



Kementerian PPN/
Bappenas



PROFIL BIOFISIK LESSER SUNDA



RINGKASAN EKSEKUTIF

Ekosistem terumbu karang di Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang tertinggi di dunia namun terdapat ancaman bagi kelestariannya yang berasal dari berbagai faktor yang menyebabkan suhu perairan menjadi lebih hangat dan pengasaman air laut. Pemerintah Indonesia, melalui Proyek COREMAP berjuang untuk mengelola ekosistem pesisir dan terumbu karang. Secara umum, proyek ini dirancang dengan empat keluaran yang terdiri dari: (i) penguatan kelembagaan dan pengelolaan terumbu karang; (ii) rencana pengelolaan sumber daya berbasis ekosistem; (iii) peningkatan mata pencaharian berbasis kelautan yang berkelanjutan; dan (iv) manajemen proyek, pemantauan dan transfer pengetahuan. Secara khusus, Paket Hibah 7 pada proyek ini didasarkan pada poin (iii) yang akan dilaksanakan di Kawasan Konservasi Perairan di Nusa Penida, Gili Matra, dan Gili Matra. Kajian ini bertujuan untuk menyusun profil biologi, fisik dan kimia perairan di WPPNRI 573 dan 713 Lesser Sunda.

Lokasi pengambilan data observasi berada pada tiga daerah yaitu Nusa Penida, Gili Matra dan Gili Balu, mulai dari 11 Januari 2022-14 Januari 2022. Data yang diambil antara lain data pasang surut air laut, data suhu dan salinitas air, serta data sekunder terkait batimetri, variabel fisik, dan biogeokimia air yang meliputi unsur hara (nitrat, fosfat, dan silikat), klorofil-a, Oksigen Terlarut (DO), pH dan produktivitas primer.

Profil batimetri di Lesser Sunda menunjukkan bahwa di bagian Selatan yang berbatasan dengan Samudera Hindia memiliki slope yang lebih curam dibandingkan dengan bagian Utara. Kedalaman perairan berkisar dari 0-6000 m. Bagian Selatan memiliki kedalaman yang lebih dalam dikarenakan wilayah Samudera dan bagian Utara memiliki kedalaman relatif lebih landai karena wilayah kepulauan.

Perubahan suhu permukaan laut rata-rata bulanan selama 2010-2021 memiliki pola perubahan seperti halnya laut di Indonesia pada umumnya yang didominasi oleh perubahan musiman akibat angin muson. Parameter salinitas pada lokasi kajian secara umum terlihat bervariasi dengan kisaran nilai <32-35 PSU. Bagian utara Lesser Sunda cenderung memiliki nilai salinitas antar bulan yang bervariasi dibanding bagian selatan yang cenderung lebih homogen.

Daerah kajian merupakan lokasi pintu keluar dari Arus Lintas Indonesia yaitu di Selat Lombok, Selat Ombai, dan Laut Timor, dengan kecepatan arus permukaan berkisar antara 0 m/s hingga 1 m/s. Wilayah kajian sangat dipengaruhi oleh gelombang dari Samudera Hindia di bagian Selatan dan gelombang yang disebabkan oleh angin Muson. Pola tinggi gelombang sangat bergantung dengan pola angin. Parameter klorofil secara umum memiliki konsentrasi lebih tinggi di dekat pesisir daratan dibandingkan di laut lepas. Parameter nutrisi di perairan lokasi kajian secara umum berkisar antara 0.01-2 mmol/m³ untuk nitrat, 0.01-0.2 mmol/m³ untuk fosfat, dan 1-10 mmol/m³ untuk silikat.

Perairan Lesser Sunda memiliki keanekaragaman hayati di ekosistem pesisir penting yang tinggi. Ekosistem mangrove, lamun, dan terumbu karang merupakan salah satu pusat keanekaragaman hayati di Indonesia dan menjadi habitat penting bagi biota – biota laut terancam punah dan dilindungi. Namun demikian, keanekaragaman hayati laut tersebut berada pada kondisi yang sangat rentan. Menurunnya kualitas ekosistem pesisir seperti mangrove, lamun, dan terumbu karang dalam beberapa decade terakhir menjadi bukti dari besarnya ancaman aktivitas manusia khususnya aktivitas yang tidak ramah lingkungan seperti aktivitas perikanan dengan racun, dan bom yang merusak ekosistem terumbu karang, konversi hutan mangrove.

DAFTAR ISTILAH

ARLINDO	:	Arus Lintas Indonesia
BT	:	Bujur Timur
CCSBT	:	Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna
CDS	:	Copernicus Climate Data Store
COREMAP	:	Coral Reef Rehabilitation and Management Program
CTD	:	Conductivity Temperature Depth
CTI	:	Coral Triangle Initiative
DIVA	:	Data-Interpolating Variational Analysis
DO	:	Dissolved Oxygen (Oksigen Terlarut)
FES	:	Finite Element Solution
GEBCO	:	The General Bathymetric Chart of the Oceans
IOTC	:	Indian Ocean Tuna Commission
LS	:	Lintang Selatan
NEMO	:	Nucleus for European Modelling of the Ocean
ODV	:	Ocean Data View
PISCES	:	Pelagic Interactions Scheme for Carbon and Ecosystem Studies
PSU	:	Practical Salinity Unit
TN	:	Taman Nasional
TWP	:	Taman Wisata Perairan
WPP	:	Wilayah Pengelolaan Perikanan
WPPNRI	:	Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia

DAFTAR ISI

RINGKASAN EKSEKUTIF	i
DAFTAR ISTILAH	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB 1. PENDAHULUAN	8
1.1. Latar Belakang	9
1.2. Tujuan	9
BAB 2. METODELOGI	10
2.1. Lokasi Kajian	11
2.2. Sumber Data	12
2.2.1. Pasang Surut	12
2.2.2. Suhu dan Salinitas	12
2.3. Data Sekunder	12
BAB 3. HASIL ANALISIS	15
3.1 Oseanografi Fisika.	16
3.1.1 Batimetri	16
3.1.2 Suhu permukaan laut	16
3.1.3 Salinitas permukaan laut	20
3.1.4 Arus permukaan	23
3.1.5 Gelombang	28
3.1.6 Klorofil	31
3.2 Oseanografi Kimia	34
3.2.1 Nitrat	34
3.2.2 Fosfat	35
3.2.3 Silikat	37
3.3 Ekosistem Pesisir di Lesser Sunda WPPNRI 713 dan 573.	38
3.3.1 Ekosistem mangrove	38
3.3.2 Ekosistem lamun	41
3.3.3 Ekosistem terumbu karang	44
BAB 4. KESIMPULAN	47
DAFTAR PUSTAKA	49

DAFTAR GAMBAR

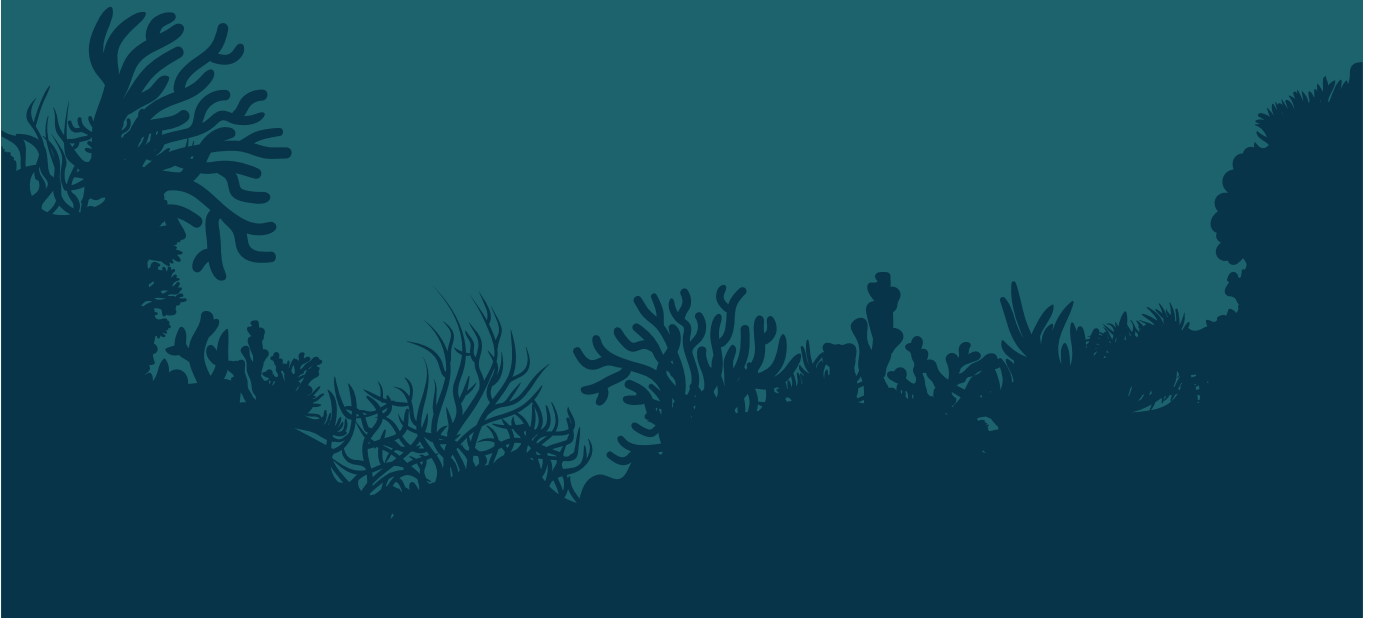
Gambar 1.	Lokasi Pengambilan Data di Nusa Penida	13
Gambar 2.	Lokasi Pengambilan Data di Gili Matra	13
Gambar 3.	Lokasi Pengambilan Data di Gili Balu	13
Gambar 4.	Batimetri Wilayah Kajian Lesser Sunda	18
Gambar 5.	Suhu Permukaan Laut Bulan Januari – Juni	16
Gambar 6.	Suhu Permukaan Laut Bulan Juli – Desember	21
Gambar 7.	Plot Deret Waktu Suhu Permukaan Laut Selama 2010-2021	19
Gambar 8.	Salinitas Permukaan Laut Bulan Januari – Juni	24
Gambar 9.	Salinitas Permukaan Laut Bulan Juli – Desember	22
Gambar 10.	Plot Deret Waktu Salinitas Permukaan Laut selama 2010-2021	23
Gambar 11.	Kecepatan Arus Spasial Klimatologis Bulan Januari – Juni	21
Gambar 12.	Kecepatan Arus Spasial Klimatologis Bulan Juli – Desember	26
Gambar 13.	Stick Plot Arus Nusa Penida	26
Gambar 14.	Stick Plot Arus Gili Matra	27
Gambar 15.	Stick Plot Arus Gili Balu	27
Gambar 16.	Tinggi Gelombang Signifikan (m) Spasial Bulan Januari – Juni	30
Gambar 17.	Tinggi Gelombang Signifikan (m) Spasial Bulan Juli – Desember	30
Gambar 18.	Konsentrasi Klorofil Rataan Bulanan Bulan Januari – Juni	33
Gambar 19.	Konsentrasi Klorofil Rataan Bulanan Bulan Juli – Desember	33
Gambar 20.	Plot Deret Waktu Klorofil Laut Selama 2010-2021	34
Gambar 21.	Konsentrasi Nitrat Rataan Bulanan Bulan Januari – Juni	35
Gambar 22.	Konsentrasi Nitrat Rataan Bulanan Bulan Juli – Desember	35
Gambar 23.	Konsentrasi Fosfat Rataan Bulanan Bulan Januari – Juni	36
Gambar 24.	Konsentrasi Fosfat Rataan Bulanan Bulan Juli – Desember	36
Gambar 25.	Konsentrasi Silikat Rataan Bulanan Bulan Januari – Juni	37
Gambar 26.	Konsentrasi Silikat Rataan Bulanan Bulan Juli – Desember	38
Gambar 27.	Sebaran Ekosistem Mangrove di Provinsi Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur	39
Gambar 28.	Kondisi Ekosistem Mangrove di Provinsi Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur	41
Gambar 29.	Sebaran Lamun di Provinsi Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur.	42
Gambar 30.	Kondisi Ekosistem Lamun di Provinsi Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur.	44
Gambar 31.	Sebaran Ekosistem Terumbu Karang di Provinsi Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur.	45
Gambar 32.	Kondisi Ekosistem Terumbu Karang di Provinsi Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Spesifikasi data sekunder	13
Tabel 2.	Luasan Ekosistem Mangrove di Lesser Sunda	39
Tabel 3.	Kondisi Ekosistem Mangrove di Provinsi Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur	40
Tabel 4.	Ekosistem Lamun di Lesser Sunda	42
Tabel 5.	Kondisi Ekosistem Lamun di Provinsi Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur	46
Tabel 6.	Luasan Ekosistem Terumbu Karang di Lesser Sunda	45
Tabel 7.	Kondisi Ekosistem Terumbu Karang di Lesser Sunda.	49

BAB 1

PENDAHULUAN



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ekosistem terumbu karang di Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang tertinggi di dunia dan merupakan pusat keanekaragaman terumbu karang dunia (segitiga karang dunia). Terlepas dari kekayaan dan keanekaragamannya, terumbu karang di Indonesia mendapatkan ancaman yang terus meningkat yang berasal dari berbagai faktor seperti faktor lokal yang berasosiasi dengan peningkatan populasi dan pembangunan di pesisir pantai, aktivitas perikanan yang merusak, eksploitasi berlebih, polusi, perubahan iklim global dan peningkatan CO₂ yang menyebabkan suhu perairan menjadi lebih hangat dan pengasaman air laut. Pemerintah Indonesia, melalui Proyek Coral Reef Rehabilitation and Management Program (COREMAP), berjuang mengelola ekosistem pesisir melalui kombinasi desentralisasi pengelolaan dan berbasis masyarakat; pendidikan dan kesadaran tentang pentingnya terumbu karang; serta pemberdayaan masyarakat dan insentif ekonomi melalui pendanaan untuk alternatif pendapatan.

Secara umum, proyek COREMAP – CTI ini dirancang dengan empat keluaran yang terdiri dari: (i) penguatan kelembagaan dan pengelolaan terumbu karang di wilayah proyek; (ii) rencana pengelolaan sumber daya berbasis ekosistem dikembangkan dan dioperasikan; (iii) peningkatan mata pencaharian berbasis kelautan yang berkelanjutan; dan (iv) manajemen proyek, pemantauan dan transfer pengetahuan. Secara khusus, Paket Hibah 7 pada proyek ini didasarkan pada poin (iii) yang akan dilaksanakan di Kawasan Konservasi Perairan di Nusa Penida, Gili Matra, dan Gili Matra.

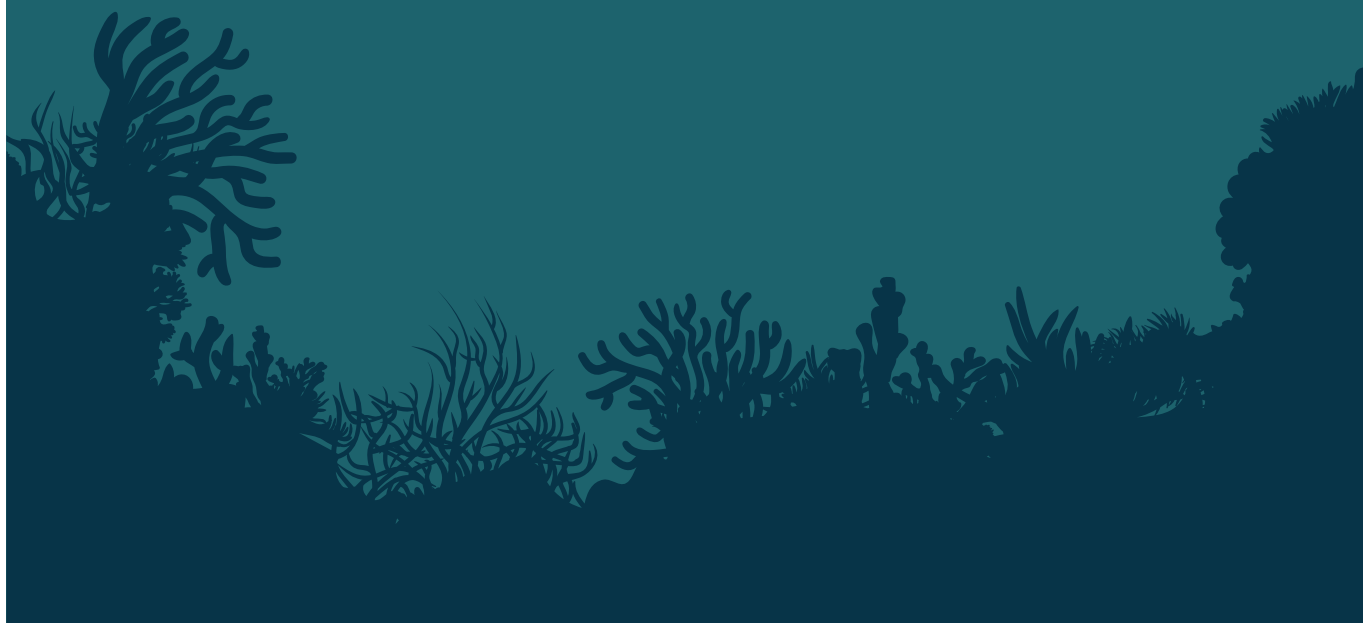
Tujuan pelaksanaan dari Paket Hibah 7 adalah untuk melakukan penilaian yang cermat dan analisis strategis dalam mendukung peningkatan pasar domestik dan internasional untuk komoditas pesisir dan laut, dan untuk mempromosikan industri perikanan yang bertanggung jawab dengan memastikan praktik yang baik dan kepatuhan terhadap peraturan WPP 713 dan 573 dan peraturan internasional (misalnya IOTC dan CCSBT). Selanjutnya, Paket Hibah 7 juga akan mendukung otoritas pengelola kawasan konservasi perairan dengan data biofisik untuk menilai kondisi ekosistem terkini pada kawasan konservasi perairan Nusa Penida, Gili Balu, dan Gili Matra.

1.2. Tujuan

Kajian ini bertujuan untuk menyusun profil biologi, fisik dan kimia perairan di WPPNRI 573 dan 713 Lesser Sunda.

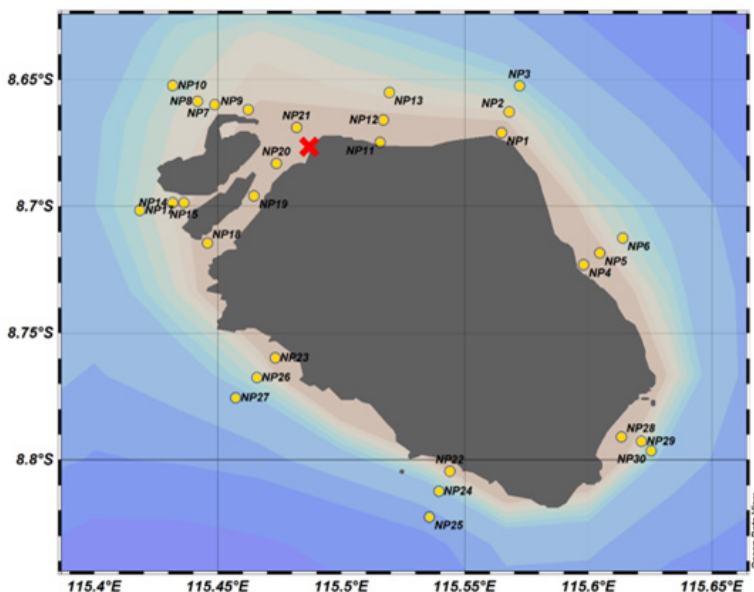
BAB 2

METEDOLOGI

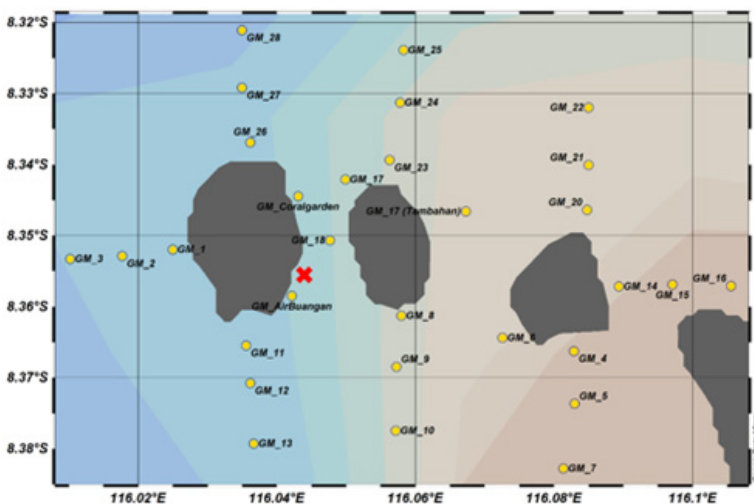


BAB 2. METODELOGI

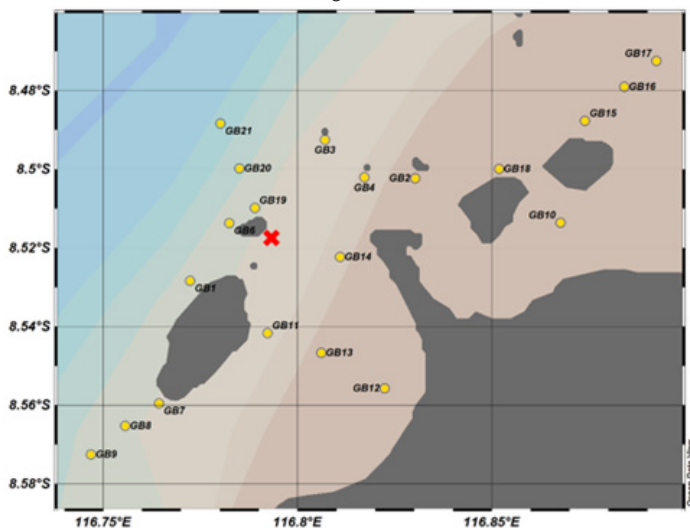
2.1. Lokasi Kajian



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Data di Nusa Penida



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Data di Gili Matra



Gambar 3. Lokasi Pengambilan Data di Gili Balu

Lokasi pengambilan data observasi berada pada tiga daerah yaitu Nusa Penida, Gili Matra dan Gili Balu. Lokasi pengambilan sampel Nusa Penida berada di 115.4 BT – 115.65 BT dan 8.65 LS – 8.85 LS diambil mulai dari 11 Januari 2022 – 14 Januari 2022. Pada lokasi Nusa Penida dibagi sebanyak 30 stasiun pengambilan data seperti pada Gambar 1. Titik kuning menunjukkan stasiun pengambilan data

Lokasi pengambilan sampel Gili Matra berada di 116 BT – 116.15 BT dan 8.31 LS – 8.39 LS diambil pada tanggal 18 Januari 2022 – 21 Januari 2022 dengan titik pengambilan data sebanyak 31 stasiun seperti pada Gambar 2. Titik kuning menunjukkan stasiun pengambilan data dan titik silang merah menunjukkan daerah pengukuran arus dan pasang surut.

Lokasi pengambilan sampel Gili Balu berada di 116.70 BT – 116.90 BT dan 8.46 LS – 8.58 LS diambil pada tanggal 23 Januari 2022 – 26 Januari 2022 dengan titik pengambilan data sebanyak 17 stasiun seperti pada Gambar 3. Titik kuning menunjukkan stasiun pengambilan data dan titik silang merah menunjukkan daerah pengukuran arus dan pasang surut.

2.2. Sumber Data

2.2.1. Pasang Surut

Pengukuran arus dan pasang surut menggunakan alat JFE Infinity EM dan Pressure Gauge dengan teknik pengambilan di titik tetap selama beberapa waktu (mooring). Periode pengukuran dilakukan selama 4 hari dengan interval sampel tiap 1 menit pada kedalaman 2 – 3 meter dari permukaan. Pengukuran arus dan pasang surut di Nusa Penida dilakukan di sekitar Toyapakeh pada koordinat 115.4867 BT dan 8.6765 LS. Pengambilan data dilakukan dari tanggal 11 Januari 2022 – 14 Januari 2022. Hasil pengukuran arus ditampilkan dalam grafik kecepatan arus. Dan hasil pengukuran pasang surut ditumpang tindih dengan data sekunder selama bulan Januari 2022.

Pengukuran arus dan pasang surut di Gili Matra dilakukan di selatan Pulau Trawangan

pada koordinat 116.0435 BT dan 8.3550 LS. Pengambilan data dilakukan dari tanggal 18 Januari 2022 – 21 Januari 2022. Hasil pengukuran arus ditampilkan dalam grafik kecepatan arus. Dan hasil pengukuran pasang surut ditumpang tindih dengan data sekunder selama bulan Januari 2022.

Pengukuran arus dan pasang surut di Gili Balu dilakukan di Pulau Paserang pada koordinat 116.7932 BT dan 8.5174 LS. Pengambilan data dilakukan dari tanggal 23 Januari 2022 – 26 Januari 2022. Hasil pengukuran arus ditampilkan dalam grafik kecepatan arus. Dan hasil pengukuran pasang surut ditumpang tindih dengan data sekunder selama bulan Januari 2022.

2.2.2. Suhu dan Salinitas

Pengukuran Suhu dan Salinitas dilakukan dengan instrumen Conductivity Temperature Depth (CTD) AML Minos-x dengan metode depth trigger, yaitu CTD akan merekam data untuk setiap perubahan tekanan akibat perubahan kedalaman. Perekaman CTD dilakukan pada titik stasiun seperti pada peta di Nusa Penida (Gambar 1), Gili Matra (Gambar 2), dan Gili Balu (Gambar 3).

Analisis yang digunakan untuk menggambarkan profil suhu dan salinitas di lokasi kajian adalah Data-Interpolating Variational Analysis (DIVA) dengan perangkat lunak Ocean Data View (ODV). DIVA memungkinkan interpolasi spasial secara optimal, dengan memperhitungkan garis pantai, sub-cekungan dan adveksi. Perhitungan sangat dioptimalkan dengan mengandalkan resolusi finite element. Metode ini memisahkan berdasarkan area yang terputus secara alami pada topografi dan topologi. Metode ini berguna dalam oseanografi dimana massa air yang terputus seringkali memiliki sifat fisik yang berbeda (Barth et al, 2014).

2.3. Data Sekunder

Data sekunder pada variabel fisik dan biogeokimia diakses melalui Marine Copernicus (<https://marine.copernicus.eu/>) meliputi variabel suhu, salinitas, arus, gelombang, klorofil-a, dan nutrisi (nitrat, fosfat, dan silikat) yang disajikan pada Tabel 1. Tiap variabel memiliki sumber perolehan yang berbeda, dimana untuk arus, suhu, salinitas diperoleh melalui hasil model fisik, tinggi gelombang signifikan diperoleh melalui hasil reanalisis, klorofil-a diperoleh dari observasi

satelit dan nutrisi melalui model biogeokimia. Pada variabel model fisik dan biogeokimia memiliki resolusi spasial masing-masing $1/12^\circ$ dan $1/4^\circ$ dengan resolusi temporal bulanan. Variabel fisik dan biogeokimia memiliki resolusi vertikal sebanyak 50 layer dari 0 m hingga 5500 meter yang mana pada kajian ini layer pertama (permukaan) digunakan sebagai input analisis kajian. Hasil model fisik dan biogeokimia tersebut diperoleh melalui luaran model Mercator (<https://www.mercator-ocean.eu/>). Pada hasil model fisik merupakan hasil asimilasi dengan tinggi muka air profil insitu suhu dan salinitas vertikal, dan suhu permukaan laut luaran satelit, serta ketebalan konsentrasi es, sehingga seluruh variabel terlibat dalam proses fisis di perairan. Luaran variabel biogeokimia dihasilkan melalui konfigurasi Pelagic Interactions Scheme for Carbon and Ecosystem Studies (PISCES-v2) dan platform numerik Nucleus for European Modelling of the Ocean (NEMO). Keseluruhan variabel ditampilkan dalam bentuk rataan spasial bulanan klimatologis dan plot deret waktu pada tiga lokasi yaitu di Nusa Penida, Gili Matra dan Gili Balu.

Tabel 1. Spesifikasi data sekunder

No	Parameter	Resolusi Spasial	Resolusi Temporal
1	Suhu	$1/12^\circ$ degree	Jan 2010 – Des 2021 (Bulanan)
2	Salinitas	$1/12^\circ$ degree	Jan 2010 – Des 2021 (Bulanan)
3	Arus	$1/12^\circ$ degree	Jan 2010 – Des 2021 (Bulanan)
4	Gelombang	$1/5^\circ$ degree	Jan 2010 – Des 2020 (Bulanan)
5	Klorofil	$1/24^\circ$ degree	Jan 2010 – Des 2021 (Bulanan)
6	Nutrien	$1/4^\circ$ degree	Jan 2010 – Des 2021 (Bulanan)

Data batimetri diperoleh melalui The General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO) dengan resolusi 15 detik (450 m). Data sekunder berperan penting dalam mendeskripsikan lingkungan sekitar Kepulauan Sunda Kecil. Selain itu, data sekunder juga digunakan sebagai nilai awal model hidrodinamika di sekitar daerah penelitian. Nilai awal suhu dan salinitas di badan air diberikan untuk mendapatkan karakteristik spasial dan temporal lokasi penelitian. Data suhu dan salinitas memiliki resolusi spasial $1/12^\circ \times 1/12^\circ$ dan resolusi temporal harian dengan 50 tingkat kedalaman yang diperoleh dari hasil model operasional MERCATOR (<https://www.mercator-ocean.fr/en/>) dan didistribusikan secara berkala di platform Marine Copernicus (<https://marine.copernicus.eu/>). Variabel atmosfer juga didefinisikan dalam model hidrodinamik yang berperan penting dalam mentransfer momentum dari angin permukaan dan memodifikasi fluks panas permukaan sehingga hasil model dapat menggambarkan pola musiman di daerah penelitian. Data atmosfer diperoleh dari teknik analisis ulang dengan resolusi spasial $1/4^\circ \times 1/4^\circ$ dan variasi temporal per jam yang diperoleh dari Copernicus Climate Data Store (CDS) yang dapat diakses melalui situs web Climate Data Store Copernicus (<https://cds.climate.copernicus.eu/>). Nilai awal elevasi air digunakan untuk perhitungan gaya di sekitar kondisi batas dalam modul hidrodinamika. Elevasi muka air ditentukan dari komponen harmonik pasut dalam amplitudo dan fase menggunakan data Finite Element Solution (FES) 2014 yang dapat diakses melalui database altimetri AVISO (<https://www.aviso.altimetry.fr/>). FES 2014 merupakan versi terbaru dari data pasang surut AVISO dengan resolusi spasial $1/16^\circ \times 1/16^\circ$ dan 34 komponen harmonik yang dihasilkan dari satelit altimetri campuran.

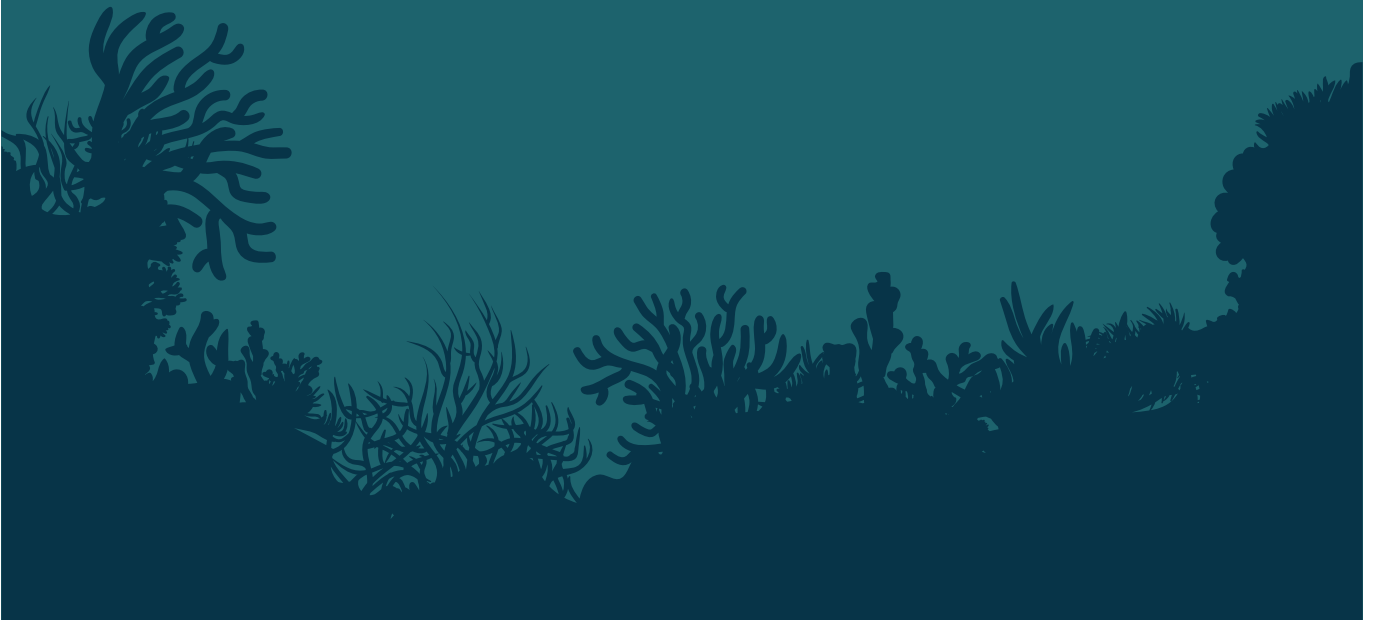
Selain mengamati proses fisik di Perairan Sunda Kecil, juga dipelajari proses biogeokimia yang melibatkan beberapa parameter, antara lain unsur hara (Fosfat dan Nitrat), klorofil-a, Oksigen Terlarut (DO), pH dan produktivitas primer. Variabel-variabel ini diperoleh melalui keluaran model

MERCATOR yang didistribusikan melalui platform Copernicus laut. Data biogeokimia memiliki resolusi yang lebih kasar dibandingkan data fisik dengan resolusi spasial 0,25 derajat, namun memiliki resolusi vertikal yang sama yaitu 50 lapisan dari 0 m hingga 5.500 meter. Keluaran variabel biogeokimia dihasilkan melalui konfigurasi PISCES-v2 (Pelagic Interactions Scheme for Carbon and Ecosystem Studies volume 2) dan platform model numerik NEMO. PISCES-v2 adalah model biogeokimia yang mensimulasikan tingkat trofik ekosistem laut tingkat rendah (fitoplankton, mikrozooplankton dan meso-zooplankton) dan nutrisi utama (P, N, Fe, dan Si). Model tersebut mewakili konfigurasi skala regional dan global dan juga menggambarkan fluktuasi musiman dan perubahan jangka panjang akibat perubahan iklim.



BAB 3

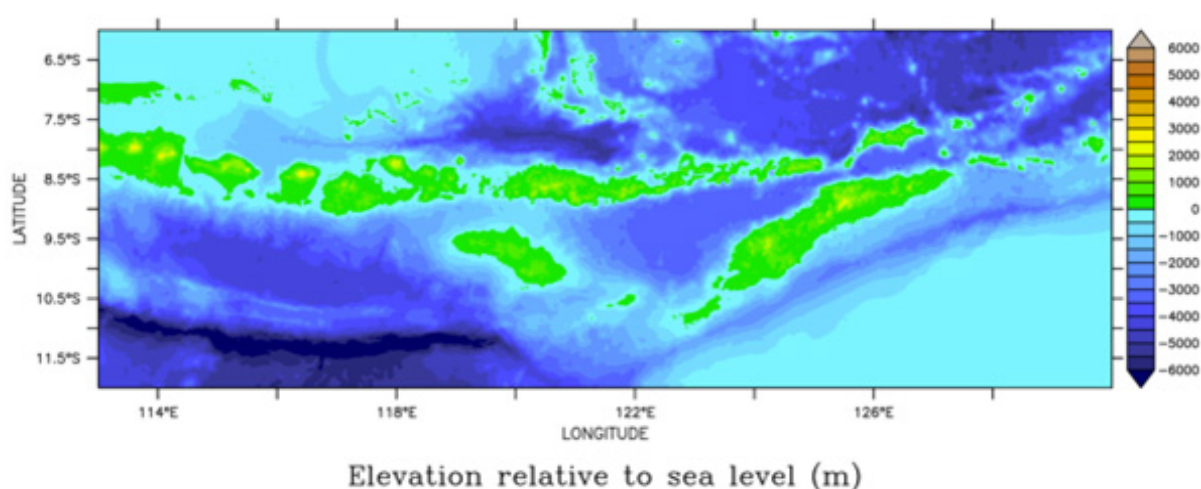
HASIL ANALISIS



3.1 OSEANOGRAFI FISIKA.

3.1.1 Batimetri

Lesser Sunda merupakan kumpulan dari pulau – pulau diantara Timur Pulau Jawa dan Kepulauan Banda. Lesser Sunda merupakan bagian dari cincin api dunia (ring of fire). Daerah Lesser Sunda merupakan hasil dari subduksi lempeng Indo-Australia di atas lempeng Sunda-Banda. Daerah kajian meliputi WPP 713 di bagian Utara dan WPP 573 di bagian Selatan. Profil batimetri di Lesser Sunda (Gambar 4) menunjukkan bahwa di bagian Selatan yang berbatasan dengan Samudera Hindia memiliki slope yang curam dibandingkan dengan bagian Utara yang lebih landai. Kedalaman perairan berkisar dari 0-6000 m. Bagian Selatan memiliki kedalaman yang lebih dalam dikarenakan wilayah Samudera dan bagian Utara memiliki kedalaman relatif lebih landai karena wilayah kepulauan (Krabbenhoef et al 2010).



Gambar 4. Batimetri Wilayah Kajian Lesser Sunda

3.1.2 Suhu permukaan laut

Domain kajian Lesser Sunda pada bujur 113°BT-130°BT dan 6°LS-12°LS mencakup Laut Jawa, Laut Bali, Laut Flores hingga Laut Banda pada bagian utara dan berhadapan langsung dengan Samudera Hindia di bagian selatan. Dari data rata-rata bulanan selama 2010-2021 menunjukkan perubahan suhu permukaan laut di domain kajian memiliki pola perubahan seperti halnya laut di Indonesia pada umumnya yang didominasi oleh perubahan musiman akibat angin muson (Gordon 2005).

Plot suhu permukaan spasial klimatologis bulanan yang mewakili tahun 2010 hingga 2021 disajikan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Secara umum suhu permukaan laut pada domain kajian berada pada rentang suhu 25.5°C - 30°C. Pada Musim Barat yang diwakili pada bulan Januari suhu permukaan laut cenderung tinggi berkisar 28.5°C - 30°C dan didominasi oleh masukan air dari Laut Jawa yang bergerak ke timur memasuki domain kajian. Pada musim Timur (JJA) suhu permukaan laut pada lokasi menunjukkan penurunan suhu yang rendah yang didominasi berkisar 26.5°C – 27.5°C karena terjadinya pembalikan angin muson. Suhu terendah berkisar 25.5°C ditemukan di beberapa titik pada bulan Agustus yakni pada sisi selatan di Pulau Jawa, Selat Lombok, Pulau

Sumba, dan Pulau Timor. Pada musim peralihan II suhu kembali mengalami kenaikan dengan kisaran 28°C - 29°C.

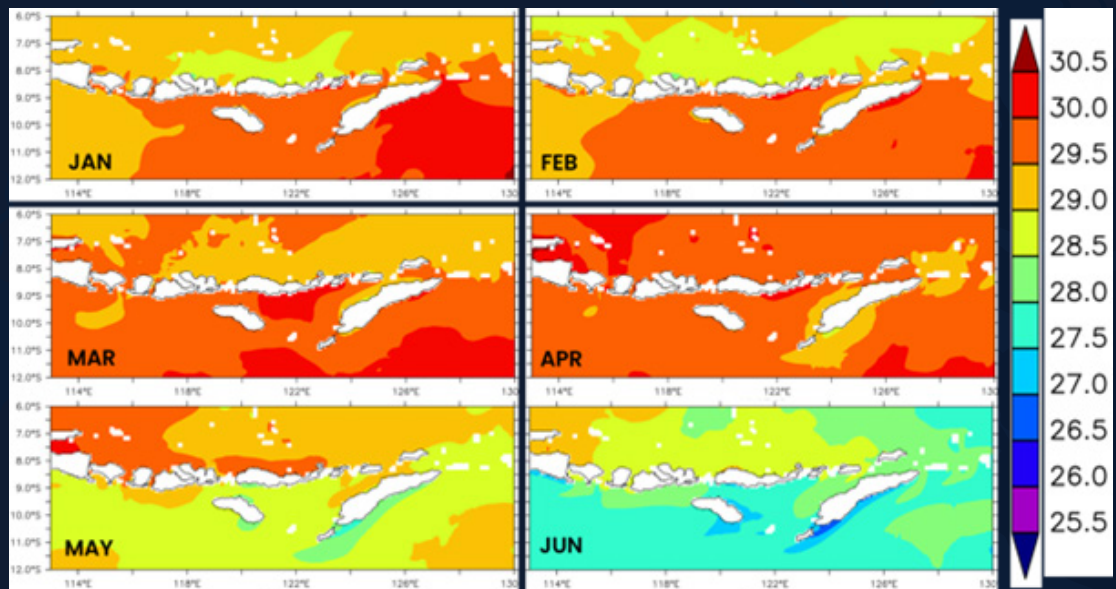
Pada bulan Desember, Januari, Februari (Musim Barat) Gambar 5 menunjukkan suhu permukaan laut yang cukup tinggi dan memiliki pola yang semakin menurun antar bulannya, pada bulan Desember suhu cukup tinggi di bagian tenggara Lesser Sunda mencapai suhu >30.5°C dan semakin rendah menuju bagian barat di sekitar Selat Bali dengan suhu sekitar 29°C. Kemudian pada bulan Januari suhu permukaan laut di lokasi kajian berkisar 28.5°C – 30.5°C. Di bagian Utara lokasi kajian cenderung lebih dingin rentang nilai suhu berkisar 28.5°C – 29.5°C. Sementara di bagian Selatan lebih hangat dengan nilai suhu berkisar 29°C – 30.5°C. Pada bulan Februari rentang suhu tidak berbeda jauh dengan bulan Januari akan tetapi sebaran area suhu rendah terlihat lebih luas.

Pada bulan Maret, April, Mei (Musim Peralihan I) Gambar 5 menunjukkan suhu permukaan laut yang meningkat dibanding pada bulan Februari. Pada bulan Maret suhu berkisar 29°C – 30°C. Di bagian Utara suhu nampak lebih dingin dengan rentang nilai suhu berkisar 29°C – 29.5°C. Sementara di bagian Selatan nilai suhu lebih hangat berkisar 29°C – 30°C. Memasuki bulan April suhu permukaan laut didominasi dengan suhu 29.5°C. Suhu rendah terlihat di sekitar P.Timor berkisar 29°C dan suhu tinggi terlihat di utara Selat Lombok dengan suhu berkisar 30°C. Memasuki bulan Mei suhu permukaan laut mengalami penurunan yang cukup signifikan terutama pada bagian selatan yang didominasi oleh suhu 28.5°C, suhu lebih rendah secara spesifik ditemukan di selatan P.Timor yang mencapai kisaran 27.5°C, sedangkan pada bagian utara mencakup P.Bali, P.Lombok dan Wilayah Sumbawa Barat masih terlihat cukup hangat dengan kisaran nilai 29°C – 29.5°C.

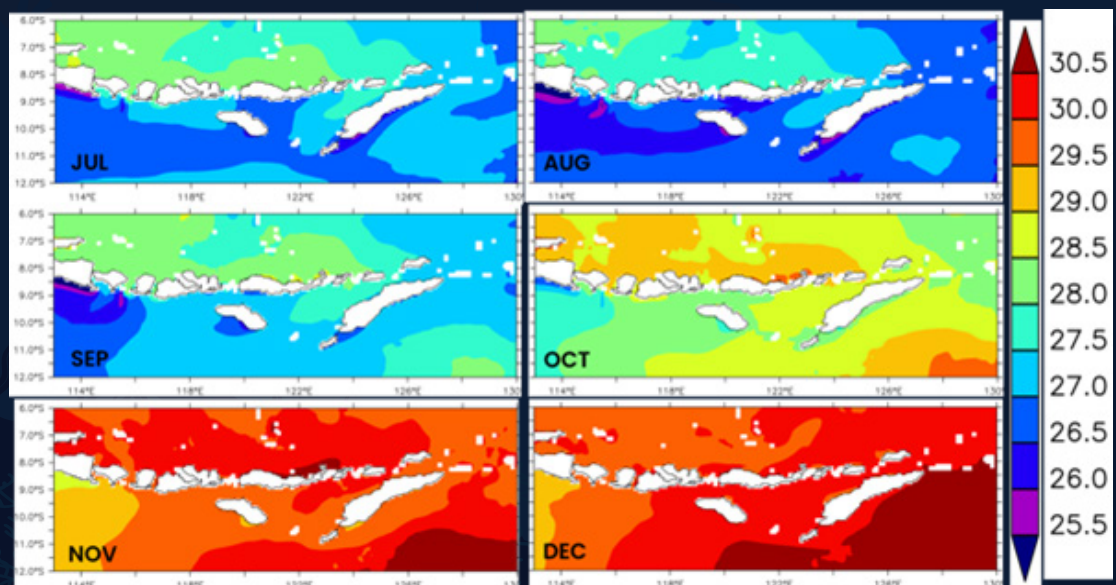
Pada bulan Juni, Juli, Agustus (Musim Timur) Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan dominasi suhu permukaan laut yang lebih dingin dari sepanjang tahun dengan kisaran 26°C – 28°C. Pada bulan Juni suhu permukaan laut dominan berkisar 27.5°C pada bagian selatan dan timur Lesser Sunda, sedangkan pada bagian utara dan barat Lesser Sunda menunjukkan kisaran 28.5°C. Suhu rendah secara spesifik ditemukan pada selatan P.Timor mencapai suhu 26°C. Kemudian pada bulan Juli suhu permukaan laut secara keseluruhan dominan menurun sebesar 1°C dari bulan Juni dengan suhu berkisar 26.5°C terutama pada bagian selatan dan timur Lesser Sunda, sedangkan pada bagian utara dan barat termasuk di selat Bali, Selat Lombok dan sekitar Sumbawa Barat didominasi oleh suhu berkisar 27.5°C – 28°C. Saat memasuki bulan Agustus suhu permukaan secara umum terlihat menurun 0.5°C diseluruh lokasi kajian. Pada bagian selatan dan timur area kajian didominasi oleh suhu berkisar 26°C – 26.5°C, suhu lebih rendah dari 26°C ditemukan pada beberapa lokasi disekitar selatan P.Timor, P.Sumba, Nusa Penida, dan P.Jawa. Pada bagian utara dan timur dari Lesser Sunda didominasi oleh suhu berkisar 27.5°C yang lebih hangat dibanding pada sisi selatan. Pada musim timur angin muson menggerakkan arus permukaan dari Lesser Sunda menuju ke Laut Jawa. Suhu rendah pada musim timur di daerah kajian diduga disebabkan oleh fenomena naiknya massa air dari lapisan dalam menuju permukaan (upwelling) yang kuat akibat pergerakan angin muson timur yang bergerak menuju barat, sehingga di dekat pesisir pulau terjadi kekosongan massa air yang kemudian digantikan oleh massa air di lapisan bawahnya.

Pada bulan September, Oktober, November (Musim Peralihan II) suhu permukaan laut menunjukkan fluktuasi yang semakin meningkat dengan peningkatan sekitar 1°C – 1.5°C tiap bulannya. Pada bulan September suhu permukaan laut masih didominasi oleh suhu yang lebih

dingin rentang nilai suhu $25.5^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$. Di bagian Utara meliputi selat-selat di Lesser Sunda suhu nampak lebih hangat dengan rentang nilai suhu berkisar $27.5^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$. Sementara di bagian Selatan nampak lebih rendah dengan nilai suhu berkisar $25.5^{\circ}\text{C} - 27.5^{\circ}\text{C}$. Kemudian pada bulan Oktober suhu permukaan laut nampak mengalami kenaikan secara keseluruhan di lokasi kajian. Suhu pada bulan Oktober juga terlihat bervariasi secara spasial dengan rentang suhu $27.5^{\circ}\text{C} - 29.5^{\circ}\text{C}$ dan didominasi dengan suhu 28.5°C . Suhu di bagian utara dan selat-selat di Lesser Sunda masih tampak lebih hangat jika dibandingkan dengan bagian selatan dengan kisaran suhu $28.5^{\circ}\text{C} - 29^{\circ}\text{C}$. Sedangkan pada bagian selatan tampak lebih dingin dengan kisaran suhu $27.5^{\circ}\text{C} - 28.5^{\circ}\text{C}$, suhu yang lebih hangat terlihat di sebelah tenggara dekat dengan Australia dengan suhu mencapai 29.5°C . Kemudian pada bulan November suhu permukaan laut nampak lebih tinggi dari bulan Oktober dengan kenaikan suhu sekitar 1.5°C . Kenaikan suhu nampak menyeluruh dari lokasi kajian yang dominan oleh suhu $29.5^{\circ}\text{C} - 30.5^{\circ}\text{C}$. Pada bagian utara didominasi oleh suhu 30°C dan pada bagian selatan dominan suhu 29.5°C .



Gambar 5. Suhu Permukaan Laut Bulan Januari – Juni

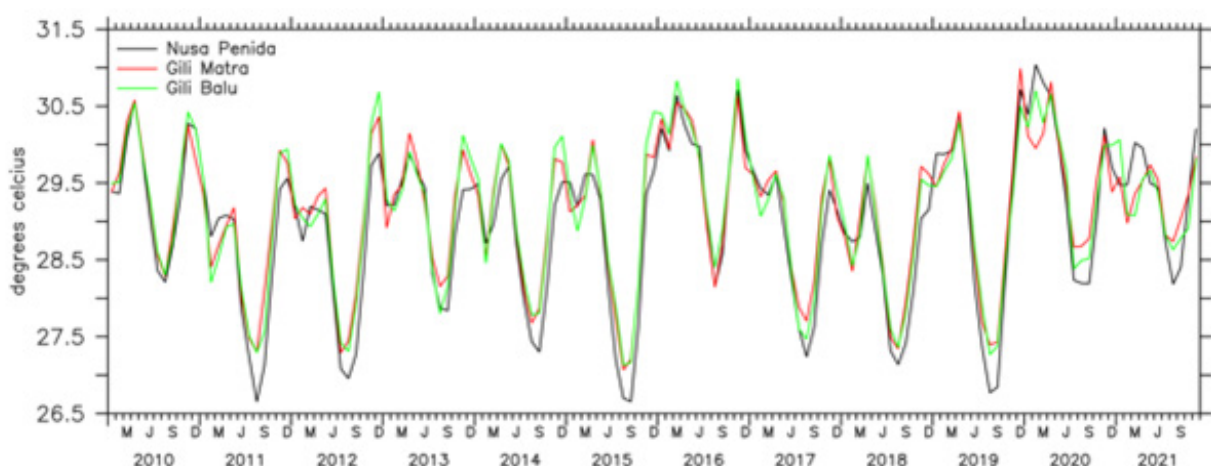


Gambar 6. Suhu Permukaan Laut Bulan Juli – Desember

Suhu permukaan laut pada wilayah Nusa Penida ditunjukkan oleh plot warna hitam pada grafik yang terlihat berfluktuasi dari rentang 26.5°C - 30.5°C dengan pola musiman pada Gambar 7. Pada musim barat (DJF) suhu permukaan laut berada pada nilai tertinggi kemudian suhu menurun dan naik kembali pada bulan Maret karena intensitas matahari yang tinggi. Kemudian suhu kembali menurun hingga pada musim timur (JJA) suhu berada pada nilai terendah dan naik lagi sampai mencapai nilai tertinggi pada bulan Desember. Pada musim barat nilai tertinggi suhu permukaan juga berubah-ubah disetiap tahunnya dari rentang 29.5°C - 31°C karena pengaruh fenomena antar tahunan. Hal serupa juga terjadi pada nilai terendah saat musim timur yang berubah-ubah dengan nilai berkisar 26.5°C - 28°C.

Pada wilayah Gili Matra suhu permukaan laut (garis warna merah) berfluktuasi secara musiman dengan rentang suhu berkisar 27°C - 30.5°C pada Gambar 7. Pada musim barat (DJF) suhu permukaan laut berada pada fase suhu tertinggi kemudian menurun dan naik kembali mencapai suhu tertinggi pada bulan Maret lalu kembali menurun hingga suhu terendah pada musim timur (JJA) dan kembali naik hingga mencapai puncak pada musim barat. Puncak tertinggi suhu permukaan di Gili Matra juga bervariasi antar tahunnya dengan kisaran 29.8°C - 31°C. Hal serupa juga terjadi pada nilai terendah yang bervariasi antar tahunnya dengan nilai kisaran 27°C - 28.5°C.

Pada wilayah Gili Balu suhu permukaan laut (garis warna hijau) secara umum menunjukkan perubahan yang berfluktuasi secara musiman dengan rentang suhu 27°C – 30.5°C pada Gambar 7. Pada musim barat (DJF) suhu permukaan laut berada pada fase puncak tertinggi kemudian menurun dan kembali naik mencapai suhu tertinggi pada bulan Maret lalu menurun hingga mencapai suhu terendah pada musim timur (JJA) dan kembali naik mencapai suhu tertinggi pada musim barat. Puncak tertinggi suhu permukaan di Gili Balu juga bervariasi antar tahunnya dengan kisaran suhu 29.5°C-30.5°C. Kemudian pada musim timur suhu terendah juga bervariasi antar tahunnya dengan nilai terendah berkisar 27.5°C-28.5°C.



Gambar 7. Plot Deret Waktu Suhu Permukaan Laut Selama 2010-2021

3.1.3 Salinitas permukaan laut

Parameter salinitas pada lokasi kajian secara umum terlihat bervariasi dari kisaran nilai <32 PSU – 35 PSU (practical salinity unit). Bagian utara Lesser Sunda cenderung memiliki variasi nilai salinitas antar bulannya dibandingkan dengan bagian selatan Lesser Sunda yang cenderung lebih homogen antar bulannya. Pada Musim Barat terlihat massa air bersalinitas rendah mulai memasuki domain kajian Lesser Sunda bagian utara dengan kisaran salinitas <32 PSU – 33 PSU, sedangkan Lesser Sunda bagian selatan cenderung homogen dengan salinitas berkisar 34 PSU – 34.5 PSU. Pada Musim Peralihan I salinitas pada Lesser Sunda bagian utara semakin didominasi oleh salinitas rendah dengan kisaran nilai salinitas <32 PSU – 32.5 PSU, hal tersebut juga mempengaruhi Lesser Sunda bagian selatan yang mulai terlihat penurunan nilai salinitas berkisar 33 PSU – 34 PSU. Pada Musim Timur terlihat nilai salinitas mulai meningkat dengan kisaran 33 PSU – 34 PSU yang cenderung merata di seluruh Lesser Sunda. Kemudian pada Musim Peralihan II salinitas di bagian utara maupun selatan Lesser Sunda didominasi salinitas tinggi berkisar 34 PSU – 34.5 PSU.

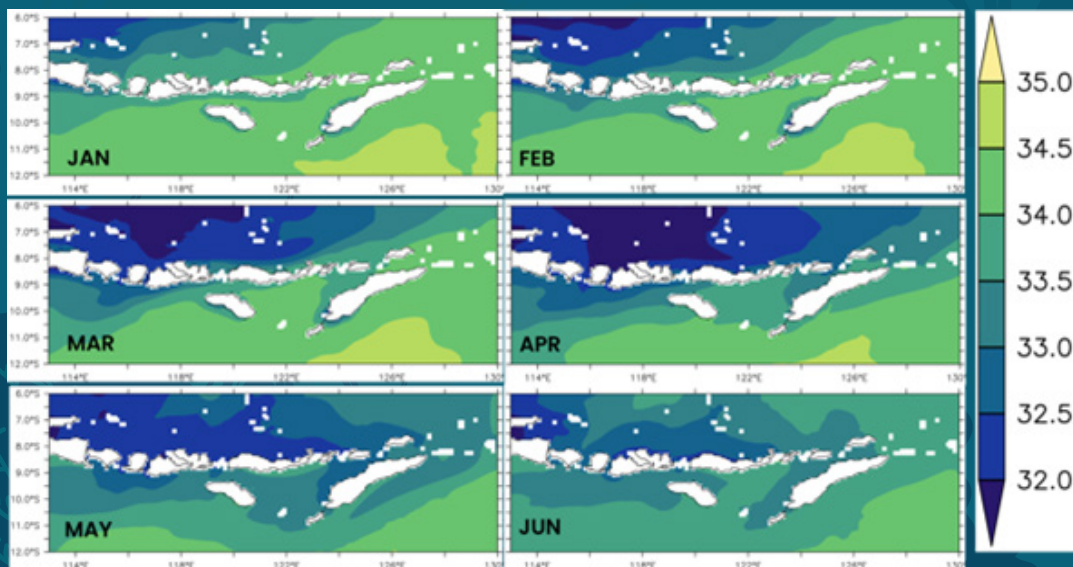
Pada Musim Barat (Desember, Januari, Februari) Gambar 8 menunjukkan nilai salinitas di permukaan laut lokasi kajian berkisar 32.5 PSU – 34.5 PSU dan cenderung semakin rendah menuju bulan Februari. Pada bulan Desember nilai salinitas di bagian Utara wilayah kajian nampak lebih rendah berkisar 32.5 PSU – 34 PSU secara spesifik salinitas rendah berada di sekitar pesisir dan bagian barat Lesser Sunda. Sedangkan di bagian Selatan nilai salinitas nampak lebih tinggi berkisar 34 PSU – 34.5 PSU. Kemudian pada bulan Januari tidak menunjukkan perubahan rentang nilai salinitas yang cukup signifikan dan masih berkisar 32.5 PSU – 34.5 PSU, akan tetapi sebaran dari salinitas rendah mulai menyebar secara luas terutama pada bagian utara dan pesisir di lokasi kajian. Pada bulan Februari nampak salinitas permukaan laut menurun dengan kisaran 32 PSU – 34 PSU. Salinitas rendah nampak masuk dari Laut Jawa ke Laut Flores di bagian utara lokasi kajian sementara bagian selatan masih terlihat tidak ada perubahan yang cukup signifikan. Bagian selatan memiliki nilai salinitas lebih tinggi dikarenakan laut terbuka. Masuknya massa air bersalinitas rendah di bagian utara Lesser Sunda berkaitan erat dengan iklim dan siklus musiman akibat muson di Indonesia. Angin Muson Barat yang dominan pada bulan Desember, Januari, dan Februari mengakibatkan musim hujan dan meningkatkan aliran sungai di Pulau Sumatra, Jawa dan Kalimantan ke laut kemudian angin juga menyebabkan arus permukaan laut di Selat Karimata bergerak membawa massa air salinitas rendah tersebut menuju Laut Jawa dan terus ke arah timur memasuki Laut Flores di utara Lesser Sunda (Gordon 2005).

Pada bulan Maret, April, Mei (Musim Peralihan I) Gambar 8 menunjukkan nilai salinitas di lokasi kajian yang cenderung dominan oleh masukan air bersalinitas rendah yang semakin meluas berkisar <32 PSU – 34.5 PSU. Pada bulan Maret nilai salinitas di bagian Utara terlihat lebih rendah di wilayah kajian yang didominasi dengan salinitas berkisar <32 PSU – 33 PSU dan semakin luas hingga memasuki wilayah selat-selat di Lesser Sunda seperti Selat Lombok, Selat Alas dan Selat Bali. Sedangkan di wilayah selatan nampak masih dominan salinitas berkisar 34 PSU dan terlihat pola luasan salinitas 32.5 PSU – 33.5 PSU semakin sempit karena terdesak oleh salinitas rendah dari utara. Pada bulan April terlihat salinitas rendah semakin mendominasi lokasi kajian khususnya pada bagian utara dengan kisaran salinitas <32 PSU – 33 PSU. Sedangkan pada wilayah selatan masih didominasi salinitas yang lebih tinggi dengan kisaran 33 PSU – 34.5 PSU. Kemudian memasuki bulan Mei salinitas secara umum mulai terlihat peningkatan dengan kisaran salinitas 32 PSU – 34.5 PSU terutama pada bagian utara Lesser Sunda. Sedangkan pada bagian selatan masih didominasi

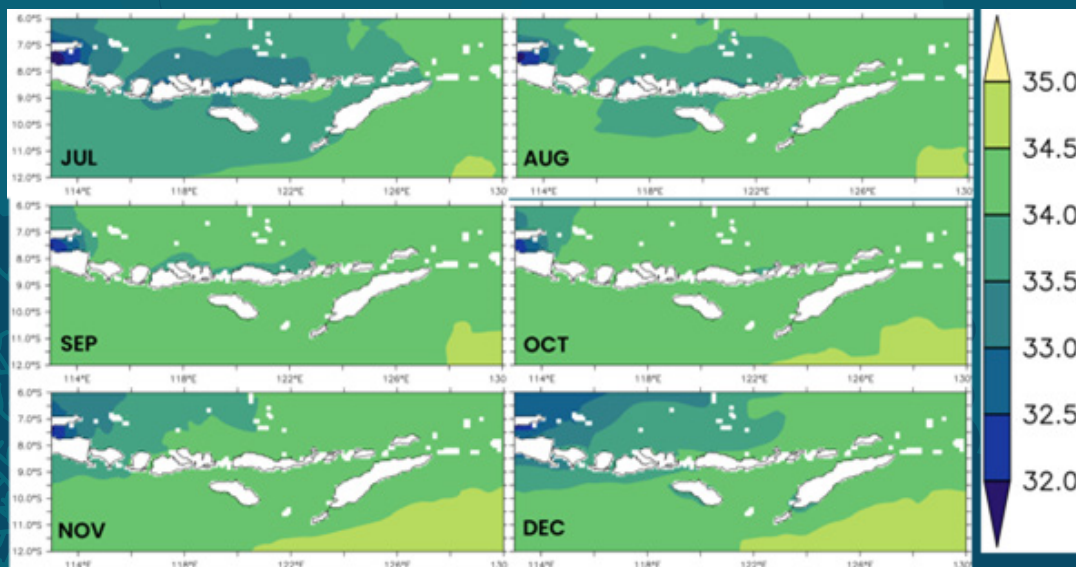
oleh salinitas yang lebih tinggi berkisar 33.5 PSU – 34.5 PSU, bagian selatan memiliki nilai salinitas lebih tinggi dikarenakan laut terbuka.

Pada bulan Juni, Juli, Agustus (Musim Timur) Gambar 8 menunjukkan salinitas permukaan di lokasi kajian nampak meningkat tiap bulannya dengan nilai salinitas pada bulan Juni secara umum berkisar 32 PSU – 34.5 PSU dengan dominasi nilai 33 PSU – 33.5 PSU. Nilai salinitas di bagian utara wilayah kajian mulai meningkat dari bulan sebelumnya yang didominasi salinitas berkisar 32.5 PSU – 33 PSU dan nampak sedikit salinitas 32 PSU di pesisir P. Sumbawa, sedangkan bagian selatan masih lebih tinggi dengan kisaran 33 PSU – 34 PSU. Memasuki bulan Juli salinitas permukaan laut semakin meningkat secara umum dengan kisaran nilai 33 PSU – 34 PSU dan terlihat sedikit salinitas 32.5 PSU di pesisir utara P. Sumbawa, sedangkan pada bagian selatan Lesser Sunda didominasi oleh salinitas berkisar 33.5 PSU – 34 PSU dan terlihat sedikit salinitas 34.5 PSU di sebelah tenggara lokasi kajian. Pada bulan Agustus salinitas semakin meningkat dengan kisaran salinitas 33.5 PSU – 34 PSU yang mendominasi seluruh wilayah kajian. Secara umum antara bagian utara dan selatan Lesser Sunda tidak begitu berbeda jauh karena sama-sama didominasi oleh salinitas 34 PSU, dan nampak di sekeliling P. Bali, P.Lombok dan P.Sumbawa memiliki salinitas lebih rendah yaitu 33.5 PSU. Kenaikan salinitas ini masih berkaitan dengan pola monsun yang mengakibatkan massa air di laut dalam yang memiliki salinitas lebih tinggi naik ke permukaan (Gordon 2005).

Pada bulan September, Oktober, November (Musim Peralihan II) Gambar 9 menunjukkan salinitas permukaan di Lesser Sunda pada bulan September nampak lebih tinggi dari bulan sebelumnya dan cenderung homogen dengan nilai salinitas 34 PSU. Pada bagian pesisir utara P. Sumbawa terlihat sedikit wilayah yang memiliki salinitas lebih rendah berkisar 33.5 PSU. Sedangkan pada bagian selatan nampak dominan dengan salinitas 34 PSU dan sedikit salinitas lebih tinggi 34.5 PSU di sebelah tenggara lokasi kajian. Kemudian memasuki bulan Oktober salinitas permukaan tampak cenderung homogen berkisar 34 PSU di Lesser Sunda, hanya ada beberapa perbedaan di sebelah barat P.Bali sekitar Madura yang terlihat salinitas rendah dan juga salinitas tinggi berkisar 34.5 PSU di sebelah tenggara lokasi kajian. Memasuki bulan November salinitas permukaan di lokasi kajian nampak mulai adanya masukan air tawar dari Laut Jawa yang menurunkan salinitas di sekitar P.Bali hingga Selat Lombok. Salinitas pada bulan November secara umum berkisar 32.5 PSU – 34.5 PSU. Terlihat pada bagian utara dekat Laut Jawa salinitas lebih rendah berkisar 32.5 PSU – 33.5 PSU, dan pada bagian tenggara lokasi kajian nampak salinitas lebih tinggi berkisar 34.5 PSU.



Gambar 8. Salinitas Permukaan Laut Bulan Januari – Juni



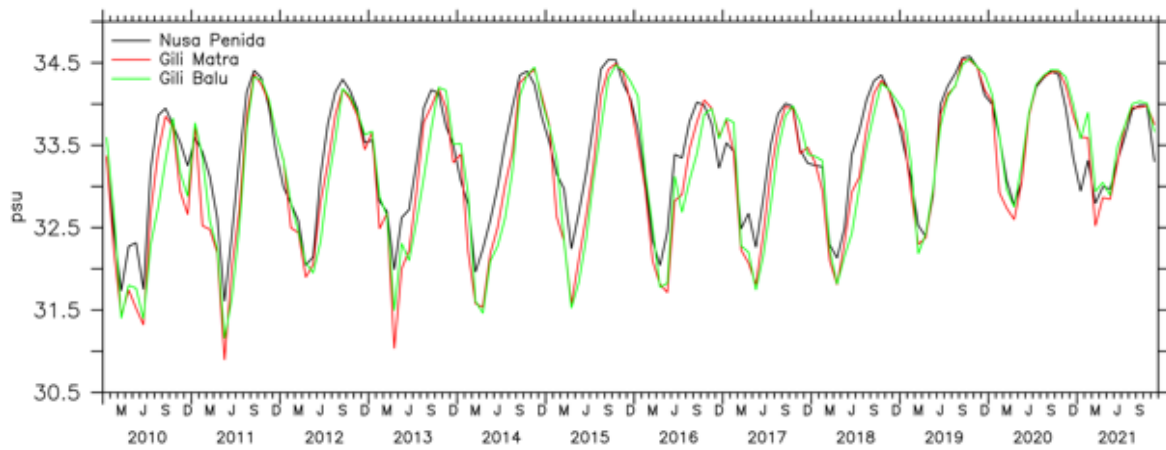
Gambar 9. Salinitas Permukaan Laut Bulan Juli – Desember

Parameter salinitas dari tahun 2010-2021 di Nusa Penida ditunjukkan oleh garis warna hitam yang terlihat berpola naik turun pada Gambar 10. Umumnya salinitas di Nusa Penida tinggi pada bulan September dan Oktober, sedangkan terendah terjadi pada bulan Maret dan April. Dari grafik terlihat salinitas cenderung stabil antar tahunnya dan tidak terlihat perubahan yang cukup signifikan. Salinitas di Nusa Penida berkisar antara 32 PSU – 34.5 PSU. Pola yang sedikit berbeda terjadi pada tahun 2016-2017 dengan salinitas maksimum hanya mencapai 34 PSU, tetapi salinitas minimum masih seperti tahun lainnya. Salinitas minimum yang cukup berbeda dari tahun lainnya terjadi pada tahun 2020-2021 yang terjadi kenaikan salinitas minimum mencapai 32.7 PSU.

Pada wilayah Gili Matra perubahan salinitas ditunjukkan oleh garis warna merah dengan pola yang tidak begitu berbeda dengan pola salinitas di Nusa Penida pada Gambar 10. Umumnya salinitas tertinggi di Gili Matra terjadi pada Musim Peralihan II sekitar bulan September dan Oktober, sedangkan puncak salinitas rendah umumnya terjadi pada Musim Peralihan I sekitar bulan Maret dan April. Dari grafik terlihat pola salinitas yang mirip antar tahunnya berkisar dari 31 PSU – 34.5 PSU. Rentang nilai tersebut berubah-ubah tiap tahunnya dengan salinitas terendah berkisar 32 PSU, akan tetapi salinitas

dibawah itu pernah terjadi pada tahun 2011 dan 2013 yang mencapai 31 PSU dan salinitas diatas tersebut juga pernah terjadi pada tahun 2020 dan 2021 yang mencapai 32.5 PSU. Kemudian salinitas tertinggi tiap tahunnya juga berubah-ubah namun cenderung stabil berkisar 34.5 PSU, akan tetapi puncak salinitas dibawah tersebut pernah terjadi pada tahun 2010, 2016, 2017 dan 2021 yang hanya mencapai salinitas 34 PSU.

Pada wilayah Gili Balu perubahan salinitas ditunjukkan oleh garis warna hijau dengan pola yang mirip dengan salinitas di dua lokasi sebelumnya pada Gambar 10. Umumnya salinitas tertinggi di Gili Balu terjadi pada Musim Peralihan II sekitar bulan September dan Oktober, sedangkan puncak salinitas terendah terjadi pada Musim Peralihan I sekitar bulan Maret dan April. Dari grafik terlihat pola salinitas yang mirip antar tahunnya berkisar dari 31.5 PSU – 34.5 PSU. Rentang nilai tersebut juga berubah antar waktunya dan mengalami perbedaan yang cukup signifikan pada tahun-tahun tertentu seperti pada tahun 2012 dan 2019 yang mengalami kenaikan salinitas terendah berkisar 32 PSU. Kemudian pada tahun 2020 dan 2021 salinitas terendah mencapai 32.7 PSU. Salinitas tertinggi yang mengalami penurunan dari tahun-tahun lainnya juga terjadi pada tahun 2016, 2017, dan 2021 yang hanya mencapai 34 PSU.



Gambar 10. Plot Deret Waktu Salinitas Permukaan Laut selama 2010-2021

3.1.4 Arus permukaan

Daerah kajian merupakan bagian Lesser Sunda yang berada di 113°BT - 130°BT dan 6°LS - 12°LS , mencakup Laut Jawa, Laut Bali, Laut Flores hingga Laut Banda di bagian Utara, dan berbatasan langsung dengan Samudera Hindia di bagian Selatan. Daerah kajian merupakan lokasi pintu keluar dari Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) yaitu di Selat Lombok, Selat Ombai, dan Laut Timor. Data arus yang digunakan adalah data arus bulanan klimatologi dari tahun 2010 – 2021 untuk mencuplik seluruh variasi musiman dan antartahunan pada nilai kecepatan arus secara spasial. Arus disajikan secara spasial yang mencakup bagian Utara (Laut Jawa, Laut Bali, Laut Flores, dan Laut Banda) dan bagian Selatan adalah Samudera Hindia. Secara umum kecepatan arus berkisar 0 m/s – 1 m/s. Visualisasi kecepatan arus spasial bulanan selama satu tahun disajikan pada Gambar 11 – Gambar 12.

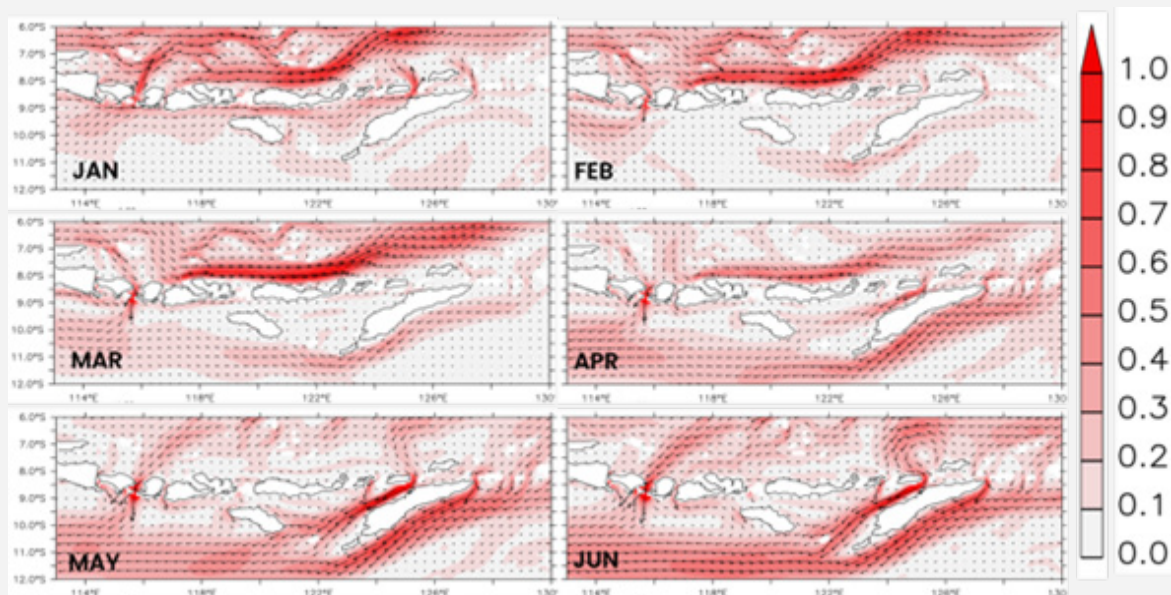
Pada bulan Desember, Januari, Februari (Musim Barat) Gambar 11 menunjukkan pola arus di Lesser Sunda secara umum didominasi oleh arus menuju ke Timur di bagian Utara (Laut Flores) dengan kecepatan arus berkisar 0.4 m/s – 0.9 m/s dan di bagian Selatan nampak lebih lemah dengan kecepatan arus berkisar 0.01 m/s – 0.3 m/s, pada Laut Timor masih terlihat di jalur Arlindo yang ke barat menuju Samudera Hindia dengan kecepatan berkisar 0.01 m/s – 0.2 m/s dan pada pintu keluar Arlindo yang lain di Selat Lombok terlihat arus permukaan menuju ke utara memasuki perairan Laut Flores dengan kecepatan berkisar 0.3 m/s. Kemudian memasuki bulan Januari arus permukaan di Laut Flores semakin menguat menuju ke arah Timur dengan kecepatan berkisar 0.5 m/s – 1 m/s, selain itu pada pintu keluar Arlindo di Selat Lombok, Selat Ombai dan Laut Timor arus permukaan menuju ke utara memasuki perairan Indonesia dengan kecepatan berkisar 0.2 m/s – 0.9 m/s. Memasuki bulan Februari arus permukaan masih di dominasi oleh arus yang menuju timur di Laut Flores dengan kecepatan berkisar 0.7 m/s – 1 m/s, sementara pada bagian selatan di Samudera Hindia cenderung lemah dengan pola cenderung ke barat dan kecepatan berkisar 0.01 m/s – 0.2 m/s. Pada pintu keluar Arlindo di Selat Lombok terlihat arus mulai ke arah selatan menuju Samudera Hindia dengan kecepatan berkisar 0.4 m/s – 1 m/s, sedangkan pada pintu keluar Arlindo yang lain di Selat Ombai dan Laut Timor masih menuju ke utara dengan kecepatan rendah berkisar 0.01 m/s – 0.2 m/s, namun pada selatan Laut Timor mulai terlihat menguat arus menyisir daratan menuju Samudera Hindia dengan kecepatan 0.1 m/s – 0.2 m/s. Musim Barat di Indonesia ditandai dengan menguatnya angin dari benua Asia menuju Australia yang mempengaruhi arus di permukaan yang dapat dilihat dominan menuju ke timur dan menyebabkan kecepatan arus di pintu

keluar Arlindo melemah.

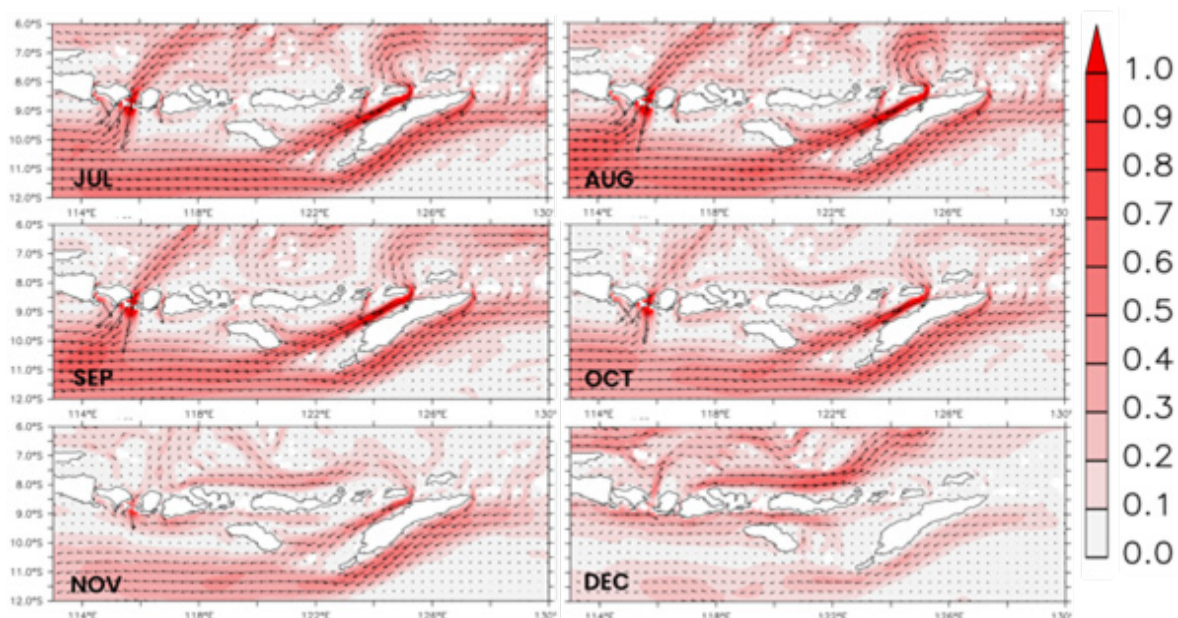
Pada bulan Maret, April, Mei (Musim Peralihan I) Gambar 11 menunjukkan pola arus di Lesser Sunda yang mulai mengalami perubahan pola tiap bulannya. Pada bulan Maret pola arus masih mirip dengan bulan sebelumnya yang dominan menuju ke arah timur pada Laut Flores dengan kecepatan arus berkisar $0.5 \text{ m/s} - 1 \text{ m/s}$ dan di bagian selatan kecepatan arus lebih lemah berkisar $0.01 \text{ m/s} - 0.3 \text{ m/s}$ dengan arah cenderung menuju ke barat. Pada pintu keluar Arlindo di Selat Lombok tampak mengalami penguatan kecepatan arus dibanding bulan sebelumnya dengan kecepatan berkisar $0.5 \text{ m/s} - >1 \text{ m/s}$ dengan arah menuju ke Samudera Hindia. Sedangkan pada pintu keluar Arlindo di Selat Ombai dan Laut Timor nampak lemah dan tidak dominan. Kemudian memasuki bulan April arus permukaan masih memiliki pola yang mirip dengan bulan sebelumnya, namun memiliki intensitas kecepatan arus yang semakin melemah pada bagian utara (Laut Flores) dengan kecepatan berkisar $0.01 \text{ m/s} - 0.6 \text{ m/s}$ dan memiliki arah menuju timur. Sementara pada bagian selatan tepatnya di pintu keluar arlindo Selat Ombai dan Laut Timor mengalami penguatan arus dengan kecepatan berkisar $0.2 \text{ m/s} - 0.5 \text{ m/s}$ dan menuju ke barat dan pada Selat Lombok tidak begitu berbeda dengan bulan sebelumnya dengan kecepatan berkisar $0.5 \text{ m/s} - >1 \text{ m/s}$ menuju ke Samudera Hindia. Memasuki bulan Mei pola arus di Lesser Sunda nampak mengalami perubahan terutama pada Laut Flores di bagian utara yang mulai berubah arah menuju barat namun masih dengan kecepatan rendah berkisar $0.01 \text{ m/s} - 0.3 \text{ m/s}$, sebagian arus juga terlihat menuju ke selatan dan bergabung dengan Arlindo yang semakin menguat di Selat Ombai dan Laut Timor dengan kecepatan berkisar $0.7 \text{ m/s} - >1 \text{ m/s}$. Seperti halnya pada Selat Lombok arus yang melewati semakin kencang dibanding bulan sebelumnya dengan kecepatan $0.6 \text{ m/s} - >1 \text{ m/s}$ dan memiliki arah ke selatan menuju Samudera Hindia

Pada bulan Juni, Juli, Agustus (Musim Timur) Gambar 11 menunjukkan pola arus di Lesser Sunda yang mulai dominan menuju ke barat akibat puncak Musim Timur. Ketika bulan Juni terlihat arus di Laut Flores nampak mulai menguat menuju ke barat dengan kecepatan arus berkisar $0.01 \text{ m/s} - 0.4 \text{ m/s}$. Sementara pada bagian selatan Lesser Sunda nampak arus menguat pada jalur Arlindo di Laut Timor, Selat Ombai, dan Selat Lombok dengan kecepatan masing – masing berkisar $0.3 \text{ m/s} - 0.7 \text{ m/s}$, $0.4 \text{ m/s} - 1 \text{ m/s}$, dan $>1 \text{ m/s}$. Kemudian memasuki bulan Juli arus permukaan di Lesser Sunda bagian utara (Laut Flores) maupun di selatan (Samudera Hindia) terlihat lebih menguat dibanding bulan sebelumnya. Di Laut Flores pola arus masih cenderung ke barat dan menuju ke Samudera Hindia mengikuti jalur Arlindo dengan kecepatan berkisar $0.01 \text{ m/s} - 0.4 \text{ m/s}$. Sedangkan pada bagian selatan arus tampak menguat dengan kisaran kecepatan arus 0.5 m/s menuju ke barat. Pada pintu keluar Arlindo di Selat Lombok nampak menguat hingga mencapai kecepatan berkisar 1.5 m/s menuju ke Samudera Hindia, pada Selat Ombai kecepatan arus berkisar 1 m/s , dan pada Laut Timor kecepatan arus berkisar 0.6 m/s . Kemudian memasuki bulan Agustus kecepatan arus semakin menguat dan masih dominan menuju ke barat dan Samudera Hindia. Pada bagian utara Lesser Sunda (Laut Flores) kecepatan arus berkisar $0.01 \text{ m/s} - 0.5 \text{ m/s}$ dengan pola arus cenderung ke barat dan menuju ke Samudera Hindia mengikuti jalur Arlindo. Sedangkan pada bagian selatan arus tampak menguat dengan kisaran kecepatan arus $0.4 \text{ m/s} - 0.6 \text{ m/s}$ menuju ke barat. Pada pintu keluar Arlindo di Selat Lombok nampak menguat hingga mencapai kecepatan berkisar 1.6 m/s menuju ke Samudera Hindia, pada Selat Ombai kecepatan arus berkisar 1.2 m/s , dan pada Laut Timor kecepatan arus berkisar 0.6 m/s .

Pada bulan September, Oktober, November (Musim Peralihan II) Gambar 12 menunjukkan pola arus di Lesser Sunda yang mulai melemah dibanding bulan sebelumnya akibat melemahnya angin monsun dari timur. Ketika bulan September pola arus di Lesser Sunda masih mirip dengan bulan sebelumnya namun dengan kecepatan yang lebih lemah. Kecepatan arus di bagian utara (Laut Flores) berkisar 0.01 m/s – 0.3 m/s dengan pola sebagian ke barat dan sebagian mengikuti jalur Arlindo menuju ke Samudera Hindia. Sedangkan pada bagian selatan pola arus dominan menuju ke barat dengan kecepatan arus berkisar 0.5 m/s. Pada pintu keluar Arlindo di Selat Lombok nampak sedikit melemah dengan kecepatan arus berkisar 1 m/s, kemudian pada Selat Ombai kecepatan arus berkisar 1 m/s dan pada Laut Timor berkisar 0.5 m/s. Memasuki bulan Oktober pola arus terlihat melemah dengan kecepatan arus di Laut Flores berkisar 0.01 m/s – 0.2 m/s, kemudian pada bagian selatan pola arus masih dominan menuju ke barat, namun dengan kecepatan arus yang mulai melemah berkisar 0.2 m/s – 0.4 m/s. Kemudian pada pintu keluar Arlindo kecepatan arus di Selat Lombok juga melemah berkisar 0.7 m/s – 1 m/s, pada Selat Ombai juga terjadi sedikit melemah dengan kecepatan arus berkisar 0.5 m/s – 1 m/s/, dan pada Laut Timor kecepatan arus berkisar 0.5 m/s. Kemudian pada bulan November pola arus di Lesser Sunda semakin melemah dan pada bagian utara (Laut Flores) mulai menuju ke timur dan pada bagian selatan (Samudera Hindia) masih menuju ke barat. Kecepatan arus di Laut Flores berkisar 0.01 m/s – 0.3 m/s, sedangkan pada Samudera Hindia berkisar 0.3 m/s – 0.4 m/s. Pada pintu Arlindo nampak melemah, di Selat Lombok kecepatan arus berkisar 0.2 m/s – 1 m/s, kemudian pada Selat Ombai berkisar 0.1 m/s – 0.9 m/s menuju ke Samudera Hindia, dan pada Laut Timor kecepatan arus berkisar 0.3 m/s – 0.4 m/s.



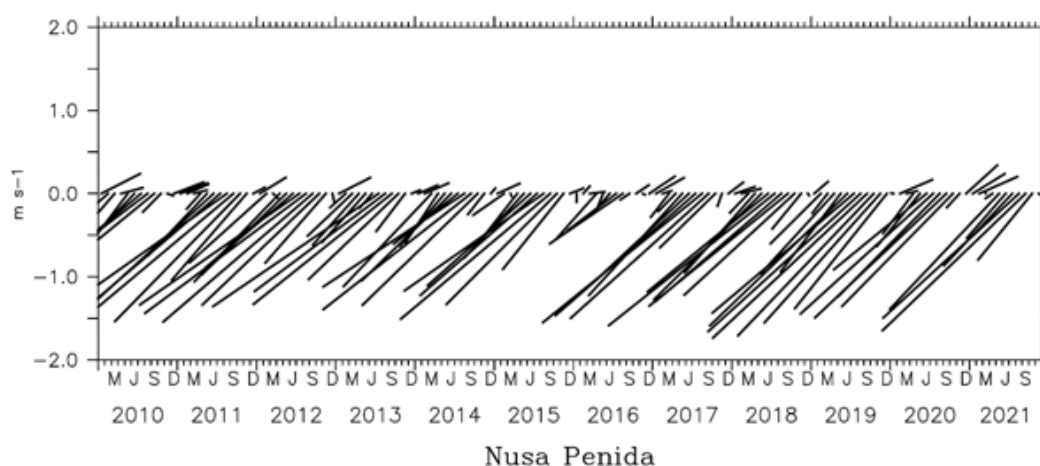
Gambar 11. Kecepatan Arus Spasial Klimatologis Bulan Januari – Juni



Gambar 12. Kecepatan Arus Spasial Klimatologis Bulan Juli – Desember

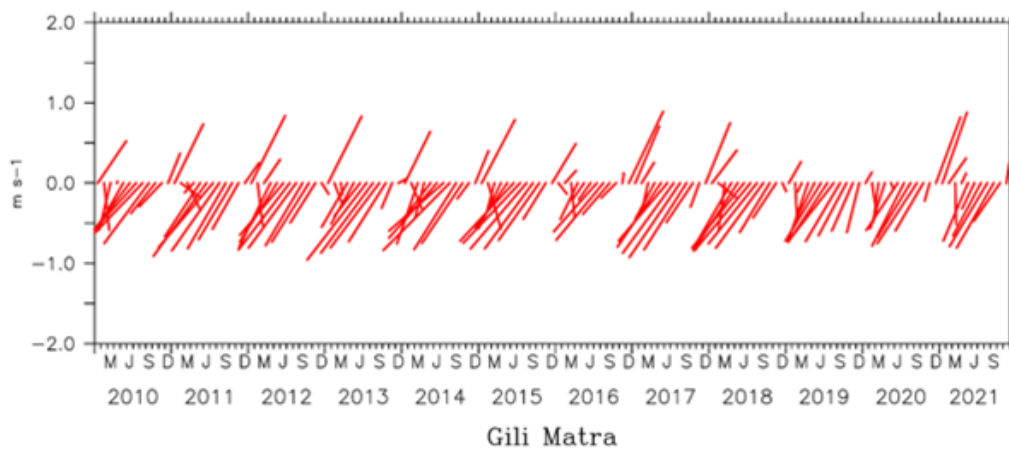
Selain secara spasial, kecepatan arus divisualisasikan secara temporal menggunakan stick plot arus pada 3 titik cuplik yang mewakili area kajian antara lain, Gili Balu ($115^{\circ} 30' 0''$ BT dan $8^{\circ} 42' 0''$ LS), Gili Matra ($115^{\circ} 54' 0''$ BT dan $8^{\circ} 20' 24''$ LS), dan Nusa Penida ($116^{\circ} 42' 0''$ BT dan $8^{\circ} 20' 24''$ LS). Visualisasi stick plot arus didasarkan pada nilai rata-rata bulanan selama tahun 2010 – 2021 yang disajikan pada Gambar 13 – Gambar 15.

Plot bulanan kecepatan dan arah arus digambarkan dalam stick plot di wilayah Nusa Penida dari Januari 2010 hingga Desember 2021 (Gambar 13) yang menunjukkan kecepatan arus berkisar antara 0.02 m/s – 2.87 m/s (keseluruhan). Kecepatan arus cenderung menguat pada musim timur dominan menuju barat daya dengan kecepatan berkisar 2.87 m/s. Pada musim barat kecepatan arus dominan menuju timur laut dengan kecepatan berkisar 0.5 m/s. Pola arus pada musim peralihan I memiliki kemiripan dengan musim timur dengan kecepatan berkisar 1 m/s. Pola arus pada musim peralihan II memiliki kemiripan dengan musim timur dengan kecepatan berkisar 1 m/s. Dominansi arus ke arah Selatan di Nusa Penida yang diduga karena daerah kajian merupakan jalur keluar ARLINDO sehingga pengaruh yang mengarah ke Samudera Hindia hampir sepanjang tahun yang menguat pada musim timur dan melemah pada musim barat.



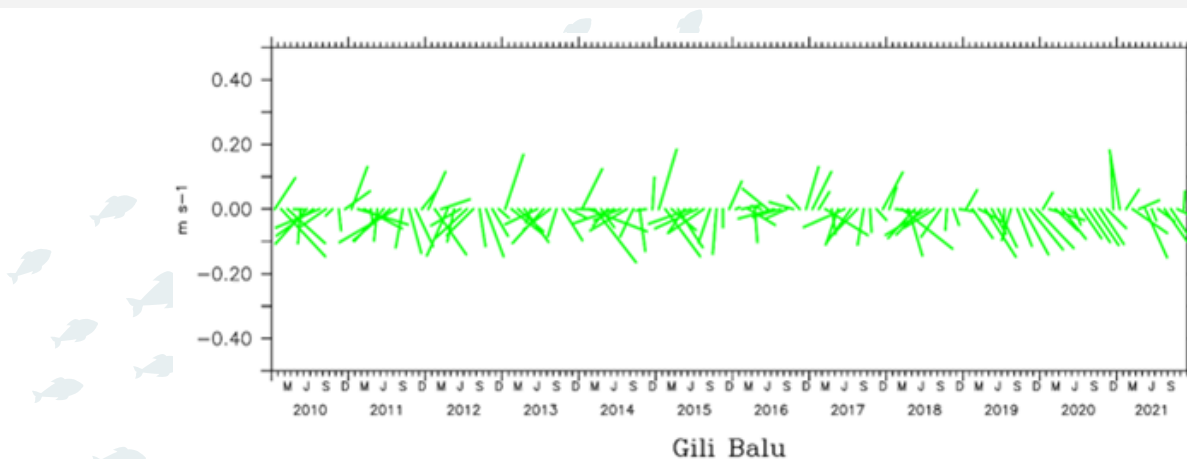
Gambar 13. Stick Plot Arus Nusa Penida

Variasi kecepatan arus di Gili Matra ditunjukkan melalui stick plot arus dari Januari 2010 hingga Desember 2021 dengan nilai kecepatan arus berkisar dari 0.02 m/s – 1.2 m/s dan dominan ke arah selatan (Gambar 14). Kecepatan arus cenderung menguat pada musim timur dominan menuju barat daya dengan kecepatan berkisar 1.2 m/s. Pada musim barat kecepatan arus dominan menuju timur laut dengan kecepatan berkisar 1 m/s. Pola arus pada musim peralihan I memiliki kemiripan dengan musim timur dengan kecepatan berkisar 0.5 m/s. Pola arus pada musim peralihan II memiliki kemiripan dengan musim timur dengan kecepatan berkisar 0.7 m/s. Kecepatan arus cenderung menguat yang diduga area Gili Matra berada di sisi timur Selat Lombok yang dilewati oleh ARLINDO sehingga dominan menuju selatan dan barat daya saat musim timur. Gili Matra merupakan daerah Taman Wisata Perairan (TWP) sejak tahun 2009. Secara geografis TWP Gili Matra terletak pada 8° 20' – 8° 23' LS dan 116° 00' – 116° 08' BT. Sedangkan secara administratif, kawasan ini terletak di Desa Gili Indah Kecamatan Pemenang Kabupaten Lombok Utara Provinsi Nusa Tenggara Barat.



Gambar 14. Stick Plot Arus Gili Matra

Stick plot arus bulanan di wilayah Gili Balu dari Januari 2010 hingga Desember 2021 (Gambar 15) yang menunjukkan nilai kecepatan arus berkisar antara 0.01 m/s – 0.2 m/s. Gili Balu memiliki kondisi arus yang tenang dilihat dari selang nilai kecepatan arus yang lemah dengan kecepatan rata-rata sebesar 0.11 m/s. Arah arus di Gili Balu juga terlihat lebih acak jika dibandingkan dengan di Nusa Penida dan Gili Matra yang dominan ke arah barat daya dan timur laut pada bulan – bulan tertentu. Area ini merupakan area konservasi sejak Tahun 2011. Gili Balu merupakan gugusan delapan pulau kecil di Kecamatan Poto Tano yang terdiri dari P. Kalong, P. Namo, P. Kenawa, P. Ular, P. Mandiki, P. Paserang, P. Kambing dan P. Belang. Dengan letak geografis: 8° 28' 45,85" – 8° 34' 23,35" LS dan 116° 45' 07,18" – 116° 53' 27,33" BT.



Gambar 15. Stick Plot Arus Gili Balu

3.1.5 Gelombang

Daerah kajian merupakan bagian Lesser Sunda yang berada di 113°BT-130°BT dan 6°LS-12°LS, mencakup Laut Jawa, Laut Bali, Laut Flores hingga Laut Banda di bagian Utara, dan berbatasan langsung dengan Samudera Hindia di bagian Selatan. Wilayah kajian sangat dipengaruhi oleh gelombang dari Samudera Hindia di bagian Selatan dan gelombang yang disebabkan oleh angin Muson. Pola tinggi gelombang sangat bergantung dengan pola angin (Rachmayani et al 2018).

Data gelombang merupakan data rata-rata bulanan secara klimatologis dari tahun 2010 – 2021 yang disajikan secara spasial yang dapat dilihat dari Gambar 16 – Gambar 17. Nilai tinggi gelombang berkisar dari 0 – 2.4 m dan bervariasi tergantung oleh musim. Ketika Musim Timur Juni, Juli, dan Agustus (JJA) angin yang bersumber dari Benua Australia akan sangat mempengaruhi variasi tinggi gelombang di Samudera Hindia dan bagian Selatan daerah kajian.

Pada bulan Desember, Januari, Februari (Musim Barat) Gambar 16 menunjukkan bahwa tinggi gelombang di Lesser Sunda secara umum masuk kategori tenang (calm). Di wilayah Utara berkisar 0 m – 1 m mengalami peningkatan tinggi gelombang dibanding sebelumnya hal ini bisa disebabkan pada Bulan Desember merupakan awal dari Musim Barat kemungkinan pengaruh angin Muson Barat mempengaruhi peningkatan ini. Di wilayah Selatan tinggi gelombang berkisar 0 m – 1.6 m hal ini kemungkinan disebabkan daerah pembentukan gelombang seakan tak terbatas sehingga membuat gelombang terbangkitkan secara sempurna. Tinggi gelombang wilayah kajian termasuk dalam kategori beaufort 0 – 4 yang berarti tenang (calm) hingga gentle breeze. Memasuki bulan Januari terlihat bahwa tinggi gelombang di wilayah Utara berkisar 0.8 m – 1.2 m hal ini kemungkinan disebabkan oleh daerah pembentukan gelombang yang terbatas sehingga gelombang yang terbentuk cenderung

kecil dan daerah kajian jauh dari sumber Angin Muson Barat Daya yang bersumber di Laut China Selatan. Di wilayah Selatan tinggi gelombang berkisar 0.8 m – 2 m hal ini kemungkinan disebabkan daerah pembentukan gelombang seakan tak terbatas sehingga membuat gelombang terbangkitkan secara sempurna. Tinggi gelombang wilayah kajian termasuk dalam kategori beaufort 3 – 5 yang berarti gentle breeze hingga fresh breeze. Kemudian pada bulan Februari tinggi gelombang di wilayah Utara berkisar 0 m – 1 m mengalami penurunan tinggi gelombang dibanding sebelumnya hal ini bisa disebabkan pada Bulan Februari merupakan akhir dari Musim Barat ditandai dengan melemahnya kecepatan angin di Laut China Selatan. Di wilayah Selatan tinggi gelombang berkisar 0.8 m – 1.6 m hal ini kemungkinan disebabkan daerah pembentukan gelombang seakan tak terbatas sehingga membuat gelombang terbangkitkan secara sempurna. Tinggi gelombang wilayah kajian termasuk dalam kategori beaufort 0 – 4 yang berarti tenang (calm) hingga moderate breeze.

Pada bulan Maret, April, Mei (Musim Peralihan I) Gambar 16 Pada bulan Maret menunjukkan bahwa tinggi gelombang di wilayah Utara berkisar 0 m – 0.4 m mengalami penurunan tinggi gelombang dibanding sebelumnya hal ini bisa disebabkan pada Bulan Maret merupakan awal dari Musim Peralihan I. Di wilayah Selatan tinggi gelombang berkisar 0.8 m – 1.8 m hal ini kemungkinan disebabkan daerah pembentukan gelombang seakan tak terbatas sehingga membuat gelombang terbangkitkan secara sempurna.

Tinggi gelombang wilayah kajian termasuk dalam kategori beaufort 0 – 5 yang berarti tenang (calm) hingga fresh breeze. Memasuki bulan April tinggi gelombang di wilayah Utara berkisar 0 m – 0.4 m mengalami penurunan tinggi gelombang dibanding sebelumnya hal ini

bisa disebabkan pada Bulan April merupakan puncak dari Musim Peralihan 1. Di wilayah Selatan tinggi gelombang berkisar 0.4 m – 1.8 m hal ini kemungkinan disebabkan daerah pembentukan gelombang seakan tak terbatas sehingga membuat gelombang terbangkitkan secara sempurna. Tinggi gelombang wilayah kajian termasuk dalam kategori beaufort 0 – 5 yang berarti tenang (calm) hingga fresh breeze. Kemudian pada bulan Mei tinggi gelombang di wilayah Utara berkisar 0 m – 1.2 m mengalami peningkatan tinggi gelombang dibanding sebelumnya hal ini bisa disebabkan pada Bulan Mei merupakan akhir dari Musim Peralihan 1 kemungkinan pengaruh angin dari Samudera Hindia mempengaruhi peningkatan tinggi gelombang. Di wilayah Selatan tinggi gelombang berkisar 0.8 m – 2.4 m hal ini kemungkinan disebabkan daerah pembentukan gelombang seakan tak terbatas sehingga membuat gelombang terbangkitkan secara sempurna, selain itu pada terjadi peningkatan gelombang karena wilayah kajian akan mengalami Musim Timur yang ditandai dengan meningkatnya tinggi gelombang di daerah Samudera Hindia. Tinggi gelombang wilayah kajian termasuk dalam kategori beaufort 0 – 5 yang berarti tenang (calm) hingga fresh breeze.

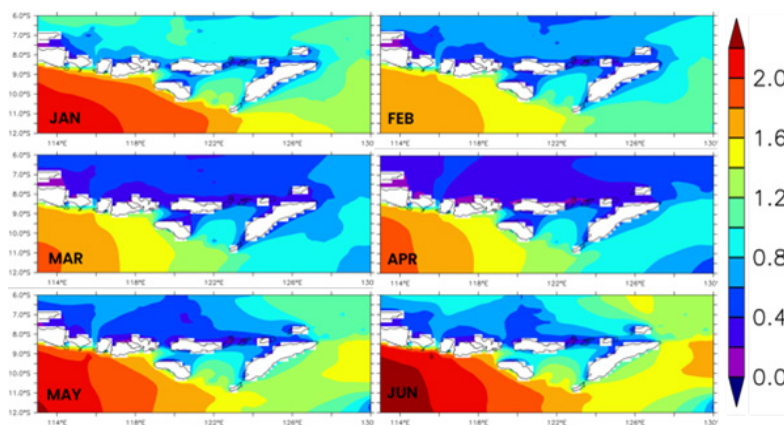
Pada bulan Juni, Juli, Agustus (Musim Timur) (Gambar 17) terlihat pada bulan Juni tinggi gelombang di wilayah Utara berkisar 0 m – 1.4 m mengalami peningkatan tinggi gelombang dibanding sebelumnya hal ini bisa disebabkan pada Bulan Juni merupakan awal dari Musim Timur kemungkinan pengaruh angin dari Samudera Hindia mempengaruhi peningkatan tinggi gelombang. Di wilayah Selatan tinggi gelombang berkisar 0.8 m – 2.4 m hal ini kemungkinan disebabkan daerah pembentukan gelombang seakan tak terbatas sehingga membuat gelombang terbangkitkan secara sempurna, selain itu pada bulan ini terjadi Musim Timur ditandai dengan peningkatan tinggi gelombang di sekitar samudera Hindia. Tinggi gelombang wilayah kajian termasuk dalam

kategori beaufort 0 – 5 yang berarti tenang (calm) hingga fresh breeze. Memasuki bulan Juli tinggi gelombang di wilayah Utara berkisar 0 m – 1.4 m mengalami peningkatan tinggi gelombang dibanding sebelumnya hal ini bisa disebabkan pada Bulan Juli merupakan puncak dari Musim Timur kemungkinan pengaruh angin dari Samudera Hindia mempengaruhi peningkatan tinggi gelombang. Di wilayah Selatan tinggi gelombang berkisar 0.8 m – 2.4 m hal ini kemungkinan disebabkan daerah pembentukan gelombang seakan tak terbatas sehingga membuat gelombang terbangkitkan secara sempurna, selain itu pada bulan ini terjadi Musim Timur ditandai dengan peningkatan tinggi gelombang di sekitar samudera Hindia. Tinggi gelombang wilayah kajian termasuk dalam kategori beaufort 0 – 5 yang berarti tenang (calm) hingga fresh breeze. Kemudian pada bulan Agustus terlihat bahwa tinggi gelombang di wilayah Utara berkisar 0 m – 1.4 m mengalami penurunan tinggi gelombang dibanding sebelumnya hal ini bisa disebabkan pada Bulan Agustus merupakan akhir dari Musim Timur kemungkinan pengaruh angin dari Samudera Hindia mulai melemah sebagai tanda dari akhir musim. Di wilayah Selatan tinggi gelombang berkisar 0.8 m – 2.4 m hal ini kemungkinan disebabkan daerah pembentukan gelombang seakan tak terbatas sehingga membuat gelombang terbangkitkan secara sempurna, selain itu pada bulan ini terjadi Musim Timur ditandai dengan peningkatan tinggi gelombang di sekitar samudera Hindia. Tinggi gelombang wilayah kajian termasuk dalam kategori beaufort 0 – 5 yang berarti tenang (calm) hingga fresh breeze.

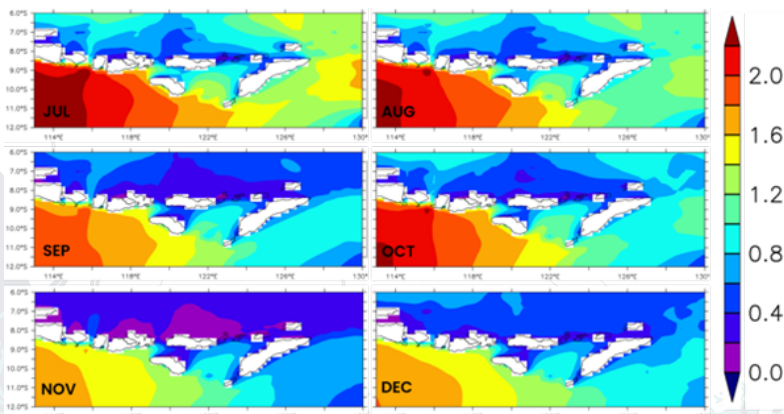
Pada bulan September, Oktober, November (Musim Peralihan II) menunjukkan bahwa tinggi gelombang di wilayah Utara berkisar 0 m – 1 m mengalami penurunan tinggi gelombang dibanding sebelumnya hal ini bisa disebabkan pada Bulan September merupakan awal dari Musim Peralihan II kemungkinan pengaruh angin dari Samudera Hindia mulai melemah. Di

wilayah Selatan tinggi gelombang berkisar 0.4 m – 2.4 m hal ini kemungkinan disebabkan daerah pembentukan gelombang seakan tak terbatas sehingga membuat gelombang terbangkitkan secara sempurna, namun terjadi penurunan tinggi gelombang dibanding bulan sebelumnya hal ini bisa disebabkan oleh berkurangnya intensitas kecepatan angin di sekitar Samudera Hindia akibat perubahan Musim. Tinggi gelombang wilayah kajian termasuk dalam kategori beaufort 0 – 5 yang berarti tenang (calm) hingga fresh breeze. Memasuki bulan Oktober tinggi gelombang di wilayah Utara berkisar 0 m – 0.6 m mengalami penurunan tinggi gelombang dibanding sebelumnya hal ini bisa disebabkan pada Bulan Oktober merupakan puncak dari Musim Peralihan 2 kemungkinan pengaruh angin dari Samudera Hindia melemah. Di wilayah Selatan tinggi gelombang berkisar 0.4 m – 1.8 m hal ini kemungkinan disebabkan daerah pembentukan gelombang seakan tak terbatas sehingga membuat gelombang terbangkitkan secara sempurna, namun terjadi penurunan tinggi gelombang dibanding bulan sebelumnya hal ini bisa disebabkan oleh berkurangnya intensitas

kecepatan angin di sekitar Samudera Hindia akibat perubahan Musim. Tinggi gelombang wilayah kajian termasuk dalam kategori beaufort 0 – 5 yang berarti tenang (calm) hingga fresh breeze. Kemudian pada bulan November tinggi gelombang di wilayah Utara berkisar 0 m – 0.6 m mengalami penurunan tinggi gelombang dibanding sebelumnya hal ini bisa disebabkan pada Bulan November merupakan akhir dari Musim Peralihan 2 kemungkinan pengaruh angin dari Samudera Hindia melemah. Di wilayah Selatan tinggi gelombang berkisar 0 m – 1.4 m hal ini kemungkinan disebabkan daerah pembentukan gelombang seakan tak terbatas sehingga membuat gelombang terbangkitkan secara sempurna, namun terjadi penurunan tinggi gelombang dibanding bulan sebelumnya hal ini bisa disebabkan oleh berkurangnya intensitas kecepatan angin di sekitar Samudera Hindia akibat perubahan Musim. Tinggi gelombang wilayah kajian termasuk dalam kategori beaufort 0 – 4 yang berarti tenang (calm) hingga gentle breeze.



Gambar 16. Tinggi Gelombang Signifikan (m) Spasial Bulan Januari – Juni



Gambar 17. Tinggi Gelombang Signifikan (m) Spasial Bulan Juli – Desember

3.1.6 Klorofil

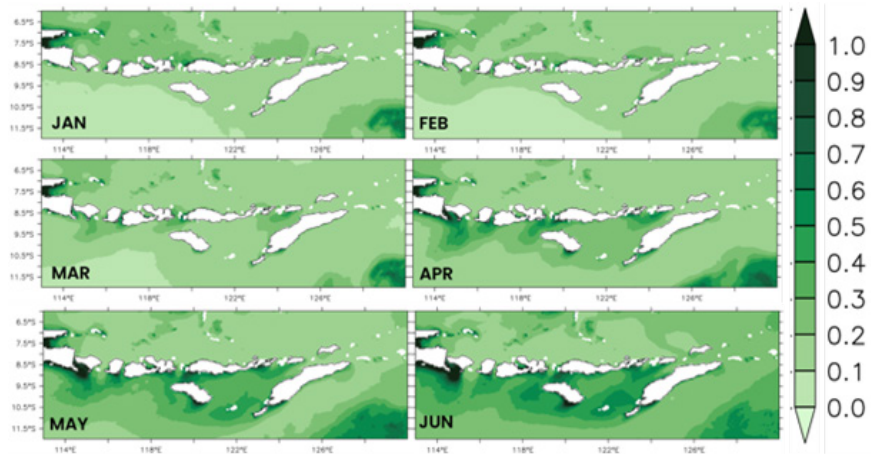
Parameter klorofil pada lokasi kajian secara umum terlihat memiliki konsentrasi lebih tinggi pada dekat pesisir daratan dan semakin berkurang ketika berada di laut lepas. Dari data rata-rata bulanan terlihat secara umum bagian selatan dari pulau-pulau di Lesser Sunda memiliki konsentrasi klorofil yang meningkat tiap bulannya dan mencapai tertinggi di bulan Juli dan Agustus dan kemudian menurun hingga mencapai terendah di bulan Desember dan Januari. Sedangkan bagian utara Lesser Sunda konsentrasi klorofil memiliki pola yang berkebalikan dengan bagian selatan, yakni konsentrasi klorofil justru meningkat ketika bulan Desember, Januari dan Februari dan menurun ketika bulan Juli dan Agustus. Akan tetapi perubahan fluktuasi klorofil di bagian utara tidak begitu signifikan seperti pada bagian selatan Lesser Sunda. Hal tersebut dikarenakan konsentrasi klorofil di Lesser Sunda berubah-ubah mengikuti pola fluktuasi musiman dari angin dan arus di perairan Indonesia.

Pada bulan Desember, Januari, Februari (Musim Barat) Gambar 18 menunjukkan sebaran klorofil yang cukup rendah di laut lepas dan sedikit terkonsentrasi di dekat pesisir pulau-pulau, pada laut lepas umumnya nilai klorofil hanya berkisar $0 \text{ mg/m}^3 - 0.1 \text{ mg/m}^3$ dan pada wilayah pesisir cukup tinggi terutama di sekitar wilayah Lembar, Gili Balu, dan Badjo dengan nilai konsentrasi klorofil berkisar $0.5 \text{ mg/m}^3 - 0.9 \text{ mg/m}^3$. Pada bulan Desember konsentrasi klorofil di Lesser Sunda sangat rendah dengan dominasi nilai $0 \text{ mg/m}^3 - 0.1 \text{ mg/m}^3$, bahkan pada beberapa wilayah pesisir hanya mencapai sekitar 0.4 mg/m^3 . Kemudian memasuki bulan Januari konsentrasi di laut lepas tidak begitu berbeda signifikan dari bulan Desember dengan kisaran nilai $0 \text{ mg/m}^3 - 0.1 \text{ mg/m}^3$ pada bagian selatan dan pada bagian utara sedikit lebih tinggi dengan kisaran $0.1 \text{ mg/m}^3 - 0.2 \text{ mg/m}^3$. Konsentrasi lebih tinggi ditemukan di sekitar pesisir seperti Lembar, Gili Balu, dan sekitar Bajo dengan konsentrasi berkisar $0.5 \text{ mg/m}^3 - 0.9 \text{ mg/m}^3$. Kemudian memasuki bulan Februari konsentrasi klorofil nampak cenderung meningkat ke arah selatan hal itu terlihat dari konsentrasi klorofil di utara yang mulai berkurang dari yang didominasi 0.2 mg/m^3 menjadi sekitar 0.1 mg/m^3 . Selain itu terlihat juga di Selat Lombok pola konsentrasi klorofil ke arah selatan. Pada bagian selatan nampak mulai meningkat 0.1 mg/m^3 dari bulan sebelumnya. Konsentrasi klorofil di Lembar, Gili Balu, dan Bajo mulai berkurang dan juga mulai menyebar ke selatan dengan konsentrasi berkisar $0.4 \text{ mg/m}^3 - 0.7 \text{ mg/m}^3$. Secara umum wilayah Lesser Sunda memiliki kriteria kesuburan oligotropik yang berarti nilai kesuburan rendah berdasarkan data klorofil.

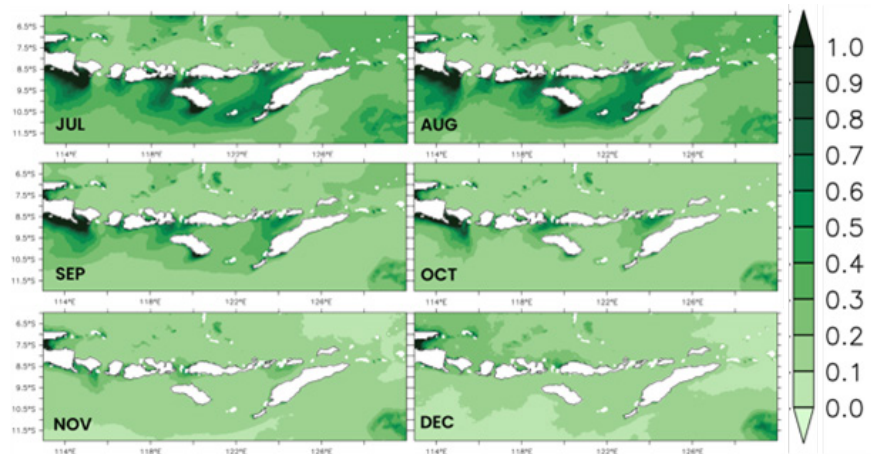
Pada bulan Maret, April, Mei (Musim Peralihan I) Gambar 18 menunjukkan sebaran klorofil yang semakin meningkat tiap bulannya dan semakin meluas konsentrasi klorofil yang memiliki nilai berkisar $0.1 \text{ mg/m}^3 - 0.3 \text{ mg/m}^3$ di laut lepas. Pola tiap bulan juga terlihat cenderung meningkat ke arah selatan. Pada bulan Maret konsentrasi klorofil masih terlihat rendah berkisar 0.1 mg/m^3 di laut lepas baik di bagian utara maupun di selatan, namun sudah mulai terlihat luasan konsentrasi bernilai $0.2 \text{ mg/m}^3 - 0.3 \text{ mg/m}^3$ semakin meluas menjauhi daratan. Kemudian pada bulan April sebaran klorofil semakin meningkat dan terlihat konsentrasi ke arah selatan dari pulau-pulau di Lesser Sunda. Pada bagian utara konsentrasi klorofil cukup rendah hanya berkisar 0.1 mg/m^3 . Kemudian pada bagian selatan mulai cukup tinggi dan meluas dengan konsentrasi berkisar $0.1 \text{ mg/m}^3 - 0.5 \text{ mg/m}^3$ seperti pada selatan P.Bali, Selat Alas, TN Komodo, P.Sumba, dan Selatan Alor. Kemudian memasuki bulan Mei konsentrasi klorofil di Lesser Sunda nampak meningkat dari bulan sebelumnya, terutama pada bagian selatan yang mulai didominasi oleh konsentrasi klorofil berkisar $0.2 \text{ mg/m}^3 - 0.5 \text{ mg/m}^3$, sedangkan pada bagian utara masih sedikit dan hanya berkisar 0.1 mg/m^3 .

Pada bulan Juni, Juli, Agustus (Musim Timur) merupakan musim yang memiliki konsentrasi klorofil tertinggi dalam satu tahun, terutama pada bulan Juli dan Agustus. Konsentrasi klorofil yang tinggi terlihat pada bagian selatan pulau-pulau di Lesser Sunda dengan luasan daerah yang mengalami peningkatan konsentrasi semakin luas. Konsentrasi yang cukup tinggi tersebut terlihat di beberapa titik yakni di bagian selatan Pulau Jawa hingga Bali, selatan Pulau Sumba, dan selatan Pulau Sumbawa. Pada bulan Juni di bagian utara Lesser Sunda masih terlihat sedikit konsentrasi klorofil yang hanya berkisar $<0.1 \text{ mg/m}^3 - 0.2 \text{ mg/m}^3$ sedangkan pada bagian selatan nampak konsentrasi klorofil semakin luas di laut lepas dengan kisaran konsentrasi klorofil $0.2 \text{ mg/m}^3 - 0.5 \text{ mg/m}^3$. Pada wilayah Selat Bali dan Selatan P. Sumba juga nampak konsentrasi klorofil yang sangat tinggi mencapai kisaran $>1 \text{ mg/m}^3$, sementara itu di sekitar Laut Sawu konsentrasi klorofil mencapai kisaran 0.5 mg/m^3 . Memasuki bulan Juli konsentrasi klorofil secara umum semakin meningkat terutama pada bagian selatan Lesser Sunda, sedangkan pada bagian utara hanya mengalami sedikit perubahan di sebelah timur yang berkisar $<0.1 \text{ mg/m}^3 - 0.3 \text{ mg/m}^3$. Konsentrasi klorofil semakin meluas dan meningkat terutama di daerah selatan dari P. Lombok, TN Komodo, dan Laut Sawu yang berkisar $0.6 \text{ mg/m}^3 - 1 \text{ mg/m}^3$, kemudian pada Selat Bali masih sangat tinggi dengan nilai $>1 \text{ mg/m}^3$. Memasuki bulan Agustus konsentrasi klorofil secara umum di Lesser Sunda masih cukup tinggi dan tidak begitu berbeda jauh dengan bulan sebelumnya. Pada bagian utara masih berkisar $<0.1 \text{ mg/m}^3 - 0.3 \text{ mg/m}^3$. Kemudian pada bagian selatan konsentrasi klorofil masih cukup tinggi terutama di wilayah Selat Bali, Selatan P. Sumba, dan selatan P. Rinca dengan kisaran $>1 \text{ mg/m}^3$, kemudian pada daerah Laut Sawu dan Selatan P. Lombok berkisar $0.5 \text{ mg/m}^3 - 0.7 \text{ mg/m}^3$. Tingginya konsentrasi klorofil pada musim timur diduga terkait dengan adanya fenomena upwelling yang membawa nutrisi terlarut dari lapisan bawah menuju ke permukaan sehingga dapat dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk berfotosintesis (Ningsih et al 2013). Lokasi yang kaya klorofil tersebut termasuk dalam Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP573) sehingga termasuk daerah yang tingkat kesuburan dan produktivitas primer tinggi dan berpotensi tinggi sebagai daerah penghasil tangkapan ikan.

Pada bulan September, Oktober, November (Musim Peralihan II) Gambar 19 menunjukkan sebaran konsentrasi klorofil yang mulai berkurang tiap bulannya. Pada bulan September terlihat secara umum luasan konsentrasi klorofil semakin mengecil. Pada bagian utara konsentrasi klorofil didominasi berkisar 0.1 mg/m^3 dan pada bagian selatan menurun dengan kisaran konsentrasi klorofil $0.2 \text{ mg/m}^3 - 0.7 \text{ mg/m}^3$ terutama pada sekitar Laut Sawu, selatan TN Komodo dan Selat Alas. Sementara pada Selat Bali dan selatan P. Sumba masih cukup tinggi berkisar 1 mg/m^3 namun dengan luasan yang lebih kecil. Kemudian pada bulan Oktober konsentrasi klorofil secara umum semakin berkurang di laut lepas, baik di bagian utara maupun di selatan dengan dominasi berkisar 0.1 mg/m^3 . Beberapa lokasi di pesisir yang masih terlihat cukup konsentrasi klorofil berada pada selatan Alor, sekitar TN Komodo dan Selat Alas dengan nilai berkisar $0.2 \text{ mg/m}^3 - 0.5 \text{ mg/m}^3$. Kemudian pada wilayah Selat Bali masih cukup tinggi berkisar $>1 \text{ mg/m}^3$ namun dengan luasan konsentrasi yang semakin berkurang. Kemudian memasuki bulan November terlihat konsentrasi klorofil menurun drastis dan terlihat didominasi oleh nilai berkisar 0.1 mg/m^3 di laut lepas. Lokasi yang masih terlihat konsentrasi klorofil ada pada sekitar Selat Bali dan Nusa Penida dengan kisaran $0.2 \text{ mg/m}^3 - 0.4 \text{ mg/m}^3$, kemudian pada Selat Alas berkisar $0.1 \text{ mg/m}^3 - 0.3 \text{ mg/m}^3$, sekitar TN Komodo berkisar $0.1 \text{ mg/m}^3 - 0.4 \text{ mg/m}^3$, dan pada sekitar Alor dengan konsentrasi klorofil berkisar $0.2 \text{ mg/m}^3 - 0.3 \text{ mg/m}^3$. Wilayah Lesser Sunda secara umum pada bulan ini memiliki kriteria kesuburan oligotropik – mesotropik yang berarti nilai kesuburan rendah berdasarkan data klorofil.



Gambar 18. Konsentrasi Klorofil Rataan Bulanan Bulan Januari – Juni



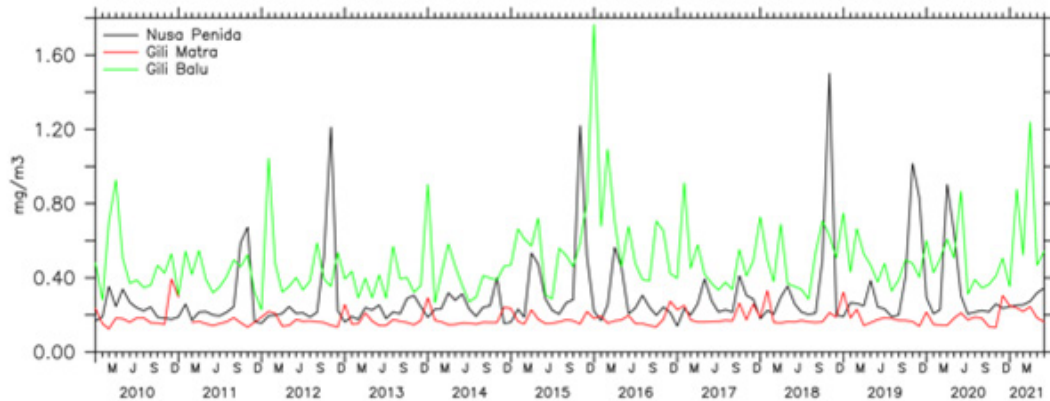
Gambar 19. Konsentrasi Klorofil Rataan Bulanan Bulan Juli – Desember

Konsentrasi klorofil pada wilayah Nusa Penida dari tahun 2010 – 2021 ditunjukkan oleh plot warna hitam yang terlihat berfluktuasi disekitar 0.20 mg/m³ – 1.40 mg/m³ pada Gambar 20. Pada Musim Barat konsentrasi klorofil di Nusa Penida bernilai rendah berkisar 0.20 mg/m³. Kemudian pada saat Musim Peralihan I mengalami peningkatan berkisar 0.30-0.40 mg/m³. Pada Musim Timur konsentrasi klorofil mengalami penurunan kembali berkisar 0.20 mg/m³. Pada Musim Peralihan II konsentrasi klorofil meningkat pesat dan mencapai nilai tertinggi berkisar 0.70 mg/m³ - 1.40 mg/m³.

Pada wilayah Gili Matra konsentrasi klorofil yang ditunjukkan oleh garis merah terlihat cenderung stabil dengan konsentrasi klorofil berkisar 0.15 mg/m³ - 0.25 mg/m³ pada Gambar 20. Pada Musim Barat konsentrasi klorofil di Gili Matra mencapai nilai tertinggi dengan kisaran nilai 0.25 mg/m³. Kemudian ketika Musim Peralihan I mengalami penurunan berkisar 0.18 mg/m³ – 0.20 mg/m³. Hal serupa masih terjadi ketika Musim Timur konsentrasi klorofil cenderung sama dengan saat Musim Peralihan I yang berkisar 0.18 mg/m³ – 0.20 mg/m³. Pada Musim Peralihan II konsentrasi klorofil sedikit menurun berkisar 0.15 mg/m³.

Pada wilayah Gili Balu konsentrasi klorofil yang ditunjukkan oleh garis hijau terlihat dominan berfluktuasi berkisar 0.30 mg/m³ – 1.20 mg/m³ pada Gambar 20. Pada Musim Barat konsentrasi klorofil di Gili Balu berada pada nilai tertinggi dengan kisaran 0.70 mg/m³ - 1.20 mg/m³. Kemudian pada Musim Peralihan I sedikit menurun dengan kisaran 0.40 mg/m³ – 0.70 mg/m³. Pada Musim Timur di wilayah Gili Balu

justeru menunjukkan nilai konsentrasi klorofil yang terendah dengan kisaran 0.30 mg/m³ – 0.40 mg/m³ berbalik dengan kondisi perairan Lesser Sunda yang umumnya pada Musim Timur mencapai nilai tertinggi. Kemudian pada Musim Peralihan II konsentrasi klorofil kembali meningkat berkisar 0.50 mg/m³ – 0.60 mg/m³.



Gambar 20. Plot Deret Waktu Klorofil Laut Selama 2010-2021

3.2 OSEANOGRAFI KIMIA

3.2.1 Nitrat

Parameter nitrat di perairan lokasi kajian secara umum berkisar 0.01 mmol/m³ – 2 mmol/m³ yang bervariasi antar bulannya. Dari data rata-rata bulanan terlihat secara umum konsentrasi nitrat di lokasi kajian lebih didominasi di sekitar pesisir daratan. Pola konsentrasi nitrat juga dipengaruhi oleh dinamika perairan yang di sekitar Lesser Sunda yang umumnya disebabkan oleh variasi musiman.

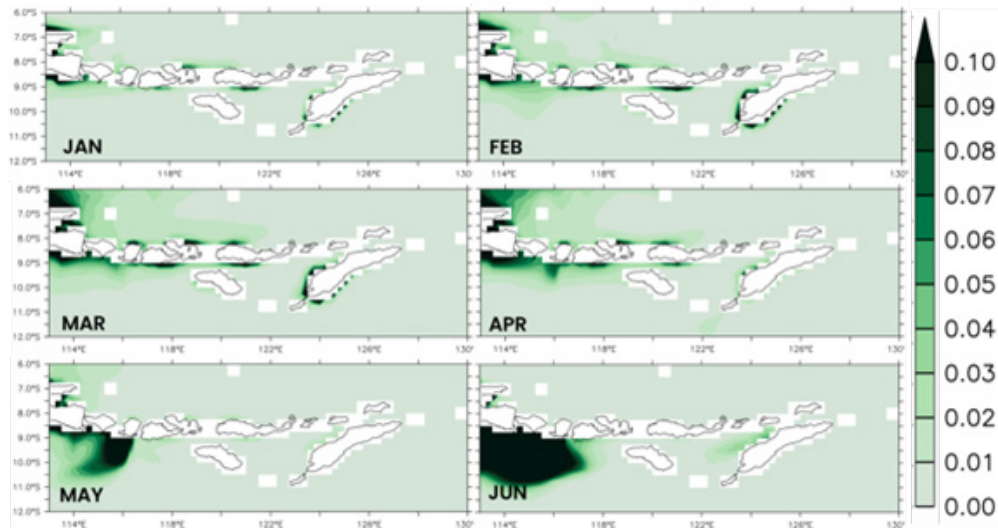
Pada bulan Desember, Januari, Februari (Musim Barat) Gambar 21 menunjukkan konsentrasi nitrat dominan di sekitar pesisir terutama pada P. Jawa, P.Bali, P.Lombok, P.Sumbawa, dan Pulau Timor dengan peningkatan luasan konsentrasi nitrat tiap bulannya. Konsentrasi nitrat di pesisir berkisar 0.06 mmol/m³ – 0.1 mmol/m³ dan pada laut lepas kurang dari 0.01 mmol/m³.

Pada bulan Maret, April, Mei (Musim Peralihan I) Gambar 21 menunjukkan konsentrasi nitrat sedikit mengalami perubahan dengan meluasnya area konsentrasi nitrat di bagian barat Lesser Sunda (Selat Bali dan Selat Lombok) dan berkurangnya konsentrasi nitrat di sebelah timur (P. Sumbawa dan P. Timor). Konsentrasi nitrat

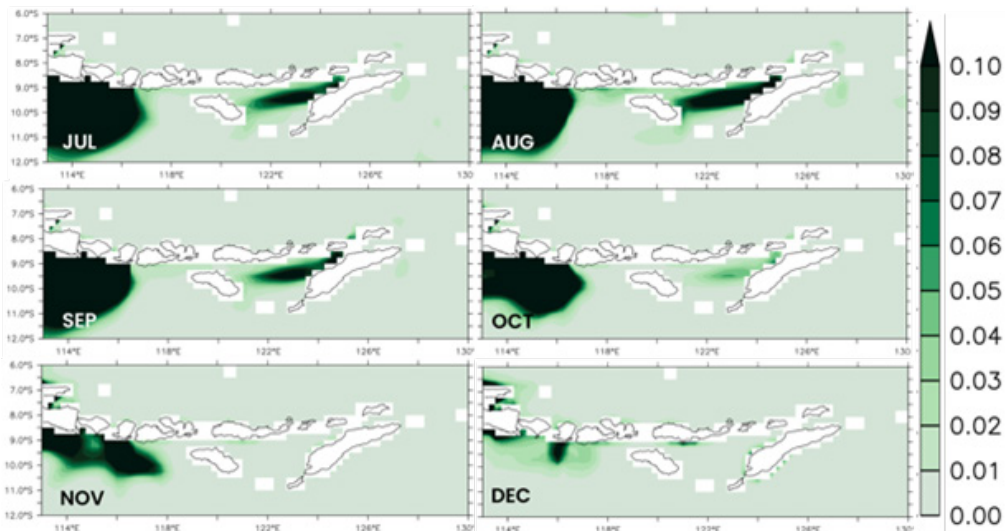
di sekitar Selat Bali dan Selat Lombok berkisar 0.06 mmol/m³ – 0.1 mmol/m³, sementara pada bagian timur (P.Sumbawa dan P. Timor) berkisar 0.01 mmol/m³ – 0.05 mmol/m³.

Pada bulan Juni, Juli, Agustus (Musim Timur) Gambar 22 menunjukkan konsentrasi nitrat di laut lepas cukup sedikit akan tetapi pada area tertentu mengalami peningkatan dari bulan sebelumnya terutama di bagian selatan Selat Lombok dan di Selat Ombai, pada area Selat Lombok konsentrasi nitrat saat Musim Timur cukup tinggi berkisar 0.4 mmol/m³ – 2 mmol/m³. Sementara pada area Selat Ombai konsentrasi nitrat berkisar 0.04 mmol/m³ – 0.20 mmol/m³.

Pada bulan September, Oktober, November (Musim Peralihan II) Gambar 22 menunjukkan konsentrasi nitrat mengalami penurunan antar bulannya terutama pada area bagian selatan Selat Lombok dan Selat Ombai. Pada area Selat Lombok konsentrasi nitrat berkisar 0.1 mmol/m³ – 1.2 mmol/m³, sementara pada area Selat Ombai konsentrasi nitrat berkisar 0.01 mmol/m³ – 0.1 mmol/m³.



Gambar 21. Konsentrasi Nitrat Rataan Bulanan Bulan Januari – Juni

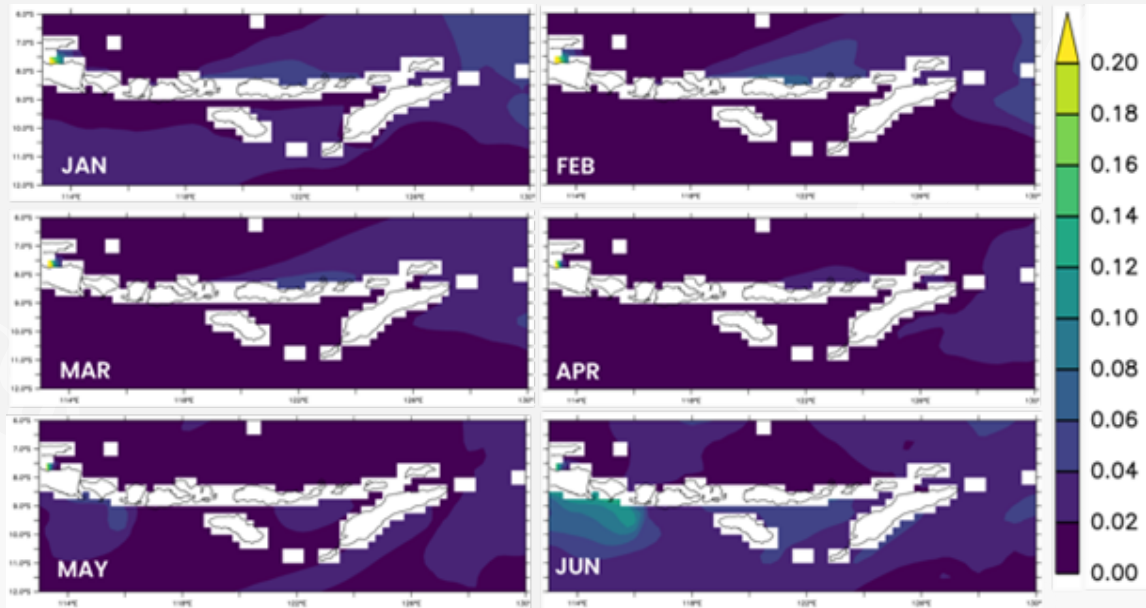


Gambar 22. Konsentrasi Nitrat Rataan Bulanan Bulan Juli – Desember

3.2.2 Fosfat

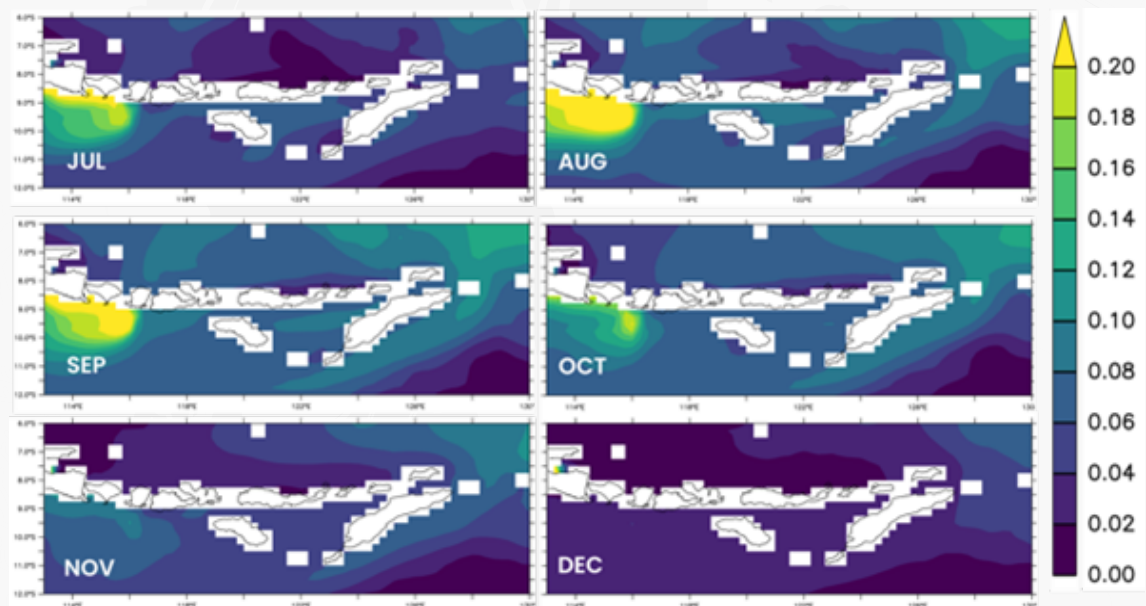
Parameter fosfat di perairan lokasi kajian secara umum berkisar 0.01 mmol/m³ – 0.2 mmol/m³ yang bervariasi antar bulannya. Dari data rata-rata bulanan terlihat secara umum konsentrasi fosfat di lokasi kajian lebih didominasi di sekitar selatan dari P. Bali. Pola konsentrasi fosfat juga dipengaruhi oleh dinamika perairan yang di sekitar Lesser Sunda yang umumnya disebabkan oleh variasi musiman.

Pada bulan Desember, Januari, Februari yang mewakili Musim Barat, menunjukkan konsentrasi fosfat di Lesser Sunda cukup kecil baik di pesisir maupun di laut lepas. Konsentrasi fosfat pada musim barat berkisar 0.01 mmol/m³ – 0.04 mmol/m³ yang lebih didominasi di sekitar Laut Flores. Pada bulan Maret, April, Mei atau Musim Peralihan I, konsentrasi fosfat di Lesser Sunda mengalami penurunan dari bulan sebelumnya dengan konsentrasi hanya berkisar 0.01 mmol/m³ – 0.02 mmol/m³ di seluruh area lokasi kajian (Gambar 23).



Gambar 23. Konsentrasi Fosfat Rataan Bulanan Bulan Januari – Juni

Pada bulan Juni, Juli, Agustus atau Musim Timur, konsentrasi fosfat mulai meningkat di seluruh Lesser Sunda. Peningkatan yang signifikan terjadi di sekitar selatan P. Bali dengan kisaran konsentrasi 0.1 mmol/m³ – 0.2 mmol/m³. Sementara pada laut lepas konsentrasi fosfat bervariasi dari rentang 0.02 mmol/m³ – 0.10 mmol/m³. Pada bulan September, Oktober, November atau Musim Peralihan II, konsentrasi fosfat mulai terlihat pola menurun antar bulannya. Pada selatan P. Bali konsentrasi mulai menurun dari kisaran 0.20 mmol/m³ menjadi 0.08 mmol/m³ saat bulan November. Sedangkan pada laut lepas juga terlihat menurun dengan kisaran konsentrasi 0.08 mmol/m³ – 0.10 mmol/m³ (Gambar 24).

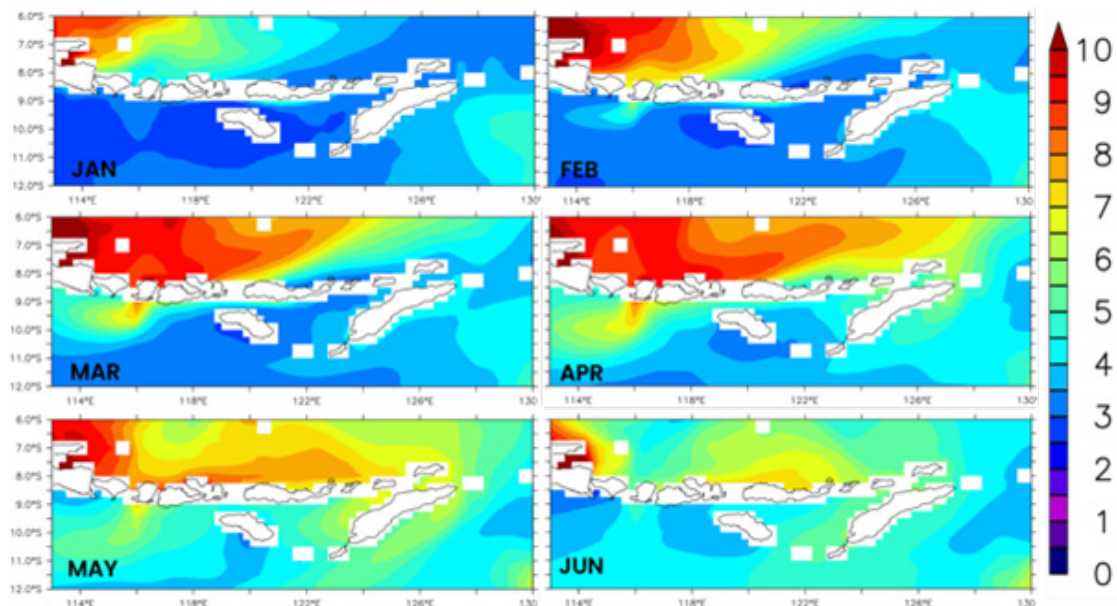


Gambar 24. Konsentrasi Fosfat Rataan Bulanan Bulan Juli – Desember

3.2.3 Silikat

Parameter silikat di perairan lokasi kajian secara umum berkisar 1 mmol/m³ – 10 mmol/m³ yang bervariasi antar bulannya. Dari data rata-rata bulanan terlihat secara umum konsentrasi silikat di lokasi kajian lebih didominasi pada bagian utara dari Laut Jawa hingga Laut Flores. Pola konsentrasi fosfat juga dipengaruhi oleh dinamika perairan yang di sekitar Lesser Sunda yang umumnya disebabkan oleh variasi musiman.

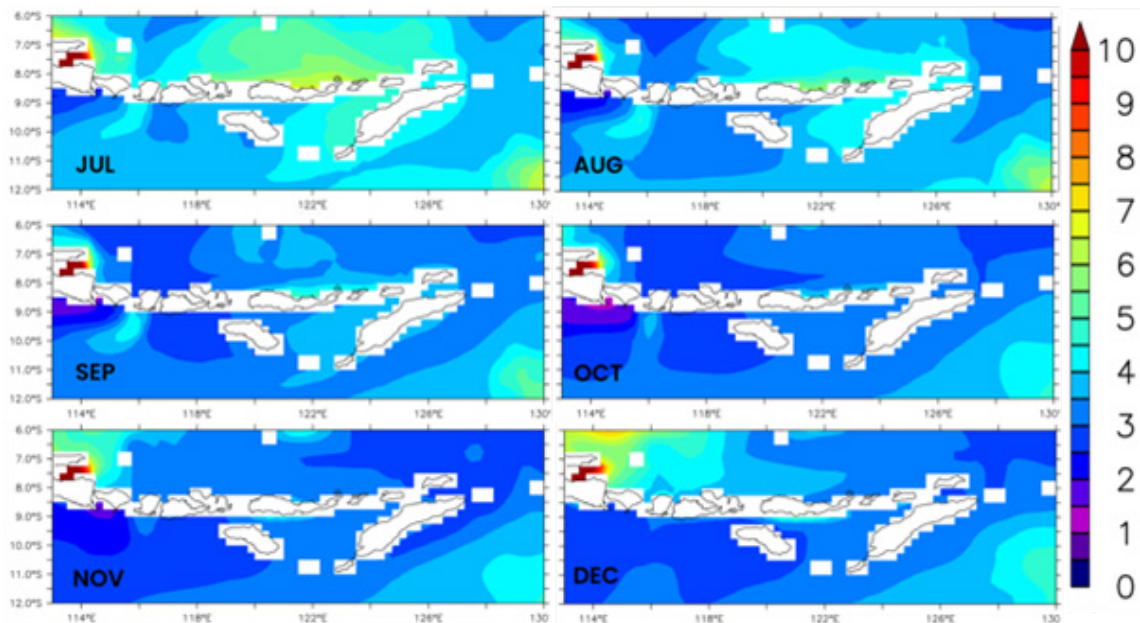
Pada bulan Desember, Januari, Februari (Musim Barat), konsentrasi silikat terlihat cukup tinggi terutama di bagian utara Laut Bali dan Selat Lombok. Dari variasi bulannya terlihat konsentrasi silikat semakin meluas ke arah Laut Flores dengan kisaran konsentrasi mencapai 5 mmol/m³ – 10 mmol/m³. Pada bagian timur Laut Flores masih minim konsentrasi silikat berkisar 3 mmol/m³ – 4 mmol/m³. Hal yang sama terjadi pada bagian selatan yang cukup minim konsentrasi silikat dengan nilai kisaran 2 mmol/m³ – 3 mmol/m³ (Gambar 25).



Gambar 25. Konsentrasi Silikat Rataan Bulanan Bulan Januari – Juni

Pada bulan Maret, April, Mei (Musim Peralihan I) konsentrasi silikat semakin meluas di Laut Flores dengan konsentrasi berkisar 7 mmol/m³ – 10 mmol/m³. Meluasnya area konsentrasi silikat berdampak pada bagian selatan Lesser Sunda yang juga meningkat berkisar 3 mmol/m³ – 6 mmol/m³. Bagian cukup tinggi tersebut terlihat pada jalur lintasan Arlindo di Selat Lombok, Selat Ombai, dan Laut Timor.

Pada bulan Juni, Juli, Agustus (Musim Timur) konsentrasi silikat semakin berkurang antar bulannya di seluruh lokasi kajian. Pada lokasi bagian utara Lesser Sunda (Laut Flores) masih lebih tinggi dibanding dengan bagian selatan. Pada Laut Flores konsentrasi silikat berkisar 3 mmol/m³ – 7 mmol/m³, sedangkan pada bagian selatan berkisar 3 mmol/m³ – 4 mmol/m³. Pada bulan September, Oktober, November (Musim Peralihan II) menunjukkan konsentrasi silikat secara umum berkurang dari bulan sebelumnya, akan tetapi pada bulan November pada bagian utara P. Bali tampak terjadi peningkatan. Konsentrasi silikat di Lesser Sunda baik utara maupun selatan berkisar 2 mmol/m³ – 4 mmol/m³ (Gambar 26).



Gambar 26. Konsentrasi Silikat Rataan Bulanan Bulan Juni – Desember

3.3 EKOSISTEM PESISIR DI LESSER SUNDA WPPNRI 713 DAN 573.

Wilayah Lesser Sunda membentang dari Bali hingga Timor Leste, meliputi area seluas lebih dari 110 juta hektar, meliputi pulau-pulau kecil terjal yang dikelilingi oleh terumbu karang yang menjulang tinggi dengan kehidupan laut yang melimpah. Perairan Lesser Sunda terletak di persimpangan Samudra Hindia dan Pasifik, dan memiliki kombinasi kondisi unik - termasuk kedalaman saluran, arus, dan suhu - menjadikannya pusat kehidupan laut yang luar biasa kaya.

Ekosistem Pesisir di Lesser Sunda terbagi menjadi dua wilayah pengelolaan yaitu: Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia 713 (WPPNRI 713) dan Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia 573 (WPPNRI 573). Wilayah Lesser Sunda yang masuk dalam WPPNRI 713 Laut Flores dan Laut Bali. Sedangkan Wilayah Lesser Sunda yang masuk dalam wilayah WPPNRI 573 adalah Samudera Hindia Selatan Bali – hingga Selatan Laut Pulau Rote. Kedua WPPNRI yang masuk dalam kajian ini terbagi dalam 3 provinsi yaitu Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur

3.3.1 Ekosistem mangrove

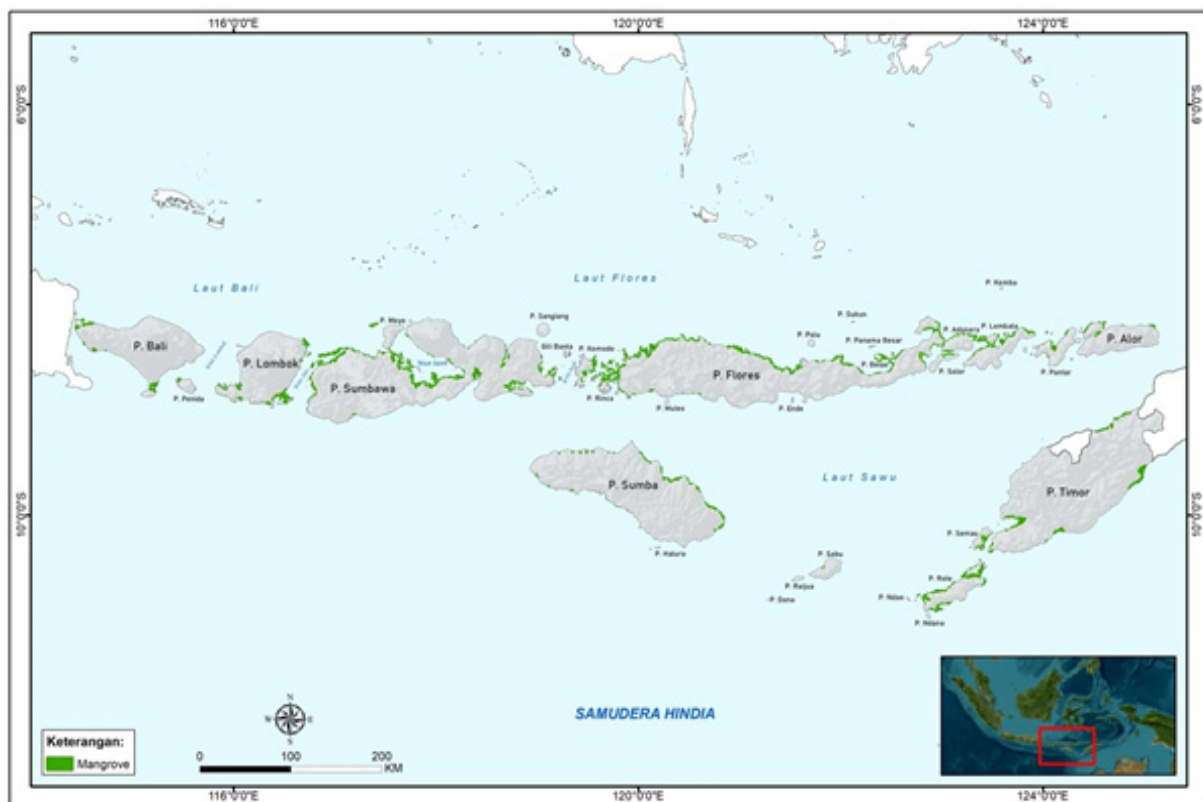
Ekosistem mangrove di Provinsi Bali, NTB, dan NTT mencapai 33. 678,26 Ha yang terbagi pada WPPNRI 713 dan 573. Ekosistem Mangrove di WPPNRI 713 tersebar di Teluk Lombok Sanggatta, Teluk Saleh NTB, dan pesisir utara Maumere yang mencapai 7.973,13 Ha, sedangkan Ekosistem Mangrove di WPPNRI 573 tersebar di Selatan Bali, NTB, NTT yang mencapai 27706, 13 Ha. Provinsi Nusa Tenggara Timur merupakan provinsi yang memiliki luasan mangrove terbesar yaitu mencapai 20741, 11 Ha, dibandingkan dua provinsi lainnya di Lesser Sunda.

Mangrove yang tersebar di Lesser Sunda pada WPPNRI 573 berdasarkan kelompoknya terdiri

atas mangrove sejati (mayor), mangrove penunjang (minor), dan asosiasi mangrove. Perdanahardja dan Lionata, (2017) mengidentifikasi setidaknya ada 15 jenis mangrove di Lesser Sunda. Kelompok mangrove sejati (mayor) mendominasi antara lain *Avicennia* spp, *Lumnitzera* spp, *Rhizophora* sp, *Sonetaria alba*, *Bruguiera* spp, *Excoecaria* spp, *Xylocarpus* dan *Nypa* spp.

Tabel 2. Luasan Ekosistem Mangrove di Lesser Sunda

Provinsi	WPPNRI	Luasan (Ha)
BALI	573	1831.13
BALI	713	231.19
NTB	573	7111.47
NTB	713	3,764.36
NTT	573	16763.53
NTT	713	3,977.58



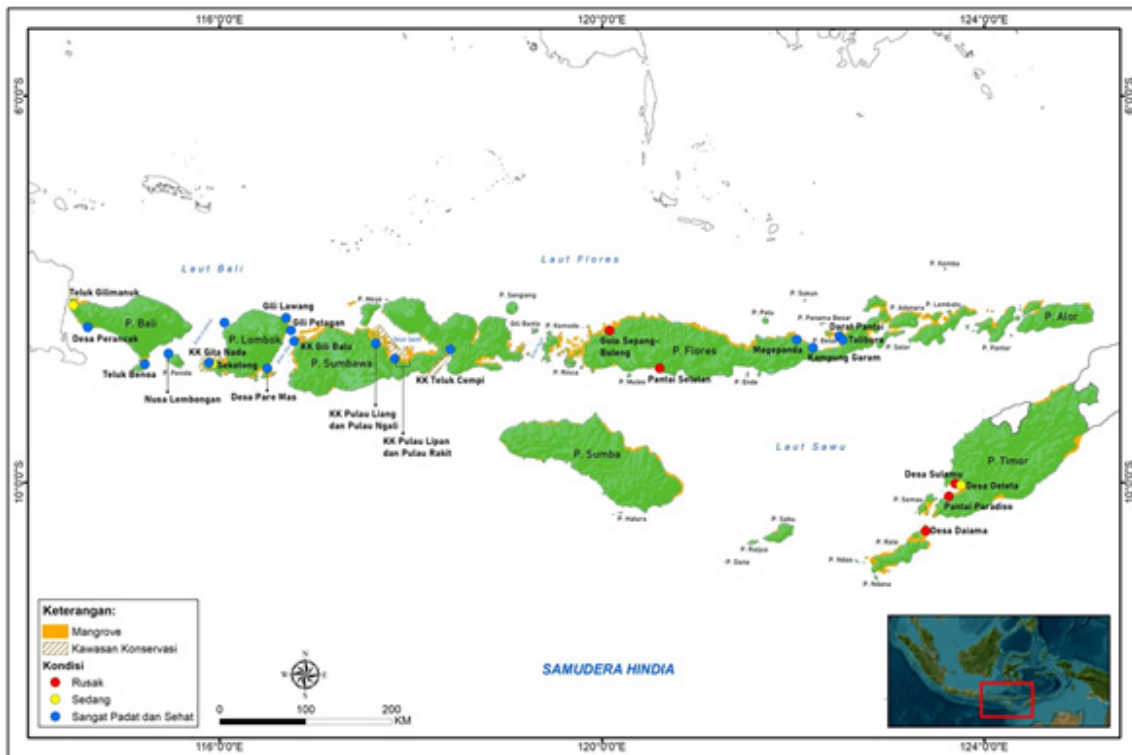
Sumber: Draft RPP WPPNR 713 dan 573

Gambar 27. Sebaran Ekosistem Mangrove di Provinsi Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur

Tabel 3. Kondisi Ekosistem Mangrove di Provinsi Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur

No	Provinsi	Kabupaten	Lokasi	Keterangan	Referensi
1	NTB	Dompu	SAP Teluk Cempi	Sangat padat dan sehat	WCS, 2021
2	NTB	Sumbawa	TWP Liang ngali	Sangat padat dan sehat	WCS, 2021
3	NTB	Sumbawa	SAP Rakit lipan	Sangat padat dan sehat	WCS, 2021
4	NTB	Lombok Barat	TWP Gita Nada	Sangat padat dan sehat	WCS, 2021
5	NTB	Lombok Timur	Gili Lawang	Sangat padat dan sehat	WCS, 2021
6	NTB	Lombok Timur	Desa Pare Mas	Sangat padat dan sehat	Lestariningsih et al 2022.
7	NTB	Lombok Barat	Sekotong	Sedang	WCS, 2021
8	NTB	Lombok Utara	Gili Matra	Sangat padat dan sehat	ICCTF 2022
9	NTB	Lombok Utara	Gili Balu	Sangat padat dan sehat	ICCTF 2022
10	NTB	Lombok Timur	Gili Petanggan	Sangat padat dan sehat	Subhan, 2017
11	Bali	Badung	Teluk Benoa	Sangat padat dan sehat	Dewi et al. 2021.
12	Bali	Jembrana	Teluk Gili Manuk	Sedang	Rahman, 2016
13	Bali	Jembrana	Mangrove Estuaria Perancak	Sangat padat dan sehat	Kresnabayu et al., 2018
14	Bali	Klungkung	Nusa Lembongan	Sangat padat dan sehat	Palguna et al., 2017
16	NTT	Kupang	Pantai Paradiso	Rusak	Seran, 2018
17	NTT	Kupang	Desa Sulamu	Rusak	Seran, 2018
18	NTT	Kupang	Desa Oeteta	Sedang	Ariandini et al., 2021
19	NTT	Rote Ndao	Desa Daiama - Rote Ndao	Rusak	Ngoma et al., 2020.
20	NTT	Maumere	Darat Pantai	Sangat padat dan sehat	Vincentius et al 2019
21	NTT	Maumere	Talibura	Sangat padat dan sehat	Vincentius et al 2019
22	NTT	Maumere	Kampung Garam	Sangat padat dan sehat	Vincentius et al 2019
23	NTT	Maumere	Magenpada	Sangat padat dan sehat	Vincentius et al 2019
24	NTT	Manggarai Timur	Pantai Selatan	Rusak	Dani et al., 2021.
25	NTT	Manggarai Barat	Golo Sepang - Boleng	Rusak	Hidayatullah and Pujiono, 2014
26	NTT	Alor	Pantai Sebanjar	Rusak	Koda, 2021.
27	NTT	Lembata	Kalikur Waikorleulaleng - Buyasur	Sedang	Goasyah et al., 2021

Kondisi ekosistem mangrove di Lesser Sunda baik di WPPNRI 713 dan 573 didominasi pada status sehat. Namun demikian beberapa ekosistem mangrove mengalami degradasi yang cukup besar dalam beberapa dekade akibat aktivitas pemanfaatan. Beberapa faktor utama pendorong menurunnya kondisi mangrove di Lesser Sunda terakhir diantaranya: konversi lahan menjadi tambak, pemanfaatan mangrove sebagai arang, dan kegiatan pendukung perikanan. Namun demikian, terdapat beberapa hutan mangrove telah dimanfaatkan untuk pengembangan wisata dan penyediaan bibit seperti di Wilayah Bali dan Lombok. Pemanfaatan tersebut dilakukan bersama antara masyarakat dan pemerintah melalui Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dan Kementerian Kelautan dan Perikanan untuk dimanfaatkan menjadi tempat wisata.



Sumber: Draft RPP WPPNR 713 dan 573

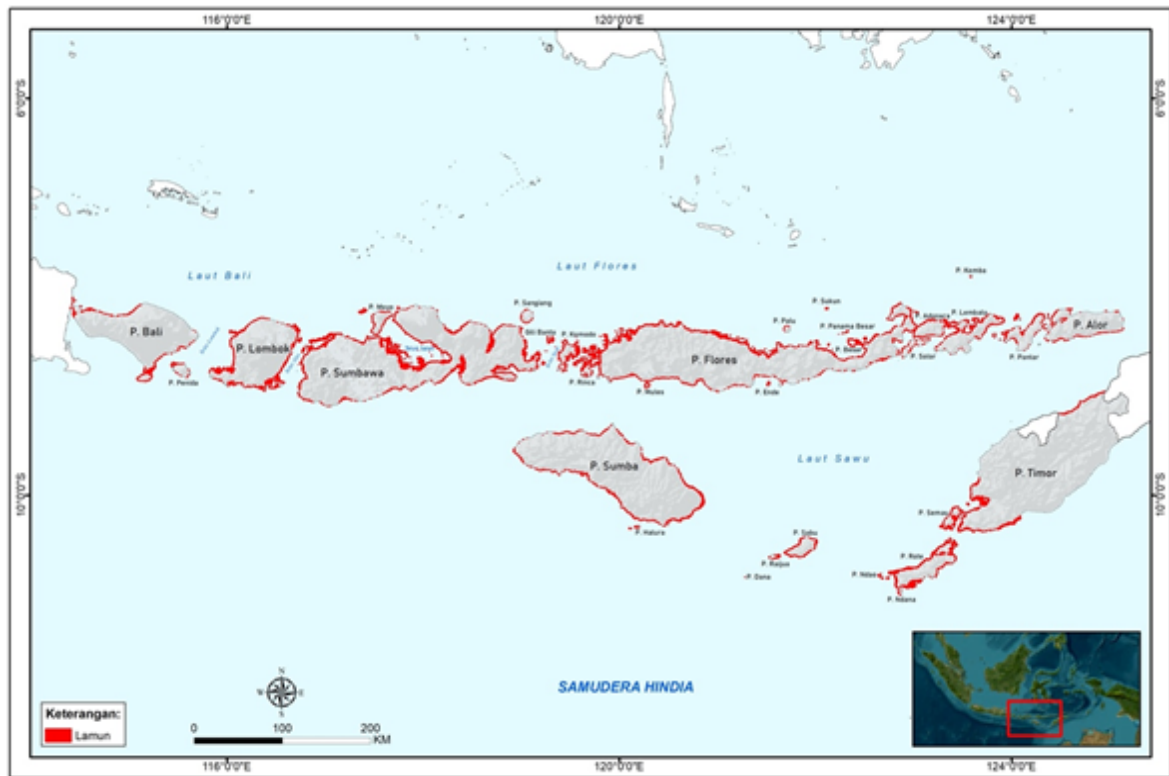
Gambar 28. Kondisi Ekosistem Mangrove di Provinsi Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur

3.3.2 Ekosistem lamun

Padang lamun di Lesser Sunda memiliki luasan 266.803,23 Ha yang terdiri dari 191.827, 20 Ha di WPPNRI 573 atau selatan Lesser Sunda, dan 74.976,03 Ha di bagian utara atau WPPNRI 713. Provinsi Nusa Tenggara Timur memiliki luasan lamun tertinggi di Lesser Sunda yaitu 163.510,08 Ha, kemudian Provinsi Nusa Tenggara Barat memiliki luasan 94.260, 18 Ha, dan Bali dengan luasan 9032,97 Ha.

Tabel 4. Ekosistem Lamun di Lesser Sunda

Provinsi	WPPNRI	Luasan (Ha)
BALI	573	6846.96
BALI	713	2,186.01
NTB	573	57560.88
NTB	713	36,699.29
NTT	573	127419.35
NTT	713	36,090.72



Sumber: Draft RPP WPPNR 713 dan 573

Gambar 29. Sebaran Lamun di Provinsi Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur.

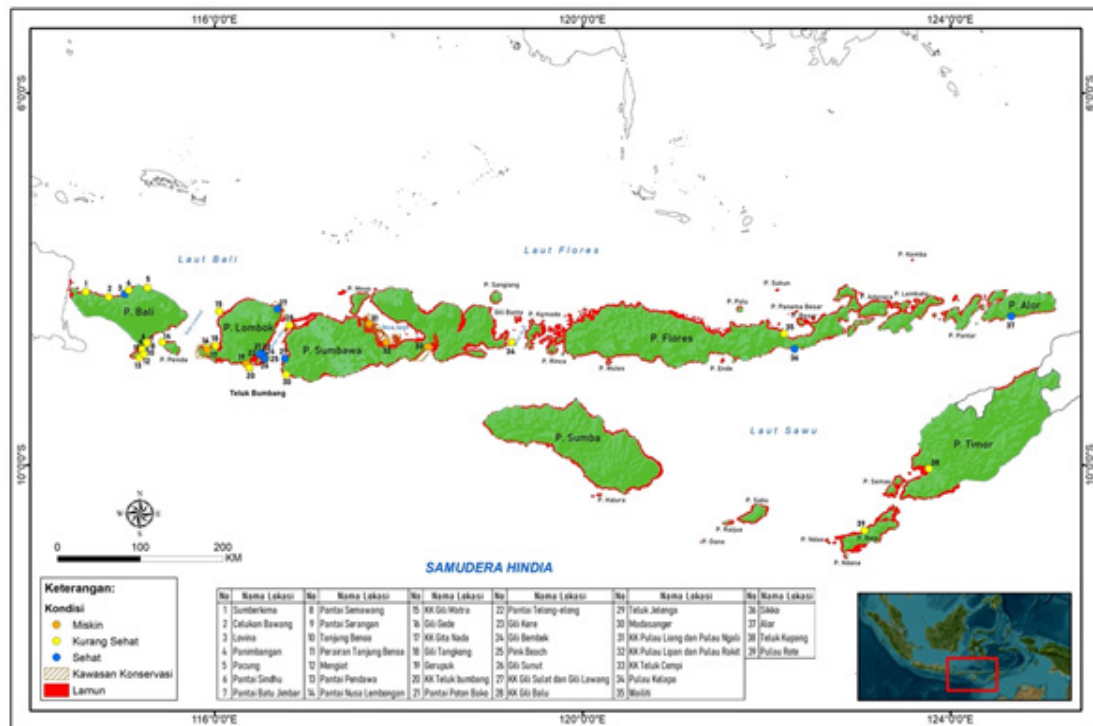
Perdanahardja dan Lionata, (2017), menyatakan setidaknya 10 jenis lamun teridentifikasi di Lesser Sunda. Di beberapa lokasi padang di Lesser Sunda menjadi habitat penyu, dan dugong. Di pantai selatan Bali ditemukan 8 jenis lamun yaitu *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Syringodium isoetifolium*, *Cymodocea rotundata*, *Halophila ovalis*, *Halodule uninervis*, *Cymodocea serrulate*, *Halodule pinifolia* (Faiqoh et al, 2017) di mana lamun yang paling banyak adalah *Thalassia hemprichii*. Di Nusa Tenggara Barat, Padang lamun hanya ditemukan di beberapa wilayah yaitu teluk Jukung Tanjung Luar, Pantai Kute dan Gerupuk dengan kondisi keanekaragaman sedang. Sementara Padang lamun di Nusa Tenggara Timur ditemukan di Kupang dan Pulau Rote dengan luasan 52,82 Ha dan 228, 33 Ha dengan kategori rusak (Giyanto et al., 2015). Jenis lamun yang paling sering ditemukan khususnya di Pulau Rote adalah *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichii*, *Enhalus acoroides*, *Halophila uninervis*, *Syringodium* dan *isoetifolium*.

Tabel 5. Kondisi Ekosistem Lamun di Provinsi Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur

No	Provinsi	Kabupaten	Lokasi	Kondisi	Referensi
1	NTT	Mauere	Sikka	Sehat	Sjafrie et al., 2018
2	NTT	Alor		Sehat	Supriyadi et al., 2018
3	NTT	Rotendao	Pulau Rote	Kurang sehat	Supriyadi et al., 2018
4	NTT	Kupang	Teluk Kupang	Kurang sehat	Supriyadi et al., 2018
5	NTT	Sikka	Wailiti	Kurang sehat	Riniatsih and Munasik, 2017
6	NTB	Bima	Pulau Kelapa	Kurang sehat	Marlina et al., 2021
7	NTB	Lombok Timur	Gili Kere dan Poton Bakau.	Kurang sehat	Dewi et al., 2021
8	NTB	Lombok Barat	Gili Tangkong	Kurang sehat	Rahman et al., 2021

9	NTB	Lombok Barat	Gili Gede	Kurang sehat	Rahman et al., 2021
10	NTB	Lombok Timur	Pink Beach	Kurang sehat	Widiyanti and Hartina. 2020.
11	NTB	Sumbawa Barat	Teluk Jelenga	Sehat	Yusuf, 2020
12	NTB	Sumbawa Barat	Madasanger	Kurang sehat	Khairunnisa et al., 2019
13	NTB	Lombok Timur	Pantai Poton Bakau	Sehat	
14	NTB	Lombok Timur	Gili Kere	Sehat	
15	NTB	Lombok Timur	Gili Bembek	Sehat	
16	NTB	Lombok Timur	Gili Sunut	Sehat	
17	NTB	Lombok Timur	Pantai Te Elong-elong	Sehat	
18	NTB	Lombok Timur	TWP Gili Sulat - Lawang	Sehat	
19	NTB	Lombok Utara	Gili Matra	Kurang sehat	ICCTF, 2022
20	NTB	Sumbawa Barat	Gili Balu	Kurang sehat	ICCTF, 2022
21	NTB	Lombok Tengah	Teluk Bumbang	Kurang sehat	Wijaya et al., 2016
22	NTB	Lombok Tengah	Gerupuk	Miskin	
23	NTB	Dompu	SAP Teluk Cempi	Miskin	WCS, 2021
24	NTB	Sumbawa	SAP Rakit lipan	Miskin	WCS, 2021
25	NTB	Sumbawa Barat	TPK Gili Balu	Kurang sehat	WCS, 2021
26	NTB	Sumbawa	TWP Liang Ngali	Miskin	WCS, 2021
27	NTB	Lombok Barat	TWP Gita Nada	Miskin	WCS, 2021
28	Bali	Buleleng	Sumber Kima	Kurang sehat	Widgti et al., 2021
29	Bali	Buleleng	Lovina	Sehat	Widgti et al., 2021
30	Bali	Buleleng	Panimbangan	Kurang sehat	Widgti et al., 2021
31	Bali	Buleleng	Pacung	Kurang sehat	Widgti et al., 2021
32	Bali	Badung	Tanjung Benoa	Sehat	Parnata et al., 2020
33	Bali	Denpasar	Pantai Semawang Bali_Sanur	Sehat	Sholihah et al., 2020
34	Bali	Denpasar	Pantai Serangan	Sehat	Martha et al., 2019
35	Bali	Denpasar	Pantai Batu Jimbar	Kurang sehat	Petta et al., 2021
36	Bali	Buleleng	Celuk bawang	Kurang sehat	Hidayat et al, 2018
37	Bali	Badung	Perairan Tanjung Benoa	Kurang sehat	Aditanaya et., 2020
38	Bali	Badung	Pantai Pendawa	Kurang sehat	Mahessware et al., 2021
39	Bali	Denpasar	Pantai Sindhu	Kurang sehat	Wijana et al., 2019
40	Bali	Badung	Menggiat Nusa Dua	Kurang sehat	Wandiani et al., 2020
41	Bali	Klungung	Pantai Nusa Lembongan	Kurang sehat	Negara et al., 2020

Kondisi ekosistem lamun di Lesser Sunda mengalami tekanan yang sangat besar, di mana kondisi lamun di Lesser Sunda berada pada kondisi kurang sehat. Bahkan di beberapa wilayah di NTB kondisi lamun berada pada kondisi miskin. Hal tersebut berpengaruh terhadap kualitas ekosistem lamun secara umum.



Sumber: Draft RPP WPPNR 713 dan 573

Gambar 30. Kondisi Ekosistem Lamun di Provinsi Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur.

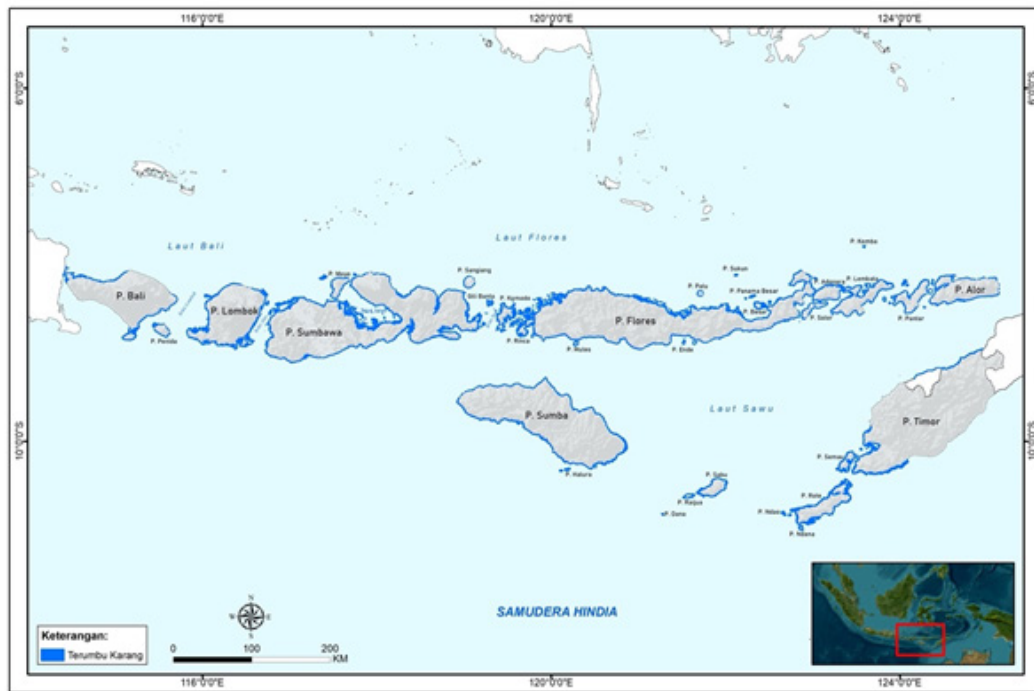
Penurunan luas padang lamun di Indonesia termasuk di Lesser Sunda disebabkan oleh faktor alami dan hasil aktivitas manusia terutama di lingkungan pesisir. Faktor alami tersebut antara lain gelombang dan arus yang kuat, badai, gempa bumi, dan tsunami. Sementara itu, kegiatan manusia yang berkontribusi terhadap penurunan area padang lamun adalah reklamasi pantai, pengerukan dan penambangan pasir, serta pencemaran. Selain faktor – faktor tersebut, saat ini teridentifikasi ancaman lainnya yaitu aktivitas wisata. Aktivitas wisata di beberapa wilayah seperti di Gili Matra dan Bali memberikan dampak terhadap tutupan lamun. Aktivitas wisata yang berdampak secara langsung antara lain lalu lintas kapal, lokasi tambak, dan aktivitas manusia di wilayah lamun.

3.3.3 Ekosistem terumbu karang

Ekosistem terumbu karang di Lesser Sunda tersebar di WPPNRI 713 dan 573. Pada bagian WPPNRI 713 terumbu karang tersebar di pesisir dan gugusan pulau-pulau yang berada di Wilayah perairan Bali tersebar mulai dari Buleleng, Karang Asem, kemudian di Nusa Tenggara Barat di Gili Matra, Gili Sulat – Lawang, Teluk Saleh, Pulau Satonda hingga Sikka dan Ngada di Nusa Tenggara Timur. Sedangkan di WPPNRI 573 terumbu karang di Lesser Sunda tersebar di Pantai Sanur – Bali, Nusa Penida, Sekotong – Lombok Barat, Selatan Lombok, Teluk Cempi, Pulau Rinca, Sumba, Flores timur hingga laut sawu (Gambar 31). Luasan terumbu karang di Lesser Sunda dari tiga provinsi mencapai 266.803, 23 Ha. Di mana provinsi Nusa Tenggara Timur memiliki luasan terumbu karang paling luas dibandingkan dua provinsi lainnya di Lesser Sunda.

Tabel 6. Luasan Ekosistem Terumbu Karang di Lesser Sunda

Provinsi	WPPNRI	Luasan (Ha)
BALI	573	6,846.96
BALI	713	2,186.01
NTB	573	57,560.88
NTB	713	36,699.29
NTT	573	127,419.35
NTT	713	36,090.72



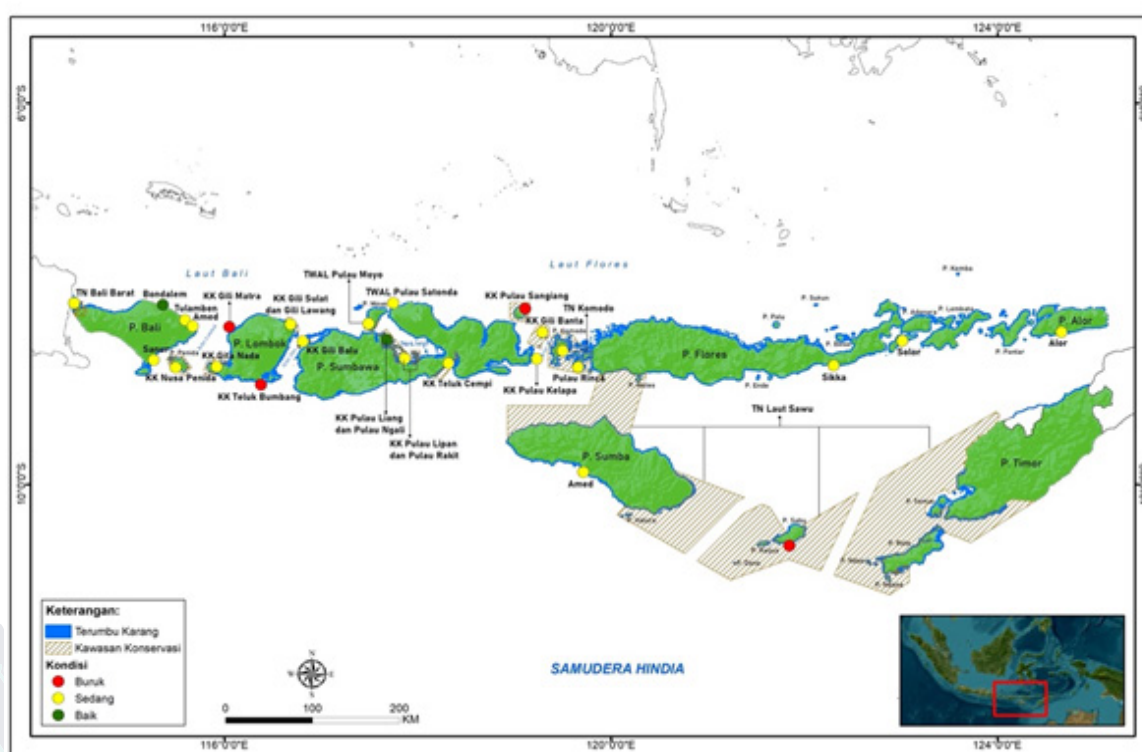
Gambar 31. Sebaran Ekosistem Terumbu Karang di Provinsi Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur.

Perairan yang jernih dengan sistem hidrodinamika yang dinamis membuat ekosistem terumbu karang di Lesser Sunda tumbuh secara optimal dengan biodiversitas dan daya lenting yang tinggi. Berdasarkan sejarah pembentukannya, terumbu karang di WPPNRI 713 memiliki tipe terumbu karang tepi (fringing reef) seperti tipe terumbu karang pada umumnya di Indonesia. Kondisi terumbu karang di Lesser Sunda berbeda – beda di setiap wilayahnya mulai dari kondisi buruk – hingga sangat baik. Secara umum ekosistem terumbu karang di Lesser Sunda baik di WPPNRI 713 dan 573 menghadapi ancaman kerusakan yang sangat besar diakibatkan oleh aktivitas perikanan yang tidak ramah lingkungan seperti penggunaan bom ikan, racun ikan seperti yang terjadi di Kepulauan Sabalana, Teluk Saleh, Pulau Panjang, Gili Banta hingga perairan Sikka.

Tabel 7. Kondisi Ekosistem Terumbu Karang di Lesser Sunda.

No	Provinsi	Kabupaten	Lokasi	Keterangan	
1	NTB	Lombok Barat	Gita Nada	Sedang	Tarigan et al. 2019
2	NTB	Lombok Utara	Gili Matra	Buruk	ICCTF, 2022
3	NTB	Lombok Tengah	Teluk Bumbang	Buruk	Abrar et al, 2017
4	NTB	Lombok Timur	Gili Sulat dan Lawang	Sedang	Tarigan et al 2018
5	NTB	Sumbawa Barat	TPK Gili Balu	Sedang	ICCTF, 2022
6	NTB	Sumbawa	TWP Liang Ngali	Baik	WCS, 2021

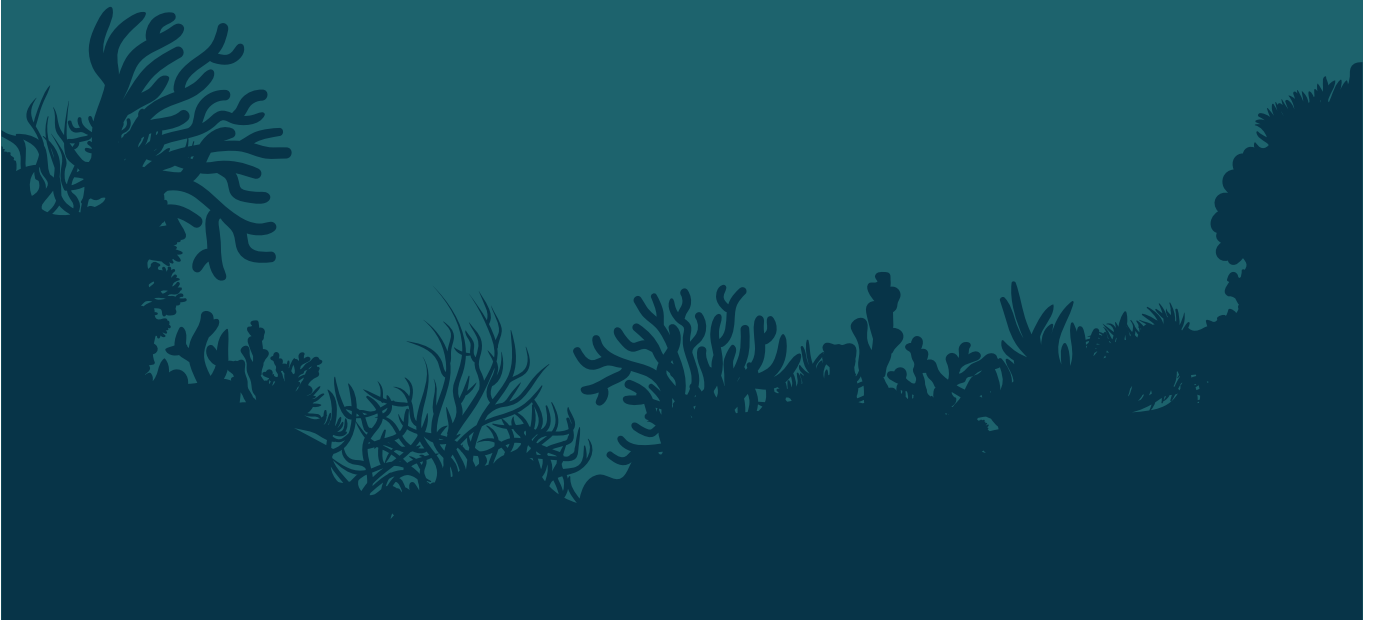
No	Provinsi	Kabupaten	Lokasi	Keterangan	
7	NTB	Dompu	Teluk Cempi	Sedang	WCS, 2019
8	NTB	Bima	Gili Banta	Sedang	WCS, 2021
9	NTB	Sumbawa	Moyo	Sedang	WCS, 2021
10	NTB	Bima	Pulau Kelapa	Sedang	WCS, 2020
11	NTB	Sumbawa	SAP Rakit Lipan	Sedang	WCS, 2021
12	NTB	Bima	Pulau Sangiang	Buruk	WCS, 2021
13	NTB	Dompu	TWAL Satonda	Sedang	WCS, 2021
14	Bali	Klungkung	Nusa Penida	Sedang	
15	Bali	Bali Barat	TN Bali Barat	Sedang	Djumanto et. al, 2013
16	Bali	Buleleng	Bondalem	Baik	Windayati et al, 2020
17	Bali	Karang Asem	Amed	Sedang	Simarangkir, 2015
18	Bali	Karang Asem	Tulamben	Sedang	Simarangkir, 2015
19	Bali	Denpasar	Sanur	Sedang	Hadi et al. 2018
20	NTT	Manggarai	TN Komodo	Sedang	Malinda et. al, 2020
21	NTT	TNP Savu	TNP Savu	Buruk	BKKPN Kupang – KKP, 2022
22	NTT	Alor	Alor	Sedang	
23	NTT	Sikka		Sedang	Wabang, 2018
24	NTT	Manggarai	Pulau Rinca	Sedang	Ratu et al., 2020
25	NTT	Sumba	Pulau Sumba	Sedang	Hadi et al. 2018
26	NTT	Flores timur	Solor	Sedang	Hadi et al. 2018



Gambar 32. Kondisi Ekosistem Terumbu Karang di Provinsi Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur

BAB 4

KESIMPULAN



BAB 4. KESIMPULAN

Profil batimetri di Lesser Sunda menunjukkan bahwa di bagian Selatan yang berbatasan dengan Samudera Hindia memiliki slope yang lebih curam dibandingkan dengan bagian Utara. Kedalaman perairan berkisar dari 0-6000 m. Bagian Selatan memiliki kedalaman yang lebih dalam dikarenakan wilayah Samudera dan bagian Utara memiliki kedalaman relatif lebih landai karena wilayah kepulauan.

Kondisi oseanografi di perairan Lesser Sunda sangat dinamis karena dipengaruhi oleh arus lintas Indonesia yang melewati beberapa selat seperti Selat Lombok, Selat Ombai, Laut Savu dan Laut Timor. Hal tersebut berpengaruh terhadap kondisi fisik perairan yang ada di perairan di Lesser Sunda seperti suhu permukaan air laut, arus permukaan, salinitas. Perubahan suhu permukaan laut rata-rata bulanan selama 2010-2021 memiliki pola perubahan seperti halnya laut di Indonesia pada umumnya yang didominasi oleh perubahan musiman akibat angin muson. Beberapa lokasi pintu keluar dari Arus Lintas Indonesia yaitu di Selat Lombok, Selat Ombai, dan Laut Timor memiliki kecepatan arus permukaan berkisar antara 0 m/s hingga 1 m/s. Namun demikian pada parameter gelombang, beberapa wilayah kajian sangat dipengaruhi oleh gelombang dari Samudera Hindia di bagian Selatan dan gelombang yang disebabkan oleh angin Muson, dengan pola tinggi gelombang sangat bergantung dengan pola angin.

Parameter kimia perairan di perairan Lesser Sunda seperti salinitas memiliki variasi dengan kisaran nilai <32-35 PSU. Di mana bagian utara Lesser Sunda cenderung memiliki nilai salinitas antar bulan yang bervariasi dibanding bagian selatan yang cenderung lebih homogen. Pada parameter klorofil secara umum memiliki konsentrasi lebih tinggi di dekat pesisir daratan dibandingkan di laut lepas. Kemudian parameter nutrisi di perairan lokasi kajian secara umum berkisar antara 0.01-2 mmol/m³ untuk nitrat, 0.01-0.2 mmol/m³ untuk fosfat, dan 1-10 mmol/m³ untuk silikat.

Perairan Lesser Sunda terletak di persimpangan Samudra Hindia dan Pasifik, dan memiliki kombinasi kondisi unik - termasuk kedalaman saluran, arus, dan suhu - menjadikannya pusat kehidupan laut yang luar biasa kaya. Keanekaragaman ekosistem pesisir penting di Lesser Sunda seperti ekosistem mangrove, lamun, dan terumbu karang merupakan salah satu pusat keanekaragaman hayati di Indonesia dan menjadi habitat penting bagi biota – biota laut terancam punah dan dilindungi. Selain fungsi ekologi, ekosistem tersebut memberikan manfaat secara ekonomi dari potensi perikanan yang melimpah dan jasa ekosistem yang dimanfaatkan melalui aktivitas wisata.

Namun demikian, keanekaragaman hayati laut tersebut berada pada kondisi yang sangat rentan. Menurunnya kualitas ekosistem pesisir seperti mangrove, lamun, dan terumbu karang dalam beberapa dekade terakhir menjadi bukti dari besarnya ancaman aktivitas manusia khususnya aktivitas yang tidak ramah lingkungan seperti aktivitas perikanan dengan racun, dan bom yang merusak ekosistem terumbu karang, konversi hutan mangrove. Selain itu aktivitas pembangunan di wilayah pesisir tanpa pengelolaan limbah yang baik membuat kondisi perairan menjadi tidak sehat untuk mendukung keberlangsungan ekosistem dan biota laut, sedimentasi yang membuat ekosistem lamun semakin menurun. Ancaman besar lainnya terhadap ekosistem pesisir juga berasal dari perubahan iklim global yang berakibat pada naiknya suhu permukaan air laut yang menyebabkan pemutihan karang, naiknya permukaan air laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, M. O. Johan, Julius, 2018. Keanekaragaman Jenis Karang Keras (Scleractinia) Dan Komunitas Bentik Terumbu Di Taman Wisata Perairan (TWP) Teluk Bumbang, Kabupaten Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat. Prosiding Simposium Nasional Ikan dan Perikanan. Masyarakat Ikhtiologi Indonesia.
- Aditanaya. I. P. I, E. Faiqoha, I.G.B. S Dharma. 2020. Pengaruh Kerapatan Lamun Terhadap Kepadatan Ikan pada Padang Lamun di Perairan Selatan Bali : Studi Kasus Perairan Tanjung Benoa. JMRT, Volume 3 No 1 Tahun 2020, Halaman: 12-18. ISSN: 2621-0096 (electronic); 2621 -0088 (print).
- A, Krabbenhoft & Weinrebe, R. & H, Kopp & Flueh, E. & S, Ladage & Papenberg, Cord & L, Planert & Djajadihardja, Yusuf. 2010. Bathymetry of the Indonesian Sunda margin-relating morphological features of the upper plate slopes to the location and extent of the seismogenic zone. Natural Hazards and Earth System Sciences. 10. 10.5194/nhess-10-1899-2010.
- Ariandini. Y, E. Faiqoh, I. G. Hendrawan, 2021. Struktur Komunitas Ekosistem Pesisir (Lamun dan Mangrove) di Desa Sulamu Nusa Tenggara Timur. Rekayasa, 2021; 14(2): 207-214. ISSN: 2502-5325 (Online)
- Barth, A., Beckers, J.-M., Troupin, C., Alvera-Azcárate, A., and Vandenbulcke, L.: 2014 Ddivand-1.0: n-dimensional variational data analysis for ocean observations, Geosci. Model Dev., 7, 225-241, doi:10.5194/gmd-7-225-2014.
- Constantein Petta, C. I. K. Sudiarta, I. G. Sudiarta, 2021, Struktur Komunitas Dan Pola Sebaran Jenis Lamun Di Pantai. Gema Agro.Volume 26, Nomor 02, Hal: 144~157. p-ISSN 1410-0843144 p-ISSN 1410-0843.
- Dani. R, I .W. Arthana, N. M. Ernawati, 2021. Analisis Vegetasi Mangrove dan Kelimpahan Biota (Crustacea) yang Berasosiasi di Pantai Selatan Kabupaten Manggarai Timur. J. Mar. Aquat. Sci. 7: 57-67 (2021); doi: <https://doi.org/10.24843/jmas.2021.v07.i01.p09>.
- Dewi. I. G. A. I. P, E.Faiqoh, A. R.As-syakur1, I. W. E. 2021. Natural Regeneration Of Mangrove Seedlings In Benoa Bay, Bali. J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, 13(3): 395-410. p-ISSN: 2087-9423.
- Dewi, I. G. A. S, A. Syukur, I G. Mertha. 2021. Potensi Kandungan Karbon Keragaman Spesies Lamun di Perairan Pesisir Selatan Lombok Timur. JurnalSainsTeknologi& Lingkungan Special Issue, pp:196-213. SSN :2477-0329, e-ISSN : 2477-0310
- Faiqoh E, Wiyanto DB, Astrawan IGB. 2017. Peranan padang lamun selatan bali sebagai pendukung kelimpahan Ikan di Perairan Bali. J. Mar. Aquat. Sci 3:10 -18..

DAFTAR PUSTAKA

- Giyanto, Kiswara W, Suyarso, Edrus IN, Dharmawan IWE, Utama RS, Budiyo A, Salatalohy A, Unyang S, Pratama KY, Lapon Y. 2015. Monitoring Kesehatan Terumbu Karang dan Ekosistem Terkait di Taman Nasional Perairan laut Sawu , COREMAP-CTI Tahun 2015 (Baseline). COREMAP-CTI. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. Jakarta: 70 p.
- Goasyah, I, M. M. E. Purnama, N. Rammang, 2021. Keanekaragaman Vegetasi Mangrove (Studi Kasus Di Desa Kalikurwaikoro leulaleng, Kecamatan Buyasuri, Kabupaten Lembata, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Jurnal Wana Lestari . Vol. 05 No. 02 Desember 2021 p-ISSN : 2252 -7974, e-ISSN 2716 -4179 Hal (096-106).
- Gordon A.L. 2005. The Indonesian Seas Oceanography of and Their Throughflow. Oceanography. 18(4) : 14-27.
- Hadi T.A, Giyanto, Prayudha B, Hafizt .M, Budiyo A, Suharsono. 2018. Status Terumbu Karang Indonesia. Jakarta. Puslit Oseanografi – LIPI. viii + 26 hlm.; 17,6 cm x 25 cm Bibliografi : hlm. 19.
- Hernowo, R. Djumanto, N. Probosunu. 2013. Diversitas Ikan pada Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Pulau Menjangan, Taman Nasional Bali Barat. Biota Vol. 18 (1): 11–20, Februari 2013.
- Hidayat, W. I. W. S. Warpala, N. P. S. R. Dewi. 2018. Komposisi Jenis Lamun (Seagrass) Dan Karakteristik Biofisik Perairan Di Kawasan Pelabuhan Desa Celukanbawang Kecamatan Gerokgak Kabupaten Buleleng Bali, Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha, Volume 5 Nomor 3 Tahun 2018. p-ISSN : 2599-1450.
- Hidayatullah. M and E. Pujiono, 2014. Struktur Dan Komposisi Jenis Hutan Mangrove Di Golo Sepang –Kecamatan Boleng Kabupaten Manggarai Barat. Jpk Wallacea. Vol 3. No 2. DOI: <http://dx.doi.org/10.18330/jwallacea.2014.vol3iss2pp151-162>.
- Indarto Happy Supriyadi, I. H, M. Y. Iswari, Suyarso. 2018. Kajian Awal Kondisi Padang Lamun Di Perairan Timur Indonesia. Jurnal Segara. Vol 14 no 3.
- Khairunnisa, T. F. Yulianda, R. Kurnia. 2019. Dinamika Temporal Komunitas Lamun Pada Musim Kemarau Di Intertidal Madasanger, Kabupaten Sumbawa Barat. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. Vol. 11 No. 2, Hlm. 263-271.
- Koda, S. H. A. 2021. Struktur Komunitas Mangrove Dan Tekanan Yang Dihadapi Akibat Aktivitas Masyarakat: Studi Kasus Pesisir Pantai Sebanjar, Kabupaten Alor. Oseana, Volume 46, Nomor 2 Tahun 2021: 1–7. p-ISSN: 0216-1877, e-ISSN: 2714-7185.
- Kresnabayu I. M. P, I. D. N. N. Putra, Y. Suteja. 2018. Kerapatan Hutan Mangrove Berbasis Data Penginderaan Jauh di Estuari Perancak Kabupaten Jembrana-Bali. Journal of Marine and Aquatic Sciences 4(1), 31-37 (2018)

- Lestariningsih, W.A, I. Rahman, N. Buhari, 2022. Kerapatan dan Tutupan Kanopi Ekosistem Mangrove di Desa Wisata Pare Mas, Lombok Timur. *Journal of Marine Research* Vol 11, No. 3 pp. 367-373.
- Luh Gede Manik Radzena Martha, L. G. M. R, P. G. Julyantoro, A. H. W. Sari. 2019. Kondisi dan Keanekaragaman Jenis Lamun di Perairan Pulau Serangan, Provinsi Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences* 5(1), 131-141 (2019).
- Malinda, C.F. O. M. Luthfi, T. A. Had. 2020. Analisis Kondisi Kesehatan Terumbu Karang dengan Menggunakan Software CPCE (Coral Point Count With Excel Extensions) di Taman Nasional Komodo, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Kelautan Trunojoyo Albacore*: Volume 13, No. 2.
- Mahesswara, K. B. P, N. L. Watiniasih, I. W. D. Kartika. 2021. Community Structure Of Seagrass Beds In Pandawa Beach Aquatic, Bali. *Simbiosis* 1x (1): 12-21.eISSN: 2656-7784.
- Marliana, I. H. Ahyadi, D. A. Candri, I. Suci. Rohyani, S. A. R, Tarigan, S. P. Trilestari, S. Aviandhika, S. P. Astuti. 2021. Estimasi Simpanan Karbon Dan Status Kesehatan Padang Lamun Di Pulau Kelapa Kabupaten Bima. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*. Vol. 9, No. 1, June 2021; Page, 72-85. E-ISSN 2654-4571; P-ISSN 2338-5006.
- Negara, I. K. S, I. W. G. A. Karang, I. N. G. Putra. 2020. Simpanan Karbon Padang Lamun di Perairan Pantai Nusa Lembongan, Klungkung, Bali. *Journal Of Marine Research And Technology* journal homepage: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JMRT> ISSN: 2621 -0096 (electronic); 2621 -0088 (print)
- Ngoma, R.B, A.C. Hendrik, A. Ballo, 2020. Mangrove diversity and its use in Daiama village, Landu Leko District, Rote Ndao Regency, East Nusa Tenggara Province. *Simbiosis*, 9(2): 118-128. Doi.<http://dx.doi.org/10.33373/sim-bio.v9i2.2498>.
- Palguna. I. B. A, I.P.G. Ardhana, I. W. Arthana. 2017. Struktur Dan Keanekaragaman Jenis Mangrove Di Kawasan Hutan Mangrove Nusa Lembongan, Kecamatan Nusa Penida, Kabupaten Klungkung. *Ecotrophic* • Volume 11 Nomor 2 Tahun 2017.
- Parnata, I. K. A, I. D. N. N. Putra, G. S. Indrawan. 2020. Simpanan Karbon pada Padang Lamun di Perairan Tanjung Benoa, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences* 6(1), 13-21 (2020).
- Perdanahardja. G, and H Lionata Lionata. 2017. *Nine Years In Lesser Sunda. Indonesia: The Nature Conservancy, Indonesia Coasts and Ocean Program.*
- Rahman, M. 2016. Analisis perubahan sebaran dan luasan hutan mangrove di Teluk Gili Manuk

Taman Nasional Bali Barat.

- Rachmayani, Rima & Ningsih, Nining & Adiprabowo, S & Nurfitri, Suliskania. (2018). Ocean wave characteristic in the Sunda Strait using Wave Spectrum Model. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 139. 012025. 10.1088/1755-1315/139/1/012025.
- Rahman, I. Nurliah, M. R. Himawan, E. Jefri, A. A. Damayanti, C. E. Larasati. 2021. Keanekaragaman Jenis Lamun Di Perairan Gili Gede, Lombok Barat. Journal of Marine Research Vol 10, No.4 November 2021, pp. 581-588. EISSN: 2407-7690.
- Ratu, A. Vincentius. A, Rume. M. I. 2020. Studi Keanekaragaman Jenis dan Kondisi Terumbu Karang di Perairan Kelurahan Waioti dan Perairan Desa Lidi Kabupaten Sikka. Aquanipa. Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Vol.02 (03). EISSN : 2723-0031
- Riniatsih, I and Munasik, 2017. Keanekaragaman Megabentos yang Berasosiasi di Ekosistem Padang Lamun Perairan Wailiti, Maumere Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur. Jurnal Kelautan Tropis Maret 2017 Vol. 20(1):55–59
- Seran, W. 2018. Struktur dan Komposisi Spesies Hutan Mangrove di Pantai Paradiso, Kota Kupang, Ntt. Agrikan Jurnal Agribisnis Perikanan (E-ISSN 2598-8298/P-ISSN 1979-6072)
- Simarangkir. O. R., F. Yulianda, M.F. Boer. 2015. Pemulihan Komunitas Karang Keras Pasca Pemutihan Karang di Amed Bali. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, 20(2), 158-163. <https://doi.org/10.18343/jipi.20.2.158>
- Sjafrie, N. D. M, U. E. Hernawan, B. Prayudha, I. H. Supriyadi, M. Y. Iswari, Rahmat, K. Anggraini, S. Rahmawati, Suyarso . 2018. Status Padang Lamun Indonesia 2018. Jakarta : Puslit Oseanografi - LIPI. 40 hlm. ; 17,6 cm x 25 cm Bibliografi : hlm. 37.
- Sholihah, H. I. W. Arthana, R. Ekawaty, 2020. Hubungan Keanekaragaman Makrozoobentos dengan Kerapatan Lamun di Pantai Semawang Sanur Bali. Current Trends in Aquatic Science III(1), 1-7 (2020).
- Subhan, M. 2017. Analisis tingkat kerusakan Mangrove di Daerah Perlindungan Laut Gili Petagan Kabupaten Lombok Timur Provinsi Nusa Tenggara Barat. Journal Ilmiah Rinjani_ Universitas Gunung Rinjani. Vol. 5 No. 1 Tahun 2017.
- Tarigan, S.A.R., Aviandhika S., Yulianto, E.F., Malik, M.D.A., Himawan, C., Suciati, Y. 2019. Monitoring Ekosistem Terumbu Karang di Taman Wisata Perairan Gita Nada, Kab. Lombok Barat. Mataram: Wildlife Conservation Society dan BKPSDKP Lombok.

Tarigan, S.A.R., Aviandhika S., Adhiyoga, D., Sabrina, G., Nurjamil., Suciati, Y. 2018. Monitoring Ekosistem Terumbu Karang di Taman Wisata Perairan Gili Sulat dan Gili Lawang. Mataram: Wildlife Conservation Society dan BKPSDKP Lombok.

Vincentius, A. D.B. Yohanes, Minggu, N. Nurdin, 2019. Studi Karakteristik Mangrove di Kawasan Teluk Maumere, Indonesia. Aqunipa. Vol 1. No 1.

Wabang. I.L., 2018. Kondisi Terumbu Karang di Kawasan Suaka Alam Perairan Selat Pantar dan Laut Sekitarnya di Kabupaten Alor. Albacore Volume 2, No 3, Oktober 2018.

Wandiani, I. A. N, I. W. Restu, M. A. Pratiwi, 2020. Potensi Sumberdaya Lamun Untuk Mendukung Pengembangan Wisata Di Pantai Mengiat Nusa Dua, Bali. Journal of Marine and Aquatic Sciences 6(1), 78-89 (2020).

WCS – IP. 2021. Monitoring Ekosistem Terumbu Karang TWP Liang – Ngali (unpublished)

WCS – IP. 2019. Laporan Survei SAP Teluk Cempi, Kabupaten Dombu, Provinsi Nusa Tenggara Barat (unpublished).

WCS – IP. 2019. Laporan Survei Pulau Moyo, Provinsi Nusa Tenggara Barat (unpublished).

WCS – IP. 2020. Laporan Survei Pulau Kelapa Provinsi Nusa Tenggara Barat (unpublished).

WCS – IP. 2021. Laporan Survei Pulau Rakit dan Pulau Lipan Provinsi Nusa Tenggara Barat (unpublished).

WCS – IP. 2021. Laporan Survei Pulau Sangiang Provinsi Nusa Tenggara Barat (unpublished).

WCS – IP. 2019. Laporan Survei TWAL Satonda Provinsi Nusa Tenggara Barat (unpublished).

WCS – IP, 2021. Laporan Survey Lamun di SAP Teluk Cempi.

WCS – IP, 2021. Laporan Survey Lamun di SAP Rakin Lipan.

WCS – IP, 2021. Laporan Survey Lamun di TPK Gili Balu.

Widagtia, N., G. I. Setiabudib, E. E. Ampoua, I. N. Surana. 2021. Kondisi Padang Lamun Di Pesisir Bali Utara: Sumberkima, Lovina, Panimbang, Dan Pacung. Journal of Fisheries and Marine Research Vol 5 No.2 (2021) 452-458.

Wijana, I. M. S, N. M. Ernawati, M. A. Pratiwi. 2019. Keanekaragaman Lamun Dan Makrozoobentos

DAFTAR PUSTAKA

Sebagai Indikator Kondisi Perairan Pantai Sindhu, Sanur, Bali Keanekaragaman Lamun Dan Makrozoobentos Sebagai Indikator Kondisi Perairan Pantai Sindhu, Sanur, Bali . Ecotrophic. 13(2): 238–247 p-ISSN:1907 5626,e-ISSN:2503-3395.

Wijaya, D. A. S. Nastiti, A. Rahman, 2016. Komposisi Dan Kondisi Tutupan Padang Lamun Pada Perairan Teluk Di Kabupaten Lombok Tengah. Prosiding forum nasional Pemulihan dan Konservasi Sumber daya ikan ke 5. hal 201 – 2018

Windayati, R. M. A. Marfai, E. H. Pangaribowo, D. Mardiatno. 2020. Potential, suitability, and carrying capacity of coral reef ecosystem in West Buleleng MPA. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 584 012048.

Yusuf, M. S. 2020. Status Padang Lamun Di Gili Belang, Pototano Dan Teluk Jelenga, Jereweh Kabupaten Sumbawa Barat. Jurnal Sanitasi dan Lingkungan Vol.1 , No 1.

