

**DAMPAK KONVERSI HUTAN MENJADI SISTEM
MONOKULTUR TERHADAP STRATEGI PERAKARAN
POHON**

SUSI SUSILAWATI



**PROGRAM STUDI BIOLOGI TUMBUHAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Dampak Konversi Hutan Menjadi Sistem Monokultur terhadap Strategi Perakaran Pohon” 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 2025

Susi Susilawati
NIM G3503211002

RINGKASAN

SUSI SUSILAWATI. Dampak Konversi Hutan Menjadi Sistem Monokultur terhadap Strategi Perakaran Pohon”. Dibimbing oleh TRIADIATI dan SULISTIJORINI

Konversi hutan tropis menjadi sistem monokultur (perkebunan karet dan kelapa sawit) di lanskap Jambi berpotensi mengubah strategi morfologi akar halus (diameter ≤ 2 mm). Penelitian ini bertujuan menentukan dampak konversi lahan terhadap sifat morfologi dan kadar air akar halus, serta menganalisis tipe strategi akuisisi akar halus pada berbagai sistem penggunaan lahan. Penelitian dilakukan pada empat tipe penggunaan lahan yang merepresentasikan gradien intensifikasi: hutan alam, hutan karet (agroforestri), perkebunan karet monokultur, dan perkebunan kelapa sawit monokultur, masing-masing lima plot. Sampel akar diambil dengan metode *root tracing*, dipisahkan menjadi akar absorptif (root order 1–3) dan transportif (root order 4–5), diukur sifat morfologinya dengan *WinRHIZO Pro*, lalu dianalisis menggunakan *linear mixed-effects model* (LMM) dan *Tukey HSD* ($\alpha = 0,05$). *Principal component analysis* (PCA) digunakan untuk melihat pola multivariat, sedangkan hubungan antarvariabel diuji dengan korelasi Pearson.

Hasil LMM menunjukkan bahwa konversi lahan menyebabkan penurunan signifikan pada panjang akar absorptif di kelapa sawit ($2,13 \pm 0,11$ cm) dibandingkan hutan ($2,73 \pm 0,12$ cm) dan hutan karet ($2,74 \pm 0,12$ cm) ($p < 0,05$). *Root length per area* (RLA) akar absorptif di hutan ($0,10 \pm 0,01$ cm m⁻²) juga lebih tinggi daripada karet ($0,08 \pm 0,00$ cm m⁻²) ($p < 0,05$). Panjang akar transportif di hutan karet ($1,97 \pm 0,08$ cm) lebih panjang daripada kelapa sawit ($1,62 \pm 0,11$ cm) ($p < 0,05$). Panjang ujung akar absorptif di kelapa sawit ($1,89 \pm 0,15$ cm) lebih panjang dibanding karet ($1,29 \pm 0,07$ cm) ($p < 0,05$). Variabel lain seperti SRL, SRA, FRD, RTD, dan kadar air menunjukkan tren perubahan namun tidak signifikan ($p > 0,05$). PCA akar absorptif (PC1 = 47,7%, PC2 = 30,2%; total 77,9%) mengindikasikan pergeseran strategi dari akuisitif (SRL dan SRA tinggi) pada hutan dan hutan karet ke konservatif (FRD dan RTD tinggi) pada karet dan kelapa sawit. PCA akar transportif (PC1 = 42,0%, PC2 = 26,5%; total 68,5%) menunjukkan pemisahan lebih lemah, menandakan fungsi utamanya untuk pengangkutan air dan unsur hara daripada akuisisi sumber daya.

Korelasi Pearson memperkuat temuan PCA: di semua sistem, SRL dan SRA berkorelasi positif sangat kuat ($r = 0,87$ hingga $-0,98$; $p < 0,05$ hingga $p < 0,001$), sedangkan hubungan konservatif tercermin dari korelasi negatif kuat antara RTD dan SRA/kadar air ($r = -0,72$ hingga $-0,99$; $p < 0,05$ hingga $p < 0,001$) serta antara FRD dan SRL atau panjang ujung akar. Pola ini menunjukkan bahwa konversi lahan cenderung menggeser sifat akar absorptif dari strategi akuisitif menjadi konservatif, sementara pada akar transportif pergeseran strategi tidak sepenuhnya mengikuti spektrum RES.

Kata kunci: akar absorptif, akar transportif, sistem penggunaan lahan, strategi akuisitif, strategi konservatif



SUMMARY

SUSI SUSILAWATI. Impacts of Forest Conversion on Fine Root Traits in Monoculture Systems. Supervised by TRIADIATI and SULISTIJORINI.

The conversion of tropical forests into monoculture systems (rubber and oil palm plantations) in the Jambi landscape potentially alters the morphological strategies of fine roots (diameter ≤ 2 mm). This study aimed to determine the impacts of forest-to-monoculture conversion on fine root morphology and water content, and to analyze the types of fine root acquisition strategies across different land-use systems. The research was conducted in four land-use types representing an intensification gradient: natural forest, jungle rubber (agroforestry), monoculture rubber plantation, and monoculture oil palm plantation, with five plots per system. Fine root samples were collected using the root tracing method, separated into absorptive roots (root orders 1–3) and transportive roots (root orders 4–5), measured for morphological traits using *WinRHIZO Pro*, and analyzed with *linear mixed-effects models* (LMM) followed by Tukey HSD ($\alpha = 0.05$). *Principal Component Analysis* (PCA) was applied to assess multivariate trait patterns, and Pearson's correlation was used to examine trait relationships.

LMM results showed that land-use conversion significantly reduced absorptive root length in oil palm plantations (2.13 ± 0.11 cm) compared with forest (2.73 ± 0.12 cm) and jungle rubber (2.74 ± 0.12 cm) ($p < 0.05$). Absorptive root length per area (RLA) in forest (0.10 ± 0.01 cm m⁻²) was significantly higher than in rubber plantations (0.08 ± 0.00 cm m⁻²) ($p < 0.05$). Transportive root length in jungle rubber (1.97 ± 0.08 cm) was significantly longer than in oil palm (1.62 ± 0.11 cm) ($p < 0.05$). Absorptive root tip length in oil palm (1.89 ± 0.15 cm) was significantly longer than in rubber (1.29 ± 0.07 cm) ($p < 0.05$). Other traits such as SRL, SRA, FRD, RTD, and water content showed trends but no significant differences ($p > 0.05$). PCA for absorptive roots (PC1 = 47.7%, PC2 = 30.2%; total 77.9%) indicated a shift from acquisitive traits (high SRL and SRA) in forest and jungle rubber to conservative traits (high FRD and RTD) in rubber and oil palm plantations. PCA for transportive roots (PC1 = 42.0%, PC2 = 26.5%; total 68.5%) showed weaker separation, indicating that its primary function is for the transport of water and nutrients rather than for resource acquisition.

Pearson's correlations reinforced the PCA findings: in all systems, SRL and SRA were strongly positively correlated ($r = 0.87$ – 0.98 ; $p < 0.05$ to $p < 0.001$), while conservative traits were reflected by strong negative correlations between RTD and SRA/water content ($r = -0.72$ to -0.99 ; $p < 0.05$ to $p < 0.001$) and between FRD and SRL or tip length. These patterns suggest that land-use conversion tends to shift absorptive root traits from acquisitive to conservative strategies, whereas transportive roots do not fully align with the acquisitive–conservative spectrum of the Root Economic Spectrum (RES).

Keywords: absorptive root, acquisitive strategy, conservative strategy, land-use, transportive root

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025¹
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 milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip, mengutip, atau menyebarkan ulang tanpa izin dari IPB University
2. Dilarang mengutip, mengutip, atau menyebarkan ulang tanpa izin dari IPB University
3. Dilarang mengutip, mengutip, atau menyebarkan ulang tanpa izin dari IPB University

DAMPAK KONVERSI HUTAN MENJADI SISTEM MONOKULTUR TERHADAP STRATEGI PERAKARAN POHON

SUSI SUSILAWATI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Biologi Tumbuhan

**PROGRAM STUDI BIOLOGI TUMBUHAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak.cipta milik IPB University

Judul Tesis : Dampak Konversi Hutan Menjadi Sistem Monokultur terhadap Strategi Perakaran Pohon
Nama : Susi Susilawati
NIM : G3503211002

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Dra. Triadiati, M. Si.



Pembimbing 2:
Dr. Ir. Sulistijorini, M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi Biologi Tumbuhan
Dr. Ir. Aris Tjahjoleksono, DEA.
NIP 196111201987031005



Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.
NIP 197807232007011001



Tanggal Ujian: 11 Agustus 2025

Tanggal Lulus:



@Hak.cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip, mengutip, atau menyebarkan ulang tanpa izin dari IPB University
2. Dilarang mengutip, mengutip, atau menyebarkan ulang tanpa izin dari IPB University
3. Dilarang mengutip, mengutip, atau menyebarkan ulang tanpa izin dari IPB University

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2022 adalah “Dampak Konversi Hutan Menjadi Sistem Monokultur terhadap Strategi Perakaran Pohon”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing Prof. Dr. Dra. Triadiati, M.Si dan Ibu Dr. Ir. Sulistijorini, M.Si yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dr. Ir. Aris Tjahjoleksono, DEA selaku ketua Program Studi Biologi Tumbuhan. Selain itu ucapan terimah kasih penulis ucapkan kepada seluruh Dosen dan tenaga laboratorium Prodi Biologi Tumbuhan yang telah berbagi ilmu dan membantu penulis selama menempuh Pendidikan. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan Sasya Samhita dan Martyna M. Kotowska, PhD yang telah banyak memberi masukan selama penelitian. Terima kasih juga kepada semua teman-teman asisten *CRC990-EFForT* yang telah membantu selama penelitian di lapangan. Ucapan terima kasih disampaikan untuk *Access-Benefit-Sharing* (ABS) Funds *CRC990-EFForTS* tahun 2021 dan 2023 yang mendanai penelitian ini. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta Suami saya Zulfadli yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya kepada saya.

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

Bogor, Agustus 2025

Susi Susilawati



DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Struktur dan Fungsi Hutan	3
2.2 Konversi Lahan Hutan	3
2.3 Struktur dan Klasifikasi Akar Berdasarkan Diameter	4
2.4 Klasifikasi Akar Halus	5
2.5 Strategi Pengambilan Sumber Daya oleh Akar Halus	5
2.6 Pendekatan <i>Root Order</i> dalam Klasifikasi dan Fungsi Akar Halus	6
III METODE	8
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	8
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Tahapan Penelitian	9
3.4 Analisis Data	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1 Respons Morfologi dan Kadar Air Akar Halus akibat Konversi Hutan	11
4.2 Analisis Komponen Utama dari Sifat Morfologi dan Kadar Air Akar Halus	16
V SIMPULAN DAN SARAN	22
5.1 Simpulan	22
5.2 Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	23
RIWAYAT HIDUP	34

DAFTAR GAMBAR

1	Perbedaan antara akar kasar (<i>coarse roots</i>) dan akar halus (<i>fine roots</i>) pada sistem perakaran	4
2	Perbedaan struktur akar akuisitif (<i>acquisitive</i>) dan konservatif (<i>conservative</i>)	6
3	Penentuan urutan percabangan akar (<i>root order</i>)	7
4	Peta wilayah studi	8
5	Rata-rata panjang akar halus (<i>length</i>) dan RLA	12
6	Rata-rata panjang ujung akar halus (<i>tip length</i>)	13
7	Rata-rata <i>specific root length</i> (SRL) dan <i>specific root area</i> (SRA)	14
8	Rata-rata FRD dan RTD	15
9	Rata-rata kadar air akar halus (<i>water content</i>)	16
10	Analisis komponen utama (<i>principal component analysis/PCA</i>) dari sifat morfologi akar halus dan kadar air	18
11	Analisis korelasi Pearson antara sifat morfologi dan kadar air akar halus pada akar absorptif (<i>absorptive root</i>)	19
12	Analisis korelasi Pearson antara sifat morfologi dan kadar air akar halus pada akar transportif (<i>transportive root</i>)	21
13	Potensi pergeseran strategi akuisisi akar halus akibat konversi lahan	21