



ANALISIS SIRKULASI LAUT DI TELUK BONE DAN HUBUNGANNYA DENGAN DISTRIBUSI PRODUKTIVITAS PRIMER

PRISKA WIDYASTUTI

**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2020**

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



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul Analisis Sirkulasi Laut di Teluk Bone dan Hubungannya dengan Distribusi Produktivitas Primer 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 tesis ini.

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

Bogor, Juni 2020

Priska Widyastuti
NIM C551160221

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.



RINGKASAN

PRISKA WIDYASTUTI. Analisis Sirkulasi Laut di Teluk Bone dan Hubungannya dengan Distribusi Produktivitas Primer. Dibimbing oleh AGUS SALEH ATMADIPOERA, I WAYAN NURJAYA dan NYOMAN METTA N. NATIH.

Teluk Bone merupakan sebuah teluk di Pulau Sulawesi yang berbatasan langsung dengan Laut Flores. Beberapa mekanisme fisik skala besar terjadi di sekitar perairan Teluk Bone, di antaranya ARLINDO dan angin monsun. Hasil penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa fluktuasi variabel permukaan seperti SPL dan klorofil-a berkorelasi dengan total produktivitas primer dan kelimpahan cakalang. Penelitian menggunakan analisis pada rona permukaan telah banyak dilakukan, namun kajian komprehensif menggunakan data observasi lapangan dan pemodelan numerik mengenai interaksi pola sirkulasi laut dengan produktivitas primer di wilayah ini belum pernah dilakukan. Penelitian ini dilakukan untuk menjawab pertanyaan ilmiah: 1) bagaimana pola sirkulasi laut di Teluk Bone, 2) bagaimana pertukaran antara massa air di dalam teluk dengan di luar teluk, 3) bagaimana variabilitas pertukaran volum transpor dari dan ke Teluk Bone, dan 4) bagaimana aspek fisik tersebut berpengaruh terhadap distribusi produktivitas primer laut di wilayah Teluk Bone dan sekitarnya. Penelitian ini bertujuan menganalisis pola sirkulasi laut dan stratifikasi massa air serta variabilitas transpor massa air dan pengaruhnya terhadap produktivitas primer. Manfaat dari penelitian ini berupa informasi tentang kontribusi proses fisik terhadap distribusi biogeokimia yang dapat menggerakkan nutrien di Teluk Bone dan berpotensi mengendalikan kelimpahan ikan di daerah ini.

Penelitian dilakukan di Teluk Bone, yang berada di selatan Sulawesi pada koordinat 2.5-7°LS dan 119.75-122.5°BT. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari hasil observasi lapangan tanggal 15-19 Oktober 2014 oleh tim BPPL dan Departemen ITK-FPIK IPB, serta hasil keluaran model sirkulasi laut dengan kopel biogeokimia ROMS dan INDESO. Observasi lapangan dilakukan dengan menggunakan instrumen CTD pada 12 stasiun untuk mengukur suhu, salinitas, DO, klorofil-a, dan pH; instrumen SADCP untuk mengukur arus pada kedalaman 5-20m; dan *plankton net* untuk mengambil sampel klorofil-a pada air laut di 24 titik. Keluaran model ROMS yang digunakan dibangun dengan resolusi 1/36° selama 10 tahun dan digunakan hanya data pada tahun ke-10. Sedangkan keluaran model INDESO dibangun dengan resolusi 1/12° selama 2008-2011, dan selama 2008-2014 untuk model PISCES. Keluaran data arus dari model INDESO digunakan untuk mengestimasi volum transpor dan analisis CWT. Perata-rataan secara klimatologi dan penapisan 31 hari dilakukan untuk mengkaji variabilitas dari volum transpor.

Pola sirkulasi laut Teluk Bone yang diperlihatkan oleh arus menunjukkan adanya pembentukan *eddy* di tengah teluk dari utara ke selatan dan mengalami resirkulasi siklonik. Pola arus menunjukkan adanya pengaruh musim dimana pada awal Musim Barat, arus kuat muncul dari arah barat yang memungkinkan massa air dari sisi selatan Teluk Bone memasuki teluk. Rata-rata volum transpor adalah -0.12 Sv dengan simpangan baku sebesar 0.27 Sv. Hal ini menunjukkan bahwa transpor lebih dominan ke arah selatan yang mengindikasikan adanya defisit pada permukaan laut yang memungkinkan terjadinya *upwelling*. Variabilitas transpor

yang diamati dari hasil CWT memperlihatkan adanya variabilitas intra musiman dan variabilitas tahunan.

Hasil observasi selama 15-19 Oktober 2014 menggambarkan peningkatan salinitas dalam teluk menuju mulut teluk dengan kisaran salinitas di permukaan sebesar 33.5-34.6 psu. Secara horizontal, terdapat pola stratifikasi yang ditunjukkan oleh parameter fisik dan kimia seperti salinitas di dalam teluk dan di mulut teluk bahkan sampai kedalaman 100 m, diikuti oleh fluktuasi parameter lain yaitu suhu dan DO. Karakteristik massa air di Teluk Bone pada waktu pengamatan memperlihatkan kemiripan dengan karakteristik massa air di Laut Banda dan Laut Flores. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat pertukaran massa air dari luar teluk ke dalam teluk yang menyebabkan massa air Teluk Bone memiliki jenis massa air yang sama dengan perairan di sekitarnya.

Model juga membantu untuk melihat konteks spasial dan temporal yang lebih besar dari perubahan yang ditemukan pada periode pengamatan. Hal tersebut juga menjelaskan distribusi fitoplankton dan zooplankton di dalam teluk selama Musim Timur. Pola musiman yang muncul pada produktivitas primer mengindikasikan adanya pengaruh dinamika perairan terhadap distribusi produktivitas primer dan nutrien akibat pertukaran massa air antara laut lepas dengan massa air di dalam Teluk Bone. Hal ini terlihat dari pola CO_2 , PO_4 , Si(OH)_4 dan DFe yang mengikuti pola musiman dari pola sirkulasi laut di Teluk Bone. CO_2 dan PO_4 cenderung memiliki puncak peningkatan di Musim Timur (Agustus) hingga Musim Peralihan II (November). Pola sirkulasi laut secara fisik yang memiliki kesamaan dengan pola distribusi produktivitas primer dan faktor pembangkitnya menunjukkan bahwa penyebaran nutrien dipengaruhi dari transpor massa air di dalam Teluk Bone sehingga memungkinkan pergerakan kelimpahan ikan di wilayah ini.

Kata kunci: Model numerik, sirkulasi laut, Teluk Bone, produktivitas primer, transpor air laut





SUMMARY

PRISKA WIDYASTUTI. Analysis on Ocean Circulation in Bone Bay and Its Relation to the Distribution of Primary Productivity. Supervised by AGUS ATMADIPOERA, I WAYAN NURJAYA and NYOMAN METTA NATIH.

Bone Bay is located in Sulawesi Island, which is connected directly to Flores Sea. Major physical mechanisms exist in the area of Bone Bay, for example the ITF and monsoon winds. Various researches in the past revealed that fluctuation of surface variables such as SST and chlorophyll-a are correlated with the total primary production and skipjack catches. Studies using satellite imagery to analyze the surface of Bone Bay waters had been done already. However, a comprehensive research using a combination of field observation data and numerical modeling outputs, on the interaction of sea circulation and primary production in this area, has not been conducted so far by any scientists. This research intends to answer the following questions: 1) what is the pattern of sea circulation in Bone Bay; 2) what is the exchange of transport volume from and to Bone Bay, 3) what is the variability of the exchange of transport volume, and 4) how can the physical setting of Bone Bay influence the distribution of primary productivity in the surrounding waters. The final objectives are to analyze the pattern of sea circulation and the stratification of the seawater, as well as to analyze the variability of transport and its impact to primary productivity. The results will provide information on the contribution of physical processes into the biogeochemical distribution, which may drive the nutrients flow in Bone Bay and potentially control the fish abundance.

The location of this research is between 2.5-7°S and 119.75-122.5°E. The data used here was obtained from a field observation conducted by BPPL and ITK-FPIK IPB in October 15-19, 2014. A CTD profiling recorded temperature, salinity, dissolved oxygen (DO), Chl-a, and pH in 12 points from the surface to 100 m depth. Sea surface current was measured using SADCP from 5 to 20 m depth throughout the trip. Seawater was sampled for the analysis of Chl-a in 24 points along the transect. This research also used the outputs of coupled sea circulation-biogeochemical models from ROMS and INDES0. The output of the ROMS model was built on a resolution of 1/36° with 10 years of simulation. Only the 10th year of simulation was exported for analysis. The output of the INDES0 model was built on a resolution of 1/12° from 2008 to 2011, and the derivation of INDES0 model (PISCES) was built with the same resolution, from 2008 to 2014. The currents data from the INDES0 model was further analyzed to calculate the transport volume and to carry out the CWT analysis. Climatological average and 31 days smoothing were used to assess the variability of the transport volume.

The circulation of Bone Bay was exhibited by the pattern of currents, showing a formation of a cyclonic eddy in the middle of the bay, which drives the water mass southward. A seasonal influence was observed, indicated by a strong flow from the west which allowed water mass to enter the bay from the south during West Season. The average transport volume is -0.12 Sv with a standard deviation of 0.27 Sv. This number suggests a dominant transport to south, which may trigger an upwelling event due to a deficit on the sea surface. Based on CWT results, the transport variabilities occurring here include intra-seasonal and annual periods.

Observation results during October 15-19, 2014 showed that water mass flowed to the outside of the gulf with a salinity ranging from 33.2 to 34.6 PSU. The horizontal profile confirmed that there was a specific pattern between salinity inside the gulf and at the mouth of the gulf, even until 100 m depth, followed by the fluctuation of other parameters, i.e. temperature and DO. The characteristics of the waters were similar to Banda Sea and Flores Sea, revealing an exchange of water masses between inside and outside of Bone Bay.

Model results also allowed us to assess a bigger spatial and temporal view of the changes found at the field observation. We are able to describe the high distribution of phytoplankton and zooplankton which occurred during East Season. Seasonal patterns emerged in the distribution of primary productivity, indicating the influence of water dynamics on the distribution of primary producers and nutrients due to the water exchange between outside and inside of Bone Bay. This can be seen from the patterns of CO_2 , PO_4 , $\text{Si}(\text{OH})_4$ and Dfe , which follow the seasonal sea circulation patterns in Bone Bay. CO_2 and PO_4 tended to increase from East Season (August) until Transition Season II (November). The interplay between physical aspect of sea circulation and primary production exposed a relation of sea water transport and nutrient distribution hence possibly drives the abundance of fish resources in this region.

Keywords: Bone Bay, primary productivity, numerical modeling, ocean circulation, seawater transport.



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 2020 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



ANALISIS SIRKULASI LAUT DI TELUK BONE DAN HUBUNGANNYA DENGAN DISTRIBUSI PRODUKTIVITAS PRIMER

PRISKA WIDYASTUTI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains
pada
Program Studi Ilmu Kelautan

**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2020**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji pada Ujian Tesis: Dr Ir Yuli Naulita, MSi



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


Judul Tesis : Analisis Sirkulasi Laut di Teluk Bone dan Hubungannya dengan
Distribusi Produktivitas Primer

Nama : Priska Widyastuti

NIM : C551160221

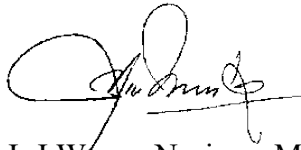
Disetujui oleh

Komisi Pembimbing



Dr Ir Agus S Atmadipoera, DESS

Ketua



Dr Ir I Wayan Nurjaya, MSc

Anggota

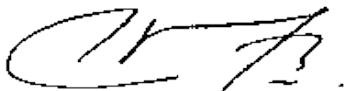


Dr Ir Nyoman Metta N Natih, MSi

Anggota

Diketahui oleh

Ketua Program Studi
Ilmu Kelautan



Dr Ir Neviaty P Zamani, MSc

Dekan Sekolah Pascasarjana

Prof Dr Ir Anas Miftah Fauzi, MEng

Tanggal Ujian: 20 Desember 2019

Tanggal Lulus: 28 Juli 2020



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tesis ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan pada bulan Agustus 2017 ini ialah sirkulasi massa air, dengan judul Analisis Sirkulasi Laut di Teluk Bone dan Hubungannya dengan Distribusi Produktivitas Primer. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Dr Ir Agus S Atmadipoera, DESS, Bapak Dr Ir I Wayan Nurjaya, MSc dan Bapak Dr Ir Nyoman Metta N Natih, MSi selaku pembimbing yang telah banyak memberi masukan dan arahan.
2. Balai Penelitian Perikanan Laut (BPPL) Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) yang telah membagikan data riset STOKAS Teluk Bone, serta tim peneliti termasuk Kepala BPPL KKP, Bapak Asep Priatna, MSi, dan Bapak Asep Mamun SPi.
3. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah membantu dalam pembiayaan selama masa studi melalui program Beasiswa Unggulan Masyarakat Berprestasi Batch II Tahun 2016.
4. Ayah, ibu, serta seluruh keluarga, atas segala doa dan kasih sayangnya.
5. Rekan-rekan IKL 2016, OSE 2016, dan laboratorium oseanografi fisika ITK atas bantuan dan kerjasamanya selama ini.
6. Semua pihak yang telah membantu penulis selama ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga tesis ini bermanfaat bagi para pembaca serta seluruh mahasiswa/i dan peneliti di bidang ilmu kelautan.

Bogor, Juni 2020

Priska Widyastuti

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vi
1 PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Perumusan Masalah	3
Tujuan Penelitian	3
Hipotesis	4
Manfaat Penelitian	5
Ruang Lingkup Penelitian	5
2 METODE	5
Lokasi dan Waktu Penelitian	5
Jenis dan Sumber Data	6
Pemrosesan dan Analisis Data	8
3 HASIL DAN PEMBAHASAN	15
Stratifikasi Massa Air Teluk Bone	15
Pola Sirkulasi Laut	20
Distribusi Produktivitas Primer	24
4 SIMPULAN DAN SARAN	30
Simpulan	30
Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	36
RIWAYAT HIDUP	40

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.



DAFTAR TABEL

1	Parameter yang dianalisis dalam studi beserta spesifikasinya	7
---	--------------------------------------------------------------	---

DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka pikir penelitian	4
2	Lokasi penelitian Teluk Bone: (a) domain model dan batimetri. AB (4.25°LS, 120.4-121.5°BT) merupakan transek untuk perhitungan transpor, bintang hitam merupakan titik pengamatan biogeokimia di dalam teluk (4°LS, 120.75°BT), bintang merah merupakan titik pengamatan biogeokimia di luar teluk (4°LS, 121°BT); (b) lokasi observasi lapangan dengan plot stasiun <i>Acoustic Doppler Current Profiler</i> (ADCP) dan <i>Conductivity, Temperature, Depth</i> (CTD) pada bulan Oktober 2014	6
3	Diagram alir metode penelitian	8
4	Validasi suhu model INDES0, ROMS dan observasi pada kedalaman 1 meter. Data merupakan suhu pada bulan Oktober tahun ke-10 (model INDES0) dan tanggal 15-19 Oktober 2014 (model ROMS dan observasi) di Teluk Bone	12
5	Validasi DO model PISCES dan observasi pada kedalaman 1 meter. Data merupakan DO pada tanggal 15-19 Oktober 2014 di Teluk Bone	12
6	Perbandingan pola vektor arus model ROMS (panah berwarna hitam) dengan vektor arus hasil pengukuran SADCP (panah berwarna biru) di Teluk Bone. Masing-masing data merupakan arus di kedalaman 10 m pada bulan Oktober.	13
7	Perbandingan pola vektor arus model INDES0 (panah berwarna hitam) dengan vektor arus hasil pengukuran SADCP (panah berwarna biru) di Teluk Bone. Masing-masing data merupakan arus di kedalaman 10 m pada bulan Oktober.	14
8	Struktur vertikal salinitas (PSU) di tiga stasiun dari dalam teluk (A) ke luar teluk (D) di Teluk Bone	16
9	Struktur horizontal parameter fisik dan kimia dari dalam teluk (A) ke luar teluk (B) di Teluk Bone	16
10	Vektor arus pada 15-19 Oktober 2014 dari ADCP di beberapa kedalaman di Teluk Bone	17
11	Diagram Suhu-Salinitas (TS) di semua stasiun di Teluk Bone	18
12	Distribusi klorofil-a permukaan di Teluk Bone	19
13	Arus di kedalaman 10 m pada simulasi tahun ke-10. Gambar ditampilkan berdasarkan bulan yang mewakili musim, Januari (JAN) untuk Musim Barat, April (APR) untuk Musim Transisi I, Juli (JUL) untuk Musim Timur dan Oktober (OCT) untuk Musim Transisi II	20
14	Penampang memotong transpor pada Transek AB dari 1 Januari 2008 hingga 4 September 2011 yang dihitung secara klimatologi	22
15	Deret waktu: (a) volum transpor harian di transek A-B dari 1 Januari 2008 hingga 4 September 2011 di Teluk Bone dan (b) rataan bulanan volum transpor (klimatologi)	23

16	Modulus CWT dari volum transpor hasil penapisan 31 hari di transek A-B di Teluk Bone pada Gambar 2a. Kotak merah menandai sinyal terkuat yang muncul.	23
17	Transpor (Sv) di kedalaman 10 m pada simulasi tahun ke-10 berdasarkan bulan yang mewakili musim, Januari (JAN) untuk Musim Barat, April (APR) untuk Musim Transisi I, Juli (JUL) untuk Musim Timur dan Oktober (OCT) untuk Musim Transisi II	24
18	Suhu (°C) di kedalaman 10 m pada simulasi tahun ke-10. Gambar ditampilkan berdasarkan bulan yang mewakili musim, yakni Januari (JAN) untuk Musim Barat, April (APR) untuk Musim Transisi I, Juli (JUL) untuk Musim Timur dan Oktober (OCT) untuk Musim Transisi II di Teluk Bone	25
19	Salinitas (PSU): a) di kedalaman 10 m dan b) penampang vertikal pada simulasi tahun ke-10. Gambar ditampilkan berdasarkan bulan yang mewakili musim, yakni Januari (JAN) untuk Musim Barat dan Agustus (AUG) untuk Musim Timur di Teluk Bone	26
20	Distribusi parameter biogeokimia di kedalaman 10 m: a) Chl-a (mg m^{-3}), b) phytoplankton (mmol Nm^{-3}), c) zooplankton (mmol Nm^{-3}) dan d) detritus (mmol Nm^{-3}). Gambar ditampilkan berdasarkan bulan yang mewakili musim, yakni Januari (JAN) untuk Musim Barat dan Agustus (AUG) untuk Musim Timur di Teluk Bone	27
21	Deret waktu produktivitas primer dan parameter biogeokimia hasil keluaran model PISCES tahun 2008-2014 pada permukaan di Teluk Bone	29

DAFTAR LAMPIRAN

1	Skematik: (a) fluks nitrogen dan (b) fluks karbon di model NPZD (Fennel et al. 2006)	36
2	Skrip perata-rataan klimatologi dan penapisan 31 hari	37
3	Sebaran menegak parameter fisika kimia	37
4	Rata-rata harian aliran sungai, tinggi aliran, dan volume air di beberapa sungai yang daerah pengalirannya lebih dari 100 km ² , 2015	39



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