

# **KONTRIBUSI TURBULENSI TERHADAP FLUKS KARBONDIOKSIDA PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)**

**DILLA SALZA PUTRI SEPHIA JAMIL**



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



## @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 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 “Kontribusi Turbulensi terhadap Fluks Karbondioksida pada Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)” 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, Juni 2025

Dilla Salza Putri Sephia Jamil  
G2401211030



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



## ABSTRAK

DILLA SALZA PUTRI SEPHIA JAMIL. Kontribusi Turbulensi Terhadap Fluks Karbondioksida Pada Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Dibimbing oleh TANIA JUNE.

Perkebunan kelapa sawit memainkan peran penting dalam dinamika pertukaran karbon di wilayah tropis, khususnya di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kontribusi turbulensi terhadap fluks  $\text{CO}_2$  pada perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di PTPN VI Batanghari, Jambi, pada kondisi basah dan kering. Data yang digunakan meliputi data struktur tanaman, data mikrometeorologi, dan data *eddy covariance* yang telah melalui proses *quality control*. Hasil menunjukkan bahwa turbulensi meningkat pada siang hari ketika kondisi atmosfer tidak stabil, yang mendorong peningkatan penyerapan  $\text{CO}_2$  oleh ekosistem (*Net Ecosystem Exchange* (NEE) menjadi lebih negatif). Hubungan negatif yang kuat antara *Turbulent Kinetic Energy* (TKE) dan NEE tercatat pada kedua kondisi, dengan korelasi yang lebih tinggi pada kondisi basah karena ketersediaan air yang lebih optimal. Nilai *Drag Coefficient* (Cd) juga menunjukkan hubungan positif dengan TKE, yang mengindikasikan bahwa struktur kanopi berperan penting dalam memodulasi aliran turbulen dan pertukaran gas. Temuan ini menegaskan pentingnya turbulensi dalam meningkatkan efisiensi pertukaran karbon di perkebunan kelapa sawit serta memberikan implikasi praktis terhadap pengelolaan struktur kanopi dan strategi irigasi yang bertujuan untuk meningkatkan penyerapan karbon dan mengurangi emisi gas rumah kaca.

Kata kunci: *Eddy Covariance*, Kelapa Sawit, *Net Ecosystem Exchange*, Stabilitas Atmosfer, *Turbulent Kinetic Energy*.



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

## ABSTRACT

DILLA SALZA PUTRI SEPHIA JAMIL. The Contribution of Turbulence to Carbon Dioxide Flux in Oil Palm Plantation (*Elaeis Guineensis* Jacq.). Supervised by TANIA JUNE.

Oil palm plantations play an important role in carbon exchange dynamics in tropical regions, particularly in Indonesia. This study aims to analyze the contribution of turbulence to CO<sub>2</sub> fluxes in an oil palm plantation (*Elaeis guineensis* Jacq.) at PTPN VI Batanghari, Jambi, during the wet and dry conditions. The data utilized include plant structure data, micrometeorological data, and eddy covariance data that had undergone quality control. The results showed that turbulence increased during the daytime when the atmosphere was unstable, promoting greater CO<sub>2</sub> uptake by the ecosystem (indicated by more negative Net Ecosystem Exchange (NEE) values). A strong negative relationship between Turbulent Kinetic Energy (TKE) and NEE was observed in both conditions, with a higher correlation during the wet condition due to more optimal water availability. The drag coefficient (Cd) also exhibited a positive relationship with TKE, indicating that canopy structure plays a crucial role in modulating turbulent flow and gas exchange. These findings emphasize the importance of turbulence in enhancing carbon exchange efficiency in oil palm plantations and offer practical implications for canopy structure management and irrigation strategies aimed at increasing carbon sequestration and mitigating greenhouse gas emissions.

**Keywords:** *Atmospheric Stability, Eddy Covariance, Net Ecosystem Exchange, Oil palm, Turbulent Kinetic Energy.*



@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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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 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

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.

**KONTRIBUSI TURBULENSI TERHADAP FLUKS  
KARBONDIOKSIDA PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT  
(*Elaeis guineensis* Jacq.)**

**DILLA SALZA PUTRI SEPHIA JAMIL**

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

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Ana Turyanti, S.Si, M.T.
2. Dr. I Putu Santikayasa, S.Si, M.Sc.



Judul Skripsi : Kontribusi Turbulensi terhadap Fluks Karbondioksida pada  
Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.).

Nama : Dilla Salza Putri Sephia Jamil

NIM : G2401211030

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 19710707199803 2 002



Tanggal Ujian:  
Juli 2025

Tanggal Lulus:



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

Perpustakaan IPB University

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2024 hingga Juni 2025 adalah Turbulensi, dengan judul “Kontribusi Turbulensi Terhadap Fluks Karbondioksida Pada Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Institut Pertanian Bogor.

Proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa tidak sedikit rintangan dan tantangan yang dihadapi. Namun, atas berkat bantuan, dukungan serta doa dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Tania June, M.Sc. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing dengan memberikan banyak masukan, saran, arahan juga motivasi kepada penulis.
2. Cinta pertama dan panutanku Bapak Jamaludin Surya dan pintu surgaku Ibu Neneng Herawati selaku orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, kasih sayang, serta dukungan dari segi moral dan material yang tiada henti hingga mendapat gelar sarjana.
3. Kakakku Dicky, Donny, Irma serta adikku Dias yang selalu menjadi semangat tersendiri dalam perjalanan ini.
4. Dr. Rahmat Hidayat, S.Si, M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama masa perkuliahan di GFM.
5. CRC 990-Efforts Projects dan PT Perkebunan Nusantara VI Batanghari, Jambi yang telah mendukung penelitian ini dalam ketersediaan data.
6. Seseorang yang tak kalah penting kehadirannya, terima kasih telah menjadi bagian dalam proses perjalanan penulis dalam menyusun skripsi dengan kontribusi tenaga maupun waktu di kala suka maupun duka.
7. Bang Alam, Kak Kharisma, dan Kak Sifa yang selalu membantu dan memberikan saran saat menghadapi kesulitan. Bintang serta Manda sebagai adik asuh NIM 30 yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
8. Teman-teman satu bimbingan skripsi yang telah menjadi teman berbagi cerita dan diskusi selama proses penyusunan tugas akhir ini.
9. Teman-teman Marka58esar, Alo, Wacana, dan 112 Parah yang sudah menjadi teman seperjuangan di masa perkuliahan.
10. Sahabat di luar IPB serta seluruh pihak yang telah banyak memberikan dukungan dan bantuan yang tidak dapat disebutkan satu per satu disini.

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

Bogor, Juni 2025

*Dilla Salza Putri Sephia Jamil*



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

## DAFTAR ISI

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| DAFTAR TABEL                                                                                                    | xi |
| DAFTAR GAMBAR                                                                                                   | xi |
| I PENDAHULUAN                                                                                                   | 1  |
| 1.1 Latar Belakang                                                                                              | 1  |
| 1.2 Tujuan                                                                                                      | 2  |
| 1.3 Manfaat                                                                                                     | 2  |
| II TINJAUAN PUSTAKA                                                                                             | 3  |
| 2.1 Kelapa Sawit                                                                                                | 3  |
| 2.2 Turbulensi                                                                                                  | 4  |
| 2.3 Fluks Karbondioksida (CO <sub>2</sub> )                                                                     | 5  |
| III METODE                                                                                                      | 7  |
| 3.1 Waktu dan Tempat                                                                                            | 7  |
| 3.2 Alat dan Bahan                                                                                              | 7  |
| 3.3 Prosedur Analisis Data                                                                                      | 8  |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN                                                                                         | 15 |
| 4.1 Kondisi Curah Hujan Bulanan                                                                                 | 15 |
| 4.2 Stabilitas Atmosfer                                                                                         | 16 |
| 4.3 Variasi Diurnal Kecepatan Angin dan Gradien Kecepatan Angin                                                 | 17 |
| 4.4 Karakteristik Kekasaran Permukaan                                                                           | 18 |
| 4.5 Variasi Diurnal <i>Turbulent Kinetic Energy</i> (TKE) dan <i>Drag coefficient</i> (Cd)                      | 20 |
| 4.6 Hubungan <i>Turbulent Kinetic Energy</i> (TKE) dan <i>Drag coefficient</i> (Cd)                             | 21 |
| 4.7 Variasi Diurnal <i>Turbulent Kinetic Energy</i> (TKE) dan <i>Net Ecosystem Exchange</i> (NEE)               | 22 |
| 4.8 Hubungan <i>Turbulent Kinetic Energy</i> (TKE) dan <i>Net Ecosystem Exchange</i> (NEE)                      | 23 |
| 4.9 Hubungan <i>Turbulent Kinetic Energy</i> (TKE) dan <i>Net Ecosystem Exchange</i> (NEE) Siang dan Malam Hari | 25 |
| V SIMPULAN DAN SARAN                                                                                            | 27 |
| 5.1 Simpulan                                                                                                    | 27 |
| 5.2 Saran                                                                                                       | 27 |
| DAFTAR PUSTAKA                                                                                                  | 28 |
| RIWAYAT HIDUP                                                                                                   | 33 |



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

## DAFTAR TABEL

|   |                                                                                                                                                                              |    |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Nilai konstanta yang digunakan dalam penelitian ini                                                                                                                          | 9  |
| 2 | Klasifikasi stabilitas atmosfer, parameter stabilitas ( $\zeta$ atau $z-d/L$ ), dan fungsi universal untuk momentum dan bahang berdasarkan gradient <i>Richardson number</i> | 11 |

## DAFTAR GAMBAR

|    |                                                                                                                                                                                                    |    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | Ilustrasi tanaman kelapa sawit                                                                                                                                                                     | 3  |
| 2  | Peta PT. Perkebunan Nusantara VI Batanghari, Jambi                                                                                                                                                 | 7  |
| 3  | Diagram alir penelitian                                                                                                                                                                            | 8  |
| 4  | Grafik curah hujan bulanan tahun 2020                                                                                                                                                              | 15 |
| 5  | Grafik rata-rata diurnal stabilitas atmosfer pada bulan (a) Februari (kondisi basah) dan (b) Agustus (kondisi kering) tahun 2020                                                                   | 16 |
| 6  | Grafik rata-rata kecepatan angin dan gradien kecepatan angin pada bulan (a) Februari (kondisi basah) dan (b) Agustus (kondisi kering) tahun 2020                                                   | 18 |
| 7  | Grafik rata-rata diurnal kekasapan permukaan pada bulan (a) Februari (kondisi basah) dan (b) Agustus (kondisi kering) tahun 2020                                                                   | 19 |
| 8  | Grafik rata-rata variasi diurnal <i>Turbulent Kinetic Energy (TKE)</i> dan <i>Drag coefficient (Cd)</i> pada bulan (a) Februari (kondisi basah) dan (b) Agustus (kondisi kering) tahun 2020        | 20 |
| 9  | Hubungan <i>Turbulent Kinetic Energy (TKE)</i> dan <i>Drag coefficient (Cd)</i> pada bulan (a) Februari (kondisi basah) dan (b) Agustus (kondisi kering) tahun 2020                                | 21 |
| 10 | Grafik rata-rata variasi diurnal <i>Turbulent Kinetic Energy (TKE)</i> dan <i>Net Ecosystem Exchange (NEE)</i> pada bulan (a) Februari (kondisi basah) dan (b) Agustus (kondisi kering) tahun 2020 | 22 |
| 11 | Hubungan <i>Turbulent Kinetic Energy (TKE)</i> dan <i>Net Ecosystem Exchange (NEE)</i> pada bulan (a) Februari (kondisi basah) dan (b) Agustus (kondisi kering) 2020                               | 24 |
| 12 | Hubungan <i>Turbulent Kinetic Energy (TKE)</i> dan <i>Net Ecosystem Exchange (NEE)</i> pada siang hari (a) Februari (kondisi basah) dan (b) Agustus (kondisi kering) 2020                          | 25 |
| 13 | Hubungan <i>Turbulent Kinetic Energy (TKE)</i> dan <i>Net Ecosystem Exchange (NEE)</i> pada malam hari (a) Februari (kondisi basah) dan (b) Agustus (kondisi kering) 2020                          | 26 |



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