

**HUBUNGAN EL NINO, LA NINA, DAN IOD TERHADAP VARIABILITAS SUHU
PERMUKAAN LAUT DAN KLOOROFIL-A DI PERAIRAN SELAT BALI TAHUN**

2007 - 2017

SKRIPSI

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

Oleh:

NUKE AYU MEI SAVITRI

NIM. 135080607111012



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2018

HUBUNGAN EL NINO, LA NINA, DAN IOD TERHADAP VARIABILITAS SUHU
PERMUKAAN LAUT DAN KLOOROFIL-A DI PERAIRAN SELAT BALI TAHUN

2007 - 2017

SKRIPSI

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan

di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Universitas Brawijaya

Oleh:

NUKE AYU MEI SAVITRI

NIM. 135080607111012



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2018

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

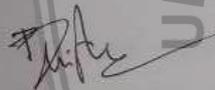
**HUBUNGAN EL NINO, LA NINA, DAN IOD TERHADAP VARIABILITAS SUHU
PERMUKAAN LAUT DAN KLOOROFIL-A DI PERAIRAN SELAT BALI TAHUN
2007 - 2017**

Oleh:

**NUKE AYU MEI SAVITRI
NIM. 135080607111012**

Telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 28 Juni 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat.

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I



Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D
NIP. 19621220 198803 1 004
Tanggal : 19 JUL 2018

Dosen Pembimbing II



Dhira Kurniawan Saputra, S.Kel., M.Sc
NIK. 20120186 0115 1 001
Tanggal : 19 JUL 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan PSPK



Dr. Eng. Abu Bakar Sambah, S.Pi., MT
NIP. 19780717 200502 1 004
Tanggal: 19 JUL 2018



Judul : HUBUNGAN EL NINO, LA NINA, DAN IOD TERHADAP
VARIABILITAS SUHU PERMUKAAN LAUT DAN
KLOOROFIL-A DI PERAIRAN SELAT BALI TAHUN 2007 -
2017

Nama Mahasiswa : NUKE AYU MEI SAVITRI

NIM : 135080607111012

Program Studi : Ilmu Kelautan

PENGUJI PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D

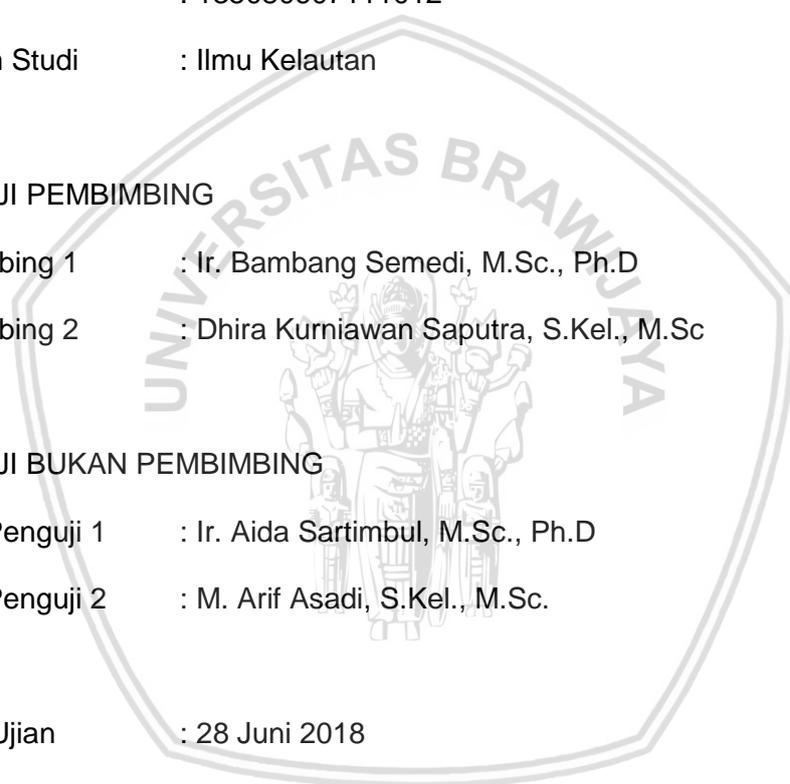
Pembimbing 2 : Dhira Kurniawan Saputra, S.Kel., M.Sc

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Ir. Aida Sartimbul, M.Sc., Ph.D

Dosen Penguji 2 : M. Arif Asadi, S.Kel., M.Sc.

Tanggal Ujian : 28 Juni 2018



PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Skripsi yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Laporan Skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 28 Juni 2018

Nuke Ayu Mei Savitri

NIM. 135080607111012



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nuke Ayu Mei Savitri
 NIM : 135080607111012
 Tempat / Tgl Lahir : Surabaya / 8 Mei 1995
 No. Tes Masuk P.T. : 6131104478
 Jurusan : Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan
 Program Studi : Ilmu Kelautan
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Agama : Islam
 Alamat : Jl. Bogangin Baru J/27, Surabaya
 Email : nukeams@yahoo.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

No	Jenis Pendidikan	Tahun		Keterangan
		Masuk	Lulus	
1	S.D	2001	2007	SDN Ngagel Rejo X Surabaya
2	S.L.T.P	2007	2010	SMPN 16 Surabaya
3	S.L.T.A	2010	2013	SMAN 2 Surabaya
4	Perguruan Tinggi (Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan)	2013	2018	Universitas Brawijaya

UCAPAN TERIMAKASIH

Atas tersusunnya Laporan Skripsi ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat sehat dan rahmatNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini.
2. Bapak Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D dan Bapak Dhira Kurniawan Saputra, S.Kel., M.Sc selaku dosen pembimbing atas waktu, dukungan, dan saran selama proses pengerjaan skripsi ini.
3. Ibu dan adik-adik dirumah, serta keluarga besar yang tidak pernah bosan bertanya “kapan wisuda?”.
4. Sahabat-sahabat terbaik di rumah, Vinky, Fitri, Uun, Dinda, Upik, Eyin, Ulik, Prilly, Nurul, Ipeh, Dati, Tasya, Mahak, Risty, dan Mbak Maria yang tidak pernah bosan bertanya “kapan pulang?”.
5. Sahabat-sahabat terbaik di kampus, KTGT dan CCC. Selain ilmu dan pengalaman, kalianlah hal terbaik yang penulis dapatkan semasa kuliah ini.
6. Sahabat-sahabat terbaik di kosan, Keiko, Pepeb, Ana, Mimi, Erin, Mbak Samira, Leli, Putri, Dini, Moes, dan Cici, yang selalu murah hati dalam membantu menyediakan asupan gizi kepada penulis.
7. Rekan-rekan ATLANTIK dalam berjuang menuntut ilmu bersama-sama.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sampaikan seluruhnya, karena keterbatasan tempat.

Malang, 28 Juni 2018

Nuke Ayu Mei Savitri

NIM. 135080607111012

RINGKASAN

NUKE AYU MEI SAVITRI (135080607111012). Laporan Skripsi Hubungan El Nino, La Nina, dan IOD terhadap Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a di Perairan Selat Bali Tahun 2007 - 2017 (dibawah bimbingan **Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D** dan **Dhira Kurniawan Saputra, S.Kel., M.Sc**).

Selat Bali merupakan wilayah perairan yang kompleks dan dikenal memiliki potensi perikanan yang sangat tinggi. Namun, beberapa tahun terakhir disebutkan bahwa hasil tangkapan ikan pelagis menurun drastis. Ketersediaan ikan pelagis di suatu wilayah perairan seringkali dihubungkan dengan suhu permukaan laut dan klorofil-a. Adapun terdapat iklim regional (Musim Timur dan Barat) dan global (El Nino-La Nina dan IOD) yang cenderung dapat mempengaruhi variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di wilayah perairan Indonesia. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh iklim global (El Nino-La Nina dan IOD) terhadap variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di wilayah perairan Selat Bali.

Data penelitian berupa citra satelit suhu permukaan laut dan klorofil-a didapatkan dari satelit Aqua MODIS level 2. Sedangkan data Indeks Nino3,4 sebagai acuan terjadinya El Nino-La Nina dan Dipole Mode Index sebagai acuan terjadinya IOD didapatkan dari ERSI NOAA. Data citra satelit suhu permukaan laut dan klorofil-a akan divalidasi dengan data lapangan menggunakan metode korelasi. Metode tersebut digunakan untuk melihat tingkat akurasi hubungan antara 2 data yang diuji. Analisis hasil pada penelitian ini menggunakan metode analisis statistik deskriptif. Tujuan dari metode tersebut adalah untuk melihat dan menjelaskan data secara apa adanya, serta mengetahui hubungan dan gambaran umum dari data yang diuji berdasarkan pola grafik yang dihasilkan.

Hasil dari penelitian ini yaitu tingginya suhu permukaan laut bersamaan dengan rendahnya klorofil-a di Selat Bali terjadi pada Musim Barat, begitu pula sebaliknya pada Musim Timur. Fenomena El Nino dan IOD (+) mengakibatkan rendahnya nilai suhu permukaan laut di wilayah perairan Selat Bali, sedangkan fenomena La Nina dan IOD (-) mengakibatkan tingginya nilai suhu permukaan laut di wilayah perairan tersebut. Namun pengaruh fenomena El Nino dan La Nina hanya berlaku pada Musim Timur. Fenomena IOD sendiri cenderung lebih berpengaruh terhadap variabilitas suhu permukaan laut di wilayah perairan Selat Bali saat terjadi bersamaan dengan El Nino-La Nina. Kedua fenomena El Nino-La Nina dan IOD tidak memiliki hubungan secara langsung dengan naik turunnya nilai klorofil-a di wilayah perairan Selat Bali.

KATA PENGANTAR

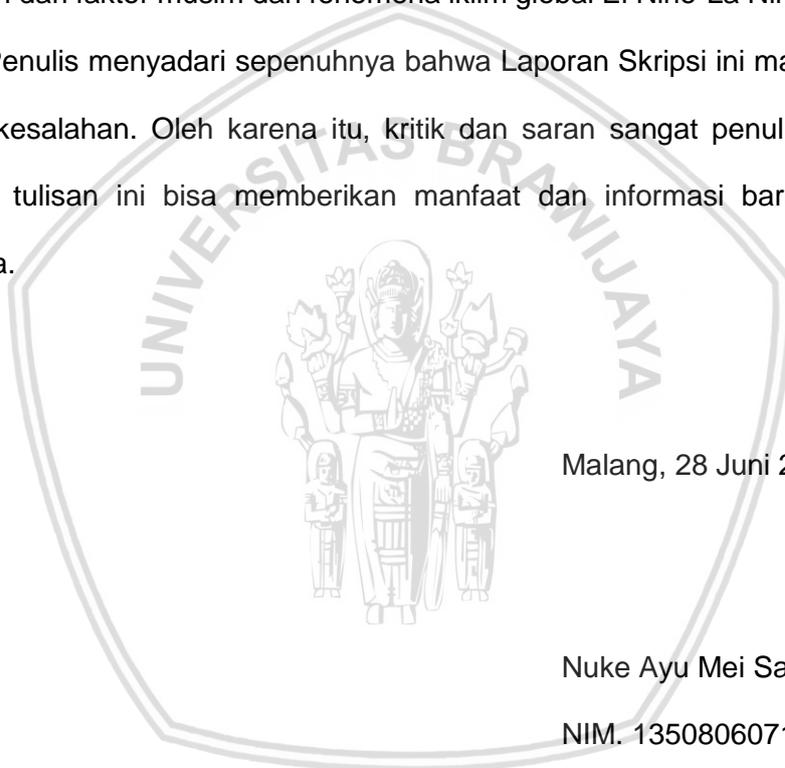
Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang atas limpahan berkah-Nya, Laporan Skripsi yang berjudul “Hubungan El Nino, La Nina, dan IOD terhadap Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a di Perairan Selat Bali Tahun 2007 - 2017” dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Laporan ini membahas tentang trend perubahan suhu permukaan laut dan klorofil-a di wilayah perairan Selat Bali dalam kondisi normal maupun saat mendapatkan pengaruh dari faktor musim dan fenomena iklim global El Nino-La Nina serta IOD.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Laporan Skripsi ini masih terdapat banyak kesalahan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan. Semoga tulisan ini bisa memberikan manfaat dan informasi baru bagi para pembaca.

Malang, 28 Juni 2018

Nuke Ayu Mei Savitri

NIM. 135080607111012



DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN ORISINALITAS	i
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	ii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	iii
RINGKASAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Suhu Permukaan Laut	4
2.2 Klorofil-a	5
2.3 Penginderaan Jarak Jauh.....	6
2.4 El Nino-La Nina	6
2.5 Indian Ocean Dipole	8
2.6 AAQ 1183.....	10
2.7 Penelitian Terdahulu	12
3. METODE PENELITIAN	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.3 Prosedur Penelitian	16
3.4 Metode Pengambilan Data	18
3.4.1 Data Primer	18
3.4.2 Data Sekunder	18
3.5 Metode Pengolahan Data	18
3.6 Analisis Data	19
3.6.1 Validasi Data	19
3.6.2 Analisis Hasil	20
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Kondisi Umum Selat Bali	21
4.2 Validasi Data	22

4.3	Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a di Selat Bali	24
4.3.1	Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a secara Spasial..	24
4.3.2	Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a secara Temporal...	26
4.4	El Nino-La Nina	29
4.4.1	Grafik Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan El Nino-La Nina.....	32
4.4.2	Grafik Variabilitas Klorofil-a dan El Nino-La Nina.....	34
4.5	Indian Ocean Dipole	36
4.5.1	Grafik Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan IOD	39
4.5.2	Grafik Variabilitas Klorofil-a dan IOD	40
4.6	El Nino-La Nina dan Indian Ocean Dipole.....	42
5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran.....	44
	DAFTAR PUSTAKA.....	46
	LAMPIRAN	49



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Spesifikasi AAQ 1183	10
Tabel 2. Alat Penelitian	15
Tabel 3. Bahan Penelitian.....	16



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Distribusi Suhu Secara Vertikal dan Horizontal	5
Gambar 2. El Nino-La Nina	7
Gambar 3. IOD Fase Positif, Negatif, dan Normal.....	9
Gambar 4. AAQ 1183	10
Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian.....	15
Gambar 6. Diagram Prosedur Penelitian	17
Gambar 7. Grafik Data Lapang dan Satelit Suhu Permukaan Laut	22
Gambar 8. Grafik Data Lapang dan Satelit Klorofil-a	22
Gambar 9. Plot Korelasi Suhu Permukaan Laut Lapang dan Satelit	23
Gambar 10. Plot Korelasi Klorofil-a Lapang Dan Satelit.....	23
Gambar 11. Grafik Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a	26
Gambar 12. Grafik Indeks Nino3.4 Tahun 2007 - 2017	29
Gambar 13. Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a di Selat Bali saat El Nino-La Nina	32
Gambar 14. Grafik Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan El Nino-La Nina	32
Gambar 15. Grafik Variabilitas Klorofil-a dan El Nino-La Nina.....	34
Gambar 16. Grafik DMI Tahun 2007 - 2017	36
Gambar 17. Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a di Selat Bali saat IOD	38
Gambar 18. Grafik Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan IOD.....	39
Gambar 19. Grafik Variabilitas Klorofil-a dan IOD.....	40
Gambar 20. Grafik Variabilitas SPL dan Klorofil-a saat El Nino-La Nina dan IOD	42



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian di Lapang	49
Lampiran 2. Validasi Data Lapang dan Satelit	50
Lampiran 3. Data Penelitian.....	51
Lampiran 4. Variabilitas Suhu Permukaan Laut secara Spasial di Selat Bali.....	54
Lampiran 5. Variabilitas Klorofil-a secara Spasial di Selat Bali.....	61
Lampiran 6. Indeks Nino3.4	68
Lampiran 7. Dipole Mode Index	69



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak diantara 2 benua (Benua Asia dan Australia) dan 2 samudra (Samudra Hindia dan Pasifik). Kondisi tersebut mengakibatkan Indonesia dipengaruhi oleh beragam iklim, baik secara regional maupun global (Madani et al., 2012). Secara regional, Indonesia dipengaruhi oleh 2 musim, yaitu Musim Timur dan Musim Barat (Sartimbul et al., 2010). Musim Timur terjadi pada bulan Juni - Agustus dan Musim Barat terjadi pada bulan Desember - Februari. Adapun pada bulan Maret - Mei terjadi Musim Peralihan 1, sedangkan pada bulan September - November terjadi Musim Peralihan 2. Secara global, Indonesia juga turut mendapat pengaruh oleh adanya fenomena alam seperti El Nino-La Nina dan IOD. El Nino-La Nina merupakan fenomena iklim global yang ditandai dengan adanya anomali suhu permukaan laut dan terjadi di Samudra Pasifik, sedangkan IOD terjadi di Samudra Hindia (Saji et al., 1999).

Salah satu wilayah perairan di Indonesia yang menarik untuk diteliti, terkait dengan pengaruh kedua iklim tersebut adalah Selat Bali. Selat Bali terletak diantara Pulau Jawa dan Bali. Wilayah tersebut berbatasan langsung dengan Laut Bali di sebelah utara dan Samudera Hindia di sebelah selatan (Setyohadi, 2009). Selat Bali merupakan wilayah perairan yang kompleks dan dikenal memiliki potensi perikanan yang sangat tinggi. Namun, data Pelabuhan Perikanan Nusantara Pengambengan menunjukkan bahwa total hasil tangkapan ikan menurun dari 17.000 ton pada tahun 2015 menjadi hanya 7000 ton pada tahun 2016 (Sihombing, 2017). Ketersediaan ikan pelagis di suatu wilayah perairan tertentu seringkali dihubungkan dengan suhu permukaan laut dan klorofil-a.

Suhu permukaan laut merupakan salah satu parameter lingkungan yang erat kaitannya dengan aktivitas ekologi perairan, dimana suhu yang terlalu tinggi

dapat menyebabkan produksi primer cenderung terganggu (Mustaruddin et al., 2011). Klorofil-a juga merupakan parameter lingkungan yang dapat mempengaruhi produktivitas primer di laut, sehingga dapat dijadikan indikasi kesuburan suatu perairan (J et al., 2016). Hubungan antara suhu permukaan laut dan klorofil-a tidak lepas dari pengaruh *upwelling* yang mengakibatkan rendahnya nilai suhu permukaan laut dan tingginya nilai klorofil-a (Effendi et al., 2012).

Penelitian terdahulu terkait dengan variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di Selat Bali (Rintaka et al., 2016; Sartimbul et al., 2010; Yuniarti et al., 2013) telah dilakukan. Adapun penelitian terdahulu tentang fenomena El Nino-La Nina dan IOD (Kunarso et al., 2012; Martono, 2016) di Selat Bali masih sedikit. Penelitian ini sendiri dilakukan untuk mengetahui hubungan variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a dengan fenomena El Nino-La Nina dan IOD dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jarak jauh. Penginderaan jarak jauh merupakan suatu teknik yang dapat digunakan dalam melakukan pengamatan terhadap objek tertentu secara temporal dan spasial. Teknik tersebut memiliki kelebihan dalam menganalisis suatu area yang luas dan sulit ditempuh dalam waktu yang singkat (Syah, 2010).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini, antara lain:

- a. Bagaimana variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di Selat Bali selama 10 tahun terakhir?
- b. Bagaimana pengaruh El Nino-La Nina terhadap variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di Selat Bali?
- c. Bagaimana pengaruh IOD terhadap variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di Selat Bali?
- d. Bagaimana pengaruh El Nino-La Nina dan IOD yang terjadi bersamaan terhadap variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di Selat Bali?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini, antara lain:

- a. Menganalisis variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di Selat Bali selama 10 tahun terakhir.
- b. Menganalisis hubungan El Nino-La Nina terhadap variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di Selat Bali.
- c. Menganalisis hubungan IOD terhadap variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di Selat Bali.
- d. Menganalisis pengaruh El Nino-La Nina dan IOD yang terjadi bersamaan terhadap variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di Selat Bali.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat digunakan sebagai referensi perihal trend suhu permukaan laut dan klorofil-a selama 10 tahun kebelakang berhubungan dengan fenomena iklim El Nino-La Nina dan IOD di perairan Selat Bali.

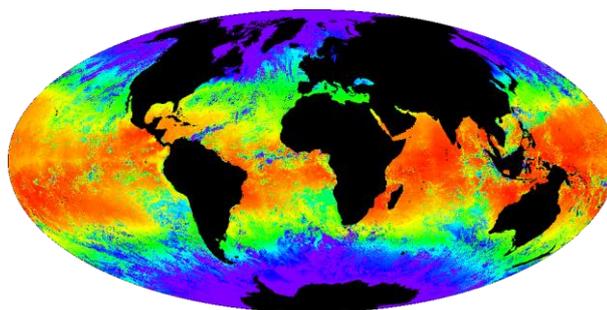
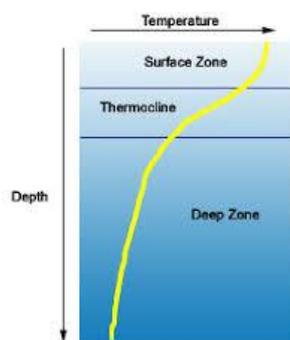
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Suhu Permukaan Laut

Suhu merupakan salah satu parameter lingkungan yang erat kaitannya dengan aktivitas ekologi perairan, dimana suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan produksi primer cenderung terganggu (Mustaruddin et al., 2011). Fitoplankton dan rumput laut merupakan organisme penghasil produksi primer yang menempati kedudukan pertama dalam rantai makanan di laut. Jika produksi primer terganggu keseimbangannya, maka dapat dikatakan bahwa keseluruhan proses rantai makanan juga cenderung akan ikut terganggu.

Faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya suhu permukaan laut, antara lain intensitas sinar cahaya matahari dan pergerakan angin. Semakin lama sinar matahari mengenai suatu wilayah permukaan air laut, maka semakin tinggi pula nilai suhu permukaan laut di daerah tersebut. Daerah equator yang mendapatkan paparan sinar matahari lebih sering akan memiliki nilai suhu permukaan laut yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan daerah kutub. Pergerakan angin sendiri dapat menyebabkan peristiwa *upwelling* yang membawa air bersuhu rendah naik ke permukaan (B et al., 2014).

Seperti yang dapat kita lihat pada Gambar 1, suhu di laut bervariasi persebarannya baik secara vertikal maupun horizontal (Cousteau, 2014). Secara vertikal, suhu mengalami penurunan nilai secara bertahap bersamaan dengan makin tingginya kedalaman. Namun ada satu lapisan yang disebut dengan lapisan termoklin, dimana suhu mengalami penurunan nilai secara drastis pada kedalaman tertentu dan setelahnya akan kembali mengalami penurunan nilai secara stabil. Sedangkan secara horizontal, persebaran suhu bervariasi berdasarkan letak lintangnya. Semakin menuju kutub, suhu permukaan laut akan semakin rendah.



(NASA, 2009)

Gambar 1. Distribusi Suhu Secara Vertikal dan Horizontal

2.2 Klorofil-a

Klorofil merupakan suatu pigmen yang terdapat pada organisme autotrof, dimana organisme tersebut dapat menghasilkan makanan sendiri melalui proses fotosintesis. Klorofil dapat dibedakan menjadi 4 jenis, yaitu klorofil a, b, c, dan d. Keberadaan klorofil yang paling sering dijumpai adalah klorofil-a. Klorofil-a pada ekosistem laut dapat ditemukan pada fitoplankton. Fitoplankton merupakan salah satu produsen primer yang kedudukannya penting dalam proses rantai makanan. Oleh karena itu, keberadaan klorofil-a juga dapat dijadikan sebagai indikasi kesuburan suatu perairan (J et al., 2016).

Faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya kandungan klorofil-a di suatu perairan diantaranya yaitu intensitas cahaya matahari dan nutrisi (Sihombing, 2013). Intensitas cahaya matahari dalam suatu wilayah perairan dapat dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk proses fotosintesis. Intensitas cahaya matahari tersebut juga turut mempengaruhi tinggi rendahnya suhu permukaan laut sebagai faktor lainnya dalam menunjang kehidupan fitoplankton. Suhu permukaan laut yang terlalu tinggi akan berdampak terhadap rendahnya pertumbuhan fitoplankton, begitu pula sebaliknya.

Persebaran klorofil-a cenderung dikaitkan dengan adanya fenomena *upwelling* (Cousteau, 2014). *Upwelling* merupakan suatu peristiwa dimana terjadi

pengangkatan nutrien dari dasar laut menuju permukaan, sehingga daerah terjadinya peristiwa tersebut menjadi subur karena kaya akan nutrien. Hal tersebut turut mengakibatkan pesatnya pertumbuhan fitoplankton, sehingga kandungan klorofil-a pun akan ikut meningkat.

2.3 Penginderaan Jarak Jauh

Penginderaan jarak jauh merupakan suatu teknik yang dapat digunakan untuk mengamati objek tertentu secara temporal dan spasial. Teknik ini memiliki kelebihan dalam menganalisis suatu area yang luas dan sulit ditempuh dalam waktu yang singkat (Syah, 2010). Contoh objek yang dapat diamati, yaitu sebaran suhu permukaan laut dan klorofil-a.

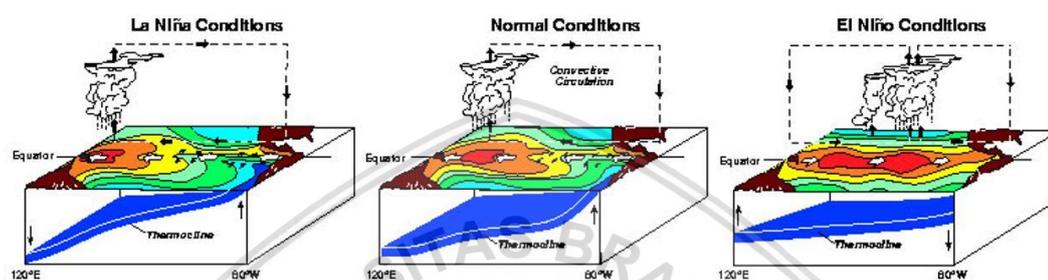
Satelit penginderaan jarak jauh yang dilengkapi dengan sensor untuk mendeteksi suhu permukaan laut dan kandungan klorofil-a pada suatu perairan adalah satelit Aqua MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) (Ekayana et al., 2017). Satelit tersebut merupakan satelit ilmu pengetahuan tentang bumi dari NASA (*Nation Aeronautics and Space Administration*). Dalam menangkap gambaran bumi, Aqua MODIS memiliki beberapa kekuatan resolusi yaitu 250 m, 500 m, 1000 m, 4000 m, dan 9000 m.

Penginderaan jarak jauh memiliki beberapa manfaat dalam penggunaannya, antara lain untuk pemantauan wilayah yang tercemar minyak, pemetaan wilayah pesisir, pemetaan kerapatan mangrove, dan lain-lain. Pengolahan data suhu permukaan laut dan klorofil-a sendiri dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mengetahui zona potensi penangkapan ikan (Semedi and Luthfi Hadiyanto, 2016).

2.4 El Nino-La Nina

El Nino-La Nina (Gambar 2) merupakan fenomena iklim global yang ditandai dengan adanya anomali suhu permukaan laut di daerah equator Samudra Pasifik (Cousteau, 2014). Pada keadaan normal, angin pasat tenggara di

Samudera Pasifik bertiup ke arah barat. Pada saat fenomena El Nino terjadi, angin pasat tenggara melemah menyebabkan permukaan laut yang hangat pada sebelah barat Samudera Pasifik bergeser ke sebelah timur. Hal tersebut mengakibatkan kejadian *upwelling* yang normalnya terjadi di Samudra Pasifik bagian timur tidak dapat berlangsung, dikarenakan tertahan oleh massa air hangat di permukaan yang melebar sampai dengan bagian timur Samudera Pasifik.



(NOAA, 2017)

Gambar 2. El Nino-La Nina

Adanya penumpukan massa air hangat di daerah timur Samudera Pasifik menyebabkan tekanan udara pun menjadi lebih rendah, sehingga kondisi di daerah Amerika Selatan menjadi lebih basah dari keadaan normalnya. Dengan kata lain, tingkat curah hujan di daerah ini pun menjadi lebih tinggi. Sebaliknya, saat La Nina terjadi, tiupan angin pasat tenggara menguat menyebabkan massa air yang hangat tertiuap jauh ke barat Samudra Pasifik dari keadaan normalnya dan *upwelling* berlangsung di daerah timur Samudra Pasifik. Suhu permukaan laut menjadi lebih tinggi dari keadaan normalnya di daerah Indonesia dan utara Australia, sehingga menyebabkan tingkat curah hujan yang tinggi pula.

Acuan dalam menentukan kejadian El Nino-La Nina didasarkan pada nilai indeks Nino3.4 (Wibowo, 2015). Indeks Nino3.4 didapatkan dari selisih suhu permukaan laut di wilayah Samudra Pasifik sekitar 5°N - 5°S dan 120°W - 170°W. Jika anomali suhu mencapai lebih dari 0,5 selama lebih dari 3 bulan berturut-turut, maka dapat dikatakan bahwa peristiwa El Nino sedang terjadi.

Sebaliknya, jika anomali suhu mencapai kurang dari $-0,5$ selama lebih dari 3 bulan berturut-turut, maka peristiwa La Nina yang sedang terjadi.

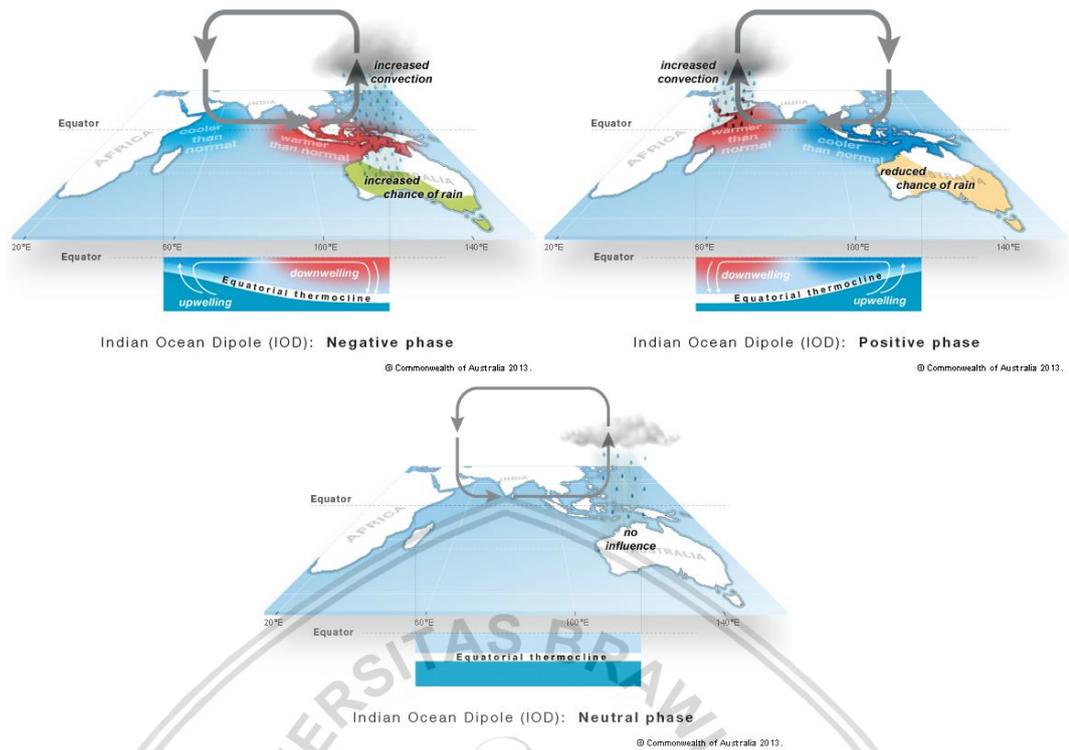
Menurut Wibowo (2015), kekuatan El Nino-La Nina dapat dibagi menjadi 3 intensitas, yaitu:

- a. Intensitas lemah, jika didapatkan nilai indeks sebesar $(\pm) 0,5 - 0,9$
- b. Intensitas sedang, jika didapatkan nilai indeks sebesar $(\pm) 1 - 1,4$
- c. Intensitas kuat, jika didapatkan nilai indeks lebih dari $(\pm) 1,5$

2.5 Indian Ocean Dipole

IOD merupakan fenomena iklim global yang ditandai dengan adanya anomali suhu permukaan laut di daerah equator Samudra Hindia (Saji et al., 1999). Mekanisme terjadinya IOD dapat dikatakan hampir sama dengan El Nino-La Nina, dengan perbedaan terletak pada daerah terjadinya fenomena tersebut. IOD dibagi menjadi 2 fase, yaitu IOD fase positif dan IOD fase negatif (Gambar 3).

Menurut Martono (2011), terbentuknya fenomena IOD tidak lepas dari kuat lemahnya tiupan Angin Pasat Tenggara. Saat IOD fase positif terjadi, kolom muka laut hangat yang semula berada di sebelah timur Samudera Hindia melebar ke arah barat mendekati Afrika Timur dikarenakan kuatnya tiupan angin pasat tenggara. Hal tersebut menyebabkan perairan di daerah timur Samudra Hindia akan mengalami *upwelling* dan daerah Afrika Timur akan mengalami intensitas hujan yang tinggi. Sebaliknya, saat IOD fase negatif terjadi, kolom muka laut hangat bergeser kembali ke daerah timur Samudera Hindia hingga mencapai wilayah Indonesia. Kondisi tersebut menyebabkan tingginya suhu permukaan laut di wilayah perairan Indonesia, sehingga intensitas hujan di daerah tersebut pun akan terbilang lebih tinggi dari rata-rata.



(BOM, 2013)

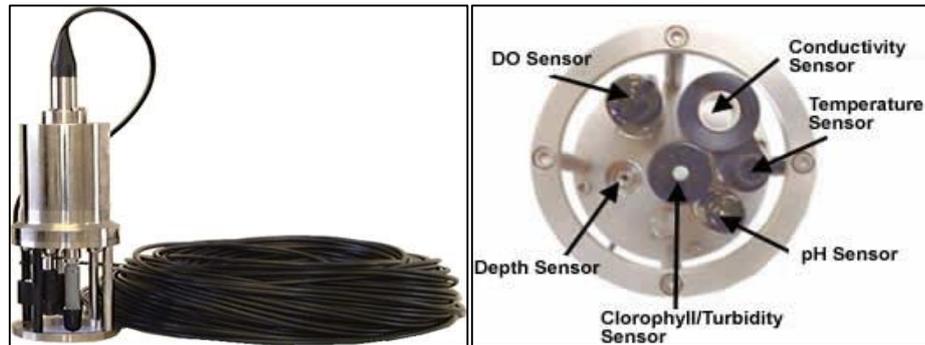
Gambar 3. IOD Fase Positif, Negatif, dan Normal

Acuan dalam menentukan kejadian IOD didasarkan pada nilai *Dipole Mode Index* atau DMI (Wibowo, 2015). Nilai DMI didapatkan dari selisih suhu permukaan laut antara Samudera Hindia bagian barat dan timur. Jika anomali suhu mencapai lebih dari 0,4 selama lebih dari 3 bulan berturut-turut, maka dapat dikatakan bahwa peristiwa IOD (+) sedang terjadi. Sebaliknya, jika anomali suhu mencapai kurang dari -0,4 selama lebih dari 3 bulan berturut-turut, maka peristiwa IOD (-) yang sedang terjadi.

Menurut Amri et al. (2013), kekuatan IOD (+)/(-) dapat dibagi menjadi 3 intensitas, yaitu:

- a. Intensitas lemah, jika didapatkan nilai indeks kurang dari (\pm) 1
- b. Intensitas sedang, jika didapatkan nilai indeks sebesar (\pm) 1 - 2
- c. Intensitas kuat, jika didapatkan nilai indeks lebih dari (\pm) 2

2.6 AAQ 1183



(Nijin, 2017)

Gambar 4. AAQ 1183

AAQ merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kualitas perairan (Gambar 4). Pada AAQ 1183, kualitas perairan yang diukur adalah kedalaman, suhu, konduktivitas, salinitas, turbiditas, klorofil-a, DO, dan pH. AAQ 1183 memiliki berat 1,5 kg dan terbuat dari titanium sehingga bersifat anti korosi (Nijin, 2017).

AAQ 1183 terdiri atas rangkaian sensor dan monitor (EDYANTO, 2006). Sensor pada AAQ 1183 berjumlah 8 unit yang berfungsi untuk merekam parameter saat ditenggelamkan ke perairan sampai dengan kedalaman yang diinginkan. Monitor pada alat tersebut berfungsi untuk menampilkan hasil data perekaman tiap intervalnya.

Tabel 1. Spesifikasi AAQ 1183

Parameter	Type	Measurement range	Accuracy	Time constat
Depth	Semiconductor Pressure Transducer	0 to 100 m	0.3 %FS	0.2 sec.
Temperature	Thermistor	-5 to 40 °C	±0.02 °C	0.28 sec.
Conductivity	Inductive Cell	0 to 60 mS/cm	±0.02 mS/cm	0.28 sec.
Salinity	UNESCO formula	0 to 40	±0.03	
Turbidity	Back-scattering Light	0 to 1000 FTU (Formazine)	±2 %FS or ±0.3 FTU	0.2 sec.
Chlorophyll	Fluorescent Scattering Light	0 to 400 ppb (Uranine)	±1% FS or ±0.1 ppb	0.2 sec.

Parameter	Type	Measurement range	Accuracy	Time constat
DO	Galvanic Electrode	0 to 20 mg/l (0 to 200 %)	±0.2 mg/l (±1 %)	3.5 sec.
pH	Glass Electrode	0 to 14 pH	±0.2	10 sec.

(Nijin, 2017)



2.7 Penelitian Terdahulu

	Jurnal 1	Jurnal 2	Jurnal 3	Jurnal 4	Jurnal 5
Judul	Variations in Chlorophyll-a Concentration and the Impact on <i>Sardinella Lemuru</i> Catches in Bali Strait, Indonesia	Variabilitas Suhu dan Klorofil-a di Daerah Upwelling pada Variasi Kejadian ENSO dan IOD di Perairan Selatan Jawa sampai Timor	Studi Variabilitas Suhu Permukaan Laut Berdasarkan Citra Satelit Aqua MODIS Tahun 2007-2011 di Perairan Selat Bali	Distribusi Suhu, Klorofil-a dan Nutrien Perairan Selat Bali pada Saat Muson Tenggara	Dampak El Niño 1997 dan El Niño 2015 terhadap Konsentrasi Klorofil-a di Perairan Selatan Jawa dan Bali-Sumbawa
Penulis	Sartimbul et al. (2010)	Kunarso et al. (2012)	Yuniarti et al. (2013)	Rintaka et al. (2016)	Martono (2016)
Tahun terbit	2010	2011	2013	2014	2016
Latar belakang	<i>Sardinella lemuru</i> merupakan spesies ikan yang dominan ditemukan pada Selat Bali. Selat Bali merupakan wilayah yang mendapat pengaruh dari Musim Timur, Musim Barat, ENSO, dan IOD. Fenomena tersebut memicu terjadinya upwelling yang diikuti dengan tingginya nilai klorofil-a.	Perairan sepanjang Selatan Jawa sampai dengan Timor merupakan wilayah yang mendapat pengaruh dari Musim Timur, Musim Barat, ENSO, dan IOD. Fenomena tersebut mengakibatkan adanya variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a. Keduanya penting	Selat Bali merupakan wilayah yang menarik untuk dikaji karena mendapat pengaruh dari angin musim, ARLINDO, dan IOD. Fenomena tersebut secara tidak langsung berpengaruh terhadap suhu permukaan laut. Penelitian mengenai suhu permukaan laut penting dilakukan untuk memberikan	Fenomena upwelling mengakibatkan rendahnya nilai suhu permukaan laut dan klorofil-a di wilayah perairan Selatan Jawa dan Selat Bali. Penelitian mengenai suhu permukaan laut dapat digunakan untuk mengetahui <i>front</i> , arus, <i>upwelling</i> , sebaran suhu permukaan laut secara horizontal, dan	El Nino merupakan fenomena oseanografi yang terjadi di Samudera Pasifik. Fenomena tersebut menyebabkan bencana kekeringan akibat penurunan curah hujan di wilayah Indonesia, Filipina, dan Australia. Penelitian mengenai pengaruhnya

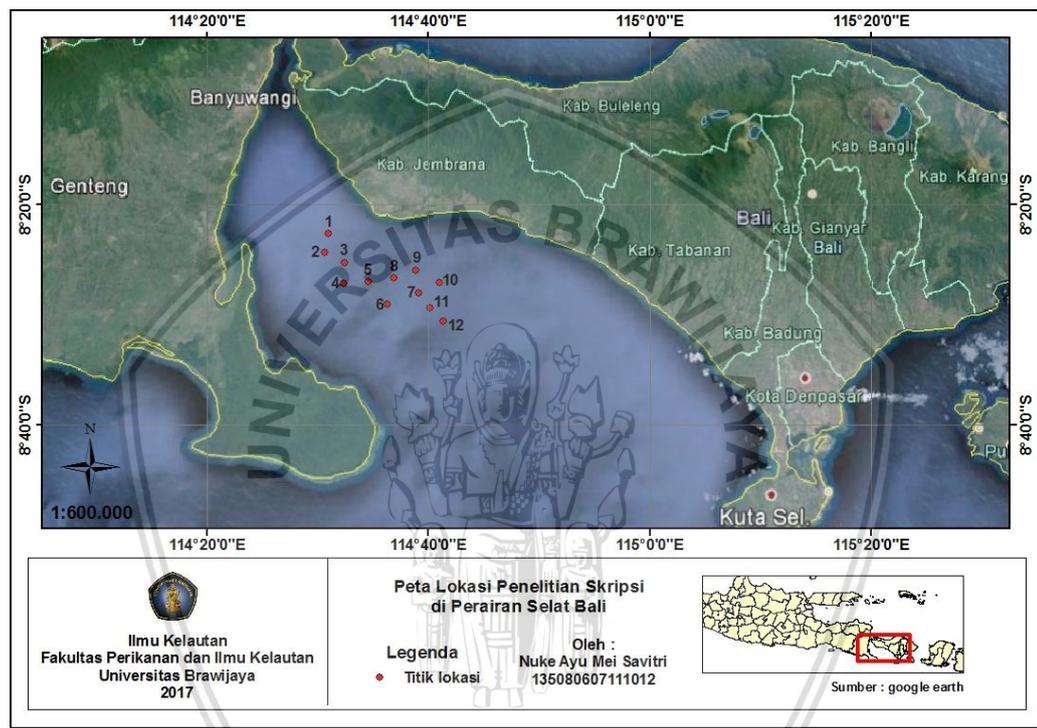
	Jurnal 1	Jurnal 2	Jurnal 3	Jurnal 4	Jurnal 5
		dalam pendugaan daerah potensi ikan tuna.	informasi terkait <i>front, upwelling</i> , arus, cuaca / iklim dan daerah tangkapan ikan.	aktivitas biologi. Sedangkan klorofil-a dan nutrient erat kaitannya dengan produktifitas perairan.	terhadap kelimpahan klorofil-a masih minim. Klorofil-a merupakan unsur penting dalam produktifitas primer di laut.
Tujuan	Meneliti tentang variabilitas klorofil-a dan dampaknya terhadap penangkapan <i>Sardinella lemuru</i> pada tahun 2006	Mengkaji dan menggambarkan variabilitas suhu dan klorofil-a permukaan laut baik secara spasial maupun temporal di daerah upwelling pada variasi kejadian ENSO dan IOD di perairan Selatan Jawa hingga Timor	Mengkaji variabilitas suhu permukaan laut di perairan Selat Bali baik secara spasial maupun temporal selama lima tahun (2007-2011)	Mengetahui pengaruh terjadinya upwelling terhadap distribusi suhu, klorofil-a, dan nutrien terutama nitrat, fosfat, dan silika di Selat Bali pada saat Muson Tenggara	Mengetahui dampak El Nino 1997 dan 2015 terhadap kelimpahan konsentrasi klorofil-a di perairan selatan Jawa hingga Sumbawa
Metode	Korelasi Pearson dan Principal Components Analysis	Analisis deskriptif dan statistik	Analisis deskriptif	17 titik stasiun pengamatan yang dibagi menjadi 3 zona, yaitu zona 1 (utara Selat Bali dengan 3 stasiun pengukuran), zona 2	Analisis anomali konsentrasi klorofil-a

	Jurnal 1	Jurnal 2	Jurnal 3	Jurnal 4	Jurnal 5
				(tengah Selat Bali dengan 4 stasiun pengukuran), dan zona 3 (selatan Selat Bali dengan 10 stasiun pengukuran)	
Hasil	Adanya peristiwa El Nino dan IOD (+) pada tahun 2006 memicu terjadinya upwelling, sehingga nilai klorofil-a menjadi sangat tinggi di Selat Bali. Hal tersebut secara tidak langsung berakibat pada tingginya hasil tangkapan <i>Sardinella lemuru</i> .	Nilai suhu permukaan laut dan klorofil-a bervariasi menurut waktu dan adanya fenomena tertentu. Rendahnya suhu permukaan laut diikuti dengan tingginya klorofil-a, begitu pula sebaliknya. Semakin tinggi IOD (+), semakin jauh pengaruhnya terhadap rendahnya nilai suhu permukaan laut menuju barat Pulau Jawa.	Nilai suhu permukaan laut tinggi pada Musim Barat dan rendah pada Musim Timur. Suhu permukaan laut pada tahun 2010 memiliki nilai yang paling tinggi dan pada tahun 2008 memiliki nilai yang paling Rendah, berkaitan dengan terjadinya fenomena IOD di Samudera Hindia.	Hasil sebaran melintang suhu permukaan laut, klorofil-a dan nutrisi (fosfat, nitrat dan silika) di perairan Selat Bali pada Muson Tenggara menunjukkan pola peningkatan konsentrasi klorofil-a dan nutrisi bersamaan dengan penurunan suhu di zona 3 (selatan Selat Bali).	Fenomena El Nino 1997 dan 2015 berdampak terhadap kenaikan konsentrasi klorofil-a di perairan Jawa hingga Sumbawa. Fenomena IOD (+) tahun 1997 merupakan faktor utama yang menyebabkan peningkatan konsentrasi klorofil-a tahun 1997 lebih tinggi daripada tahun 2015.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian mengenai hubungan El Nino, La Nina, dan IOD terhadap variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a dilakukan di perairan Selat Bali pada tanggal 17 Agustus 2017. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian mengenai hubungan El Nino, La Nina, dan IOD terhadap variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan Selat Bali adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Alat Penelitian

No.	Alat	Fungsi
1.	AAQ	Untuk mengukur parameter oseanografi
2.	GPS	Untuk menentukan titik koordinat pengukuran parameter oseanografi

No.	Alat	Fungsi
3.	Kamera	Untuk dokumentasi saat penelitian
4.	Perahu	Sebagai sarana transportasi untuk menuju titik lokasi penelitian
5.	Laptop	Untuk pengerjaan laporan penelitian

Tabel 3. Bahan Penelitian

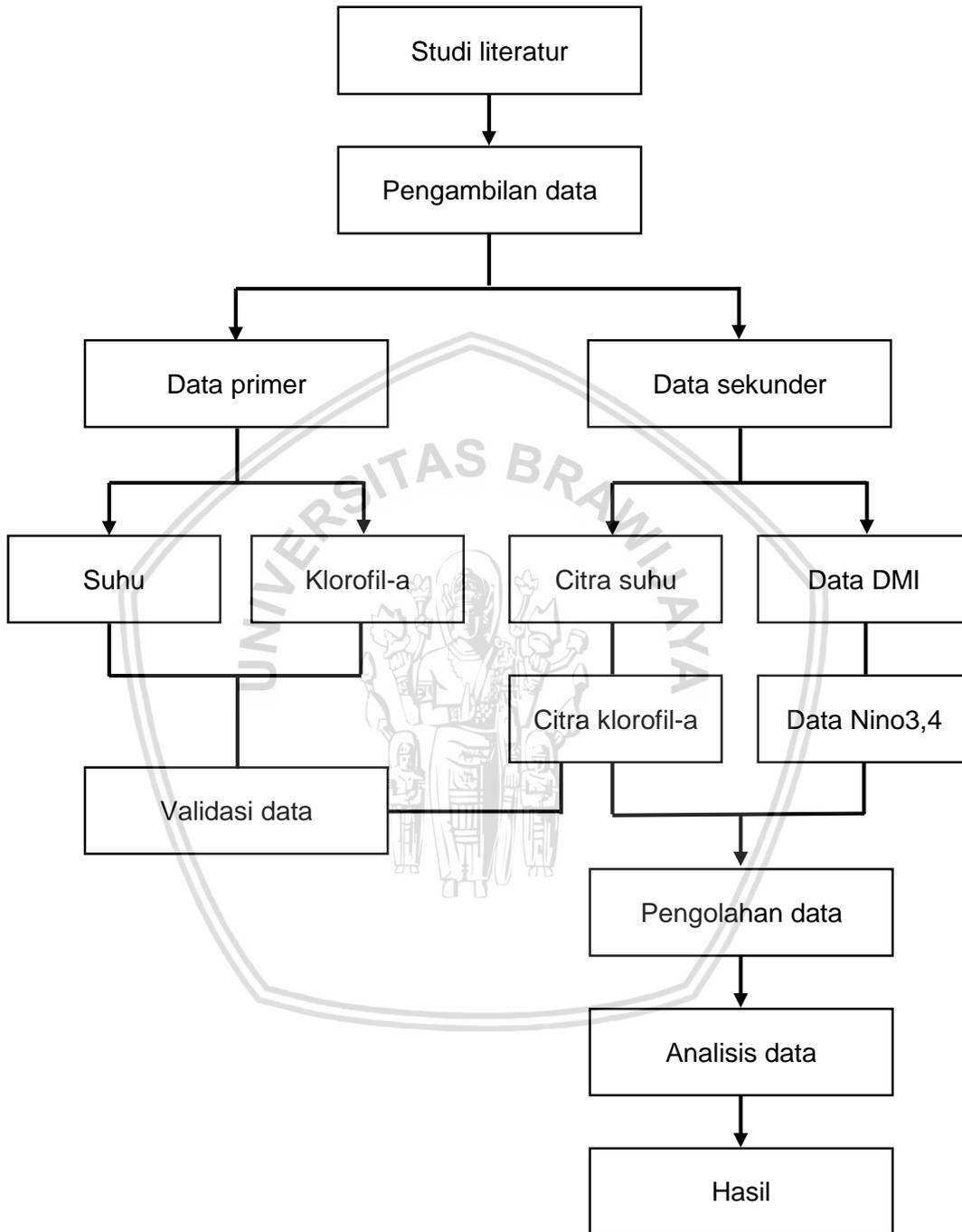
No.	Bahan	Fungsi	Sumber
1.	Aquades	Untuk sterilisasi alat AAQ sebelum digunakan	
2.	Data suhu permukaan laut dan klorofil-a	Sebagai data primer	
3.	Citra suhu permukaan laut dan klorofil-a	Sebagai data sekunder	Citra Satelit MODIS level 2
4.	Data Nino3.4	Sebagai data sekunder	ESRL NOAA
5.	Data DMI	Sebagai data sekunder	ESRL NOAA
6.	Citra lokasi penelitian	Sebagai data sekunder	Google Earth
7.	Baterai	Sebagai sumber tenaga GPS dan monitor AAQ	

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian mengenai hubungan El Nino, La Nina, dan IOD terhadap variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan Selat Bali diawali dengan studi literatur dan dilanjutkan dengan pengambilan 2 data yang terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer suhu permukaan laut dan klorofil-a didapatkan secara langsung di lapang, yakni di perairan Selat Bali. Sedangkan data sekunder berupa data citra satelit suhu permukaan laut dan klorofil-a dalam rentang waktu 10 tahun didapatkan dari website *Ocean Color*. Adapun data DMI dan Nino3.4 didapatkan dari website *ESRL NOAA*.

Data suhu permukaan laut dan klorofil-a dari lapang dan citra satelit selanjutnya divalidasi untuk dilihat tingkat kesesuaian antara kedua data tersebut. Terakhir, dilakukan pengolahan data secara keseluruhan dan dianalisis untuk

mendapatkan hasil akhir. Gambaran prosedur penelitian ini dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Prosedur Penelitian

3.4 Metode Pengambilan Data

3.4.1 Data Primer

Data primer yang diambil pada penelitian ini, yaitu suhu permukaan laut dan klorofil-a. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode random sampling. Metode tersebut digunakan untuk pengambilan sampel secara acak dengan data yang bersifat homogen (sejenis) (Riduwan, 2006). Hal ini dikarenakan data lapang yang diambil akan digunakan sebagai validasi data dengan citra satelit, sehingga pengambilan data dilakukan pada satu area sampling yang mewakili.

Alat yang digunakan untuk pengambilan data selama di lapang adalah AAQ 1183 dan GPS. Sebelum dan sesudah pengambilan data tiap titik lokasi, dilakukan kalibrasi terlebih dahulu agar hasil perekaman data tidak terpengaruh dari titik sebelumnya. Perekaman data suhu permukaan laut dan klorofil-a dilakukan sampai dengan kedalaman 10 m dibawah permukaan air laut. Hasil rekaman data pada monitor AAQ 1183 akan dipindah ke *Microsoft Excel* untuk pengolahan lebih lanjut.

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian ini meliputi citra satelit suhu permukaan laut dan klorofil-a serta data DMI dan Nino3.4 selama 10 tahun. Citra satelit yang diambil merupakan citra satelit level 2 dengan resolusi 1 km. Citra satelit suhu permukaan laut dan klorofil-a tersebut diperoleh dari website <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/browse.pl?sen=am>. Sedangkan data DMI dan Nino3.4 diperoleh dari website https://www.esrl.noaa.gov/psd/qcos_wgsp/Timeseries/.

3.5 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data suhu permukaan laut dan klorofil-a secara temporal menggunakan nilai ekstraksi asli dari satelit Aqua MODIS. Pengolahan data suhu

permukaan laut dan klorofil-a secara spasial diawali dengan menggunakan aplikasi SeaDAS. Aplikasi tersebut berfungsi untuk merubah format awal citra satelit berupa *.nc menjadi *.tiff. Selanjutnya dilakukan cropping wilayah menggunakan aplikasi ERMapper dan menyimpan data dengan format *.ers. Aplikasi terakhir yang digunakan adalah ArcGis untuk digitasi dan menampilkan peta dalam format *.jpeg. Pengolahan data DMI dan Nino3.4 menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*. Aplikasi tersebut digunakan untuk memunculkan grafik hasil olahan data, sehingga analisis data pun akan menjadi lebih mudah.

3.6 Analisis Data

3.6.1 Validasi Data

$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n\sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n\sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

Keterangan:

r = koefisien korelasi

n = banyaknya pasangan data x dan y

$\sum x$ = total jumlah dari variabel x

$\sum y$ = total jumlah dari variabel y

$\sum x^2$ = kuadrat dari total jumlah variabel x

$\sum y^2$ = kuadrat dari total jumlah variabel y

$\sum xy$ = hasil perkalian dari total jumlah variabel x dan variabel y

Metode yang digunakan untuk validasi data pada penelitian ini adalah metode korelasi. Metode tersebut digunakan untuk melihat tingkat akurasi hubungan antara 2 data yang diuji. Semakin mendekati nilai 1, maka semakin tinggi pula tingkat akurasi hubungan antara 2 data yang diuji pada suatu penelitian (Tabel 1) (Sugiyono, 2000).

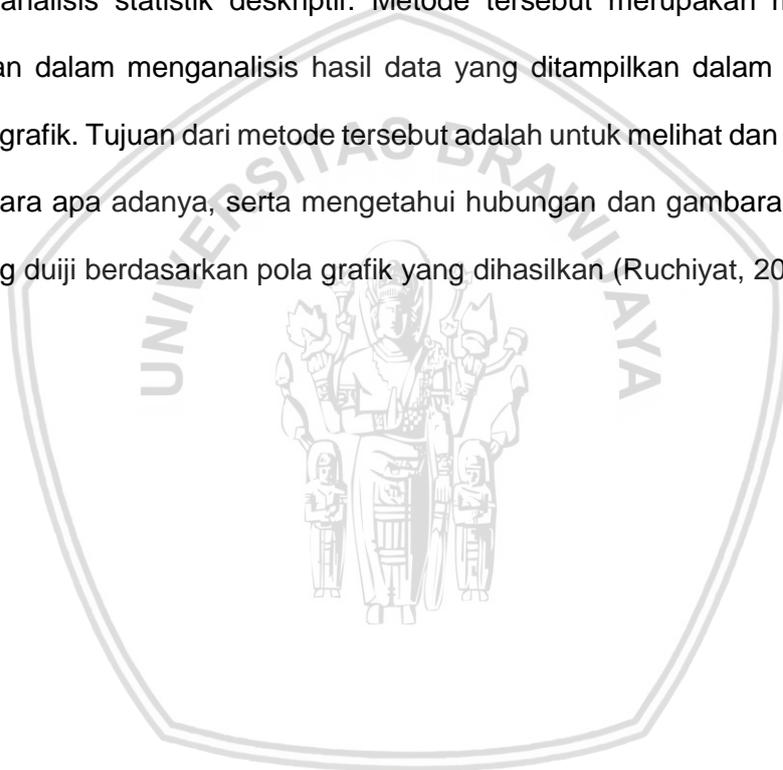
Table 1. Interpretasi Koefisien Korelasi

0,00 - 0,199	Sangat rendah
0,20 - 0,399	Rendah
0,40 - 0,599	Sedang
0,60 - 0,799	Kuat
0,80 - 1,000	Sangat kuat

(Sugiyono, 2000)

3.6.2 Analisis Hasil

Metode yang digunakan untuk analisis hasil pada penelitian ini adalah metode analisis statistik deskriptif. Metode tersebut merupakan metode yang digunakan dalam menganalisis hasil data yang ditampilkan dalam bentuk tabel maupun grafik. Tujuan dari metode tersebut adalah untuk melihat dan menjelaskan data secara apa adanya, serta mengetahui hubungan dan gambaran umum dari data yang diuji berdasarkan pola grafik yang dihasilkan (Ruchiyat, 2007).



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Selat Bali

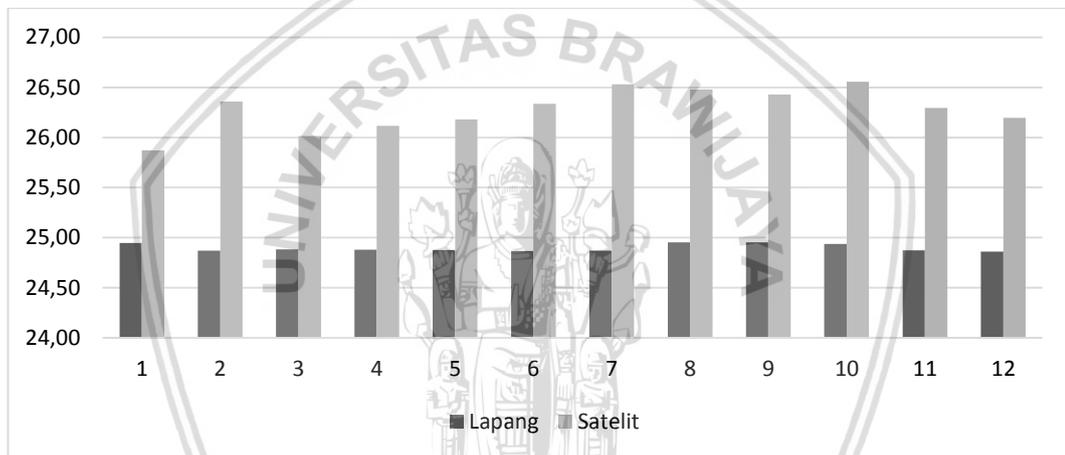
Selat Bali terletak diantara Pulau Jawa dan Bali. Wilayah tersebut berbatasan langsung dengan Laut Bali di sebelah utara dan Samudera Hindia di sebelah selatan (Setyohadi, 2009). Perairan ini berbentuk corong dengan lebar bagian sebelah utara kurang lebih 2,5 km dan bagian selatan kurang lebih 55 km. Luas perairan Selat Bali mencapai sekitaran 2.500 km. Selat Bali memiliki kedalaman kurang lebih 300 m pada bagian tengah selat dan semakin dalam pada bagian selatan hingga mencapai sekitaran 1.300 m (Wujdi et al., 2016).

Mayoritas masyarakat pesisir di Selat Bali bermata pencaharian sebagai nelayan. Mereka biasa berangkat melaut pada sore hari dan pulang pada pagi hari. Alat yang mereka gunakan dalam menangkap ikan saat melaut adalah *purse seine* (pukat cincin). Awak kapal *purse seine* dalam satu kali melaut dapat mencapai 30 - 60 orang. Selain itu, mereka juga biasa menangkap ikan dalam kelompok kecil beranggotakan 2 - 3 orang dengan menggunakan perahu yang berukuran lebih kecil.

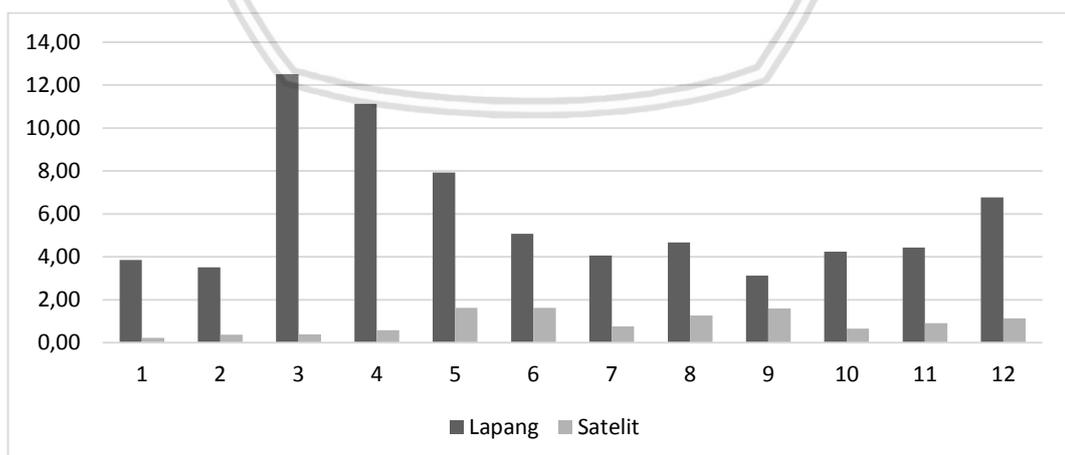
Kapal *purse seine* yang digunakan saat melaut selalu berpasangan, dimana salah satu kapal ditempati oleh kapten kapal dan beberapa awak untuk menentukan titik lokasi penangkapan ikan dan kapal lainnya sebagai tempat penyimpanan ikan yang telah ditangkap. Saat melaut, semua komando diserahkan kepada kapten kapal. Dalam menentukan titik lokasi penangkapan ikan, kapten kapal cenderung masih menggunakan intuisi tanpa bantuan alat navigasi modern. Meskipun demikian, kemampuan kapten kapal dalam menentukan titik lokasi penangkapan ikan dapat dikatakan selalu tepat sasaran.

4.2 Validasi Data

Data variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a selama 10 tahun didapatkan dari hasil ekstraksi nilai asli citra satelit Aqua MODIS level 2 resolusi 1 km. Sebelum data citra satelit tersebut dianalisis lebih lanjut, dilakukan validasi data terlebih dahulu antara data lapang yang diambil pada tanggal 17 Agustus 2017 dengan data citra satelit di hari yang sama. Gambar 7 menampilkan grafik data lapang dan satelit dari suhu permukaan laut, sedangkan grafik data klorofil-a dapat dilihat pada Gambar 8. Tabel data lapang dan citra satelit dapat dilihat lebih lanjut pada Lampiran 2.

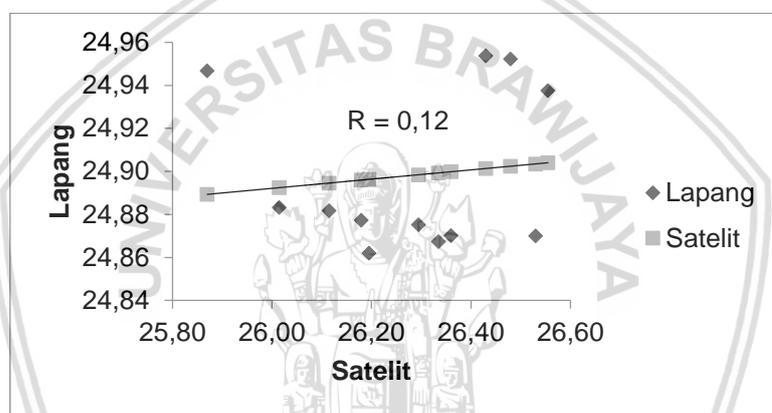


Gambar 7. Grafik Data Lapang dan Satelit Suhu Permukaan Laut

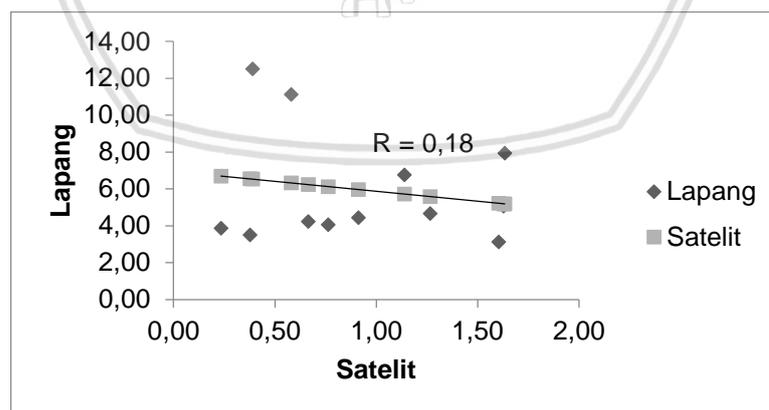


Gambar 8. Grafik Data Lapang dan Satelit Klorofil-a

Metode validasi data yang digunakan pada penelitian ini adalah metode korelasi. Jika nilai koefisien korelasi (r) semakin mendekati 1, maka semakin tinggi pula tingkat akurasi hubungan antara 2 data yang sedang diuji pada suatu penelitian (Sugiyono, 2000). Pada Gambar 9 dan 10, dapat dilihat bahwa hasil korelasi antara kedua data yang diuji adalah 0,18 pada klorofil-a dan 0,12 pada suhu permukaan laut, sehingga dapat diindikasikan bahwa hubungan keeratan antara kedua variable tersebut terbilang sangat rendah. Hal tersebut dikarenakan penulis mengambil sampel data pada malam hari sekitaran pukul 17.00 - 23.00 WIB dan melakukan validasi dengan data satelit pada siang hari pukul 14.25 WIB.



Gambar 9. Plot Korelasi Suhu Permukaan Laut Lapang dan Satelit



Gambar 10. Plot Korelasi Klorofil-a Lapang Dan Satelit

Meskipun validasi data pada penelitian ini memiliki nilai korelasi yang sangat rendah, data satelit Aqua MODIS tetap dapat digunakan untuk pengolahan

lebih lanjut. Menurut Semedi and Safitri (2015), nilai koefisien korelasi satelit Aqua MODIS pada perairan sempit (selat) dapat mencapai angka 0,8, sehingga disimpulkan bahwa data satelit tersebut dapat mewakili data lapang. Adapun pada Gambar 7 dan 8, nilai data lapang dan citra satelit suhu permukaan laut dan klorofil-a terpaut cukup jauh satu sama lain. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, hal tersebut diakibatkan oleh perbedaan waktu pengambilan data lapang dan satelit. Suhu permukaan laut akan bernilai lebih rendah pada malam hari dibandingkan saat siang hari. Menurut Zulfiandi et al. (2014), distribusi fitoplankton pada permukaan cenderung lebih rendah pada siang hari karena fitoplankton tersebut akan turun ke kedalaman tertentu untuk menghindari sinar matahari yang sedang berada pada puncaknya.

4.3 Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a di Selat Bali

4.3.1 Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a secara Spasial

Sebaran suhu permukaan laut secara spasial di Selat Bali dapat dikatakan tinggi di Musim Barat pada bulan Desember - Februari dibandingkan dengan bulan Juni – Agustus pada Musim Timur. Pada bulan lainnya, tinggi rendahnya suhu permukaan laut tidak terlalu konsisten tiap tahunnya. Hal tersebut dapat dikatakan hampir sesuai dengan penelitian Yuniarti et al. (2013) yang menyebutkan bahwa nilai suhu permukaan laut di wilayah perairan Selat Bali mencapai titik terendah pada sekitaran bulan Agustus dan tertinggi pada bulan Maret tiap tahunnya. Gambaran lebih lanjut mengenai sebaran suhu permukaan laut di Selat Bali selama 10 tahun dapat dilihat pada Lampiran 4.

Berbanding terbalik dengan tingginya suhu permukaan laut yang terjadi pada saat Musim Barat, peningkatan keberadaan klorofil-a umumnya justru terjadi pada Musim Timur. Pada Lampiran 5 yang menampilkan sebaran klorofil-a secara spasial di wilayah perairan Selat Bali, dapat dilihat bahwa pada bulan Desember - Februari tidak terlalu terlihat adanya kemunculan klorofil-a yang intensif.

Kemunculan klorofil-a mulai terlihat pada sekitaran bulan Mei yang berangsur-angsur semakin meningkat dan terlihat semakin jelas pada sekitaran bulan Agustus. Hal ini sesuai dengan penelitian Rintaka et al. (2016) yang menyebutkan bahwa nilai klorofil-a pada perairan Selat Bali umumnya cenderung lebih tinggi pada saat Musim Timur daripada pada saat Musim Barat.

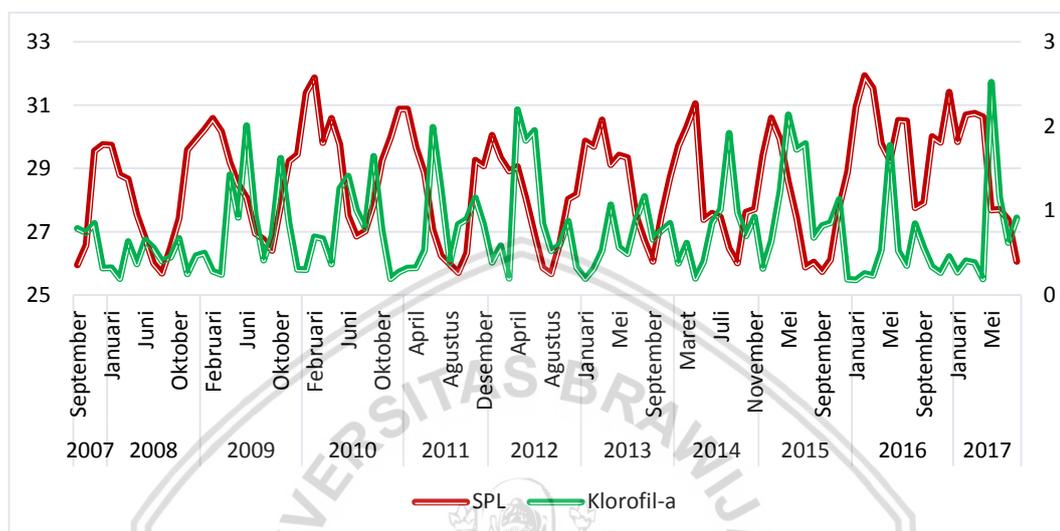
Terjadinya perbedaan variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di wilayah perairan Selat Bali tidak lepas dari pengaruh adanya arus tertentu yang menjadi dominan seiring dengan arah bertiupnya angin pada tiap musimnya (Mbay and Nurjaya, 2011). Pada saat Musim Timur (Juni - Agustus), angin yang bertiup dari tenggara menuju barat laut semakin memperkuat Arus Khatulistiwa Selatan yang mengalir di sepanjang wilayah perairan selatan Pulau Jawa. Arus tersebut kemudian dibelokkan ke arah barat daya karena mendapat pengaruh oleh adanya gaya coriolis, membawa serta massa air permukaan yang bergerak menjauhi pesisir selatan Pulau Jawa. Hal ini mengakibatkan terjadinya kekosongan pada wilayah tersebut yang kemudian diikuti oleh terjadinya peristiwa *upwelling*.

Upwelling membawa massa air dari kedalaman dengan suhu yang lebih rendah dan kaya akan nutrisi naik ke permukaan, mengisi kekosongan yang terjadi sebelumnya di sepanjang pesisir selatan Pulau Jawa. Perairan yang kaya akan nutrisi inilah yang kemudian diikuti oleh pesatnya pertumbuhan fitoplankton, sehingga keberadaan klorofil-a di wilayah tersebut pun akan ikut meningkat. Oleh karena itu, wilayah perairan di Selat Bali cenderung memiliki suhu permukaan laut yang bernilai rendah dan klorofil-a yang bernilai tinggi pada Musim Timur.

Sebaliknya pada saat Musim Barat (Desember - Februari), angin bertiup dari barat laut menuju tenggara membawa serta Arus Pantai Jawa (APJ) yang bersifat panas dari wilayah Laut Sumatera sebelah barat menuju ke sepanjang wilayah perairan selatan Jawa. Kedatangan arus tersebut disertai dengan melemahnya kekuatan dari Arus Khatulistiwa Selatan, sehingga mengakibatkan

lapisan air yang bersuhu lebih rendah terdorong turun kembali ke kedalaman. Oleh karena itu, wilayah perairan di Selat Bali cenderung memiliki suhu permukaan laut yang bernilai tinggi dan klorofil-a yang bernilai rendah pada Musim Barat.

4.3.2 Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a secara Temporal



Gambar 11. Grafik Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a

Pada Gambar 11, ditampilkan grafik variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a secara temporal di wilayah perairan Selat Bali selama 10 tahun dari tahun 2007 - 2017. Dari grafik tersebut, didapatkan hasil bahwa suhu permukaan laut tertinggi pada Selat Bali tiap tahunnya dapat mencapai 29,76 °C pada Desember 2007; 29,92 °C pada Desember 2008; 30,58 °C pada Februari 2009; 31,86 °C pada Februari 2010; 30,87 °C pada Maret 2011; 30,05 °C pada Januari 2012; 30,54 °C pada Maret 2013; 31,05 °C pada April 2014; 30,59 °C pada Maret 2015; 31,93 °C pada Februari 2016; dan 30,75 °C pada Maret 2017. Sedangkan suhu permukaan laut terendah pada Selat Bali tiap tahunnya bernilai sebesar 25,96 °C pada September 2007; 25,69 °C pada Agustus 2008; 26,41 °C pada September 2009; 26,86 °C pada Juli 2010; 25,71 °C pada September 2011; 25,68 °C pada Agustus 2012; 26,06 °C pada September 2013; 26,02 °C pada September 2014; 25,74 °C

pada September 2015; 27,76 °C pada Agustus 2016; dan 26,07 °C pada Agustus 2017.

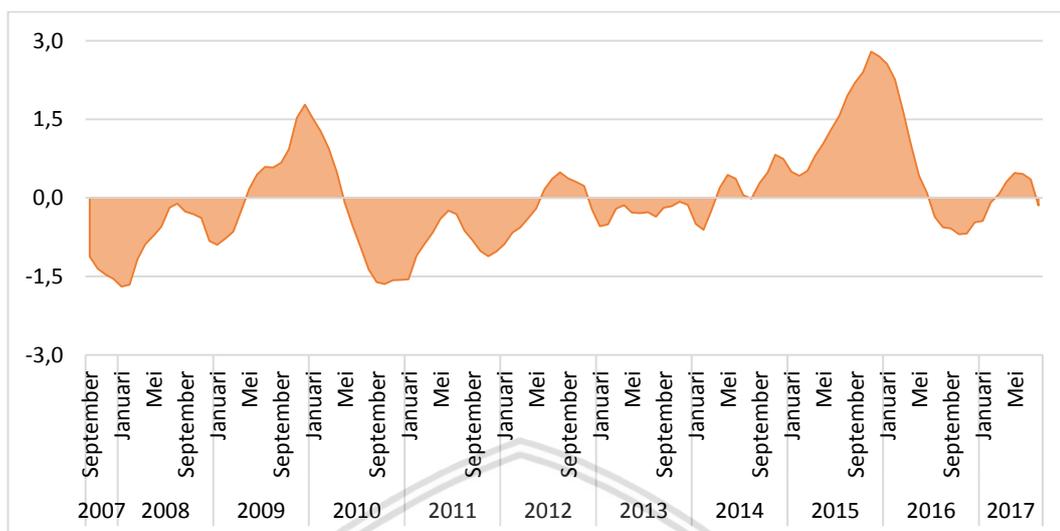
Klorofil-a tertinggi pada Selat Bali tiap tahunnya dapat mencapai 0,85 mg/m³ pada November 2007; 0,67 mg/m³ pada Oktober 2008; 2,01 mg/m³ pada Juni 2009; 1,64 mg/m³ pada September 2010; 1,99 mg/m³ pada Juni 2011; 2,19 mg/m³ pada April 2012; 1,17 mg/m³ pada Agustus 2013; 1,92 mg/m³ pada Agustus 2014; 2,13 mg/m³ pada Mei 2015; 1,77 mg/m³ pada Mei 2016; dan 2,52 mg/m³ pada Mei 2017. Sedangkan klorofil-a terendah pada Selat Bali tiap tahunnya bernilai sebesar 0,32 mg/m³ pada Desember 2007; 0,20 mg/m³ pada Maret 2008; 0,24 mg/m³ pada Maret 2009; 0,20 mg/m³ pada November 2010; 0,32 mg/m³ pada Maret 2011; 0,20 mg/m³ pada Maret 2012; 0,20 mg/m³ pada Januari 2013; 0,20 mg/m³ pada April 2014; 0,19 mg/m³ pada Desember 2015; 0,18 mg/m³ pada Januari 2016; dan 0,19 mg/m³ pada April 2017. Tabel variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a selama 10 tahun di Selat Bali dapat dilihat lebih lanjut pada Lampiran 3.

Pada Gambar 11, dapat dilihat bahwa saat grafik suhu permukaan laut bergerak naik (Musim Barat), akan diikuti oleh turunnya grafik klorofil-a. Sebaliknya saat grafik suhu permukaan laut mulai bergerak turun (Musim Timur), akan diikuti oleh naiknya grafik klorofil-a. Hal ini disebabkan karena saat Musim Barat, angin yang bertiup menuju tenggara membawa serta Arus Pantai Jawa dalam prosesnya (Mbay and Nurjaya, 2011). Arus Pantai Jawa tersebut membawa massa air yang hangat, sehingga menimbulkan adanya *downwelling* yang diikuti oleh minimnya sebaran klorofil-a. Sebaliknya saat Musim Timur, angin bertiup dari tenggara menuju arah sebaliknya bersamaan dengan Arus Khatulistiwa Selatan. Arus tersebut menyebabkan terjadinya *upwelling* di sepanjang selatan pesisir Pulau Jawa, sehingga keberadaan klorofil-a di perairan tersebut menjadi melimpah.

Meskipun demikian, nilai puncak maksimal suhu permukaan laut dan minimal klorofil-a tidak terjadi di saat yang bersamaan, begitu pula sebaliknya. Sebagai contoh, pada bulan Agustus 2008 di Musim Timur didapatkan nilai minimal suhu permukaan laut sebesar 25,69 °C, namun pada bulan tersebut tidak terjadi kenaikan maksimal nilai klorofil-a. Nilai klorofil-a pada tahun 2008 baru mencapai puncaknya pada bulan Oktober dengan nilai sebesar 0,67 mg/m³. Hal ini disebabkan karena adanya *time lag* atau jeda waktu dalam proses untuk mencapai nilai maksimal dan minimal masing-masing suhu permukaan laut dan klorofil-a (Silubun et al., 2016). Saat terjadi *upwelling*, maka nutrisi akan naik ke permukaan dan memerlukan waktu beberapa saat sebelum nilai klorofil-a di daerah tersebut mengalami peningkatan.

Pada Gambar 11, dapat kita lihat pula bahwa terdapat kemungkinan lain dimana kenaikan suhu permukaan laut tidak diikuti oleh penurunan klorofil-a maupun sebaliknya. Hal tersebut dikarenakan naik turunnya klorofil-a dapat dipengaruhi oleh faktor lain selain suhu permukaan laut, yaitu masukan nutrisi dari daratan dan *grazing* (pemangsaan) (Indriyawati et al., 2012). Keberadaan nutrisi seperti nitrat dan fosfat sangat mempengaruhi kelimpahan fitoplankton di suatu perairan. Kelimpahan fitoplankton tersebut meningkat seiring dengan adanya masukan nutrisi dari daratan (sungai). Sebaliknya, peristiwa *grazing* akan mengakibatkan berkurangnya keberadaan fitoplankton di suatu perairan, dikarenakan adanya pemangsaan oleh zooplankton terhadap fitoplankton.

4.4 El Nino-La Nina



(NOAA, 2017)

Gambar 12. Grafik Indeks Nino3.4 Tahun 2007 - 2017

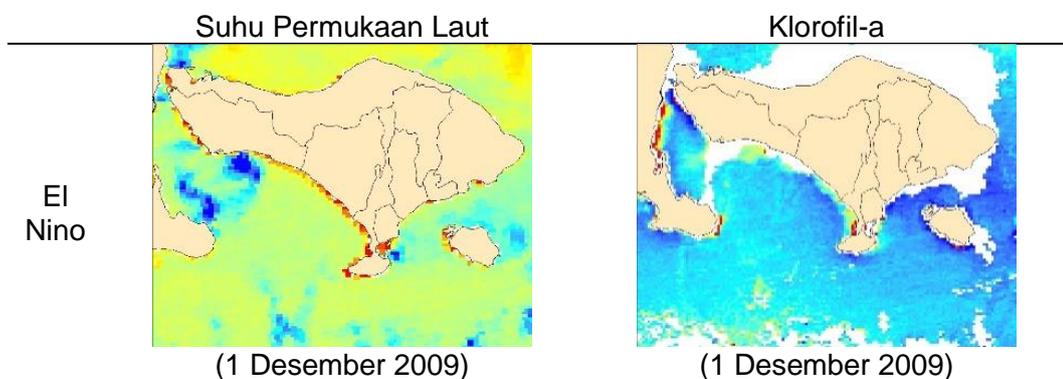
Naik turunnya grafik variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan Selat Bali tidak lepas dari adanya pengaruh fenomena global El Nino-La Nina. Pada Gambar 12, ditampilkan grafik indeks Nino3.4 yang menjadi acuan untuk melihat masa aktif fenomena El Nino-La Nina di Samudera Pasifik. Selama 10 tahun terakhir telah terjadi fenomena El Nino sebanyak 2 kali, yaitu pada bulan Juli 2009 - Maret 2010 dan Maret 2015 - April 2016. Sedangkan fenomena La Nina telah terjadi sebanyak 5 kali, yaitu pada bulan September 2007 - Juni 2008; Desember 2008 - Maret 2009; Juni 2010 - April 2011; Agustus 2011 - Maret 2012; dan Agustus 2016 - Desember 2016. Tabel data indeks Nino3.4 selama 10 tahun di Selat Bali dapat dilihat lebih lanjut pada Lampiran 6.

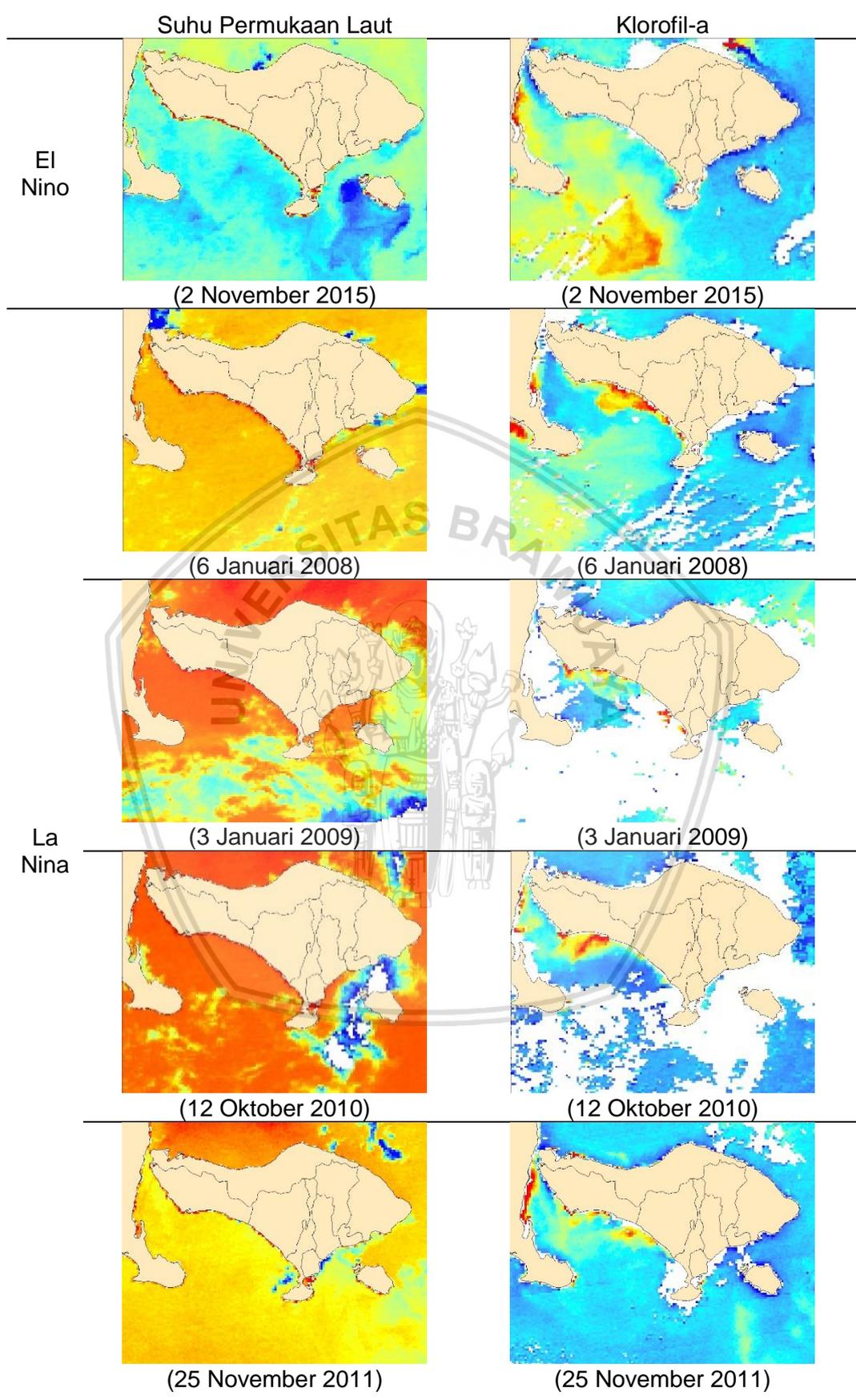
Pada bulan Juli 2009 - Maret 2010 terjadi El Nino intensitas lemah menuju kuat dengan nilai indeks mula-mula sebesar 0,6 pada bulan Juli 2009 dan mencapai puncaknya pada bulan Desember 2009 dengan nilai indeks maksimum sebesar 1,78. Pada bulan Maret 2015 - April 2016 terjadi El Nino intensitas lemah menuju kuat dengan nilai indeks mula-mula sebesar 0,52 pada bulan Maret 2015

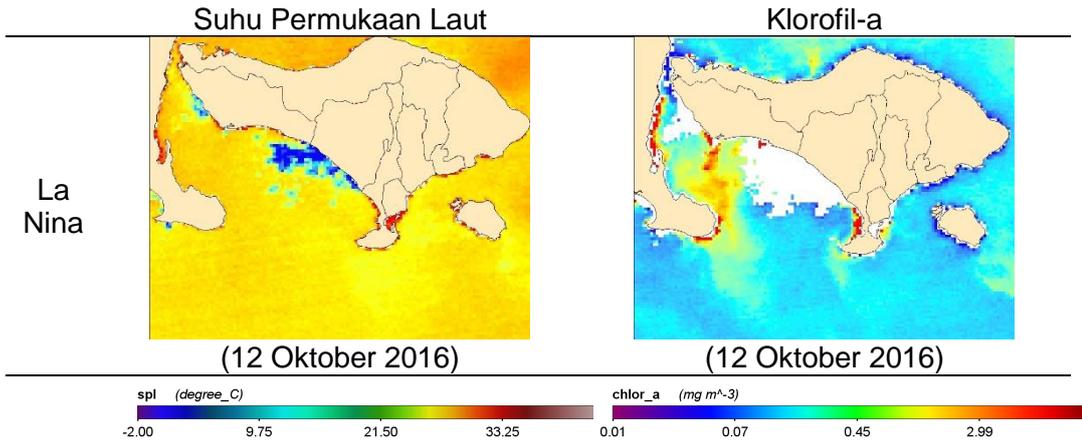


dan mencapai puncaknya pada bulan November 2015 dengan nilai indeks maksimum sebesar 2,8.

Pada bulan September 2007 - Juni 2008 terjadi La Nina intensitas sedang menuju kuat dengan nilai indeks mula-mula sebesar -1,12 pada bulan September 2007 dan mencapai puncaknya pada bulan Januari 2008 dengan nilai indeks maksimum sebesar -1,69. Pada bulan Desember 2008 - Maret 2009 terjadi La Nina intensitas lemah dengan nilai indeks mula-mula sebesar -0,82 pada bulan Desember 2008 dan mencapai puncaknya dengan pada bulan Januari 2009 dengan nilai indeks maksimum sebesar -0,9. Pada bulan Juni 2010 - April 2011 terjadi La Nina berintensitas lemah menuju kuat dengan nilai indeks mula-mula sebesar -0,55 pada bulan Juni 2010 dan mencapai puncaknya pada bulan Oktober 2010 dengan nilai indeks maksimum sebesar -1,64. Pada bulan Agustus 2011 - Maret 2012 terjadi La Nina intensitas lemah menuju sedang dengan nilai indeks mula-mula sebesar -0,53 pada bulan Agustus 2011 dan mencapai puncaknya pada bulan November 2011 dengan nilai indeks maksimum sebesar -1,11. Pada bulan Agustus 2016 - Desember 2016 terjadi La Nina intensitas lemah dengan nilai indeks mula-mula sebesar -0,56 pada bulan Agustus 2016 dan mencapai puncaknya pada bulan Oktober 2016 dengan nilai indeks maksimum sebesar (-) 0,69. Adapun gambaran suhu permukaan laut dan klorofil-a secara spasial di Selat Bali saat terjadi fenomena El Nino-La Nina dapat dilihat pada Gambar 13.

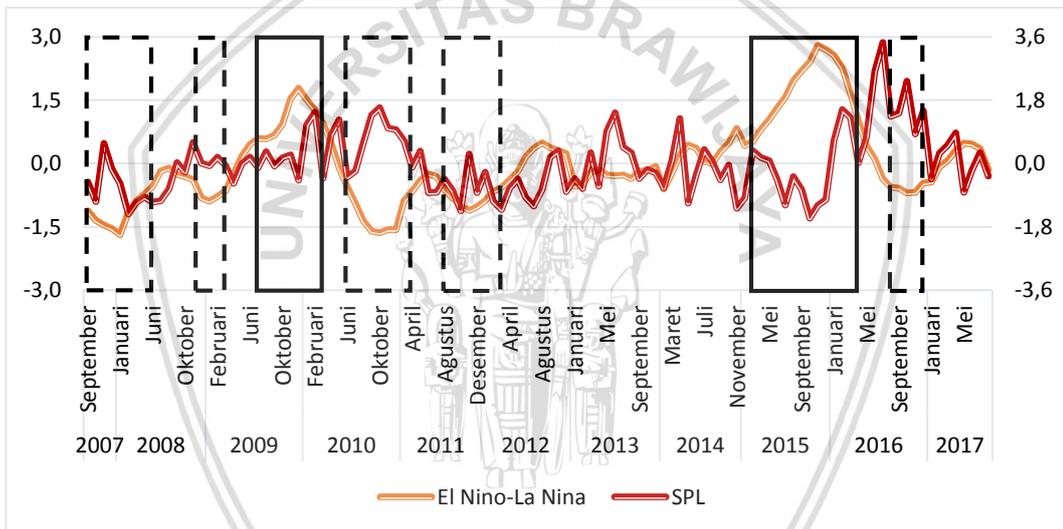






Gambar 13. Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a di Selat Bali saat El Nino-La Nina

4.4.1 Grafik Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan El Nino-La Nina



Gambar 14. Grafik Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan El Nino-La Nina

Pada Gambar 14, fenomena El Nino ditandai oleh kotak bergaris solid. Sedangkan, fenomena La Nina ditandai oleh kotak bergaris putus-putus. Pada gambar tersebut, dapat dilihat bahwa pola grafik hubungan antara fenomena El Nino-La Nina dan suhu permukaan laut di Selat Bali cenderung berbanding terbalik. Hal ini menandakan bahwa saat terjadi fenomena El Nino di Samudera Pasifik bagian timur, terjadi kecenderungan turunnya nilai suhu permukaan laut di Selat Bali. Sebaliknya, saat fenomena La Nina sedang berlangsung di Samudera Pasifik bagian barat, maka suhu permukaan laut di Selat Bali cenderung tinggi.

Pada El Nino bulan Juli 2009 - Maret 2010, terjadi penurunan nilai suhu permukaan laut hingga mencapai -0,47 pada bulan Desember 2009. Pada El Nino bulan Maret 2015 - April 2016, terjadi penurunan nilai suhu permukaan laut hingga mencapai -1,55 pada bulan Oktober 2015. Pada La Nina bulan September 2007 - Juni 2008, terjadi kenaikan nilai suhu permukaan laut hingga mencapai 0,57 pada bulan November 2007. Pada La Nina bulan Desember 2008 - Maret 2009, terjadi kenaikan nilai suhu permukaan laut hingga mencapai 0,18 pada bulan Februari 2009. Pada La Nina bulan Juni 2010 - April 2011, terjadi kenaikan nilai suhu permukaan laut hingga mencapai 1,58 pada bulan Oktober 2010. Pada La Nina bulan Agustus 2011 - Maret 2012, terjadi kenaikan nilai suhu permukaan laut hingga mencapai 0,27 pada bulan November 2011. Pada La Nina bulan Agustus 2016 - Desember 2016, terjadi kenaikan nilai suhu permukaan laut hingga mencapai 2,34 pada bulan Oktober 2016.

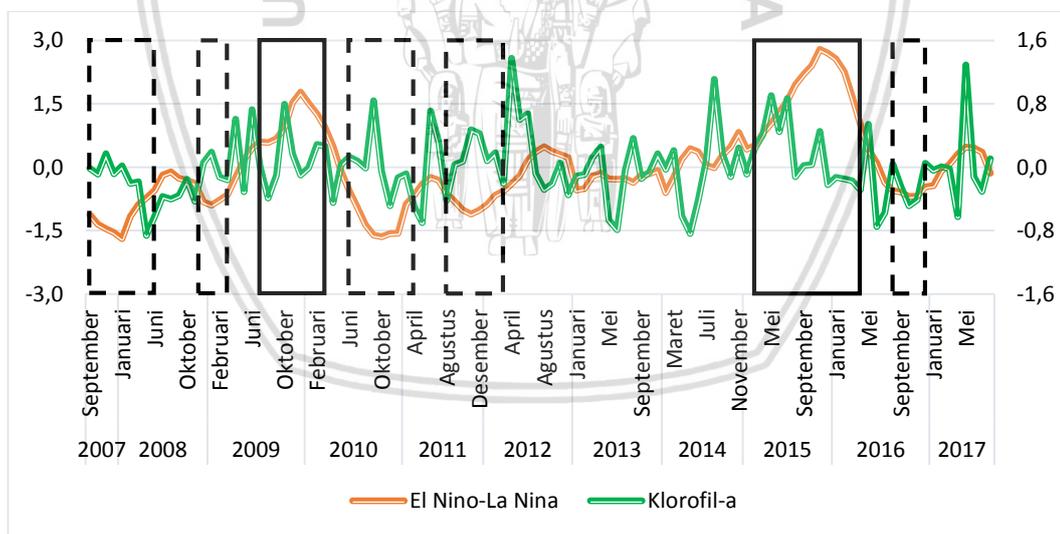
Meskipun demikian, pengaruh El Nino dan La Nina terhadap variabilitas suhu permukaan laut di Selat Bali dibatasi oleh adanya tipe musim saat fenomena tersebut sedang berlangsung. Dari data yang telah diolah selama 10 tahun, dapat diketahui bahwa El Nino dan La Nina tidak terlalu berpengaruh terhadap berubahnya nilai suhu permukaan laut di Selat Bali saat terjadi di Musim Barat. Gambaran yang paling jelas dari pernyataan tersebut dapat dilihat pada grafik El Nino di dalam kotak bergaris solid. Pada mulanya (sekitaran Musim Timur), grafik suhu permukaan laut membentuk pola yang berbanding terbalik dengan grafik Nino3.4, namun seketika berubah drastis saat memasuki masa Musim Barat.

Adapun pola grafik La Nina selama 10 tahun terakhir cenderung terjadi pada Musim Barat, sehingga sulit dipastikan apakah kenaikan nilai suhu permukaan laut pada saat itu merupakan pengaruh dari fenomena La Nina atau Arus Pantai Jawa. Lain halnya pada bulan Juni 2010 - April 2011, dimana fenomena La Nina berlangsung cukup lama selama 10 bulan, mencakup Musim

Timur dan Musim Barat. Grafik pada bulan tersebut menunjukkan bahwa suhu permukaan laut membentuk pola yang meningkat pada Musim Timur karena mendapat pengaruh dari fenomena La Nina.

Hal tersebut disebabkan oleh arah arus yang mengalir keluar dari wilayah perairan Indonesia saat Musim Barat sedang berlangsung, sehingga pengaruh dari El Nino dan La Nina tidak mencapai wilayah perairan di Selat Bali. Berbeda dengan saat El Nino dan La Nina yang terjadi di Musim Timur, dimana arah arus mengalir masuk dari Samudera Pasifik ke wilayah perairan di Indonesia, sehingga pengaruh dari kedua fenomena tersebut dapat mencapai wilayah perairan di Selat Bali. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Aldrian (2008), yang menyatakan bahwa pengaruh El Nino dan La Nina terhadap wilayah perairan di Indonesia dibatasi hanya pada musim kemarau atau Musim Timur.

4.4.2 Grafik Variabilitas Klorofil-a dan El Nino-La Nina



Gambar 15. Grafik Variabilitas Klorofil-a dan El Nino-La Nina

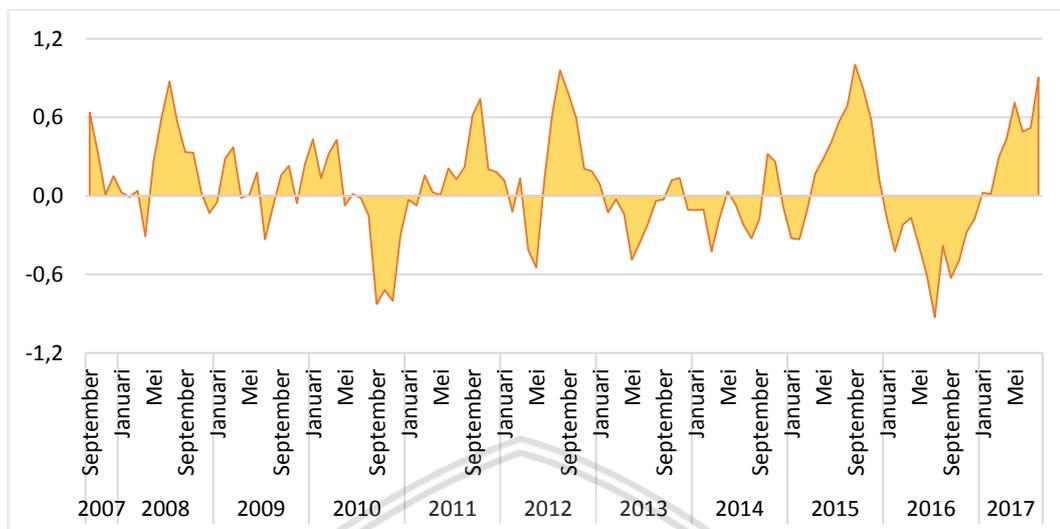
Pada Gambar 15, fenomena El Nino ditandai oleh kotak bergaris solid. Sedangkan, fenomena La Nina ditandai oleh kotak bergaris putus-putus. Pada gambar tersebut, dapat kita lihat bahwa pola grafik hubungan antara fenomena El Nino-La Nina dan klorofil-a cenderung berbanding terbalik. Hal tersebut dapat

dikatakan kurang tepat, karena disaat fenomena El Nino sedang terjadi di Samudera Pasifik sebelah timur dan suhu permukaan laut di Selat Bali bernilai lebih rendah dari keadaan normalnya, maka nilai klorofil-a seharusnya akan ikut meningkat, begitu pula sebaliknya.

Pada El Nino bulan Juli 2009 - Maret 2010, terjadi kenaikan nilai klorofil-a hingga mencapai 0,80 pada bulan Oktober 2009. Pada El Nino bulan Maret 2015 - April 2016, terjadi kenaikan nilai klorofil-a hingga mencapai 0,90 pada bulan Mei 2015. Pada La Nina bulan September 2007 - Juni 2008, terjadi penurunan nilai klorofil-a hingga mencapai -0,86 pada bulan Mei 2007. Pada La Nina bulan Desember 2008 - Maret 2009, terjadi penurunan nilai klorofil-a hingga mencapai -0,16 pada bulan Maret 2009. Pada La Nina bulan Juni 2010 - April 2011, terjadi penurunan nilai klorofil-a hingga mencapai -0,49 pada bulan November 2010. Pada La Nina bulan Agustus 2011 - Maret 2012, terjadi penurunan nilai klorofil-a hingga mencapai -0,42 pada bulan Agustus 2011. Pada La Nina bulan Agustus 2016 - Desember 2016, terjadi penurunan nilai klorofil-a hingga mencapai -0,49 pada bulan Oktober 2016.

Namun nyatanya, gambaran grafik diatas menunjukkan hasil yang berbeda. Hal ini dikarenakan fenomena El Nino-La Nina dan klorofil-a tidak memiliki hubungan secara langsung. Seperti yang dikatakan oleh Seprianto et al. (2016), bahwa fenomena El Nino-La Nina dan klorofil-a hanya memiliki nilai korelasi sebesar 0,03 yang berarti hubungan kedua variable tersebut sangatlah rendah. Indriyawati et al. (2012) juga menyebutkan bahwa terdapat faktor lain yang dapat mengakibatkan naik-turunnya nilai klorofil-a di suatu perairan selain suhu permukaan laut, yaitu adanya nutrien dan peristiwa *grazing* (pemangsa).

4.5 Indian Ocean Dipole



(NOAA, 2017)

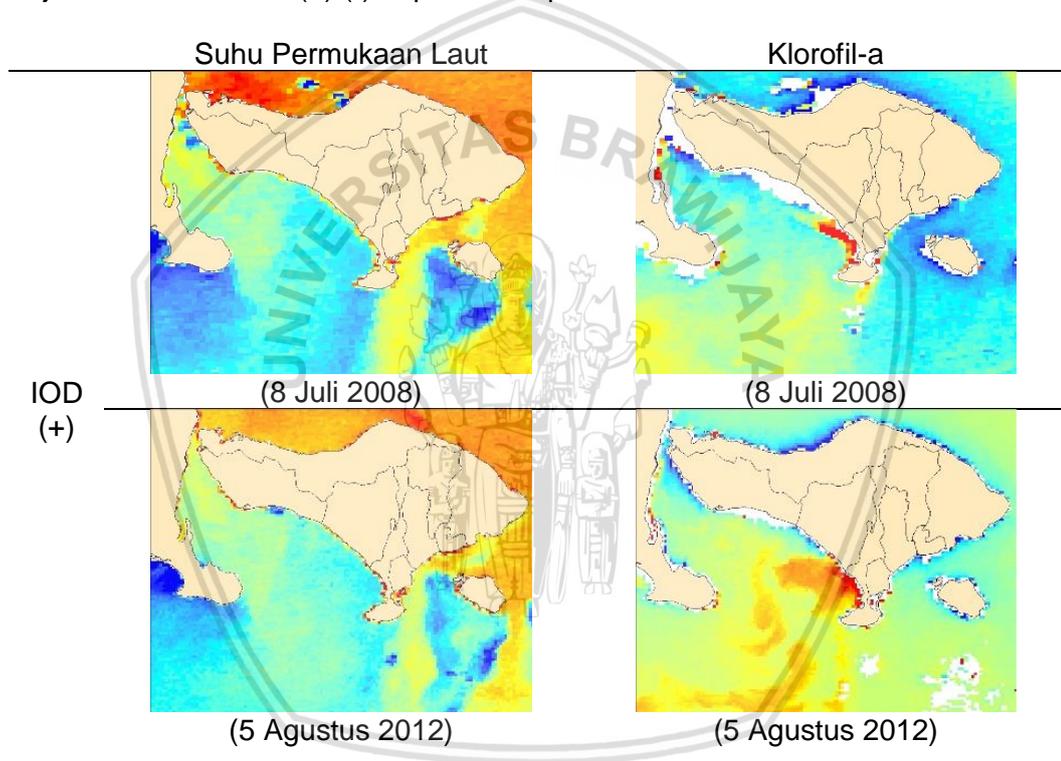
Gambar 16. Grafik DMI Tahun 2007 - 2017

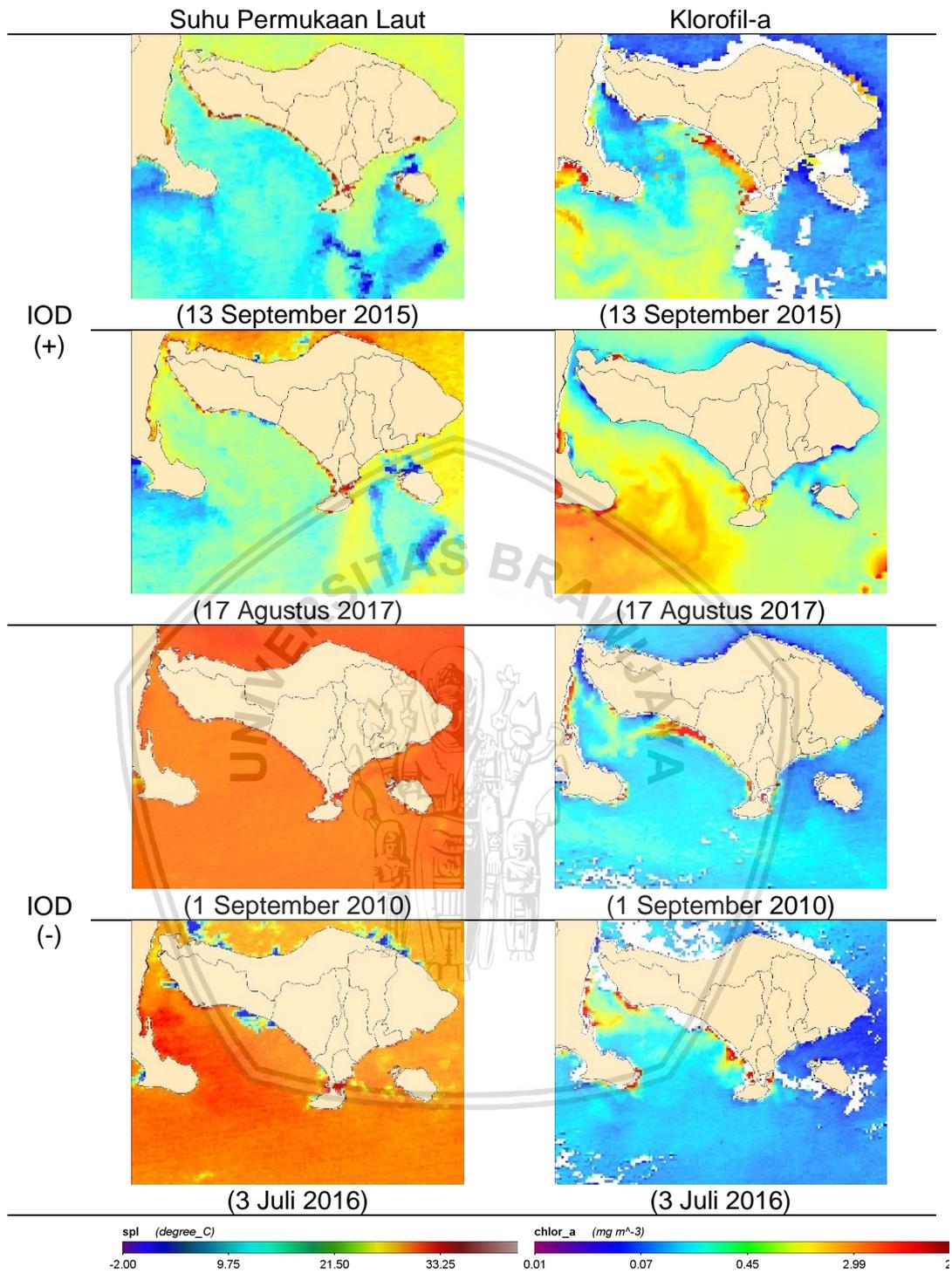
Selain fenomena global El Nino-La Nina, variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan Selat Bali turut pula mendapat pengaruh dari fenomena global IOD yang berpusat pada Samudera Hindia. Indeks DMI yang menjadi acuan untuk melihat masa aktif terjadinya peristiwa IOD ditampilkan pada Gambar 16. Selama 10 tahun terakhir telah terjadi fenomena IOD (+) sebanyak 4 kali, yaitu pada bulan Juni - Agustus 2008; Juli - Oktober 2012; Juni - November 2015; dan April - Agustus 2017. Sedangkan fenomena IOD (-) telah terjadi sebanyak 2 kali, yaitu pada bulan September - November 2010 dan Juni - Oktober 2016. Tabel data DMI selama 10 tahun di Selat Bali dapat dilihat lebih lanjut pada Lampiran 7.

Pada bulan Juni - Agustus 2008 terjadi IOD (+) intensitas lemah dengan puncak nilai indeks maksimum mencapai 0,87 pada bulan Juli 2008. Pada bulan Juli - Oktober 2012 terjadi IOD (+) intensitas lemah dengan puncak nilai indeks maksimum mencapai 0,96 pada bulan Agustus 2012. Pada bulan Juni - November 2015 terjadi IOD (+) intensitas lemah dengan puncak nilai indeks maksimum mencapai angka 1 pada bulan September 2015. Pada bulan April - Agustus 2017

terjadi IOD (+) intensitas lemah dengan puncak nilai indeks maksimum mencapai 0,91 pada bulan Agustus 2017.

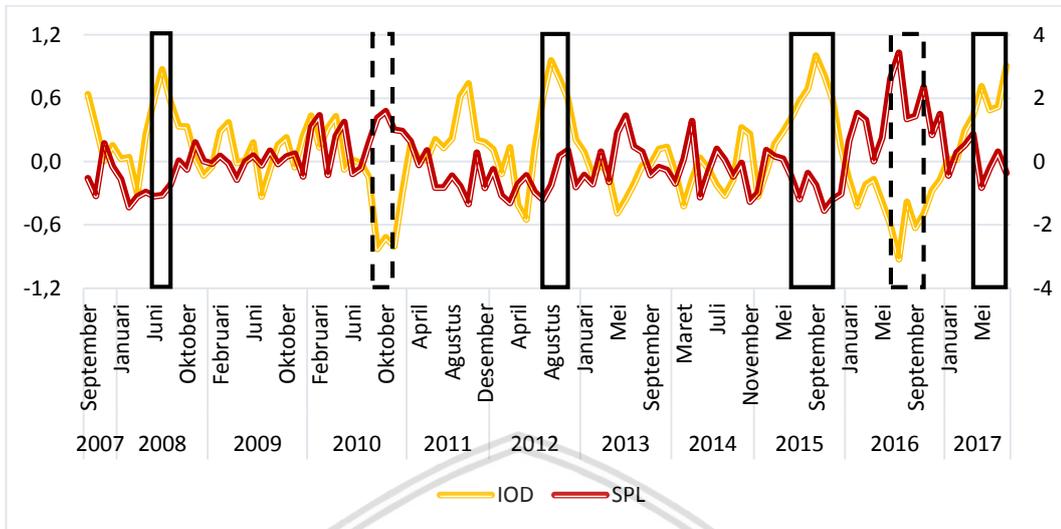
Pada bulan September - November 2010 terjadi IOD (-) intensitas lemah dengan puncak nilai indeks maksimum mencapai -0,83 pada bulan September 2010. Pada bulan Juni - Oktober 2016 terjadi IOD (-) intensitas lemah dengan nilai puncak nilai indeks maksimum mencapai -0,92 pada bulan Juli 2016. Adapun gambaran suhu permukaan laut dan klorofil-a secara spasial di Selat Bali saat terjadi fenomena IOD (+)/(-) dapat dilihat pada Gambar 17.





Gambar 17. Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a di Selat Bali saat IOD

4.5.1 Grafik Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan IOD



Gambar 18. Grafik Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan IOD

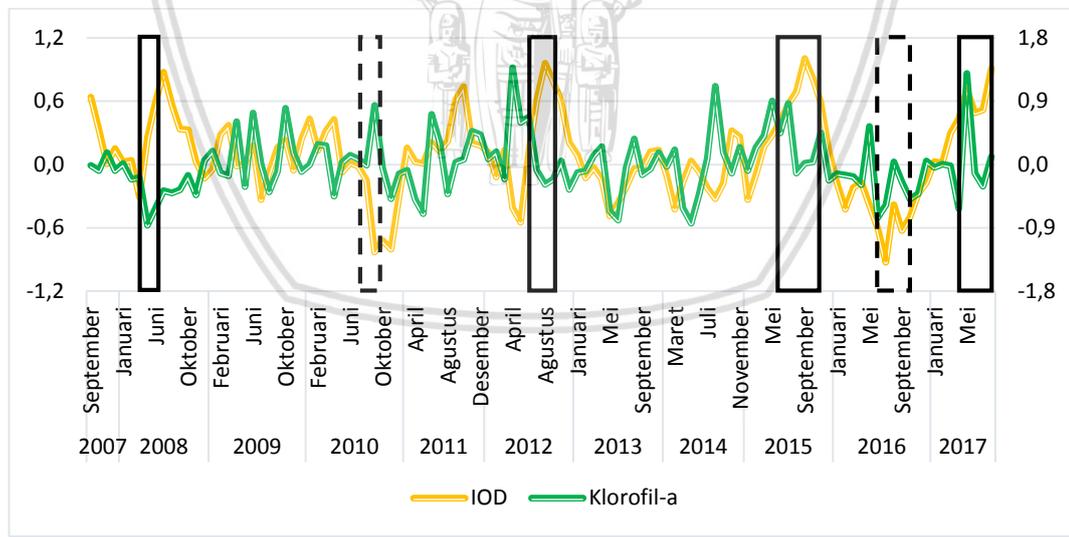
Pada Gambar 18, fenomena IOD (+) ditandai oleh kotak bergaris solid. Sedangkan, fenomena IOD (-) ditandai oleh kotak bergaris putus-putus. Dari gambar tersebut, dapat kita lihat bahwa hubungan dengan sifat berbanding terbalik terjadi antara suhu permukaan laut di Selat Bali dengan fenomena IOD. Hal tersebut memiliki arti bahwa ketika fenomena IOD (+) sedang terjadi di Samudera Hindia bagian barat, maka nilai suhu permukaan laut di Selat Bali cenderung menjadi lebih rendah dari seharusnya. Hal sebaliknya terjadi saat IOD (-) sedang terjadi di Samudera Hindia bagian timur, dimana suhu permukaan laut di Selat Bali cenderung akan memiliki nilai yang lebih tinggi dari seharusnya.

Pada IOD (+) bulan Juni - Agustus 2008, terjadi penurunan nilai suhu permukaan laut hingga mencapai -1,10 pada bulan Juni 2008. Pada IOD (+) bulan Juli - Oktober 2012, terjadi penurunan nilai suhu permukaan laut hingga mencapai -1,20 pada bulan Juli 2012. Pada IOD (+) bulan Juni - November 2015, terjadi penurunan nilai suhu permukaan laut hingga mencapai -1,55 pada bulan Oktober 2015. Pada IOD (+) bulan April - Agustus 2017, terjadi penurunan nilai suhu permukaan laut hingga mencapai -0,82 pada bulan Mei 2017. Pada IOD (-) bulan

September - November 2010, terjadi kenaikan nilai suhu permukaan laut hingga mencapai 1,58 pada bulan Oktober 2010. Pada IOD (-) bulan Juni - Oktober 2016, terjadi kenaikan nilai suhu permukaan laut hingga mencapai 3,43 pada bulan Juli 2016.

Pola grafik pada Gambar 18 juga menunjukkan bahwa fenomena IOD cenderung mulai terjadi pada saat Musim Timur dan akan hilang kekuatannya saat memasuki Musim Barat. Hal tersebut sesuai dengan pendapat dari Amri et al. (2013), yang menyatakan bahwa fenomena IOD mulai terbentuk pada bulan Juni dan mencapai puncaknya pada bulan September/Oktober lalu perlahan menghilang saat memasuki Musim Barat. Meskipun demikian, fenomena IOD tetap dapat membawa pengaruh hingga perairan Selat Bali walaupun arah arus pada Musim Timur mengarah keluar dari wilayah perairan Selatan Jawa menuju ke Samudera Hindia.

4.5.2 Grafik Variabilitas Klorofil-a dan IOD



Gambar 19. Grafik Variabilitas Klorofil-a dan IOD

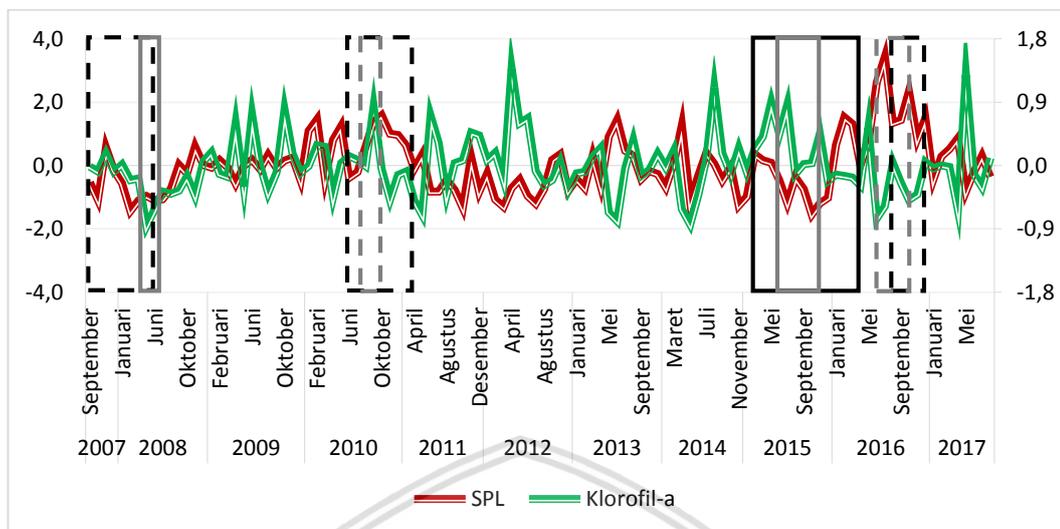
Pada Gambar 19, fenomena IOD (+) ditandai oleh kotak bergaris solid. Sedangkan, fenomena IOD (-) ditandai oleh kotak bergaris putus-putus. Pada gambar tersebut, dapat dilihat bahwa pola hubungan antara klorofil-a dan

fenomena IOD cenderung berbanding terbalik. Sama halnya dengan pola hubungan fenomena El Nino-La Nina dan klorofil-a, pola grafik pada Gambar 19 juga menunjukkan pola yang kurang sesuai. Pada umumnya, fenomena IOD (+) mengakibatkan naiknya nilai klorofil-a di wilayah perairan selatan Pulau Jawa, begitu pula sebaliknya.

Pada IOD (+) bulan Juni - Agustus 2008, terjadi penurunan nilai klorofil-a hingga mencapai -0,62 pada bulan Juni 2008. Pada IOD (+) bulan Juli - Oktober 2012, terjadi kenaikan nilai klorofil-a hingga mencapai 0,05 pada bulan Oktober 2012. Pada IOD (+) bulan Juni - November 2015, terjadi kenaikan nilai klorofil-a hingga mencapai 0,87 pada bulan Juli 2015. Pada IOD (+) bulan April - Agustus 2017, terjadi kenaikan nilai klorofil-a hingga mencapai 1,29 pada bulan Mei 2017. Pada IOD (-) bulan September - November 2010, terjadi penurunan nilai klorofil-a hingga mencapai -0,49 pada bulan November 2010. Pada IOD (-) bulan Juni - Oktober 2016, terjadi penurunan nilai klorofil-a hingga mencapai -0,75 pada bulan Juni 2016.

Namun nyatanya, gambaran pola grafik pada Gambar 19 menunjukkan hasil yang tidak berbeda jauh dengan pembahasan pada hubungan antara fenomena El Nino-La Nina dan klorofil-a. Fenomena IOD juga dapat dikatakan memiliki hubungan yang lemah dengan naik turunnya nilai klorofil-a di wilayah perairan Selat Bali. Seperti yang dikatakan oleh Seprianto et al. (2016), bahwa fenomena IOD dan klorofil-a hanya memiliki nilai korelasi sebesar 0,02. Indriyawati et al. (2012) juga menyebutkan bahwa terdapat faktor lain yang dapat mengakibatkan naik-turunnya nilai klorofil-a di suatu perairan selain suhu permukaan laut, yaitu adanya nutrien dan peristiwa *grazing* (pemangsaan).

4.6 El Nino-La Nina dan Indian Ocean Dipole



Gambar 20. Grafik Variabilitas SPL dan Klorofil-a saat El Nino-La Nina dan IOD

Pada Gambar 20, fenomena El Nino ditandai oleh kotak bergaris solid berwarna hitam, sedangkan La Nina ditandai oleh kotak bergaris putus-putus berwarna hitam. Fenomena IOD (+) ditandai oleh kotak bergaris solid berwarna abu-abu, sedangkan IOD (-) ditandai oleh kotak bergaris putus-putus berwarna abu-abu. Selama 10 tahun terakhir, fenomena El Nino-La Nina telah berlangsung sebanyak 4 kali bersamaan dengan IOD. Pada bulan Juni 2008 berlangsung fenomena La Nina bersamaan dengan IOD (+). Pada bulan September - November 2010 dan Agustus - Oktober 2016 berlangsung fenomena La Nina bersamaan dengan IOD (-). Pada bulan Juni - November 2015 berlangsung fenomena El Nino bersamaan dengan IOD (+).

Pada Gambar 20, dapat kita lihat pula bahwa pengaruh IOD terhadap variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a cenderung lebih kuat daripada El Nino-La Nina. Pada bulan Juni 2008 dimana IOD (+) mulai terjadi, pola suhu permukaan laut secara drastis menurun meskipun pada saat itu sedang terjadi fenomena La Nina. Pada bulan September - November 2010 dan Agustus - Oktober 2016, fenomena La Nina bersamaan dengan IOD (-) mengakibatkan pola



suhu permukaan laut meningkat secara drastis. Pada bulan Juni - November 2015, fenomena El Nino bersamaan dengan IOD (+) mengakibatkan pola suhu permukaan laut menurun secara drastis. Hal sebaliknya terjadi pada klorofil-a.

Kuatnya pengaruh IOD terhadap variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di Selat Bali dibandingkan dengan El Nino-La Nina disebabkan oleh pengaruh arah arus oleh angin pada Musim Barat dan Timur. Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, bahwa pengaruh El Nino-La Nina terhadap variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di Selat Bali dibatasi saat Musim Timur. Arah arus pada Musim Timur yang masuk dari Samudera Pasifik mengakibatkan terbawanya pengaruh dari fenomena El Nino-La Nina. Sebaliknya, arah arus pada Musim Barat mengakibatkan massa air laut dari Samudera Pasifik tidak sampai ke wilayah perairan di Selat Bali.

Menurut Martono (2011), terbentuknya fenomena IOD tidak lepas dari kuat lemahnya tiupan Angin Pasat Tenggara. Saat IOD (+) terjadi, kekuatan angin di selatan equator lebih tinggi dari normalnya sehingga mendorong massa air terus-menerus menuju barat Samudera Hindia. Hal tersebut mengakibatkan kekosongan di sebelah timur Samudera Hindia, sehingga *upwelling* terjadi dan membawa suhu yang lebih dingin dari keadaan normalnya naik ke permukaan. Sebaliknya saat IOD (-) terjadi, kekuatan angin di utara equator lah yang meningkat sehingga arus balik khatulistiwa yang membawa massa air hangat pun melebar hingga mencapai Samudera Hindia sebelah timur menuju wilayah perairan di Selat Bali.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka kesimpulan yang didapatkan, antara lain:

1. Dalam 10 tahun terakhir, nilai suhu permukaan laut tertinggi di wilayah perairan Selat Bali ditemukan pada Musim Barat dan Musim Peralihan 1 dengan rata-rata bekisar 29 - 31 °C, bersamaan dengan rendahnya nilai klorofil-a yang memiliki rata-rata bekisar 0,1 - 0,3 mg/m³. Sedangkan nilai suhu permukaan laut terendah dengan kisaran 25 - 27 °C ditemukan pada Musim Timur dan Musim Peralihan 2, bersamaan dengan tingginya nilai klorofil-a yang memiliki rata-rata bekisar 0,6 - 2,5 mg/m³.
2. Fenomena El Nino mengakibatkan rendahnya nilai suhu permukaan laut di wilayah perairan Selat Bali, sedangkan fenomena La Nina mengakibatkan tingginya nilai suhu permukaan laut di wilayah perairan tersebut. Namun pengaruh fenomena El Nino dan La Nina hanya berlaku pada Musim Timur.
3. Fenomena IOD (+) mengakibatkan rendahnya nilai suhu permukaan laut di wilayah perairan Selat Bali, sedangkan fenomena IOD (-) mengakibatkan tingginya nilai suhu permukaan laut di wilayah perairan tersebut.
4. Fenomena IOD cenderung lebih berpengaruh terhadap variabilitas suhu permukaan laut di wilayah perairan Selat Bali dibandingkan dengan El Nino-La Nina.
5. Kedua fenomena El Nino-La Nina dan IOD tidak memiliki hubungan secara langsung dengan naik turunnya nilai klorofil-a di wilayah perairan Selat Bali.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah penambahan variable lain seperti angin dan arus laut, agar hasil yang didapatkan untuk analisis hubungan

antara parameter oseanografi dengan fenomena El Nino-La Nina dan IOD menjadi lebih maksimal dan akurat.



DAFTAR PUSTAKA

- aldrian, E., 2008. Meteorologi Laut Indonesia.
- Amri, K., Manurung, D., Lumban-Gaol, J., S. Baskoro, M., 2013. Karakteristik Suhu Permukaan Laut Dan Kejadian Upwelling Fase Indian Ocean Dipole Mode Positif Di Barat Sumatera Dan Selatan Jawa Barat. *Segara* 9, 23–35.
- B, R.B.Y., Setyono, H., Harsono, G., 2014. Dinamika Upwelling Dan Downwelling Berdasarkan Variabilitas Suhu Permukaan Laut Dan Klorofil-A Di Perairan Selatan Jawa. *Journal Of Oceanography* 3, 57–66.
- Bom, 2013. Indian Ocean Climate Influences [Www Document]. Url <http://www.bom.gov.au/climate/iod/> (Accessed 7.10.18).
- Cousteau, F. (Ed.), 2014. *Ocean: The Definitive Visual Guide*, Rev. Ed. Ed. Dorling Kindersley, New York.
- Edyanto, C.H., 2006. Penelitian Kualitas Air Danau Aneuk Laot Di Pulau Weh Propinsi Nangroe Aceh Darussalam 10.
- Effendi, R., Palloan, P., Ihsan, N., 2012. Analisis Konsentrasi Klorofil-A Di Perairan Sekitar Kota Makassar Menggunakan Data Satelit Topex/Poseidon. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika* 8.
- Ekayana, I.M., Karang, I.W.G.A., As-Syakur, A.R., Jatmiko, I., Novianto, D., 2017. Hubungan Hasil Tangkapan Ikan Tuna Selama Februari-Maret 2016 Dengan Konsentrasi Klorofil-A Dan Spl Dari Data Penginderaan Jauh Di Perairan Selatan Jawa – Bali. *Journal Of Marine And Aquatic Sciences* 3, 19–29. <https://doi.org/10.24843/jmas.2017.v3.i01.19-29>
- Indriyawati, N., Abida, I.W., Triajie, H., 2012. Hubungan Antara Kelimpahan Fitoplankton Dengan Zooplankton Di Perairan Sekitar Jembatan Suramadu Kecamatan Labang Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal Of Marine Science And Technology* 5, 127–131. <https://doi.org/10.21107/jk.v5i2.868>
- J, A.R., N, N., Burhanuddin, A.I., Hatta, M., 2016. Karakter Oseanografi Perairan Makassar Terkait Zona Potensial Penangkapan Ikan Pelagis Kecil Pad Musim Timur. *Jurnal Ipteks Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan* 1.
- Kunarso, K., Hadi, S., Ningsih, N.S., Baskoro, M.S., 2012. Variabilitas Suhu Dan Klorofil-A Di Daerah Upwelling Pada Variasi Kejadian Enso Dan Iod Di Perairan Selatan Jawa Sampai Timor. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal Of Marine Sciences* 16, 171–180. <https://doi.org/10.14710/ik.ljms.16.3.171-180>
- Madani, N., Hermawan, E., Faqih, A., 2012. Pengembangan Model Prediksi Madden-Julian Oscillation (Mjo) Berbasis Hasil Analisis Data Wind Profiler Radar (Wpr). *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika* 13. <https://doi.org/10.31172/jmg.v13i1.117>
- Martono, 2011. Pola Arus Permukaan Pada Saat Kejadian Indian Ocean Dipole Di Perairan Samudera Hindia Tropis. *Lapan*.
- Martono, M., 2016. Dampak El Niño 1997 Dan El Niño 2015 Terhadap Konsentrasi Klorofil-A Di Perairan Selatan Jawa Dan Bali-Sumbawa. *Majalah Ilmiah Globe* 18, 01. <https://doi.org/10.24895/mig.2016.18-1.389>
- Mbay, L.O.N., Nurjaya, I.W., 2011. Java Coastal Current At Northwest And Southeast Monsoon In Southwest Sumatra | Mbay | Widyariset. <http://dx.doi.org/10.14203/widyariset.14.2.2011.469-478>
- Mustaruddin, M., Nasruddin, N., Sadarun, S., Kurniawan, F., Baskoro, M.S., 2011. Karakteristik Perairan Dalam Kaitannya Dengan Pengembangan Usaha Perikanan Pelagis Besar Di Kabupaten Aceh Jaya. *Buletin Psp* 19.
- Nasa, 2009. Global Sea Surface Temperature [Www Document]. Url <https://visibleearth.nasa.gov/view.php?id=54229> (Accessed 7.10.18).



- Nijin, 2017. Aaq1183 [Www Document]. Url [Http://Www.Nijin.Com.Tw/Sf/Jfe/Aaq1183/Aaq1183-E.Htm](http://www.nijin.com.tw/sf/jfe/aaq1183/aaq1183-e.htm) (Accessed 7.4.18).
- Noaa, 2017a. Pacific Ocean - Tao | Global Tropical Moored Buoy Array [Www Document]. Url [Https://Www.Pmel.Noaa.Gov/Gtmba/Pmel-Theme/Pacific-Ocean-Tao](https://www.pmel.noaa.gov/gtmba/pmel-theme/pacific-ocean-tao) (Accessed 7.10.18).
- Noaa, 2017b. Timeseries Enso Dan Iod [Www Document]. Url [Https://Www.Esrl.Noaa.Gov/Psd/Gcos_Wgsp/Timeseries/](https://www.esrl.noaa.gov/psd/gcos_wgsp/timeseries/) (Accessed 7.10.18).
- Riduwan, 2006. Dasar-Dasar Statistika. Alfabeta, Bandung.
- Rintaka, W., Hastuti, A., Firmansyah, T., 2016. Distribusi Suhu, Klorofil-A Dan Nutrien Perairan Selat Bali Pada Saat Muson Tenggara. [Https://Doi.Org/10.13140/Rg.2.1.3566.6326](https://doi.org/10.13140/Rg.2.1.3566.6326)
- Ruchiyat, 2007. Pengumpulan & Pengolahan Data. Bpkp.
- Saji, H., Goswami, B.N., Vinayachandran, P., Yamagata, T., 1999. A Dipole Mode In The Tropical Indian Ocean. *Nature* 401, 360–3. [Https://Doi.Org/10.1038/43854](https://doi.org/10.1038/43854)
- Sartimbul, A., Nakata, H., Rohadi, E., Yusuf, B., Kadarisman, H.P., 2010. Variations In Chlorophyll-A Concentration And The Impact On Sardinella Lemuru Catches In Bali Strait, Indonesia. *Progress In Oceanography* 87, 168–174. [Https://Doi.Org/10.1016/J.Pocean.2010.09.002](https://doi.org/10.1016/j.pocean.2010.09.002)
- Semedi, B., Luthfi Hadiyanto, A., 2016. Forecasting The Fishing Ground Of Small Pelagic Fishes In Makassar Strait Using Moderate Resolution Image Spectroradiometer Satellite Images. [Https://Doi.Org/10.13140/Rg.2.1.3920.2966](https://doi.org/10.13140/Rg.2.1.3920.2966)
- Semedi, B., Safitri, N.M., 2015. Estimasi Distribusi Klorofil-A Di Perairan Selat Madura Menggunakan Data Citra Satelit Modis Dan Pengukuran In Situ Pada Musim Timur. *Research Journal Of Life Science* 2, 40–49. [Https://Doi.Org/10.21776/Ub.Rjls.2015.002.01.6](https://doi.org/10.21776/Ub.Rjls.2015.002.01.6)
- Seprianto, A., Kunarso, K., Wirasatriya, A., 2016. Studi Pengaruh El Nino Southern Oscillation (Enso) Dan Indian Ocean Dipole (Iod) Terhadap Variabilitas Suhu Permukaan Laut Dan Klorofil-A Di Perairan Karimunjawa. *Journal Of Oceanography* 5, 452–461.
- Setyohadi, D., 2009. Studi Potensi Dan Dinamika Stok Ikan Lemuru (*Sardinella Lemuru*) Di Selat Bali Serta Alternatif Penangkapannya. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada* 11, 78–86.
- Sihombing, M., 2017. Produksi Perikanan Tangkap Turun [Www Document]. Url [Http://Industri.Bisnis.Com/Read/20170118/99/620674/Produksi-Perikanan-Tangkap-Turun](http://industri.bisnis.com/read/20170118/99/620674/produksi-perikanan-tangkap-turun) (Accessed 7.4.18).
- Sihombing, R.F., 2013. Kandungan Klorofil-A Fitoplankton Di Sekitar Perairan Desa Sungsang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan 6.
- Silubun, D.T., Gaol, J.L., Naulita, Y., 2016. Estimasi Intensitas Upwelling Pantai Dari Satelit Aquamodis Di Perairan Selatan Jawa Dan Barat Sumatera. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan* 6, 21–29. [Https://Doi.Org/10.24319/Jtpk.6.21-29](https://doi.org/10.24319/jtpk.6.21-29)
- Sugiyono, D.R., 2000. Metode Penelitian. Bandung: Cv Alvabeta.
- Syah, A.F., 2010. Penginderaan Jauh Dan Aplikasinya Di Wilayah Pesisir Dan Lautan. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal Of Marine Science And Technology* 3, 18–28. [Https://Doi.Org/10.21107/Jk.V3i1.838](https://doi.org/10.21107/jk.v3i1.838)
- Wibowo, E.S., 2015. Buletin Metaero. Bmkg 13.
- Wujdi, A., Suwarso, S., Wudianto, W., 2016. Beberapa Parameter Populasi Ikan Lemuru (*Sardinella Lemuru* Bleeker, 1853) Di Perairan Selat Bali. *Bawal*

- Widya Riset Perikanan Tangkap 4, 177–184.
<https://doi.org/10.15578/Bawal.4.3.2012.177-184>
- Yuniarti, A., Maslukah, L., Helmi, M., 2013. Studi Variabilitas Suhu Permukaan Laut Berdasarkan Citra Satelit Aqua Modis Tahun 2007-2011 Di Perairan Selat Bali. *Journal Of Oceanography* 2, 416–421.
- Zulfiandi, Zainuri, M., Widowati, I., 2014. Kajian Distribusi/Sebaran Fitoplankton Dan Zooplankton Di Perairan Dan Estuaria Banjir Kanal Barat Kota Semarang Jawa Tengah. *Seminar Nasional Kelautan Ix*, 24–31.



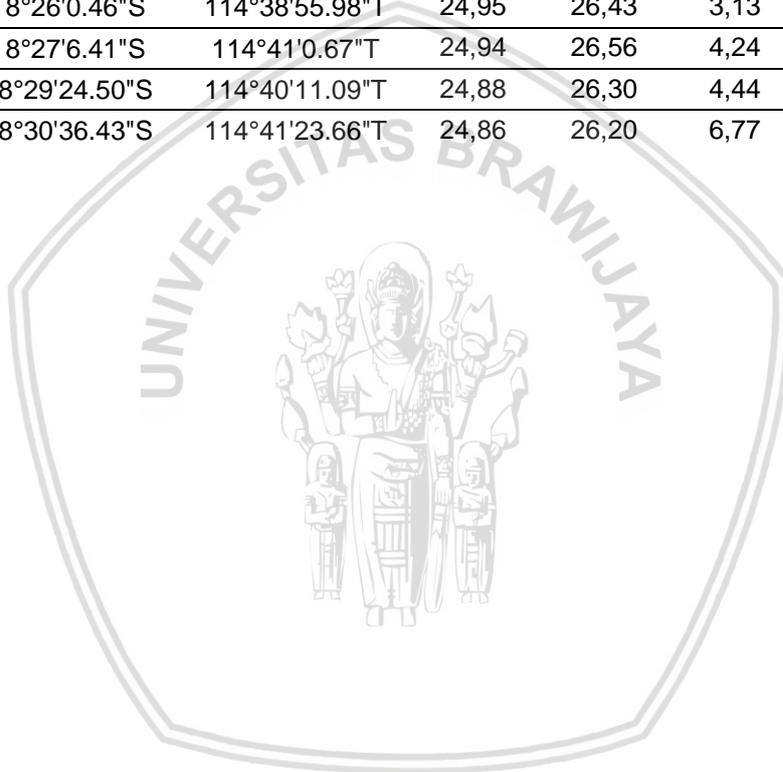
LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian di Lapang



Lampiran 2. Validasi Data Lapang dan Satelit

Titik	Koordinat		SPL		Klorofil-a	
	L	B	Lapang	Satelit	Lapang	Satelit
1	8°22'39.29"S	114°31'00.68"T	24,95	25,87	3,86	0,23
2	8°24'23.14"S	114°30'38.04"T	24,87	26,36	3,51	0,38
3	8°25'15.76"S	114°32'30.59"T	24,88	26,02	12,51	0,39
4	8°27'11.30"S	114°32'20.94"T	24,88	26,12	11,13	0,58
5	8°27'2.49"S	114°34'35.72"T	24,88	26,18	7,94	1,63
6	8°29'5.61"S	114°36'21.64"T	24,87	26,34	5,07	1,63
7	8°28'1.61"S	114°39'8.63"T	24,87	26,53	4,07	0,76
8	8°26'41.15"S	114°36'57.41"T	24,95	26,48	4,67	1,27
9	8°26'0.46"S	114°38'55.98"T	24,95	26,43	3,13	1,60
10	8°27'6.41"S	114°41'0.67"T	24,94	26,56	4,24	0,66
11	8°29'24.50"S	114°40'11.09"T	24,88	26,30	4,44	0,91
12	8°30'36.43"S	114°41'23.66"T	24,86	26,20	6,77	1,14



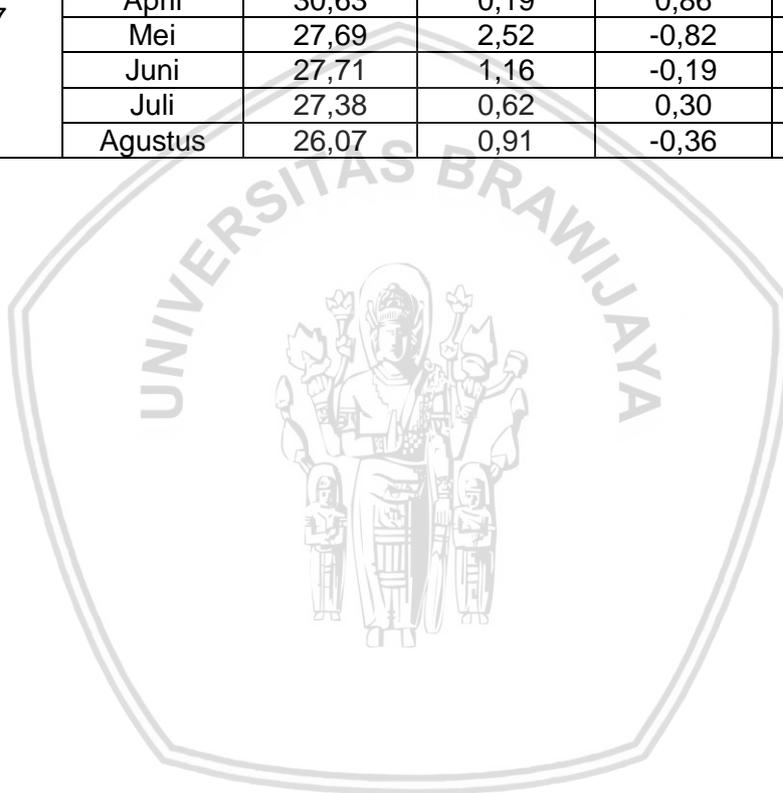
Lampiran 3. Data Penelitian

Tahun	Bulan	SPL	Klorofil-a	Anomali SPL	Anomali Klorofil-a
2007	September	25,96	0,79	-0,53	-0,01
	Oktober	26,59	0,74	-1,08	-0,09
	November	29,55	0,85	0,57	0,17
	Desember	29,76	0,32	-0,15	-0,08
2008	Januari	29,73	0,32	-0,56	0,02
	Maret	28,80	0,20	-1,43	-0,21
	April	28,66	0,63	-1,11	-0,18
	Mei	27,55	0,37	-0,96	-0,86
	Juni	26,80	0,65	-1,10	-0,62
	Juli	26,01	0,56	-1,06	-0,37
	Agustus	25,69	0,40	-0,73	-0,40
	September	26,51	0,45	0,03	-0,36
	Oktober	27,42	0,67	-0,25	-0,15
	November	29,58	0,25	0,60	-0,43
	Desember	29,92	0,47	0,01	0,06
	2009	Januari	30,23	0,50	-0,07
Februari		30,58	0,28	0,18	-0,12
Maret		30,17	0,24	-0,06	-0,16
April		29,20	1,42	-0,57	0,61
Mei		28,51	0,92	0,00	-0,31
Juni		28,08	2,01	0,18	0,73
Juli		26,95	0,94	-0,12	0,01
Agustus		26,76	0,42	0,34	-0,39
September		26,41	0,70	-0,08	-0,10
Oktober		27,83	1,62	0,16	0,80
November		29,23	0,85	0,25	0,17
Desember		29,44	0,31	-0,47	-0,10
2010	Januari	31,38	0,30	1,09	-0,01
	Februari	31,86	0,69	1,46	0,29
	Maret	29,81	0,67	-0,42	0,27
	April	30,58	0,37	0,81	-0,45
	Mei	29,75	1,26	1,25	0,03
	Juni	27,51	1,41	-0,39	0,13
	Juli	26,86	1,01	-0,21	0,08
	Agustus	27,02	0,80	0,60	-0,01
	September	27,86	1,64	1,37	0,84
	Oktober	29,25	0,77	1,58	-0,05
	November	29,99	0,20	1,00	-0,49
	Desember	30,87	0,27	0,96	-0,13
2011	Maret	30,87	0,32	0,64	-0,08
	April	29,66	0,32	-0,11	-0,49
	Mei	28,86	0,53	0,35	-0,70
	Juni	27,08	1,99	-0,82	0,71
	Juli	26,25	1,25	-0,82	0,32
	Agustus	25,98	0,39	-0,45	-0,42
	September	25,71	0,84	-0,78	0,03
Oktober	26,33	0,90	-1,34	0,07	

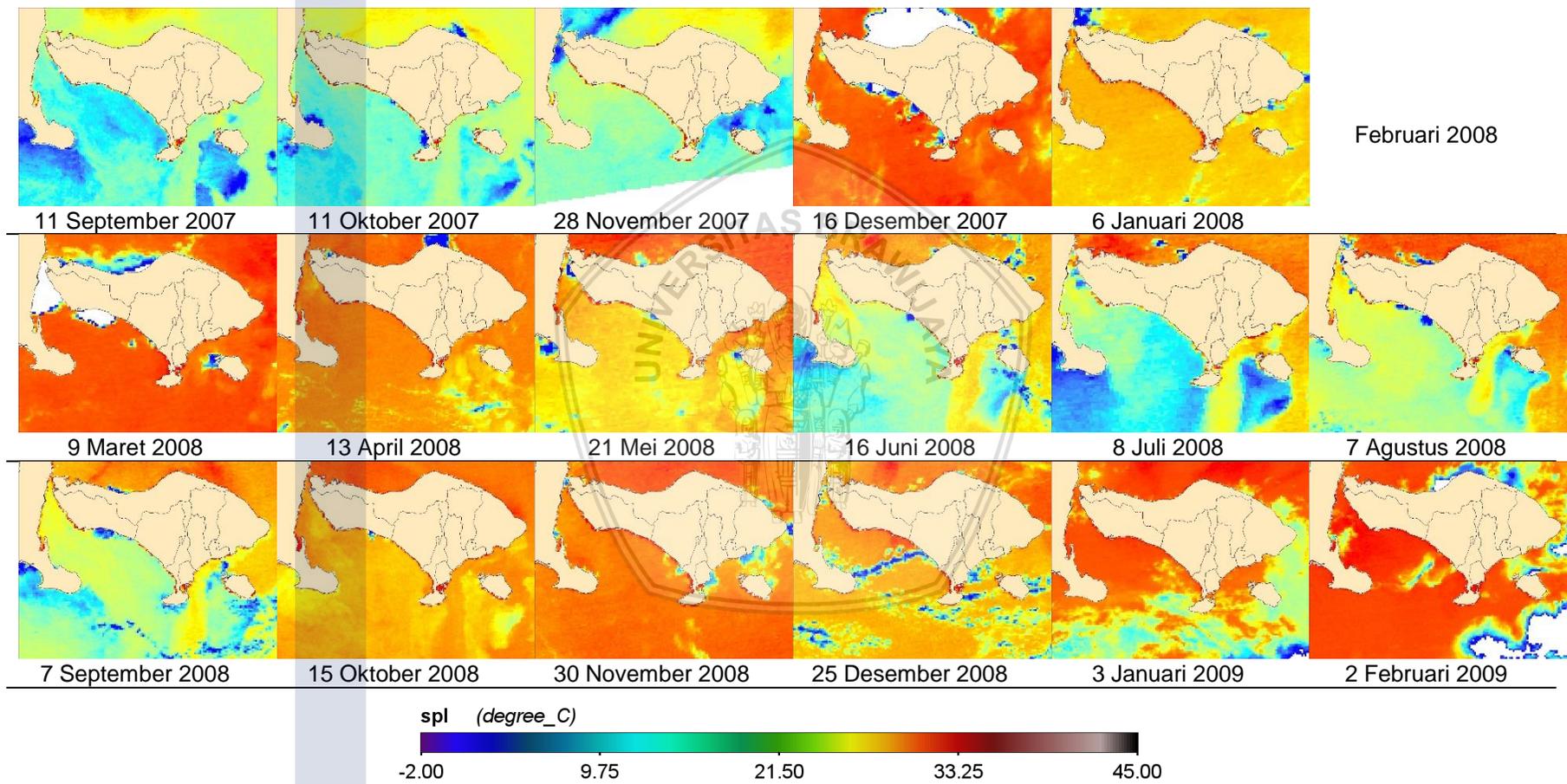
Tahun	Bulan	SPL	Klorofil-a	Anomali SPL	Anomali Klorofil-a
	November	29,26	1,15	0,27	0,47
	Desember	29,08	0,83	-0,83	0,43
2012	Januari	30,05	0,39	-0,24	0,08
	Februari	29,33	0,59	-1,07	0,18
	Maret	28,92	0,20	-1,31	-0,21
	April	29,06	2,19	-0,71	1,38
	Mei	28,07	1,83	-0,44	0,60
	Juni	26,94	1,95	-0,97	0,67
	Juli	25,87	0,85	-1,20	-0,08
	Agustus	25,68	0,52	-0,74	-0,28
	September	26,66	0,60	0,18	-0,21
	Oktober	28,03	0,88	0,36	0,05
	November	28,18	0,33	-0,80	-0,35
	2013	Januari	29,86	0,20	-0,43
Februari		29,69	0,31	-0,71	-0,09
Maret		30,54	0,53	0,31	0,13
April		29,12	1,07	-0,64	0,25
Mei		29,42	0,57	0,91	-0,66
Juni		29,35	0,49	1,44	-0,79
Juli		27,54	0,89	0,47	-0,04
Agustus		26,73	1,17	0,31	0,36
September		26,06	0,66	-0,42	-0,14
Oktober		27,49	0,76	-0,18	-0,06
November		28,72	0,85	-0,27	0,17
2014		Februari	29,71	0,38	-0,69
	Maret	30,31	0,61	0,08	0,21
	April	31,05	0,20	1,28	-0,62
	Mei	27,38	0,39	-1,12	-0,84
	Juni	27,59	0,86	-0,32	-0,42
	Juli	27,47	1,02	0,40	0,09
	Agustus	26,48	1,92	0,06	1,11
	September	26,02	0,98	-0,46	0,17
	Oktober	27,62	0,70	-0,05	-0,12
	November	27,71	0,93	-1,27	0,25
2015	Februari	29,42	0,32	-0,98	-0,09
	Maret	30,59	0,64	0,36	0,24
	April	29,94	1,23	0,17	0,41
	Mei	28,59	2,13	0,08	0,90
	Juni	27,44	1,73	-0,46	0,45
	Juli	25,89	1,80	-1,19	0,87
	Agustus	26,05	0,69	-0,37	-0,12
	September	25,74	0,82	-0,74	0,02
	Oktober	26,12	0,86	-1,55	0,03
	November	27,79	1,13	-1,19	0,45
	Desember	28,89	0,19	-1,02	-0,22
2016	Januari	30,94	0,18	0,65	-0,13
	Februari	31,93	0,26	1,53	-0,15
	Maret	31,54	0,23	1,31	-0,17
	April	29,78	0,53	0,01	-0,28

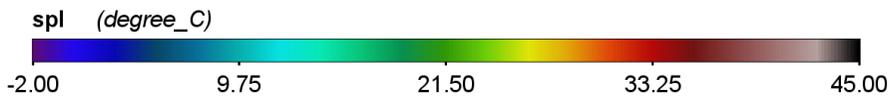
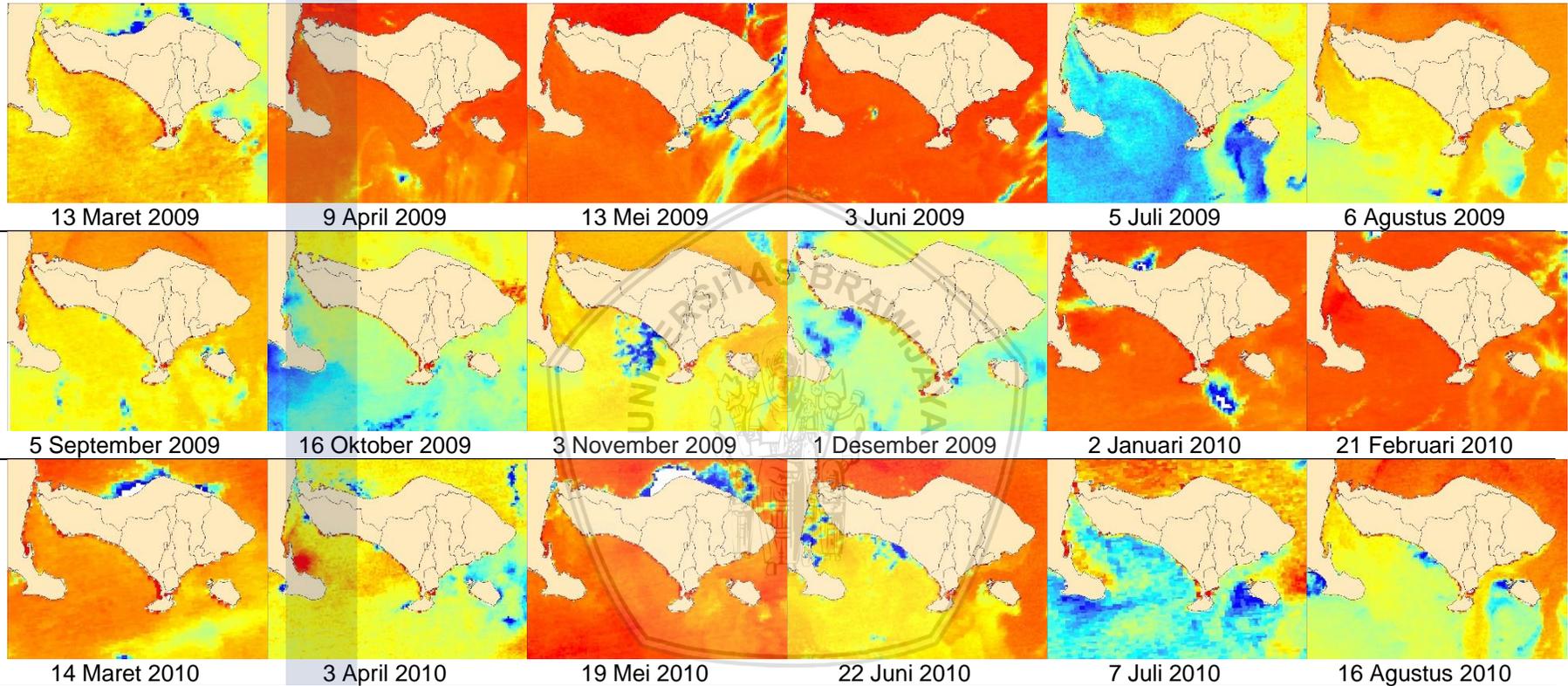


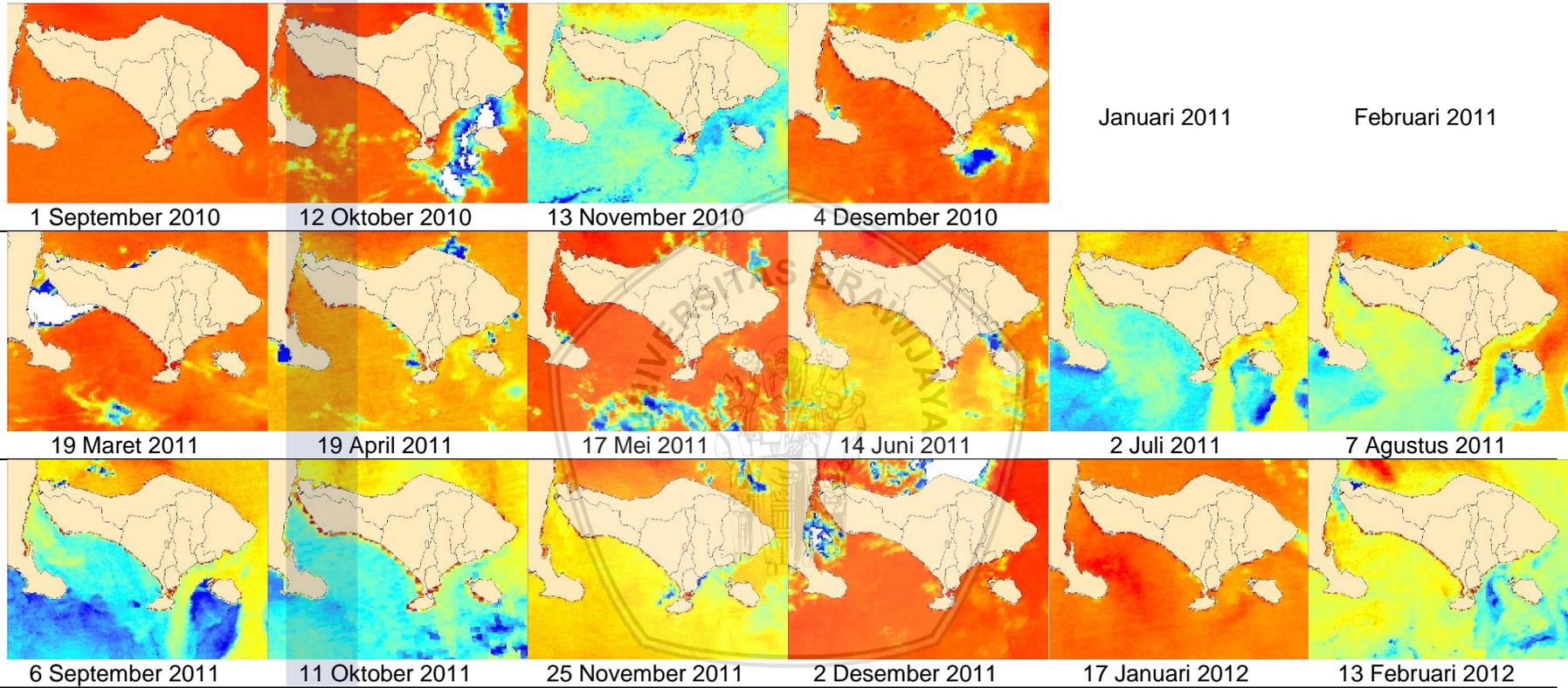
Tahun	Bulan	SPL	Klorofil-a	Anomali SPL	Anomali Klorofil-a
	Mei	29,25	1,77	0,75	0,54
	Juni	30,52	0,53	2,62	-0,75
	Juli	30,51	0,35	3,43	-0,58
	Agustus	27,76	0,84	1,34	0,04
	September	27,92	0,56	1,44	-0,24
	Oktober	30,01	0,34	2,34	-0,49
	November	29,82	0,27	0,84	-0,41
	Desember	31,41	0,46	1,50	0,05
2017	Januari	29,85	0,27	-0,44	-0,04
	Februari	30,69	0,41	0,29	0,00
	Maret	30,75	0,38	0,52	-0,02
	April	30,63	0,19	0,86	-0,62
	Mei	27,69	2,52	-0,82	1,29
	Juni	27,71	1,16	-0,19	-0,12
	Juli	27,38	0,62	0,30	-0,31
	Agustus	26,07	0,91	-0,36	0,11

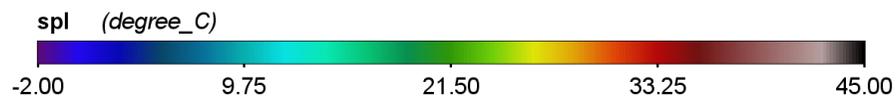
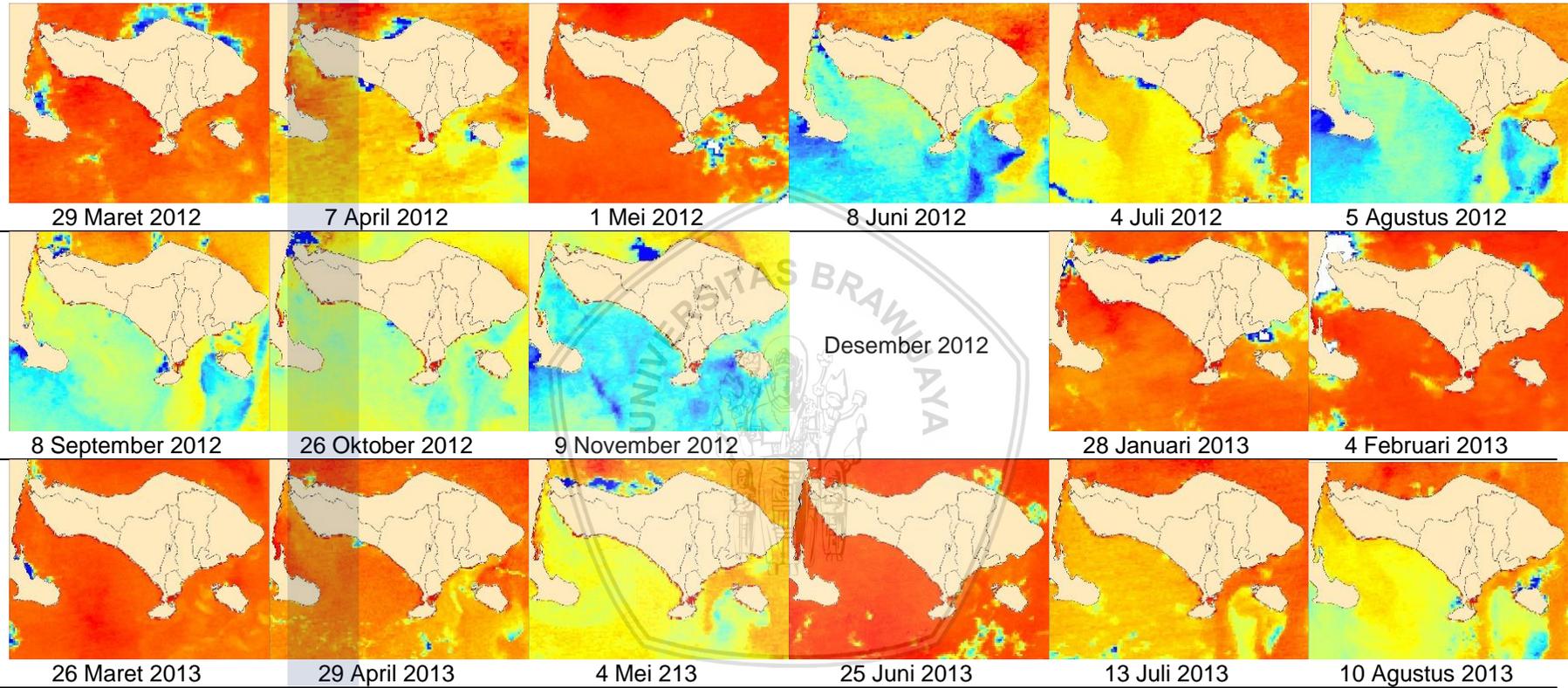


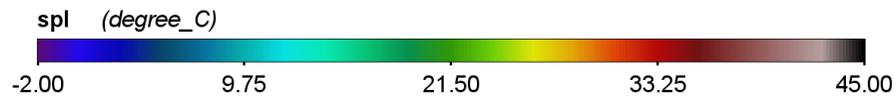
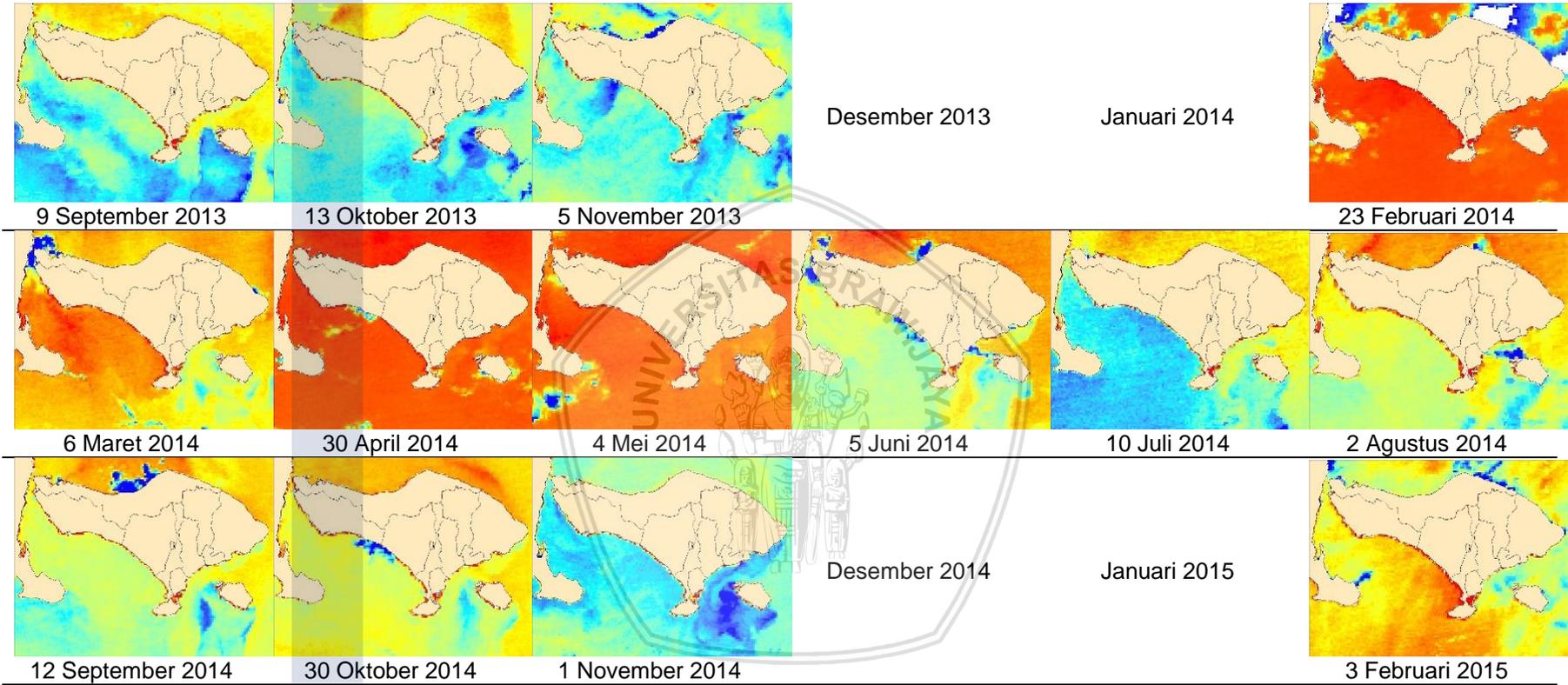
Lampiran 4. Variabilitas Suhu Permukaan Laut secara Spasial di Selat Bali

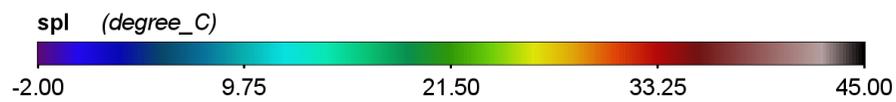
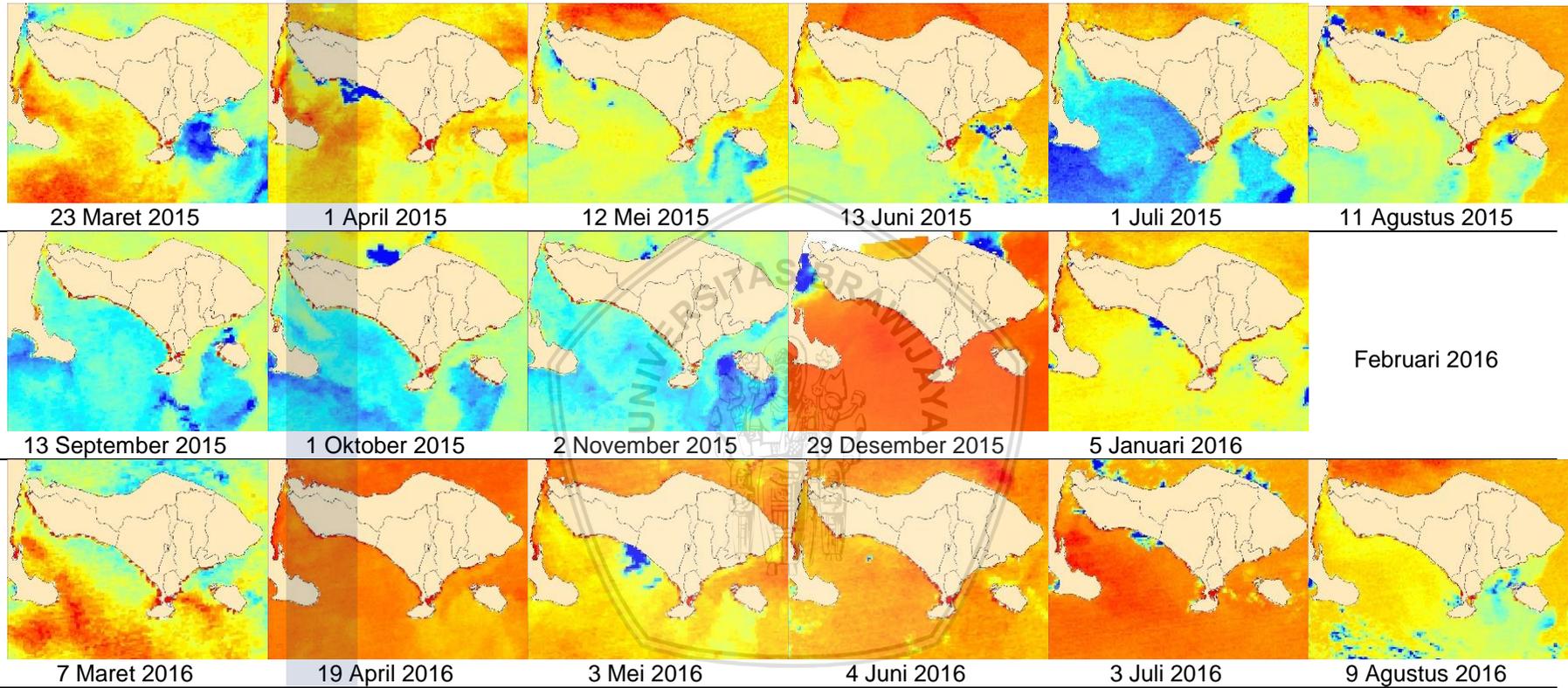


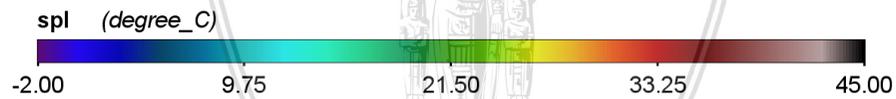
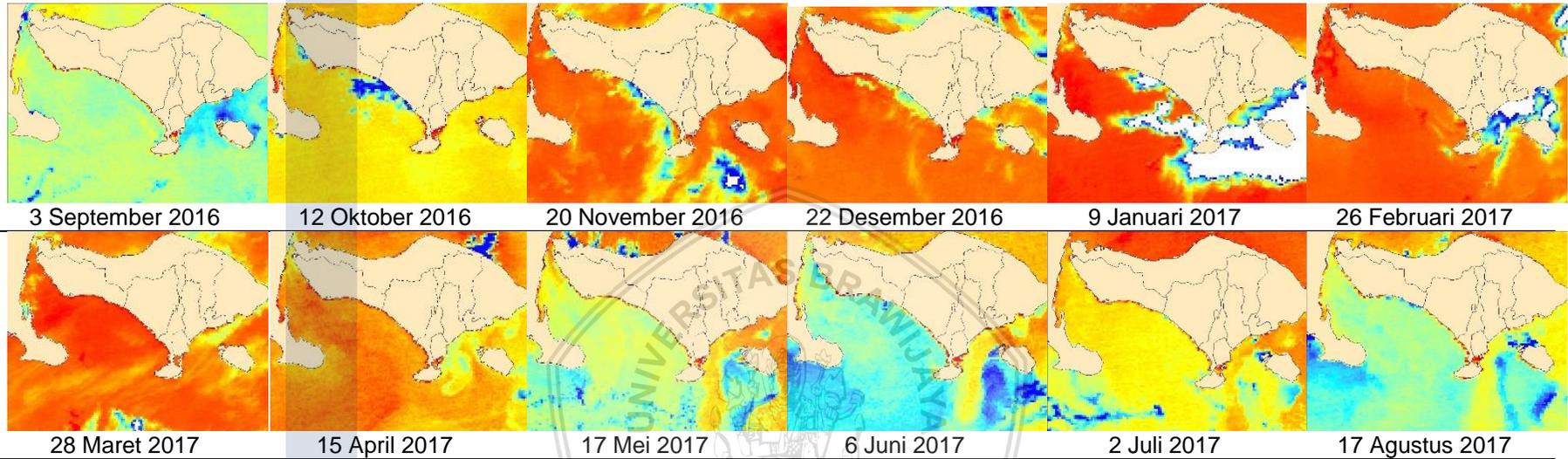




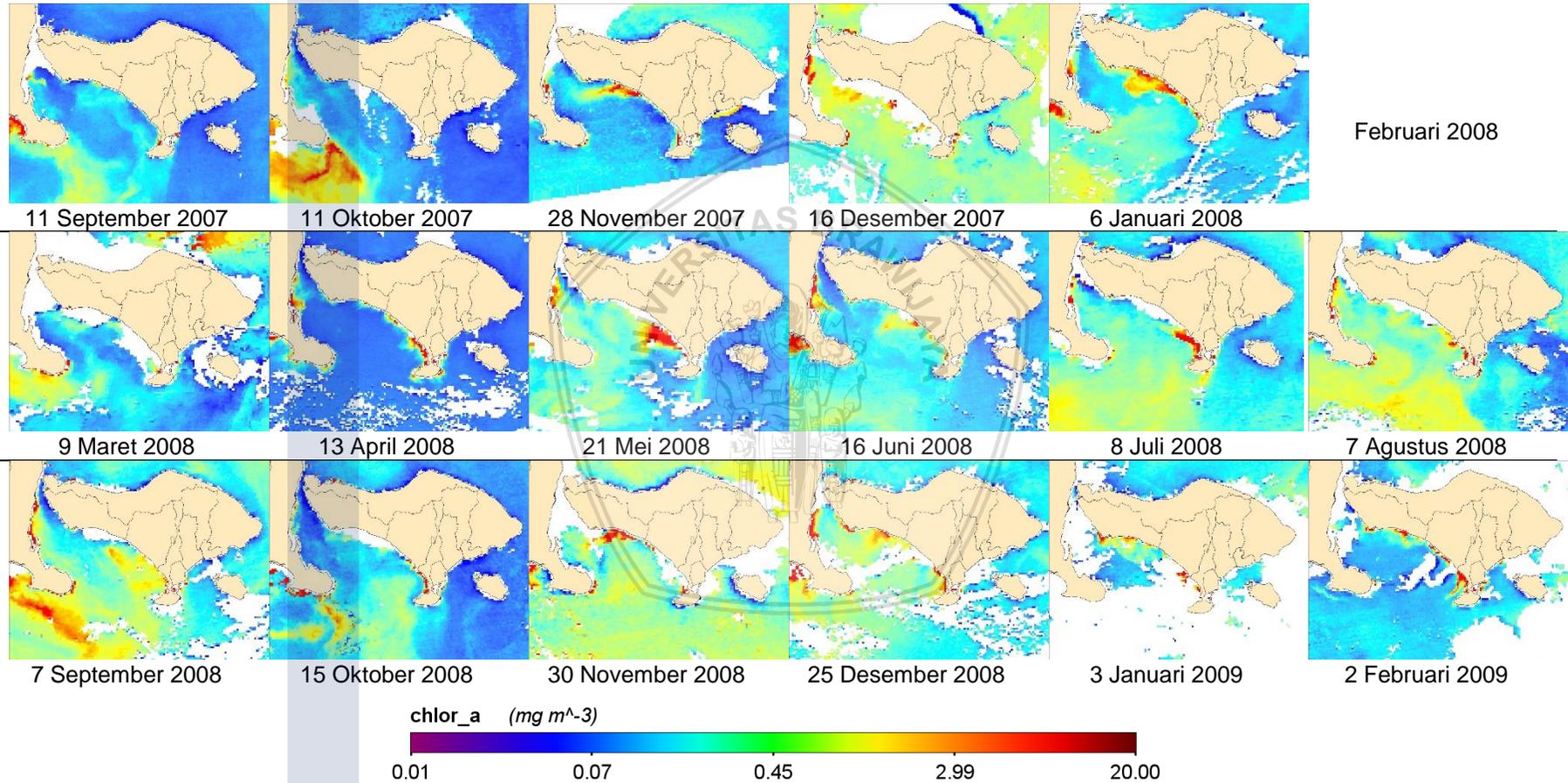


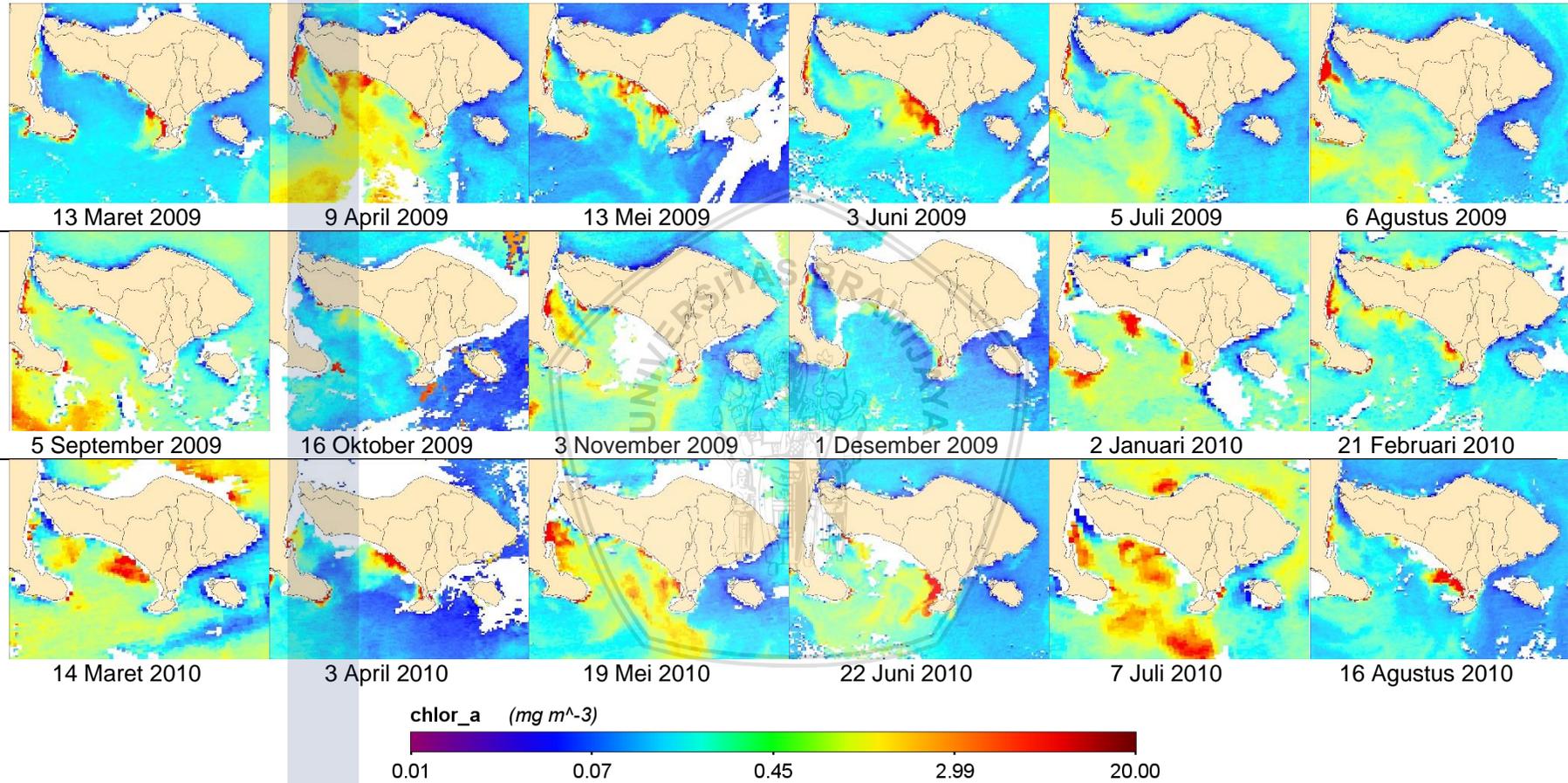


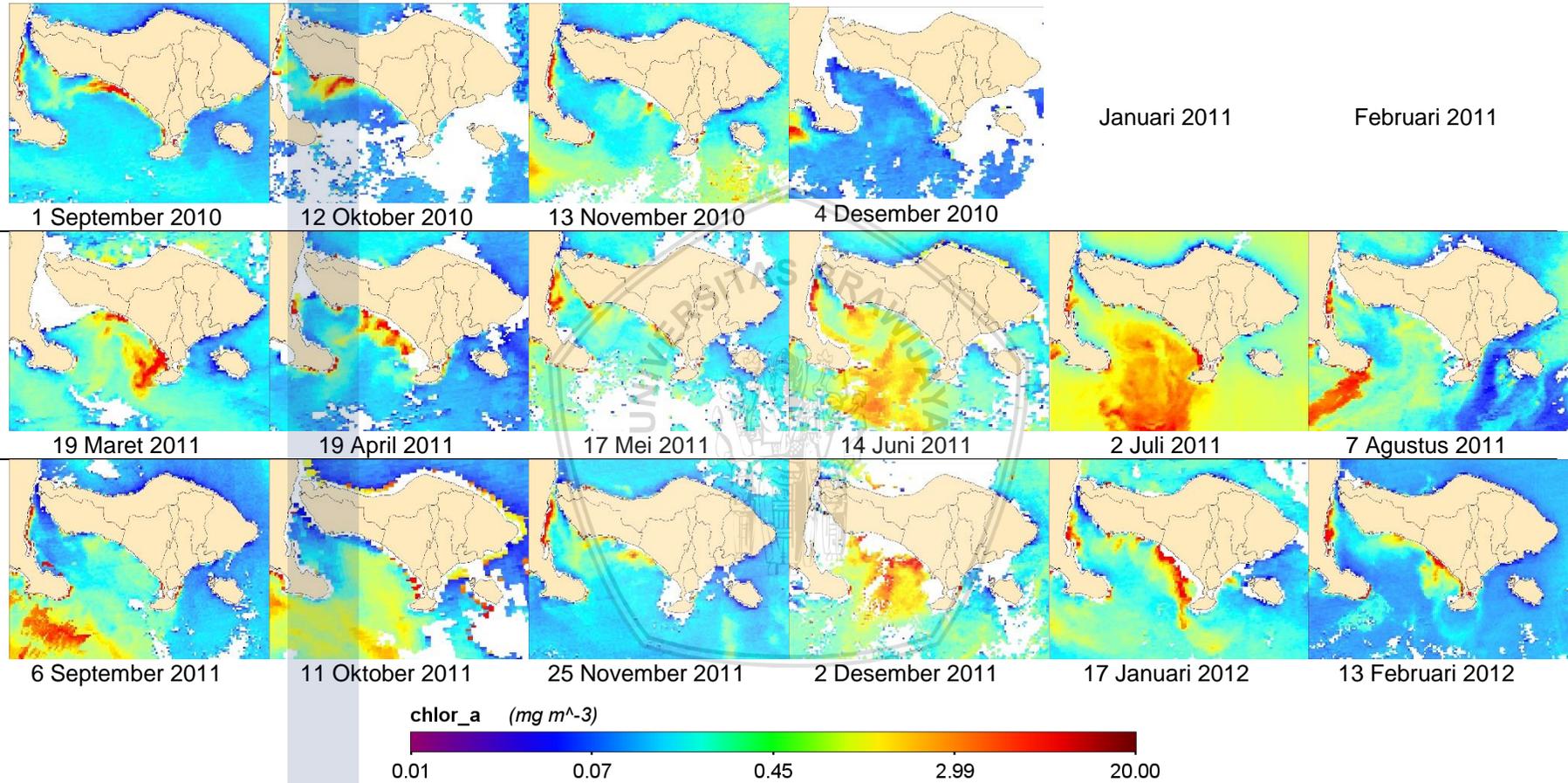


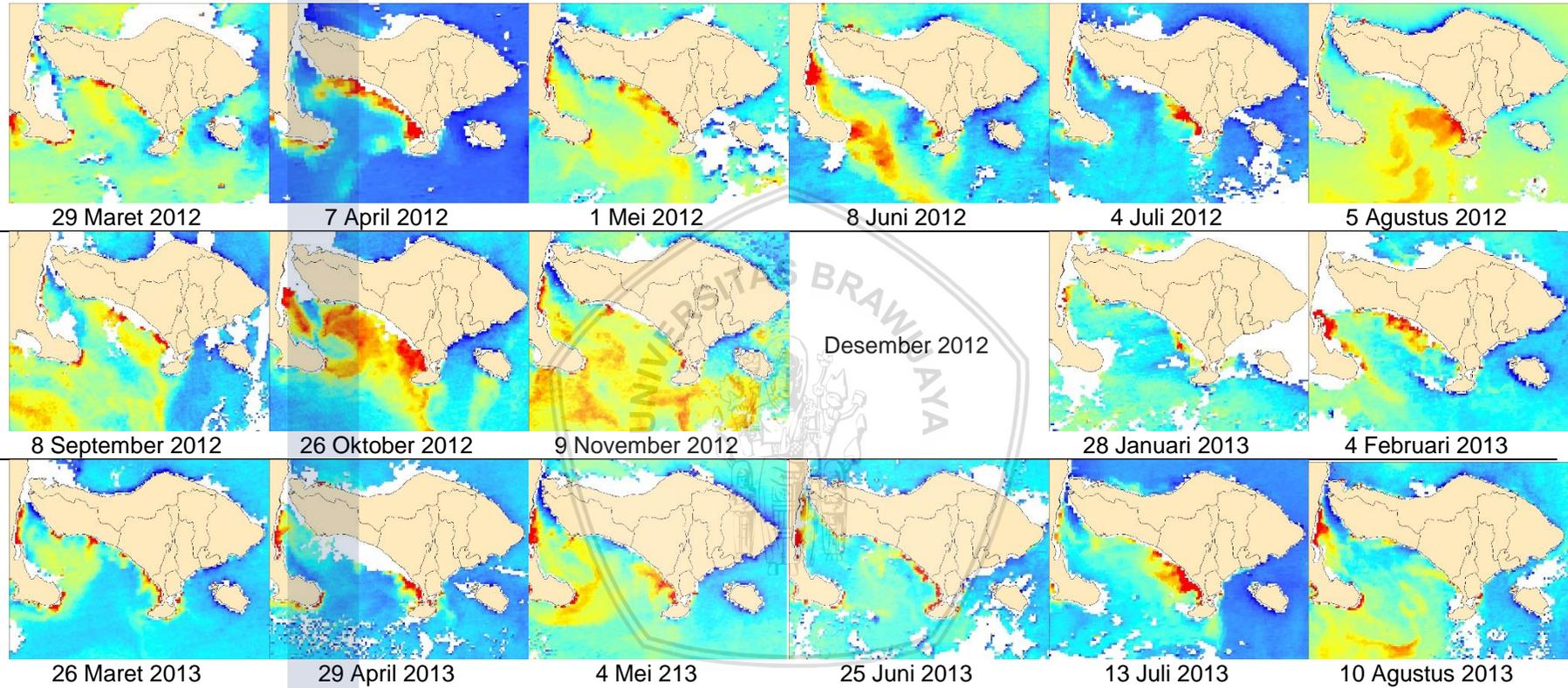


Lampiran 5. Variabilitas Klorofil-a secara Spasial di Selat Bali

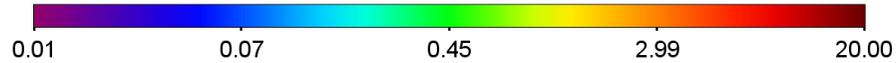


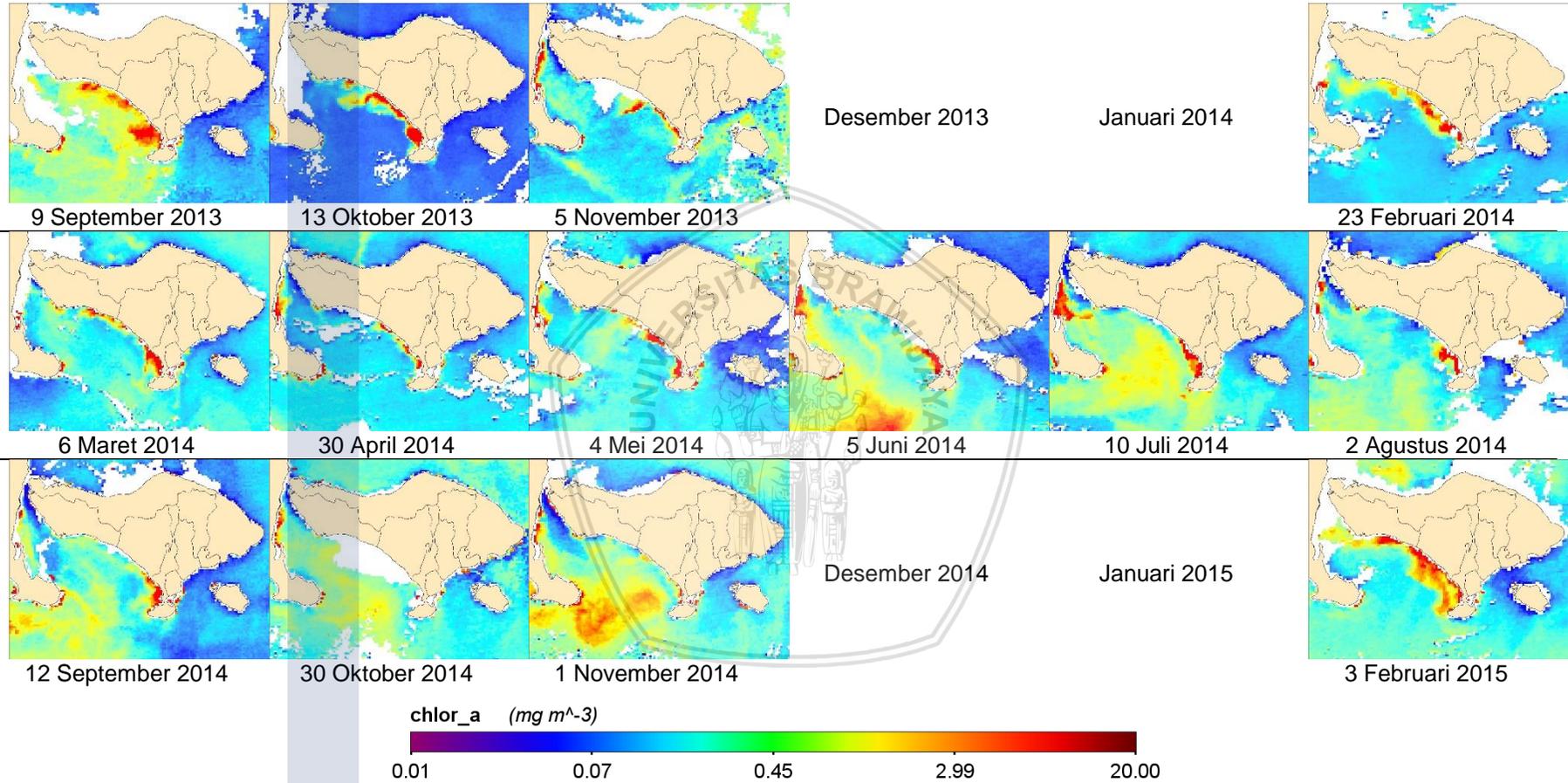


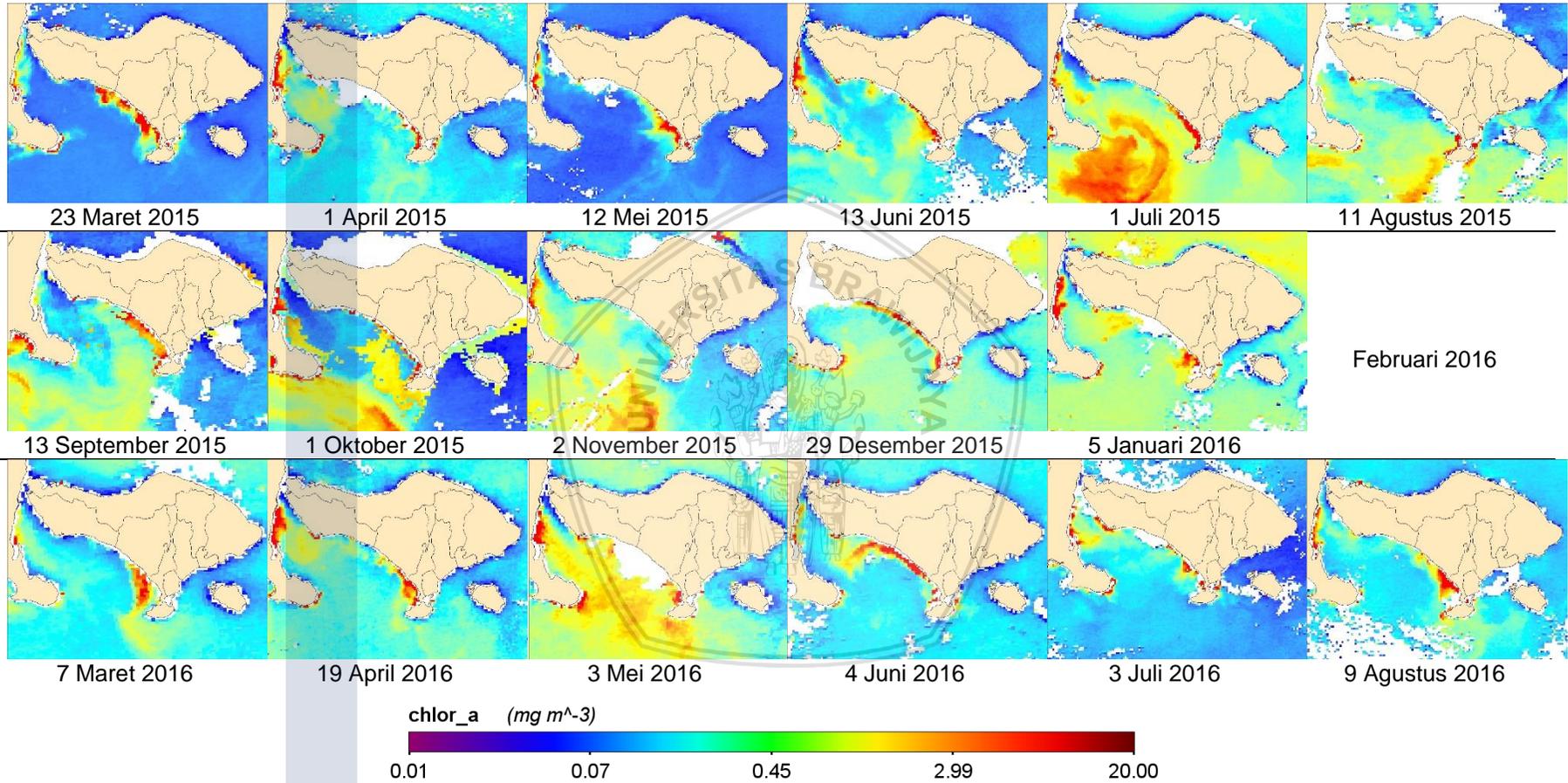


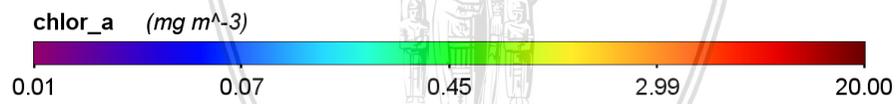
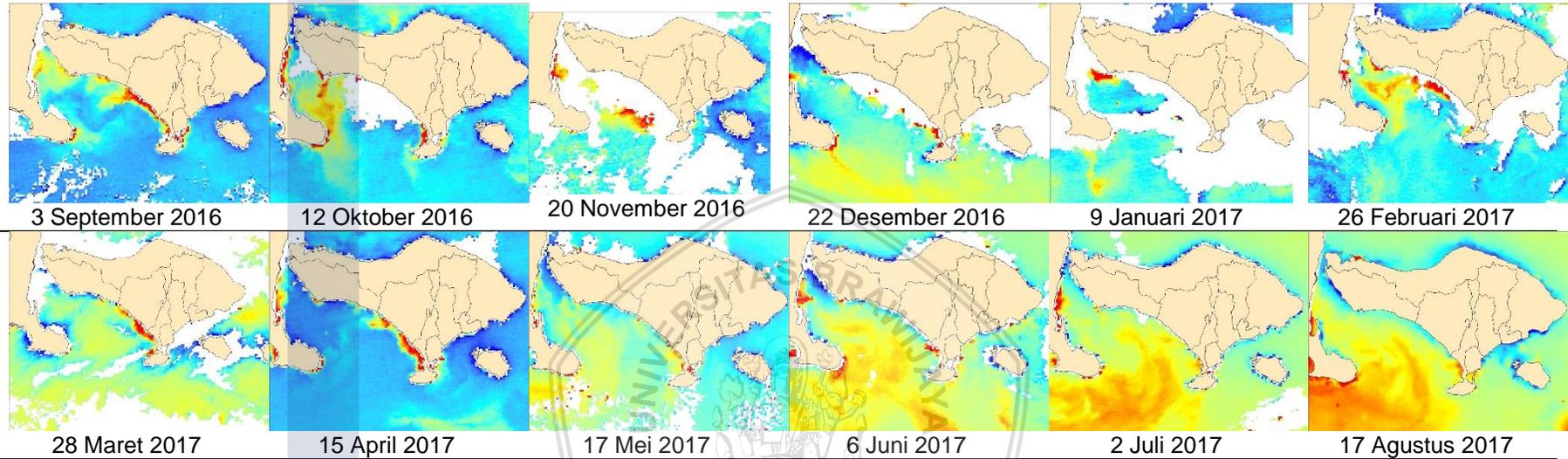


chlor_a (mg m⁻³)









Lampiran 6. Indeks Nino3.4

	Musim Timur		Musim Peralihan 1			Musim Barat			Musim Peralihan 2			Desember
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	
2007									-1,12	-1,35	-1,46	-1,55
2008	-1,69	-1,66	-1,16	-0,88	-0,72	-0,55	-0,19	-0,11	-0,26	-0,31	-0,38	-0,82
2009	-0,90	-0,78	-0,65	-0,24	0,18	0,45	0,60	0,58	0,67	0,93	1,53	1,78
2010	1,51	1,27	0,95	0,49	-0,10	-0,55	-0,96	-1,37	-1,61	-1,64	-1,57	-1,57
2011	-1,55	-1,10	-0,88	-0,66	-0,40	-0,24	-0,31	-0,63	-0,81	-1,01	-1,11	-1,02
2012	-0,88	-0,66	-0,57	-0,39	-0,20	0,16	0,36	0,49	0,38	0,31	0,23	-0,22
2013	-0,54	-0,51	-0,21	-0,14	-0,28	-0,29	-0,27	-0,36	-0,19	-0,16	-0,07	-0,13
2014	-0,50	-0,61	-0,23	0,19	0,44	0,37	0,05	-0,01	0,28	0,48	0,83	0,75
2015	0,50	0,43	0,52	0,81	1,04	1,31	1,57	1,95	2,20	2,41	2,80	2,70
2016	2,56	2,27	1,67	1,02	0,42	0,10	-0,36	-0,56	-0,58	-0,69	-0,68	-0,47
2017	-0,44	-0,09	0,07	0,31	0,48	0,46	0,35	-0,14				
	El Nino											
	La Nina											

Lampiran 7. Dipole Mode Index

	Musim Barat		Musim Peralihan 1			Musim Timur			Musim Peralihan 2			
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2007									0,64	0,33	0,01	0,15
2008	0,03	-0,01	0,04	-0,31	0,26	0,59	0,87	0,57	0,34	0,33	0,03	-0,13
2009	-0,05	0,29	0,37	-0,01	0,01	0,18	-0,33	-0,08	0,16	0,23	-0,05	0,24
2010	0,43	0,13	0,32	0,43	-0,07	0,02	-0,02	-0,15	-0,83	-0,72	-0,80	-0,30
2011	-0,03	-0,07	0,16	0,03	0,01	0,21	0,13	0,22	0,62	0,74	0,20	0,18
2012	0,12	-0,12	0,14	-0,41	-0,55	0,12	0,61	0,96	0,79	0,60	0,21	0,19
2013	0,09	-0,13	-0,03	-0,14	-0,49	-0,36	-0,21	-0,04	-0,03	0,12	0,14	-0,10
2014	-0,11	-0,10	-0,42	-0,17	0,03	-0,07	-0,22	-0,32	-0,17	0,32	0,26	-0,09
2015	-0,32	-0,33	-0,10	0,17	0,28	0,41	0,57	0,69	1,00	0,82	0,59	0,13
2016	-0,17	-0,42	-0,22	-0,17	-0,38	-0,60	-0,92	-0,38	-0,63	-0,50	-0,27	-0,17
2017	0,03	0,02	0,30	0,44	0,71	0,49	0,52	0,91				
	IOD (+)											
	IOD (-)											