

Konektivitas Mangrove dan Terumbu Karang Berdasarkan Komunitas Ikan Karang (Studi Kasus: Raja Ampat dan Maluku Tenggara)

Rahmayani Kurnia Ain^{1*}, Rudhi Pribadi¹, Yaya Ihya Ulumuddin²

¹Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia

²Pusat Riset Oseanografi, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Jl. Pasir Putih 1 Ancol Timur, Jakarta Utara 14430 Indonesia
Email: rahmayania13@gmail.com

Abstrak

Ikan karang selama hidupnya dapat mendiami satu habitat saja atau melakukan migrasi ke ekosistem di sekitarnya. Faktor tersebut membuat terjadinya interaksi antara ikan karang dengan ekosistem mangrove dan terumbu karang. Pendekatan bentang laut (*seascape ecology*) masih belum banyak dilakukan mengingat pendekatan ini penting untuk mengetahui kelimpahan ikan yang berada di sekitar area terumbu karang, sehingga dapat dijadikan sebagai pedoman dalam pengelolaan kawasan pesisir. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur bentang laut (*seascape*), interaksinya dengan ikan karang, dan menilai tingkat konektivitas dari keduanya di Raja Ampat dan Maluku Tenggara. Metode penelitian yang digunakan yaitu pengolahan dan analisis data spasial dan statistika menggunakan *software* QGIS 3.14 dan RStudio versi 2.0.4. Hasil penelitian dari analisis data statistika menggunakan analisis korelasi dan regresi diperoleh bahwa kelimpahan Ikan Lutjanidae pada Pulau Kei Kecil, Maluku Tenggara memiliki konektivitas dengan nilai regresi tertinggi yang dijelaskan oleh metrik *Distance to Mangrove* (DistM) dengan nilai koefisien korelasi sebesar -0,88; R^2 0,7777; dan nilai AIC (*Akaike Information Criterion*) 18,01. Berdasarkan hasil penelitian, kesimpulan yang diperoleh adalah matriks *Distance to Mangrove* (DistM) menjadi matriks yang memiliki hubungan erat dengan Ikan Lutjanidae yang dapat mempengaruhi kelimpahan Ikan Lutjanidae di lokasi penelitian.

Kata kunci : Bentang Laut, Ikan Karang, Ekosistem Pesisir, Regresi Linier

Abstract

Connectivity of Mangroves and Coral Reefs Based on Reef Fish Communities (Case Study: Raja Ampat and Southeast Maluku)

Reef fish, during their lifetime, can inhabit only one habitat or migrate to the surrounding ecosystem. These factors make the interaction between reef fish with mangrove ecosystems and coral reefs. However, the seascape ecology approach is still not widely used, considering that it is important to determine the abundance of fish around coral reef areas, so that it can be used as a guideline in the management of coastal areas. Therefore, this study aims to determine the structure of the seascape, its interaction with reef fish, and assess the level of connectivity of both in Raja Ampat and Southeast Maluku. The research method used is the processing and analysis of spatial and statistical data using software QGIS 3.14 and RStudio 2.0.4. The results of statistical data analysis using correlation and regression analysis showed that the abundance of Lutjanidae on Kei Kecil Island, Southeast Maluku had connectivity with the highest regression value described by the Distance to Mangrove (DistM) metric and has a correlation coefficient value of -0.88; R^2 0.7777; and the AIC (Akaike Information Criterion) score of 18,01112. Based on the results of the study, the conclusion obtained is that the Distance to Mangrove (DistM) metric is a metric that has a close relationship with Lutjanidae fish which can affect the abundance of Lutjanidae fish in the research location.

Keywords : Seascape, Reef Fish, Coastal Ecosystem, Linear Regression Model

PENDAHULUAN

Mangrove, terumbu karang, dan lamun merupakan ekosistem penting pesisir yang memiliki fungsi ekologis sebagai tempat pemijahan (*spawning ground*), daerah asuhan (*nursery ground*), dan tempat mencari makan (*feeding ground*) oleh biota laut (Nybakken, 1992; Sjafrie, 2016). Ikan menjadi salah satu biota laut yang membutuhkan mangrove, terumbu karang, dan lamun untuk kelangsungan hidupnya. Ketiga ekosistem tersebut memiliki pengaruh terhadap persebaran ikan dan proses ekologi yang terjadi di dalamnya yang membuat adanya konektivitas antara ekosistem pesisir dengan ikan itu sendiri (Ricart *et al.*, 2018; Swadling *et al.*, 2019). Konektivitas tersebut dapat terjadi saat ikan melakukan mobilisasi ke sekitar ekosistem mangrove dan terumbu karang untuk mencari makan (Mumby, 2006).

Konektivitas antara ikan karang dengan ekosistem mangrove dan terumbu karang sangat dipengaruhi oleh kondisi kedua ekosistem tersebut. Sehingga, apabila kondisi ekosistem mangrove dan terumbu karang di suatu wilayah mengalami degradasi, maka akan mempengaruhi konektivitas yang terjadi di dalamnya. Hal tersebut dapat berujung pada penurunan kelimpahan ikan di suatu wilayah termasuk di wilayah Raja Ampat dan Maluku Tenggara. Prasetyo (2017) mengungkapkan bahwa belum banyak penelitian yang mampu memprediksi atau memonitoring kondisi ekosistem pesisir dengan kelimpahan ikan karang, sehingga pendekatan ilmu bentang laut (*seascape ecology*) merupakan suatu temuan yang baru dan bermanfaat untuk pengelolaan kawasan pesisir dengan teknologi SIG (Sistem Informasi Geospasial).

Berdasarkan terminologi dari bentang laut (*seascape*), mangrove dan terumbu karang merupakan dua bagian (*patch*) yang berbeda dari sekelilingnya namun saling berkaitan dan berinteraksi membentuk suatu pola hubungan interaksi yang termasuk ke dalam studi *seascape ecology* (Prasetyo, 2017). Ekologi bentang laut (*seascape ecology*) merupakan bagian dari ilmu ekologi yang masih minim untuk dikaji (Nikijuluw *et al.*, 2013). Selain itu, *seascape ecology* juga merupakan konsep menetapkan pola ruang dalam monitoring lingkungan untuk mengetahui proses dasar penyebaran organisme dan keanekaragaman hayati di lingkungan laut. *Seascape* juga didefinisikan sebagai ruang dinamis dan heterogen yang dapat digambarkan dengan berbagai skala ruang dan waktu (Pittman, 2018).

Penentuan skala ruang dan waktu tergantung pada kebutuhan dan tujuannya. Sebagai contoh, skala ruang bentang laut dapat berukuran besar seperti pembagian kawasan bentang laut (*seascape*) berdasarkan *Marine Ecoregion of The World* (MEOW) yang terdiri dari: bentang laut Anambas, Natuna, dan Selat Karimata (Bastunamata), bentang laut Sulu – Sulawesi, bentang laut Laut Sunda dan Banda, dan bentang laut Kepala Burung (Nikijuluw *et al.*, 2013). Skala ruang bentang laut juga bisa berukuran kecil dengan radius beberapa kilometer saja. Radius pengamatan merupakan luas bentang laut yang dibatasi oleh area jelajah ikan karang (*homerange*) dan kondisi struktur bentang laut (*seascape*) yang berada di area penelitian (Pittman, 2018; Ulumuddin *et al.*, 2021). Area jelajah ikan (*home range*) menjadi pembatas radius pengamatan dikarenakan kemampuan mobilitas masing – masing ikan berbeda, sehingga hal tersebut dapat menjadi acuan dalam mengetahui kelimpahan ikan pada area pengamatan. Selain itu, berdasarkan penelitian dari Kimirei *et al.* (2011) ada beberapa ikan seperti Famili Lutjanidae yang pada fase juvenile lebih menyukai tinggal di kawasan mangrove dan ketika dewasa akan migrasi ke sekitar area terumbu karang. Hal itu membuat interaksi terjadi antara struktur bentang laut mangrove dan terumbu karang melalui Ikan Lutjanidae. Sehingga pendekatan *seascape ecology* dapat digunakan untuk mengetahui bagaimana interaksi komunitas ikan karang dengan struktur bentang laut di sekitarnya seperti mangrove dan terumbu karang.

Oleh karena itu penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui interaksi antara komunitas ikan karang dengan struktur bentang laut (*seascape*) meliputi ekosistem mangrove dan terumbu karang di Pulau Batanta dan Pulau Salawati, Raja Ampat dan Pulau Kei Kecil, Maluku Tenggara. Interaksi antara komunitas ikan karang dengan struktur bentang laut (*seascape*) diharapkan dapat menunjukkan bagaimana konektivitas terjadi antar keduanya. Konektivitas yang diharapkan dalam penelitian ini adalah apakah kelimpahan ikan karang dipengaruhi oleh komposisi struktur bentang laut (*seascape*) yang terdapat di kedua lokasi penelitian.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini fokus pada analisis bentang laut (*seascape*) dengan menggunakan analisis statistika untuk menjelaskan lebih jauh pengaruh

struktur *seascape* yang berbeda terhadap konektivitas dengan komunitas ikan karang.

Terdapat 2 lokasi penelitian yaitu Pulau Batanta dan Pulau Salawati, Raja Ampat dan Pulau Kei Kecil, Maluku Tenggara. Kedua lokasi ini memiliki letak geografis yang berbeda. Raja Ampat berada di bagian Utara Kawasan Provinsi Papua menghadap langsung ke arah Samudera Pasifik. Sedangkan Maluku Tenggara berada di dalam perairan Nusantara di antara Laut Banda dan Laut Arafura. Peta lokasi penelitian lebih lanjut ditampilkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.

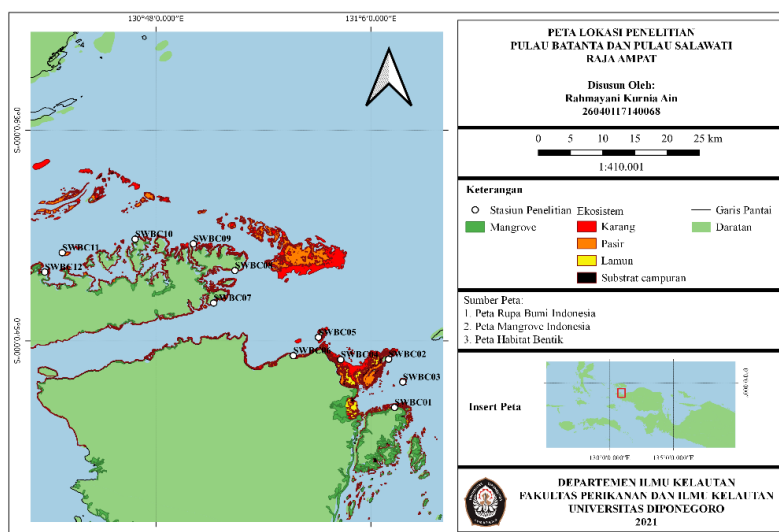
Materi dalam penelitian ini adalah peta habitat bentik, peta mangrove Indonesia dan data komunitas ikan karang di Perairan Pulau Batanta dan Salawati, Raja Ampat dan Perairan Pulau Kei Kecil, Maluku Tenggara yang ditampilkan lebih lanjut pada Tabel 1.

Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu metode deskriptif kuantitatif berupa metode yang digunakan untuk mengetahui gambaran tentang suatu fenomena dan menginterpretasi objek apa adanya dengan pendekatan ilmu statistik yang tergolong ke dalam statistik inferensial. Statistik inferensial merupakan metode yang menggunakan analisis regresi (Hermawan, 2019). Metode deskriptif kuantitatif ini terletak pada mencari hubungan antara data komunitas ikan karang dengan struktur *seascape* yang tersedia menggunakan analisis regresi. Penelitian ini juga termasuk menggunakan metode studi kasus dengan melibatkan proses pemeriksaan dokumen yang memungkinkan untuk meneliti secara lebih mendalam suatu topik penelitian di wilayah

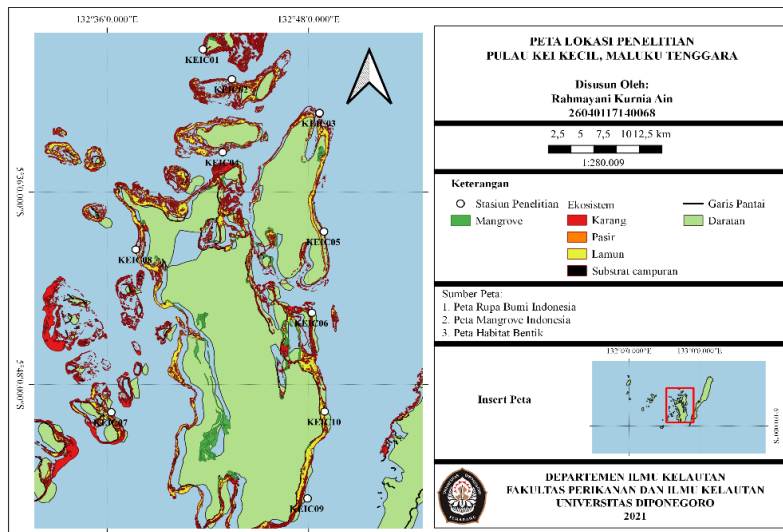
tertentu (Fitrah dan Luthfiah, 2017). Metode studi kasus yang digunakan terletak pada pemilihan lokasi penelitian yang berfokus pada Pulau Batanta dan Pulau Salawati di Raja Ampat dan Pulau Kei Kecil, di Maluku Tenggara. Metode studi kasus juga menghubungkan variabel data komunitas ikan karang seperti kelimpahan dan biomassa ikan karang, dengan variabel *seascape*. Komunitas ikan karang dikelompokkan ke dalam tingkat takson dan trofik, sebagai contoh Famili Lutjanidae yang tergolong ikan karnivora.

Penelitian ini terdiri dari 2 metode utama yaitu pengolahan dan analisis data spasial dan statistik yang dilakukan pada Mei – Agustus 2021. Lokasi penelitian yang dipilih yaitu Perairan Pulau Batanta dan Pulau Salawati, Raja Ampat dan Pulau Kei Kecil, Maluku Tenggara berdasarkan Laporan Reef Health Monitoring (RHM) LIPI Tahun 2019.

Data peta habitat bentik dan mangrove yang telah diperoleh selanjutnya akan diolah dan dianalisis menggunakan *software* QGIS 3.14. SHP Peta habitat bentik dan mangrove diinput ke dalam QGIS 3.14 dan digabungkan menjadi satu *shapefile*, kemudian diubah menjadi data raster. *File* data raster disampel ulang menjadi 7 x 7 m² dan diproyeksikan ke UTM (*Universal Transverse Mercator*) WGS84. Analisis pola *seascape* dilakukan pada radius 1000, 2000 dan 3000 m untuk membagi wilayah pengamatan ikan karang. Radius tersebut juga dipilih berdasarkan *home range* dari komunitas ikan yang ditemukan. Berdasarkan penelitian oleh Swadling *et al.* (2019) dan Ulumuddin *et al.* (2021) radius pengamatan dapat bergantung pada area jelajah ikan



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Pulau Batanta dan Pulau Salawati, Raja Ampat



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian Pulau Kei Kecil, Maluku Tenggara

Tabel 1. Materi Penelitian

No.	Nama Data	Asal dan Keterangan Data
Data Sekunder		
1.	Peta Habitat Bentik	<ul style="list-style-type: none"> Diperoleh dari pengolahan data citra satelit Landsat dan Sentinel 2 Tahun 2018 Dapat diakses melalui pusat data oseanografi LIPI
2.	Peta Mangrove Indonesia (Papua dan Maluku)	<ul style="list-style-type: none"> Peta Mangrove Provinsi Papua di buat oleh KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan) berdasarkan hasil oleh data citra satelit SPOT 6/7, Sentinel 2A, dan Landsat 8 Tahun 2019 Peta Mangrove Provinsi Maluku di buat oleh BIG (Badan Informasi Geospasial) berdasarkan hasil olah data citra satelit SPOT 6/7 Tahun 2017
3.	Data Komunitas Ikan Karang	<ul style="list-style-type: none"> Laporan RHM (<i>Reef Health Monitoring</i>) LIPI Tahun 2019 (Rondonuwu <i>et al.</i>, 2019 dan Prayudha <i>et al.</i>, 2019) Berisi data kelimpahan, biomassa, jumlah individu, dan jumlah jenis ikan karang.
Data Primer		
4.	Peta Ekosistem Pesisir	<ul style="list-style-type: none"> Hasil olah data Peta Habitat Bentik dan Peta Mangrove Indonesia Menggunakan <i>Software</i> QGIS 3.14 dalam format SHP (<i>Shapefile</i>)

dan kondisi geografis lokasi penelitian. Berdasarkan penelitian dari Swadling *et al.* (2019) dan Ulumuddin *et al.* (2021) radius pengamatan pada penelitian ini yaitu 1000 meter, 2000 meter dan 3000 meter dari stasiun penelitian. Radius tersebut dipilih dikarenakan radius tersebut merupakan radius yang mampu menunjukkan

variasi struktur bentang laut yang terjadi di kedua lokasi penelitian.

Metode selanjutnya yaitu ekstraksi *seascape metrics* dan analisis statistika yaitu korelasi dan regresi linier pada *software* RStudio. *Seascape metric* diekstraksi dengan cara *input* peta ekosistem pesisir di kedua lokasi dengan format

“.tif” bersama dengan koordinat UTM dari kedua lokasi tersebut. Langkah – langkah yang dilakukan untuk mendapatkan *seascape metrics* yaitu dengan menuliskan *R scripts* pada kolom *source* yang terdapat pada RStudio. *R scripts* berisi perintah yang kemudian akan diproses dengan cara melakukan *running* tiap *script* untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Ekstraksi juga perlu *install* beberapa *package*. Selain ekstraksi *seascape metric* juga menggunakan matriks ikan yang

disajikan secara jelas pada Tabel 2. Kedua tersebut kemudian digabungkan menjadi satu dataset yang sudah dilakukan transformasi data dengan transformasi logaritma dan *square root*. *Seascape metrics* yang digunakan dijelaskan lebih lanjut pada Tabel 3 berfungsi sebagai sarana untuk mengkuantifikasi fenomena – fenomena dalam studi lanskap sehingga dapat dideskripsikan melalui grafik pada uji korelasi dan regresi linier.

Tabel 2. Metrik ikan yang digunakan dalam korelasi antar variabel

No.	Metrik Ikan (kode)	Keterangan
1.	Jumlah jenis (jj)	Jumlah jenis merupakan jumlah total spesies yang ditemukan dalam tiap stasiun.
2.	Indikator (indi)	Jumlah individu dari ikan indikator atau ikan koralivora yang ditemukan di tiap stasiun
3.	Herbivora (herb)	Jumlah individu ikan herbivora dalam satu stasiun
4.	Karnivora (kar)	Jumlah individu ikan karnivora dalam satu stasiun
5.	Ikan penting (pent)	Jumlah individu ikan ekonomis penting dalam satu stasiun
6.	Biomassa Herbivora (Bherb)	Total biomassa dari tiap jenis ikan herbivora dalam satu stasiun
7.	Biomassa Karnivora (Bkar)	Total biomassa dari tiap jenis ikan karnivora dalam satu stasiun
8.	Biomassa penting (Bpent)	Total biomassa dari tiap jenis ikan penting yaitu ikan herbivora dan karnivora dalam satu spesies
9.	Kelimpahan Acanthuridae (Aacan)	Kelimpahan ikan Famili Acanthuridae di tiap stasiun
10.	Kelimpahan Scaridae (Asca)	Kelimpahan ikan Famili Scaridae di tiap stasiun
11.	Kelimpahan Siganidae (Asig)	Kelimpahan ikan Famili Siganidae di tiap stasiun
12.	Kelimpahan Serranidae (Aserr)	Kelimpahan ikan Famili Serranidae di tiap stasiun
13.	Kelimpahan Lutjanidae (Alutj)	Kelimpahan ikan Famili Lutjanidae di tiap stasiun
14.	Kelimpahan Lethrinidae (Aleth)	Kelimpahan ikan Famili Lethrinidae di tiap stasiun
15.	Kelimpahan Haemulidae (Ahae)	Kelimpahan ikan Famili Haemulidae di tiap stasiun

(Sumber: Ulumuddin *et al.*, 2021)

Tabel 3. *Seascape metric* yang dipilih dalam analisis korelasi antar variabel dalam *software* RStudio

No.	<i>Seascape Metrics</i>	Tingkat	Makna Ekologis
1.	<i>Class area</i> (ca)	<i>Class metric</i>	Total luas wilayah per kelas ekosistem
2.	<i>Edge density</i> (ed)	<i>Class metric</i>	Total luas area tepi kelas per hektar
		<i>Landscape metric</i>	
3.	<i>Largest patch index</i> (lpi)	<i>Class metric</i>	Luas <i>patch</i> terbesar (dominan) yang ada pada suatu kelas ekosistem
		<i>Landscape metric</i>	
4.	<i>Number of patch</i> (np)	<i>Class metric</i>	Banyaknya <i>patch</i> pada tiap kelas
		<i>Landscape metric</i>	
5.	Shannon’s <i>diversity index</i> (shdi)	<i>Landscape metric</i>	Indeks keanekaragaman shannon
6.	Jarak ke Mangrove (DistM)	<i>Landscape metric</i>	Jarak dari tiap stasiun penelitian ke area mangrove

(Sumber: McGarigal, 2015)

Setelah membuat dataset kemudian dilakukan analisis korelasi untuk memeriksa korelasi antara kedua matriks tersebut. Hasil korelasi yang dijalankan pada *software* RStudio menghasilkan tabel korelasi yang memuat koefisien korelasi tiap matriks. Selanjutnya, dipilih koefisien korelasi yang bernilai $\geq 0,5$ untuk kemudian dilakukan uji regresi linier. Hasil uji regresi linier berupa nilai R^2 yang dipilih dengan nilai $\geq 0,5$ atau yang memiliki signifikansi tinggi. Selain itu juga terdapat kriteria informasi Akaike (AIC) yang tersedia pada uji regresi linier model untuk perbandingan model.

HASIL DAN PEMBAHASAN

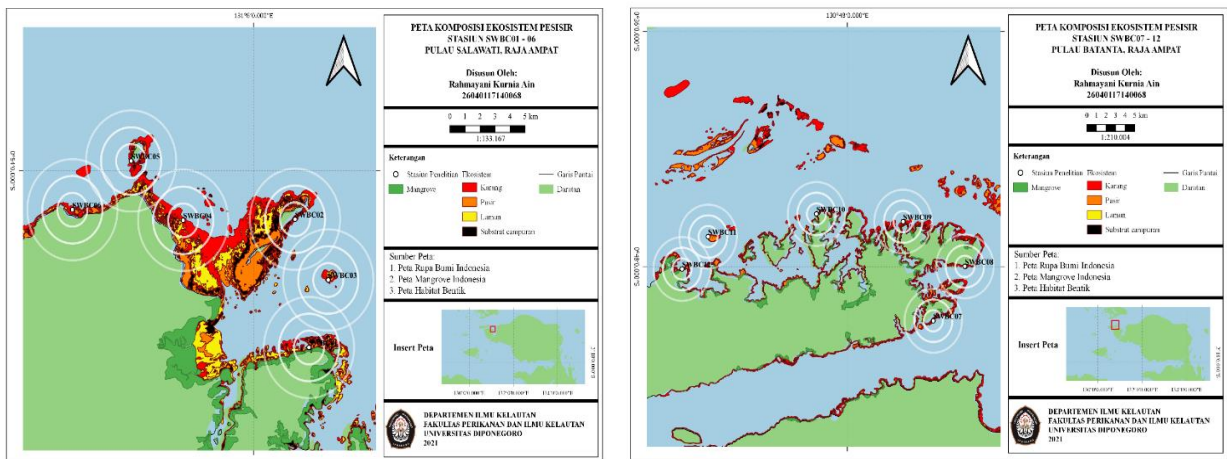
Pulau Salawati dan Pulau Batanta (Gambar 3) memiliki struktur bentang laut yang berbeda. Pulau Salawati memiliki struktur bentang laut yang lebih heterogen yang terdiri dari ekosistem mangrove, terumbu karang, lamun, pasir, dan substrat campuran. Sedangkan Pulau Batanta hanya terdiri dari ekosistem mangrove dan terumbu karang saja. Substrat pasir hanya ditemukan di beberapa stasiun seperti pada Stasiun SWBC11. Bulatan putih yang ditunjukkan pada gambar di atas adalah radius pengamatan 1000 meter, 2000 meter dan 3000 meter. Berdasarkan gambar tersebut semakin luas radius pengamatan yang digunakan struktur bentang laut yang terbentuk semakin bervariasi.

Perbedaan diantara dua pulau yang masih termasuk wilayah Raja Ampat ini dapat didasarkan pada kondisi antropogenik pulau. Stasiun penelitian di Pulau Batanta menghadap Utara sedangkan stasiun penelitian di Pulau Salawati berada pada bagian Timur pulau yang berhadapan langsung dengan Kota Sorong. Pulau Salawati yang memiliki perairan terlindungi menjadi salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi kelimpahan ekosistem lamun pada Pulau Salawati. Pulau Batanta yang berada di perairan lebih terbuka membuat pesisir pulaunya didominasi oleh terumbu karang. Hal itu didukung oleh penelitian dari (Mangubhai *et al.*, 2012) yang menyatakan bahwa Pulau Batanta dan Salawati termasuk ke dalam kawasan pintu masuk Timur Laut ARLINDO (Arus Lintas Indonesia) yang mengangkut air dari Pasifik ke Samudera Hindia. Adanya Aliran Lintas Indonesia yang melewati Pulau Batanta dan Pulau Salawati menjadikan pulau tersebut memiliki garis pantai yang kompleks, dan arus pasang surut yang kuat. Hal itu

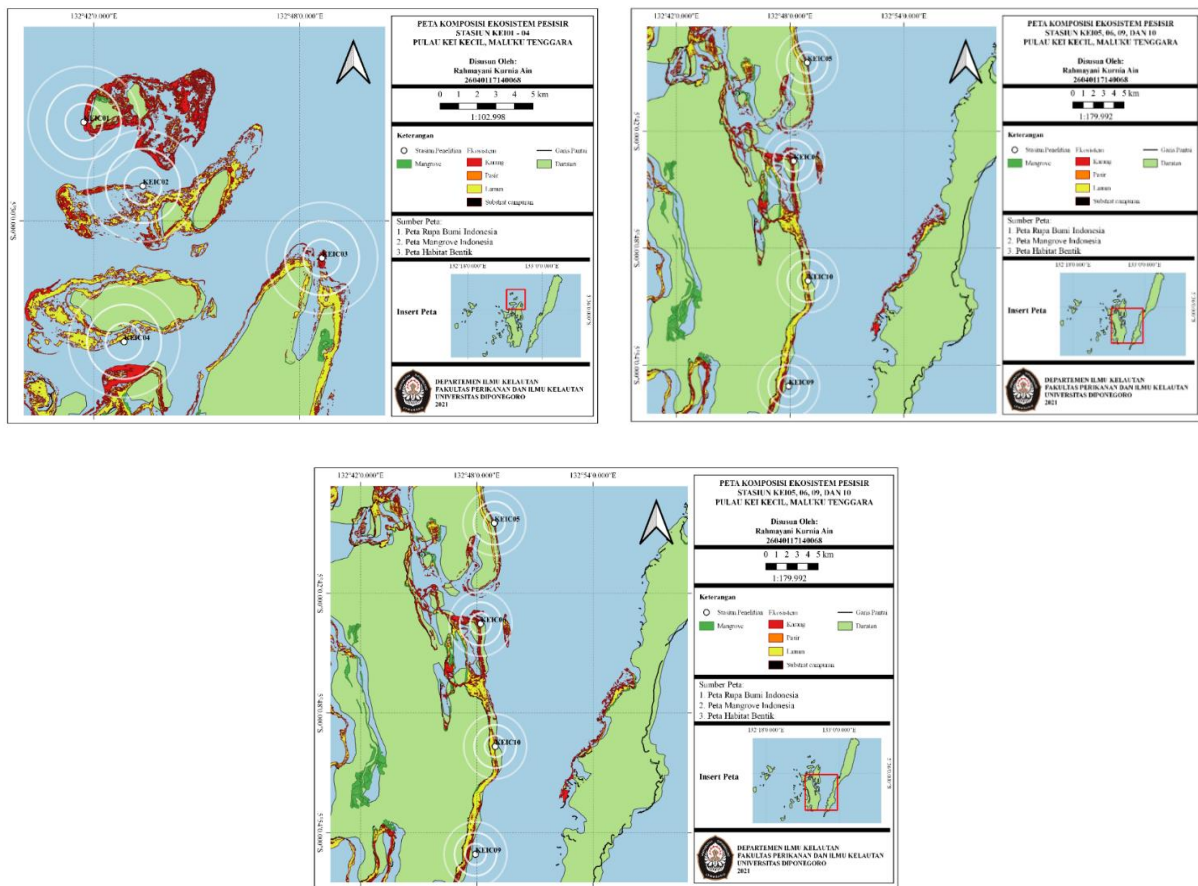
akan menjadikan Pulau Batanta yang berada di perairan terbuka akan memiliki lingkungan pesisir dipenuhi terumbu karang. Sedangkan Pulau Salawati yang memiliki perairan lebih terlindungi akan memiliki arus yang tidak sekuat pada pesisir Pulau Batanta. Selain itu banyaknya ekosistem lamun yang berada di Pulau Salawati dikarenakan wilayah tersebut memiliki kondisi perairan yang dangkal dan cukup tenang. Selain itu kondisi pesisir Pulau Batanta yang memiliki luasan mangrove yang kecil juga dapat mempengaruhi keberadaan ekosistem lamun (Rondonuwu *et al.*, 2019).

Berbeda dari Raja Ampat, pada Gambar 4 Pulau Kei Kecil, Maluku Tenggara memiliki komposisi struktur bentang laut yang hampir sama di setiap stasiunnya yaitu terdiri dari ekosistem mangrove, lamun, dan terumbu karang, dengan ekosistem lamun yang paling dominan. Pulau Kei Kecil, juga memiliki luas area mangrove yang lebih kecil dibandingkan dengan Raja Ampat yang memanjang ke arah Selatan Pesisir Barat pulau. Radius 1000 meter di Pulau Kei Kecil menunjukkan ekosistem lamun sebagai ekosistem yang hampir menutupi seluruh perairan pesisir pulau dan akan semakin bervariasi ekosistem yang terbentuk pada radius 2000 dan 3000 meter. Kelimpahan ekosistem terumbu karang dan lamun di Pulau Kei Kecil juga dijelaskan oleh (Sediadi, 2004) yang menyatakan bahwa Pulau Kei Kecil yang dikelilingi oleh Laut Banda merupakan kawasan yang terjadi proses *upwelling* yang dipengaruhi musim Tenggara. *Upwelling* yang terjadi di Laut Banda membuat massa air akan terdorong ke arah Laut Flores, sehingga Laut Banda dan sekitarnya membutuhkan pasokan air dari proses *downwelling* sehingga terjadi pencampuran nutrisi dari dasar ke permukaan air laut.

Perbedaan struktur bentang laut kedua lokasi penelitian dapat dikarenakan faktor letak geografis kedua pulau. Pulau Batanta dan Pulau Salawati termasuk pulau yang berhadapan langsung dengan Samudera Pasifik. Sedangkan Pulau Kei Kecil berada di dalam perairan Nusantara, sehingga kedua lokasi tersebut memiliki kondisi geografis yang berbeda. Perbedaan kondisi geografis diyakini mampu mempengaruhi struktur bentang laut (*seascape*) yang terbentuk, sehingga akan meningkatkan keragaman konektivitas yang terjadi antara ikan karang dengan ekosistem mangrove dan terumbu karang (Cuadros *et al.*, 2017).



Gambar 3. Struktur Seascapes Pulau Batanta dan Pulau Salawati Radius 1000–3000 meter



Gambar 4. Struktur Seascapes Pulau Kei Kecil Radius 1000–3000 meter

Hasil yang diperoleh pada Tabel 4 menunjukkan bahwa di kedua lokasi penelitian, Ikan dari Famili Lutjanidae memiliki representasi yang bagus dimana kandidat model yang

diperoleh dapat dijelaskan menggunakan seascapes metrics seperti *number of patch* (np) mangrove, *class area* (ca) mangrove, atau *distance to mangrove* (DistM). Kelimpahan Ikan Siganidae

juga dapat dijelaskan menggunakan matriks *largest patch index* (lpi) karang. Konektivitas yang terbentuk pada Ikan Lutjanidae di Raja Ampat memiliki nilai korelasi di kisaran 0,6 dengan nilai R^2 hampir mendekati 0,5 yang dapat diartikan bahwa *seascape metrics* berupa (lpi) dan (ca) mampu menjelaskan hampir 50% kelimpahan Ikan Lutjanidae di Perairan Raja Ampat. Sedangkan pada Maluku Tenggara (DistM) menjadi matriks yang mampu menjelaskan kelimpahan Ikan Lutjanidae di perairan tersebut hingga mencapai 70%. Hasil kandidat model pada Tabel 4 menunjukkan bahwa Variabel X yaitu *seascape metrics* bertindak sebagai variabel bebas yang akan mempengaruhi matriks ikan yaitu Variabel Y yang bertindak sebagai variabel terikat.

Konektivitas antara ikan siganidae dengan *largest patch index* (lpi) karang, dapat disebabkan karena Ikan Siganidae yang tergolong ikan herbivora akan senang berada di perairan yang memiliki area padang lamun yang dekat dengan karang. Sedangkan banyaknya kandidat model yang mampu menjelaskan konektivitas Ikan Lutjanidae dengan mangrove, dikarenakan Ikan Lutjanidae yang bersifat karnivora menyukai kawasan estuari yang banyak ditumbuhi mangrove

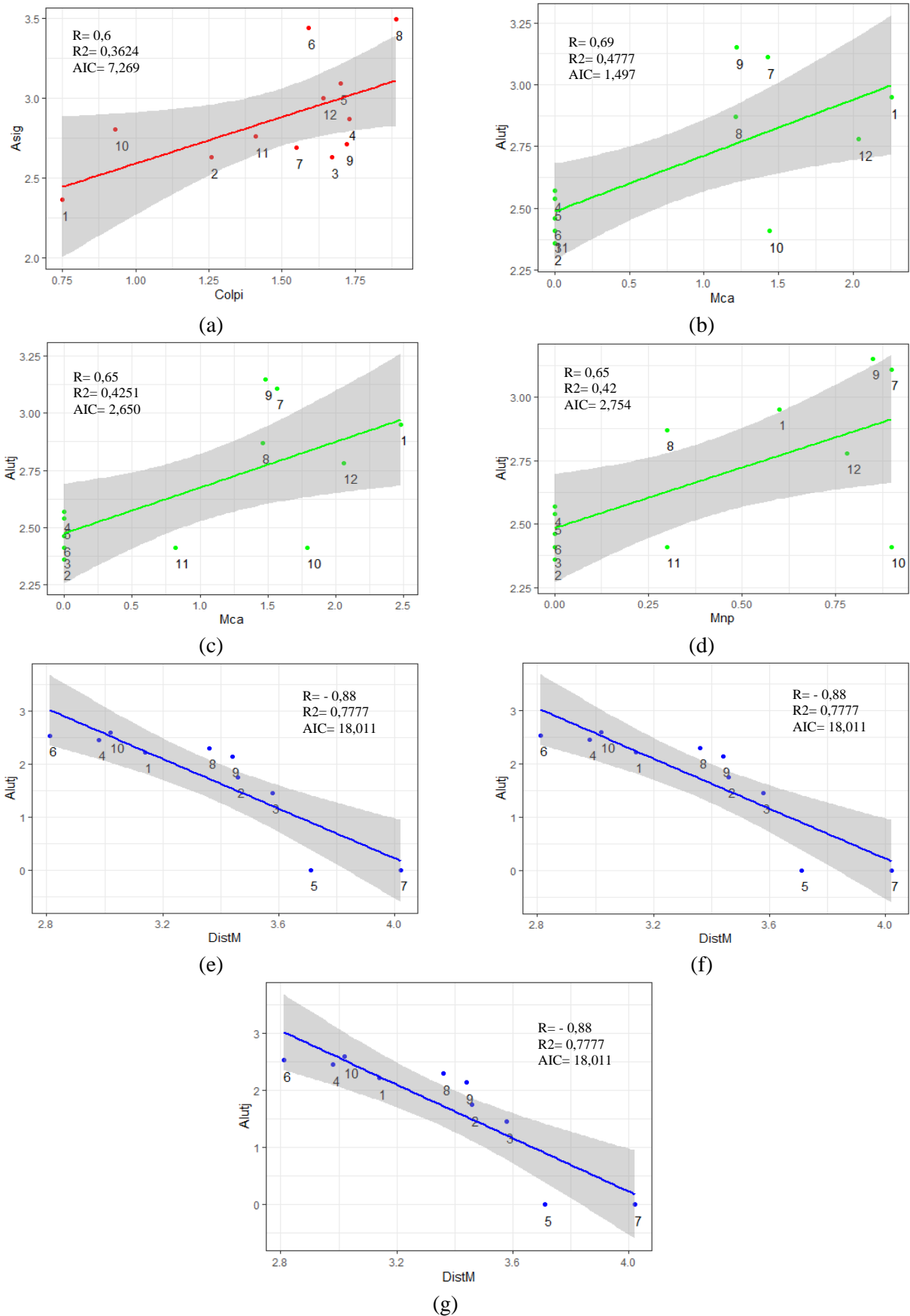
(Nelson, 1984).

Pada Tabel 3 Maluku Tenggara memiliki kandidat model yang memiliki nilai $R^2 > 0,5$ dibanding dengan Raja Ampat karena dipengaruhi oleh kondisi perairan Pulau Kei Kecil yang memiliki > 3000 spesies ikan ekonomis penting yang tergolong ikan karnivora seperti Ikan Lutjanidae (Nikijuluw *et al.*, 2013). Selain itu juga dapat dikarenakan luas atau besarnya *patch* dari tiap ekosistem. *Patch* yang lebih kecil dan sempit akan membuat ikan semakin mudah untuk berpindah antar *patch*. Hal tersebut seperti kondisi perairan Maluku Tenggara yang memiliki *patch* terumbu karang dan mangrove yang lebih kecil, sehingga ikan akan semakin mudah ditemukan. Stasiun penelitian Raja Ampat memiliki *patch* yang lebih luas sehingga Ikan akan terisolir pada lokasi tertentu (Pittman, 2018).

Lebih lanjut dijelaskan pada Gambar 5 grafik regresi linier berikut yang menggambarkan konektivitas yang terjadi antara matriks ikan dengan *seascape metrics*. Gambar 5a – 5d konektivitas positif terjadi antara Kelimpahan Ikan Siganidae dengan *largest patch index* (lpi) karang dan kelimpahan Ikan Lutjanidae dengan matriks *class area* (ca) dan *number of patch* (np)

Tabel 4. Kandidat Model Raja Ampat dan Maluku Tenggara Radius 1000 – 3000 meter

Radius (meter)	Y (Matriks Ikan)	X (<i>Seascape Metrics</i>)	Korelasi	R^2	AIC	Keterangan
Raja Ampat						
1000	Kelimpahan Siganidae (Asig)	<i>Largest patch index</i> (lpi) karang	0,6	0,3624	7,269	$\log(y) \sim \log(x)$
2000	Kelimpahan Lutjanidae (Alutj)	<i>Class area</i> (ca) mangrove	0,69	0,4777	1,497	$\log(y) \sim \log(x)$
3000	Kelimpahan Lutjanidae (Alutj)	<i>Class area</i> (ca) mangrove	0,65	0,4251	2,650	$\log(y) \sim \log(x)$
	Kelimpahan Lutjanidae (Alutj)	<i>Number of patch</i> (np)	0,65	0,42	2,754	$\log(y) \sim \log(x)$
Maluku Tenggara						
1000	Kelimpahan lutjanidae (Alutj)	Jarak ke Mangrove (DistM)	-0,88	0,7777	18,011	$\log(y) \sim \log(x)$
2000	Kelimpahan lutjanidae (Alutj)	Jarak ke Mangrove (DistM)	-0,88	0,7777	18,011	$\log(y) \sim \log(x)$
3000	Kelimpahan lutjanidae (Alutj)	Jarak ke Mangrove (DistM)	-0,88	0,7777	18,011	$\log(y) \sim \log(x)$



Gambar 5. Grafik Regresi Linier

mangrove. konektivitas positif merupakan hubungan yang berbanding lurus, yaitu semakin besar *value* pada *seascape metrics* maka kelimpahan ikan akan semakin tinggi. Sedangkan Gambar 5e – 5g menunjukkan adanya konektivitas negatif. Konektivitas negatif terjadi karena matriks yang digunakan adalah matriks jarak. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin dekat jarak Ikan Lutjanidae ke area mangrove maka kelimpahannya akan semakin tinggi.

Konektivitas yang dijelaskan pada grafik regresi linier di atas dapat disebabkan oleh fase ikan saat pengamatan dilakukan. Ada beberapa ikan seperti Famili Lutjanidae yang ketika fase juvenil lebih senang tinggal di habitat mangrove, dan ketika dewasa akan melakukan migrasi ke kawasan terumbu karang (Kimirei *et al.*, 2011). Faktor alam juga dapat mempengaruhi konektivitas yang dihasilkan seperti iklim, cuaca, arus, topografi dasar laut, dan morfologi pantai (Cuadros *et al.*, 2017)

Waktu dan musim pengamatan juga dapat menjadi faktor lain yang mempengaruhi konektivitas antara ikan karang dengan *seascape metrics* yang digunakan. Kedua lokasi penelitian yaitu Raja Ampat dan Maluku Tenggara dilakukan pengambilan data ikan pada bulan November dan Oktober yang termasuk ke dalam musim Barat. Musim Barat memiliki kondisi perairan yang memiliki suhu lebih dingin dibandingkan dengan musim Timur. Hal tersebut diduga mempengaruhi keberadaan ikan karang dan konektivitasnya dengan ekosistem mangrove dan terumbu karang, dikarenakan ikan karang biasanya menyukai perairan yang hangat (Findra *et al.*, 2016)

KESIMPULAN

Hasil penelitian struktur bentang laut diperoleh bahwa Pulau Batanta dan Pulau Salawati memiliki struktur bentang laut yaitu ekosistem mangrove, terumbu karang dan lamun. Sedangkan struktur bentang laut Pulau Kei Kecil didominasi oleh terumbu karang dan lamun. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh hasil bahwa Pulau Batanta dan Pulau Salawati memiliki konektivitas yang lebih rendah dibanding dengan Pulau Kei Kecil. Konektivitas dengan nilai regresi tertinggi yang dihasilkan yaitu Kelimpahan Ikan Lutjanidae dengan matriks *Distance to Mangrove* (DistM).

DAFTAR PUSTAKA

Cuadros, A., Moranta, J., Cardona, L., Thiriet, P., Pastor, J., Arroyo, N.L., & Cheminée, A.

2017. Seascape Attributes, at Different Spatial Scales, Determine Settlement and Post-Settlement of Juvenile Fish. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 185:120–129. doi: 0.1016/j.ecss.2016.12.014
- Findra, M.N., Hasrun, L.O., Adharani, N. & Herdiana, L. 2016. Perpindahan Ontogenetik Habitat Ikan di Perairan Ekosistem Hutan Mangrove. *Media Konservasi*, 21(3):304–309. doi: 10.29243/med.kon.21.3.304-309
- Kimirei, I.A., Nagelkerken, I., Griffioen, B., Wagner, C. & Mgaya, Y.D. 2011. Ontogenetic Habitat Use by Mangrove/Seagrass-Associated Coral Reef Fishes Shows Flexibility in Time and Space. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 92(1):47–58. doi: 10.1016/j.ecss.2010.12.016
- Mangubhai, S., Erdmann, M.V., Wilson, J.R., Huffard, C.L., Ballamu, F., Hidayat, N.I., Hitipeuw, C., Lazuardi, M.E., Muhajir, Pada, D., Purba, G., Rotinsulu, C., Rumentna, L., Sumolang, K., & Wen, W. 2012. Papuan Bird's Head Seascape: Emerging Threats and Challenges in The Global Center of Marine Biodiversity. *Marine Pollution Bulletin*, 64(11):2279–2295. doi: 10.1016/j.marpolbul.2012.07.024
- McGarigal, K. 2015. Fragstats Help (Issue April). doi: 10.1016/S0022-3913(12)00047-9
- Mumby, P.J. 2006. Connectivity of Reef Fish Between Mangroves and Coral Reefs: Algorithms for The Design of Marine Reserves at Seascape Scales. *Biological Conservation*, 128(2):215–222. doi: 10.1016/j.biocon.2005.09.042
- Nikijuluw, V.P.H., Adrianto, L., Bengen, D.G., Sondita, M.F.A., Monintja, D., Siry, H.Y., Nainggolan, P., Susanto, H.A., Megawanto, R., Koropitan, A.F., Amin, I., Wiryawan, B., Kinseng, R.A., Zulfainarni, N., Suryawati, S.H., Purnomo, A.H., Djohani, R. & Subijanto, J. 2013. *Coral Governance*. PT Penerbit IPB Press. 532 hal.
- Pittman, S.J. 2018. *Seascape Ecology* (First). John Wiley & Sons Ltd. 528 p.
- Prasetyo, L.B. 2017. Pendekatan Ekologi Lanskap Untuk Konservasi Biodiversitas. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 87 hal.
- Prayudha, B., Tuti, Y., Utama, R.S., Yanuarbi, U., Vimono, I.B., Nagib, I., Faricha, A., Suyadi, Renyaan, J., Rahmawati, S., Kusnadi, A., Alifatri, L.O., Salatalohi, A., Triandiza, T. &

- Dzumalex, A.R. 2019. Studi Baseline Terumbu Karang dan Ekosistem Terkait di Pulau Kei Kecil dan sekitarnya Kota Tual dan Kabupaten Maluku Tenggara, Provinsi Maluku. LIPI. 107 hal.
- Ricart, A.M., Sanmartí, N., Pérez, M. & Romero, J. 2018. Multilevel Assessments Reveal Spatially Scaled Landscape Patterns Driving Coastal Fish Assemblages. *Marine Environmental Research*, 140: 210–220. doi: 10.1016/j.marenvres.2018.06.015
- Rondonuwu, A.B., Lumingas, L.J.L., Bataragoa, N.E., Manengkey, H.K., Kondoy, K.I.F., Rangan, J.K., Makatipu, P., Nurdiansah, D., Tampanguma, B. & Kambey, A.G. 2019. *Monitoring Kesehatan Terumbu Karang dan Ekosistem Terkait Lainnya di Pulau Salawati dan Pulau Batanta Kabupaten Raja Ampat, Provinsi Papua Barat*. LIPI. 149 hal.
- Sediadi, A. 2004. Efek Upwelling Terhadap Kelimpahan Dan Distribusi Fitoplankton Di Perairan Laut Banda Dan Sekitarnya. *Makara of Science Series*, 8(2):43–51. doi: 10.7454/mss.v8i2.409
- Sjafrie, N.D.M. 2016. Jasa Ekosistem Pesisir. *Oseana*, XLI(4):25–40.
- Swadling, D.S., Knott, N.A., Rees, M.J. & Davis, A.R. 2019. Temperate Zone Coastal Seascapes: Seascape Patterning and Adjacent Seagrass Habitat Shape The Distribution of Rocky Reef Fish Assemblages. *Landscape Ecology*, 34(10):2337–2352. doi: 10.1007/s10980-019-00892-x
- Ulumuddin, Y.I., Prayudha, B., Suyarso, Arafat, M.Y., Indrawati, A. & Anggraini, K. 2021. The Role of Mangrove, Seagrass and Coral Reefs for Coral Reef Fish Communities. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 674(1): 1–7. doi: 10.1088/1755-1315/674/1/012025