



PENGARUH TURBULENSI TERHADAP EVAPOTRANSPIRASI PERTANAMAN KELAPA SAWIT

RADIANSYAH PERMANA



**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



©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 mengulik kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Turbulensi terhadap Evapotranspirasi Pertanaman 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 skripsi ini.

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

Bogor, Juli 2025

Radiansyah Permana
G2401211052

- 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 mengulang 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

Perpustakaan 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 mengulik kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

RADIANSYAH PERMANA. Pengaruh Turbulensi terhadap Evapotranspirasi Pertanaman Kelapa Sawit. Dibimbing oleh TANIA JUNE.

Perkebunan kelapa sawit memegang peran penting dalam siklus evapotranspirasi karena memerlukan pasokan air yang berkelanjutan untuk mendukung produktivitas. Penelitian ini bertujuan mengestimasi dan menganalisis karakteristik turbulensi melalui Energi Kinetik Turbulen (TKE), yang dihitung dari komponen angin zonal (u), meridional (v), dan vertikal (w) dengan metode *Eddy Covariance*, serta mengevaluasi pengaruhnya terhadap fluks bahang laten (LE) dan proses evapotranspirasi pada perkebunan kelapa sawit di PTPN VI Batanghari, Jambi. Data yang digunakan meliputi parameter mikrometeorologi dan eddy covariance dengan resolusi waktu tinggi. Hasil analisis menunjukkan bahwa TKE memiliki korelasi positif yang sangat kuat dengan fluks bahang laten (LE), dengan nilai $r = 0,98$ ($R^2 = 0,9547$) pada Februari dan $r = 0,92$ ($R^2 = 0,8437$) pada Agustus. Radiasi neto (Rn) juga berperan dominan dengan korelasi $r = 0,98$ ($R^2 > 0,95$), menunjukkan bahwa peningkatan energi radiasi dan turbulensi siang hari secara sinergis memperkuat evapotranspirasi. Pola *hysteresis* antara LE dan Rn serta antara LE dan TKE teramat pada fase diurnal. Pola ini mencerminkan perbedaan laju peningkatan dan penurunan evapotranspirasi yang dipengaruhi oleh dinamika energi permukaan serta peran turbulensi dalam memfasilitasi pencampuran vertikal uap air. Temuan ini diharapkan menjadi dasar pengelolaan air yang lebih efisien pada perkebunan tropis untuk mendukung produktivitas pertanian secara optimal.

Kata kunci: eddy kovariasi, energi kinetik turbulensi, evapotranspirasi, radiasi netto, tanaman kelapa sawit,

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 mengulang 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



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 mengulik kepentingan yang wajar IPB University.

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



ABSTRACT

RADIANSYAH PERMANA. The Effect of Turbulence on Evapotranspiration of Oil Palm Plantations. Supervised by TANIA JUNE.

Oil palm plantations play an important role in the evapotranspiration cycle because they require a continuous water supply to support productivity. This study aims to estimate and analyze the characteristics of turbulence through Turbulent Kinetic Energy (TKE), which is calculated from zonal (u), meridional (v), and vertical (w) wind components using the Eddy Covariance method, and evaluate its effect on latent heat flux (LE) and evapotranspiration processes in oil palm plantations at PTPN VI Batanghari, Jambi. The data used include micrometeorological parameters and eddy covariance with high time resolution. The results of the analysis show that TKE has a very strong positive correlation with latent heat flux (LE), with a value of $r = 0,98$ ($R^2 = 0,9547$) in February and $r = 0,92$ ($R^2 = 0,8437$) in August. Net radiation (Rn) also plays a dominant role with a correlation of $r = 0,98$ ($R^2 > 0,95$), indicating that increased radiant energy and daytime turbulence synergistically enhance evapotranspiration. Hysteresis patterns between LE and Rn and between LE and TKE were observed in the diurnal phase. This pattern reflects differences in the rate of increase and decrease in evapotranspiration influenced by surface energy dynamics and the role of turbulence in facilitating vertical mixing of water vapor. These findings are expected to be the basis for more efficient water management in tropical plantations to support optimal agricultural productivity.

Keywords: Eddy Covariance, Evapotranspiration, Net radiation, Oil Palm Plantation, Turbulent Kinetic Energy



©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 mengulik 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 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, tahun 2025
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 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 mengulik kepentingan yang wajar IPB University.

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



PENGARUH TURBULENSI TERHADAP EVAPOTRANSPIRASI PERTANAMAN KELAPA SAWIT

RADIANSYAH PERMANA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada
Program Studi Meteorologi Terapan

**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



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 mengulik kepentingan yang wajar IPB University.

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

Tim Pengaji pada Ujian Skripsi:

- 1 Dr. I Putu Santikayasa, S.Si, M.Sc.
- 2 Fitriah Yulisiasih Rohmawati, S.Si, M.Si.



Judul Skripsi : Pengaruh Turbulensi Terhadap Evapotranspirasi Pertanaman Kelapa Sawit
Nama : Radiansyah Permana
NIM : G2401211052

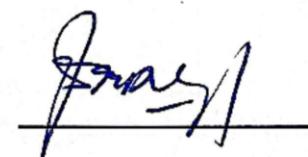
Disetujui oleh

Pembimbing:
Prof. Dr. Ir. Tania June, M.Sc.
NIP. 19630628 198803 2 001



Diketahui oleh

Ketua Departemen Geofisika dan Meteorologi:
Dr. Ana Turyanti, S.Si, M.T.
NIP. 19710707 199803 2 002



Tanggal Ujian:
21 Juli 2025

Tanggal Lulus:

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



Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. judul yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2025 sampai bulan Juli 2025 dengan judul “Pengaruh Turbulensi Terhadap Evapotranspirasi Pertanaman Kelapa Sawit”.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyusunan karya tulis ini, khususnya penghargaan penulis tujuhan kepada...

1. Allah SWT, yang senantiasa memberikan kesehatan, kekuatan, dan ketabahan dalam setiap proses penyusunan skripsi ini.
2. Kedua orang tua tercinta atas segala doa, kasih sayang, dukungan moral maupun materi, serta motivasi tanpa henti yang menjadi sumber semangat penulis untuk terus maju.
3. Ibu Dr. Ir. Tania June, M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan berharga selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.
4. Adinda Nuraulia Riffani, yang telah menjadi partner hidup dalam suka dan duka, serta menjadi *support system* terbaik sepanjang perjalanan studi penulis.
5. Teman kost, yaitu Sahal, Afif, Ade, Faqih, dan Agi, yang telah menjadi rumah kedua dan selalu mendukung penulis dalam berbagai situasi.
6. Teman GYM BRO, yakni Araf, Yusron, dan Rafi, yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk menjaga kesehatan fisik dan mental selama menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman bertukar cerita, Sahal, Malik, Najwa, Arles, Ade, Faqih, dan Aura, yang telah menjadi tempat berbagi keluh kesah dan candaan sehingga membuat hari-hari penulis lebih berwarna.
8. Rekan seperbimbingan, Rehan, Ikhwan, Jihan, Simut, dan Dilla, yang bersama-sama berjuang dalam kegiatan magang dan *capstone project* sehingga menciptakan pengalaman akademik yang luar biasa.
9. Civitas Marka58esar, seluruh keluarga besar angkatan Meteorologi Terapan 58, yang telah menjadi lingkungan belajar, bertumbuh, dan berproses bersama dengan penuh semangat solidaritas.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam mendukung proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.

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

Bogor, Juli 2025

Radiansyah Permana



©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 mengulik kepentingan yang wajar IPB University.

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



DAFTAR ISI	
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Evapotranspirasi	3
2.2 Turbulensi	3
2.3 Metode <i>Eddy Covariance</i> untuk Pengukuran Evapotranspirasi	4
2.4 Tanaman Kelapa Sawit (<i>Elaeis guinensis</i> Jacq.)	5
METODE	6
3.1 Waktu dan Tempat	6
3.2 Alat dan Bahan	6
3.3 Prosedur Analisis Data	6
3.4 Perhitungan Radiasi Netto (Rn)	7
3.5 Perhitungan Stabilitas Atmosfer (<i>Richardson Number / Ri</i>)	7
3.6 Perhitungan Kecepatan Kasap (<i>Friction Velocity / u*</i>)	8
3.7 Perhitungan <i>Turbulent Kinetic Energy</i> (TKE)	8
3.8 Perhitungan Fluks Bahang Laten (LE) dan Evapotranspirasi (ET)	9
3.9 Analisis korelasi <i>Pearson</i>	9
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	11
4.1 Kondisi Umum Meteorologi Perkebunan Kelapa Sawit	11
4.2 Struktur Turbulensi Atmosfer	15
4.3 Dinamika <i>Latent Heat Flux</i> (LE) dan Evapotranspirasi (ET)	18
4.4 Hubungan Radiasi Netto dan Evapotranspirasi	21
4.5 Hubungan <i>Turbulent Kinetic Energy</i> dan Evapotranspirasi	24
4.6 Hubungan Faktor Lain terhadap Evapotranspirasi	27
SIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Simpulan	28
5.2 Saran	28
5.3 Ucapan Terima Kasih	28
DAFTAR PUSTAKA.....	29
LAMPIRAN	33
RIWAYAT HIDUP	38



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

DAFTAR TABEL

1	Kriteria korelasi <i>Pearson</i>	10
2	Nilai koefisien korelasi <i>pearson</i> (<i>r</i>), koefisien determinasi (R^2), <i>p-value</i> , serta persamaan regresi antara radiasi netto (Rn) dan evapotranspirasi (LE)	24
3	Nilai koefisien korelasi <i>Pearson</i> (<i>r</i>), koefisien determinasi (R^2), <i>p-value</i> , serta persamaan regresi antara energi kinetik turbulensi (TKE) dan evapotranspirasi (LE)	26
4	Nilai koefisien korelasi <i>Pearson</i> (<i>r</i>), koefisien determinasi (R^2), <i>p-value</i> , serta persamaan regresi antara faktor lain dan evapotranspirasi (LE)	27

DAFTAR GAMBAR

1	Peta PT. Perkebunan Nusantara VI, Batanghari, Jambi	6
2	Diagram alir tahapan penelitian	7
3	Grafik curah hujan bulanan tahun 2020	11
4	Grafik diurnal suhu udara (a) dengan kelembaban udara (b) pada bulan Februari dan Agustus tahun 2020	12
5	Grafik diurnal kecepatan angin pada bulan Februari dan Agustus tahun 2020	13
6	Grafik harian (a) dan diurnal (b) radiasi netto (Rn) bulan Februari dan Agustus tahun 2020	14
7	Grafik diurnal stabilitas atmosfer pada bulan Februari dan Agustus tahun 2020	15
8	Grafik diurnal kecepatan kasap pada bulan Februari dan Agustus tahun 2020	16
9	Grafik harian (a) dan diurnal (b) <i>Turbulent Kinetic Energy</i> (TKE) pada bulan Februari dan Agustus tahun 2020	17
10	Grafik harian (a) dan diurnal (b) fluks bahang laten (LE) pada bulan Februari dan Agustus tahun 2020	19
11	Grafik harian (a) dan diurnal (b) evapotranspirasi (ET) pada bulan Februari dan Agustus tahun 2020	20
12	Grafik diurnal fluks bahang laten (LE) dan evapotranspirasi (ET) tahun 2015	21
13	Grafik diurnal fluks bahang laten (LE) dan radiasi netto (Rn) pada bulan Februari dan Agustus tahun 2020	22
14	<i>Scatterplot</i> hubungan fluks bahang laten (LE) dan radiasi netto (Rn) pada bulan Februari dan Agustus tahun 2020	22
15	<i>Hysteresis</i> dalam hubungan fluks bahang laten (LE) dan radiasi netto (Rn) pada bulan Februari dan Agustus tahun 2020	23
16	Grafik diurnal fluks bahang laten (LE) dan <i>Turbulent Kinetic Energy</i> (TKE) pada bulan Februari dan Februari tahun 2020	24
17	<i>Scatterplot</i> hubungan fluks bahang laten (LE) dan <i>Turbulent Kinetic Energy</i> (TKE) pada bulan Februari dan Agustus tahun 2020	25



18

Hysteresis dalam hubungan fluks bahang laten (LE) dan *Turbulent Kinetic Energy* (TKE) pada bulan Februari dan Agustus tahun 2020 26

DAFTAR LAMPIRAN

Data rataan diurnal (per 30 menit) Rn, TKE, LE, dan ET pada bulan Februari	34
Data rataan diurnal (per 30 menit) Rn, TKE, LE, dan ET pada bulan Agustus	35
Data rataan harian Rn, TKE, LE, dan ET pada bulan Februari	36
Data rataan harian Rn, TKE, LE, dan ET pada bulan Agustus	37

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 mengulang kepentingan yang wajar IPB University.

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