

PERAN MEKANISME EKMAN TERHADAP KEJADIAN UPWELLING DI LAUT TIMOR PADA FASE ENSO DAN IOD

CHAI SY NAZEEYA



**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@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 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 “Peran Mekanisme Ekman terhadap Kejadian *Upwelling* di Laut Timor pada Fase ENSO dan IOD” 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 2026

Chaisy Nazeeya
G2401221067



@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

CHAISY NAZEEYA. Peran Mekanisme Ekman terhadap Kejadian *Upwelling* di Laut Timor pada Fase ENSO dan IOD. Dibimbing oleh RAHMAT HIDAYAT dan IZATUL HAFIZAH.

Laut Timor merupakan wilayah strategis dalam sistem oseanografi Indonesia karena berada pada jalur *Indonesian Throughflow* (ITF) dan dipengaruhi oleh variabilitas iklim regional maupun global yang dapat memodulasi dinamika *upwelling* serta produktivitas perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji variabilitas spasial dan temporal *upwelling* di Laut Timor serta mengevaluasi peran mekanisme Ekman pada kondisi iklim yang berbeda, khususnya *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) selama periode 2010-2022. Analisis dilakukan menggunakan data reanalysis ERA5 dan data konsentrasi klorofil-a NASA OceanColor. *Ekman Transport* (ET) dan *Ekman Pumping Velocity* (EPV) digunakan untuk mengkarakterisasi mekanisme fisik pengontrol *upwelling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *upwelling* memiliki pola musiman yang kuat dengan intensitas maksimum terjadi selama monsun tenggara atau Juni-Agustus yang ditandai dengan penurunan suhu permukaan laut (SST) dan peningkatan konsentrasi klorofil-a. ET menunjukkan peran yang lebih luas secara spasial, sedangkan EPV menunjukkan pengaruh yang lebih lokal. Hasil analisis statistik menunjukkan adanya hubungan negatif antara ET dan SST serta hubungan negatif yang lebih kuat antara SST dan klorofil-a yang menunjukkan adanya keterkaitan antara proses fisik laut dan respons biologis. Analisis *lag-correlation* menunjukkan adanya hubungan temporal antara ET, SST, dan klorofil-a, dengan perubahan ET dan SST memiliki selisih waktu sekitar satu bulan, sedangkan respons SST dan klorofil-a berlangsung dalam selang waktu yang relatif berdekatan. Selain itu, ENSO dan IOD memiliki keterkaitan dengan variabilitas konsentrasi klorofil-a selama periode JJA dengan pola hubungan spasial yang berbeda. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa studi pemantauan *upwelling* di masa mendatang perlu mempertimbangkan interaksi antara mekanisme lokal Ekman dan variabilitas iklim global.

Kata kunci: ENSO, IOD, klorofil-a, mekanisme Ekman, *upwelling*



@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



ABSTRACT

CHAISSY NAZEEYA. The Role of Ekman Mechanisms in Timor Sea Upwelling during ENSO and IOD Phases. Supervised by RAHMAT HIDAYAT and IZATUL HAFIZAH.

The Timor Sea is strategically located along the Indonesian Throughflow (ITF) pathway and is influenced by regional and global climate variability that can modulate upwelling dynamics and marine productivity. This study investigates the spatial and temporal variability of upwelling in the Timor Sea and evaluates the role of Ekman mechanisms under different climate conditions, particularly El Niño-Southern Oscillation (ENSO) and the Indian Ocean Dipole (IOD), during the period of 2010-2022. The analysis uses ERA5 reanalysis and NASA OceanColor chlorophyll-a data. Ekman Transport (ET) and Ekman Pumping Velocity (EPV) are used to characterize the physical drivers of upwelling. The results show that upwelling exhibits a strong seasonal pattern, with maximum intensity during the southeast monsoon (June-August), characterized by decreased SST and increased chlorophyll-a concentration. ET shows a broader spatial role, whereas EPV has a more localized influence. Statistical analyses reveal a negative relationship between ET and SST and a stronger negative relationship between SST and chlorophyll-a, indicating a connection between physical ocean processes and biological responses. Lag correlation shows that ET precedes SST by about one month, followed by an increase in chlorophyll-a, indicating a sequential physical-biological response within the upwelling system. In addition, ENSO and IOD are associated with chlorophyll-a variability during JJA, with different spatial patterns of correlation. These findings suggest that future upwelling studies and monitoring efforts should integrate local Ekman mechanisms and global-scale climate variability.

Keywords: chlorophyll-a, ekman mechanisms, enso, iod, upwelling

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.



@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 2026
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.

PERAN MEKANISME EKMAN TERHADAP KEJADIAN UPWELLING DI LAUT TIMOR PADA FASE ENSO DAN IOD

CHAI SY NAZEEYA

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
2026**



@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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
1 Sonni Setiawan, S.Si., M.Si.



Judul Skripsi : Peran Mekanisme Ekman terhadap Kejadian *Upwelling* di Laut Timor pada Fase ENSO dan IOD
Nama : Chaisy Nazeeya
NIM : G2401221067

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Rahmat Hidayat, S.Si., M.Si.

Pembimbing 2:
Izatul Hafizah, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

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



Tanggal Ujian:
29 Juni 2026

Tanggal Lulus:



@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.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat, karunia, dan ridha-Nya sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian yang dilaksanakan pada bulan November 2025 hingga Juni 2026 ini mengangkat tema oseanografi dan interaksi atmosfer-laut, dengan judul “Peran Mekanisme Ekman terhadap Kejadian *Upwelling* di Laut Timor pada Fase ENSO dan IOD”.

Penyusunan karya ilmiah ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Rahmat Hidayat, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing utama dan Ibu Izatul Hafizah, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan bimbingan, ilmu, kritik, saran, serta meluangkan waktu selama proses penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini.
2. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Meteorologi Terapan, Institut Pertanian Bogor yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan bantuan selama masa perkuliahan.
3. Kedua orang tua, adik-adik, dan keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material, serta motivasi selama penulis menempuh pendidikan hingga menyelesaikan studi sarjana.
4. Teman-teman GFM angkatan 59 “Civita59ahar” yang telah menjadi rekan belajar, berdiskusi, dan berbagi pengalaman selama masa perkuliahan.
5. BRIN, Bismillah IPK 4, dan teman-teman satu bimbingan yang telah menjadi teman baik penulis, memberikan dukungan dan menjadi tempat berbagi pengalaman selama masa perkuliahan.
6. Teman baik penulis yaitu Amanda dan Shabrina yang telah menjadi teman seperjuangan sejak masa PKU hingga tingkat akhir.
7. Teman baik penulis sejak SMA yaitu Erlinda yang selalu memberikan dukungan dan menjadi tempat berbagi cerita.
8. Seseorang dari masa lalu yang kenangannya turut menemani penulis untuk tetap melangkah, dengan harapan bahwa suatu hari langkah yang berpisah dapat dipertemukan kembali.
9. Seluruh pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis selama proses penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang oseanografi, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Bogor, Juni 2026

Chaisy Nazeeya



@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

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xvii
I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Upwelling</i> dalam Sistem Oseanografi Tropis	5
2.2 Mekanisme Lokal Pengendali <i>Upwelling</i>	5
2.3 Indikator <i>Upwelling</i>	7
2.4 Variabilitas Global ENSO dan IOD	7
2.5 Karakteristik Oseanografi Laut Timor	8
2.6 Data Reanalisis dan <i>Remote Sensing</i>	8
III METODE	
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	10
3.4 Analisis Data	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Kondisi Klimatologi Laut Timor	15
4.2 Variabilitas Mekanisme Ekman di Laut Timor	16
4.3 Variabilitas Oseanografi	18
4.4 Komposit Musiman <i>Upwelling</i>	19
4.5 Pengaruh ENSO dan IOD terhadap <i>Upwelling</i>	21
4.6 Analisis Statistik Hubungan Variabel	25
4.7 Analisis <i>Lag Correlation</i>	27
V SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	31
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	Data yang digunakan dalam penelitian	9
2	Klasifikasi periode ENSO dan IOD	12

DAFTAR GAMBAR

1	Ilustrasi peristiwa <i>upwelling</i> di pesisir pantai	5
2	Lokasi geografis Laut Timor dan wilayah sekitarnya	8
3	Diagram alir penelitian	10
4	Distribusi klimatologi bulanan parameter oseanografi di Laut Timor selama periode 2010-2022 yang terdiri atas (a) sebaran SST yang di- <i>overlay</i> dengan vektor angin permukaan dan (b) distribusi konsentrasi klorofil-a.	16
5	Distribusi klimatologi bulanan mekanisme Ekman di Laut Timor selama periode 2010-2022 yang terdiri atas (a) sebaran ET dan (b) sebaran EPV.	17
6	Hubungan antarparameter oseanografi sebagai indikator proses <i>upwelling</i> di Laut Timor yang terdiri atas (a) hubungan antara kecepatan angin permukaan dan SST, (b) hubungan antara ET dan SST, serta (c) hubungan antara SST dan konsentrasi klorofil-a.	19
7	Komposit musiman parameter oseanografi di Laut Timor selama periode 2010-2022 yang terdiri atas (a) distribusi SST, (b) distribusi ET, (c) distribusi EPV, dan (d) distribusi klorofil-a	21
8	Diagram Hovmöller yang menunjukkan variasi temporal <i>Oceanic Niño Index</i> (ONI), <i>Dipole Mode Index</i> (DMI), dan anomali konsentrasi klorofil-a di Laut Timor selama periode 2010-2022.	22
9	Perbandingan kondisi oseanografi pada tahun representatif (2015 dan 2019) berdasarkan distribusi anomali SST dan konsentrasi klorofil-a di Laut Timor.	23
10	Komposit anomali parameter oseanografi di Laut Timor selama musim JJA yang terdiri atas (a) komposit anomali SST dan konsentrasi klorofil-a pada fase El Niño dan La Niña, serta (b) komposit anomali SST dan konsentrasi klorofil-a pada fase IOD positif dan negatif	24
11	Hasil analisis korelasi Pearson antarparameter oseanografi di Laut Timor yang terdiri atas (a) korelasi antara anomali ET dan anomali SST, (b) korelasi antara anomali SST dan anomali konsentrasi klorofil-a.	25
12	Hasil analisis korelasi parsial antara anomali konsentrasi klorofil-a dan variabilitas iklim global yang terdiri atas (a) korelasi parsial terhadap ONI, serta (b) korelasi parsial terhadap DMI.	26
13	Hasil analisis <i>lag correlation</i> antarparameter oseanografi di Laut Timor yang terdiri atas (a) korelasi <i>lag</i> antara SST dan ET, (b) korelasi <i>lag</i> antara SST dan konsentrasi klorofil-a.	27



@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