh nyata terhadap MAT gambut. Kanal pada elevasi rendah (K2) menghasilkan MAT paling dalam (-113,8 cm), sementara kanal pada elevasi tinggi (K1) menghasilkan MAT -90,4 cm, dan kondisi tanpa kanal pada musim kemarau menghasilkan MAT -69,9 cm. Penempatan sekat kanal pada berbagai posisi elevasi (SK1, SK2, SK3) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap MAT rata-rata pada kondisi musim kemarau dengan tekanan evapotranspirasi tinggi ($ET_o = 4,8 \text{ mm/hari}$). Musim merupakan faktor paling dominan dalam menentukan posisi MAT gambut: kondisi musim hujan tanpa kanal menghasilkan MAT paling dangkal (-9,5 cm), sementara musim kemarau dengan kanal elevasi rendah menghasilkan MAT terdalam. Penambahan curah hujan 3 mm/hari diantara tiga intervensi yang diuji mampu menghasilkan peningkatan MAT terbesar (+52,2 cm), jauh lebih efektif daripada manipulasi muka air kanal secara mekanis (+4,8 dan +8,6 cm), hal ini menegaskan pentingnya revegetasi dan pemulihan kanopi sebagai komponen restorasi yang sinergis. Berdasarkan seluruh temuan tersebut, model restorasi yang direkomendasikan adalah restorasi alami dengan pemensiunan lahan tanpa pemanenan tanaman Akasia, pada lahan bekas terbakar dan bekas panen perlu dilakukan *rewetting* melalui optimasi sistem sekat kanal dengan meminimalkan kanal pada elevasi rendah, dan revegetasi pada lahan gambut.

Penelitian ini memberikan bukti empiris mengenai efektivitas restorasi alami jangka pendek pada gambut tropika bekas HTI Akasia, sekaligus menegaskan bahwa pemanfaatan pemodelan hidrologi merupakan alat penting dalam perencanaan dan evaluasi restorasi gambut yang terukur, efektif, dan berkelanjutan.

Kata kunci: Gambut tropika, hidrologi gambut dalam, Akasia, muka air tanah, MODFLOW, restorasi alami.

Judul Disertasi: Karakteristik Hidrologi Restorasi Gambut Hutan Tanaman Akasia

Nama : Andria Harfani Qalbi

NIM : A1601211005

Disetujui oleh:

Pembimbing 1:

Prof. Dr Ir Suria Darma Tarigan, M.Sc.



Pembimbing 2:

Prof. Dr Ir Baba Barus, M.Sc.



Pembimbing 3:

Dr Ir Untung Sudadi, M.Sc.

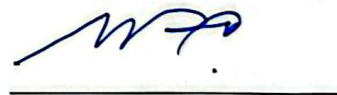


Diketahui oleh:

Ketua Program Studi:

Prof. Dr Ir Arief Hartono, M.Sc.Agr

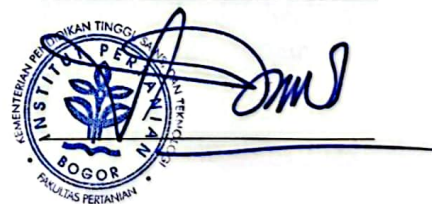
NIP 196806281993031012



Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr Ir Suryo Wiyono, M.Sc.Agr

NIP 196902121992031003




Tanggal Ujian: 08 Juli 2026

Tanggal Lulus: 04 AUG 2026



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. atas segala limpahan rahmat, taufik, hidayah, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan disertasi yang berjudul "Karakteristik Hidrologi Restorasi Gambut Hutan Tanaman Akasia". Disertasi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor pada Program Studi Ilmu Tanah.

Penyusunan disertasi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, doa, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Ir. Suria Darma Tarigan, M.Sc., Prof. Dr. Ir. Baba Barus, M.Sc., dan Dr. Ir. Untung Sudadi, M.Sc. selaku komisi pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, bimbingan, masukan, serta motivasi kepada penulis sejak penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian, hingga penyelesaian disertasi ini.

Ucapan terima kasih yang tulus juga penulis sampaikan kepada istri tercinta, Ayu, yang senantiasa mendampingi dengan penuh kesabaran, pengertian, kasih sayang, doa, dan pengorbanan selama penulis menempuh pendidikan doktor. Terima kasih kepada buah hati tercinta, Faaz dan Nayira, yang menjadi sumber kebahagiaan, semangat, dan motivasi bagi penulis untuk terus berjuang menyelesaikan studi ini. Penulis juga menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua, mertua, serta seluruh keluarga besar atas doa, kasih sayang, dukungan moral, dan pengorbanan yang tidak pernah putus sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan ini dengan baik.

Penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada Feni Bang Suhadi serta rekan-rekan mahasiswa Program Doktor Ilmu Tanah Angkatan 2021 (Mas Adhy, Mas Waluyo, Mas Yus, dan Mba Desi) atas kebersamaan, dukungan, semangat, dan bantuan selama proses penelitian dan penyelesaian studi doktor. Terima kasih juga kepada seluruh sahabat, kolega, dan semua pihak yang telah memberikan doa, bantuan, dan motivasi.

Semoga disertasi ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang hidrologi dan restorasi ekosistem gambut. Semoga Allah Swt. membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis. Aamiin.

Bogor, Agustus 2026

Andria Harfani Qalbi

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup dan Bagan Alir Penelitian	5
1.6 Kebaruan Penelitian	6
II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Karakteristik dan Permasalahan Lahan Gambut	7
2.2 Pemodelan Hidrologi	9
III DINAMIKA KADAR AIR TANAH DAN MUKA AIR TANAH GAMBUT PADA BEBERAPA KONDISI HUTAN TANAMAN AKASIA	13
3.1 Abstrak	13
3.2 Pendahuluan	13
3.3 Metode Penelitian	14
3.4 Hasil dan Pembahasan	17
3.5 Simpulan	25
IV PENGARUH KANAL, SEKAT KANAL, ELEVASI, DAN MUSIM HUJAN SERTA MUSIM KEMARAU TERHADAP MUKA AIR TANAH GAMBUT	27
4.1 Abstrak	27
4.2 Pendahuluan	27
4.3 Metode Penelitian	29
4.4 Hasil dan Pembahasan	34
4.5 Simpulan	42
V PENGARUH RESTORASI ALAMI JANGKA PENDEK TERHADAP TINGGI MUKA AIR TANAH SERTA MODEL RESTORASI PADA BEBERAPA KONDISI LAHAN GAMBUT HUTAN TANAMAN AKASIA	43
5.1 Abstrak	43
5.2 Pendahuluan	43
5.3 Metode Penelitian	45
5.4 Hasil dan Pembahasan	46
5.5 Simpulan	53
VI PEMBAHASAN UMUM	55
6.1 Dinamika Kadar Air dan Muka Air Tanah Gambut	56



6.2	Pengaruh Kanal, Sekat Kanal, Elevasi Serta Musim Terhadap Muka Air Tanah Gambut	57
6.3	Restorasi Alami Jangka Pendek pada Kawasan HTI Akasia	58
6.4	Model Restorasi Gambut Hutan Tanaman Akasia	58
VII	SIMPULAN UMUM DAN SARAN	61
7.1	Simpulan	61
7.2	Saran	61
	DAFTAR PUSTAKA	62
	RIWAYAT HIDUP	81