

Valuasi Ekosistem Terumbu Karang di Kawasan Konservasi Pulau Gili Matra menggunakan Analisis Emergy

by Munasik Munasik

Submission date: 28-Apr-2023 02:03PM (UTC+0700)

Submission ID: 2078038435

File name: 17134-60859-1-PB_JKT_Hotmariyah_Sinta2.pdf (287.42K)

Word count: 5765

Character count: 33491

2
Valuasi Ekosistem Terumbu Karang di Kawasan Konservasi Pulau Gili Matra menggunakan Analisis Emery

Hotmariyah^{1,3}, Munasik^{1*}, Puji Rahmad²

7
¹Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang Semarang 50275 Indonesia

5
²Pusat Riset Oseanografi, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Jl. Pasir Putih R.16 No.1, Ancol, Jakarta Utara, Jakarta 14430 Indonesia

23
³Balai Kawasan Konservasi Perairan Nasional Kupang,
Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia
Jl. Yos Sudarso Jurusan Bolok, Alak, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur 85231 Indonesia
Email: munasik@lecturer.undip.ac.id

Abstract

Valuation of coral reefs ecosystem in Marine Protected Area of Pulau Gili Matra using Emery Analyses

12
The main problem in assessing coral reef ecosystems is selecting **12** right method to describe their ecological potential. The percentage of live coral cover has **24** far been used to indicate the condition of coral reefs. This assessment method is easy to apply but has not been able to describe the value of the ecosystem for the benefit of loss or damage to coral reef ecosystem **6**. Further analysis based on energy use for the delivery of ecosystem **2** services is needed, which is called Emery analysis. This study aims to determine the value of coral reef ecosystems in the Pulau Gili Matra Marine Protected Area, Lombok, West Nusa Tenggara using Emery analysis. Valuation of ecosystem services in the total emery calculations is carried out by collecting data on live coral cover, biomass of zooxanthellae, reef fish and megabenthos in different management zones, i.e. core zone, utilization zone and fisheries zone. Meanwhile, energy supplies from outside the system, namely the sun and tides are also included in this total emery calculation. The results show that the highest total emery **17** is found in the core zone, 1.44E+15 sej/year while the lowest is in the **8** fisheries zone, 2.94E+14 sej/year. Equalizing the value of the coral reef ecosystem **28** with money, using the calculation of the Emery to Money Ratio (EMR), the EMR value is 5.75E+07 sej per Rupiah (Rp). As a result, **11** value of the coral reef ecosystem is Rp 7.115.291/m²/year in the core zone and Rp 4.261.099/m²/year in the fishery zone. The value of a coral reef ecosystem can be determined from the condition of the coral reef which includes variables on live coral cover, biomass of zooxanthellae, reef fish and megabenthos.

Keywords: Emery analyses, value of coral reefs, Conservation Area of Gili Matra Island

Abstrak

Permasalahan utama dalam penilaian ekosistem terumbu karang adalah memilih metode yang tepat untuk menggambarkan potensi ekologi. Persentase tutupan karang hidup sejauh ini digunakan untuk menunjukkan kondisi terumbu karang. Metode penilaian ini mudah untuk diterapkan tetapi belum mampu menggambarkan nilai ekosistem untuk kepentingan kerugian atau kerusakan ekosistem terumbu karang. Diperlukan analisis lanjutan berbasis penggunaan energi untuk menyediakan layanan ekosistem yang disebut analisis Emery. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai (value) ekosistem terumbu karang di Kawasan Konservasi Pulau Gili Matra, Lombok, Nusa Tenggara Barat menggunakan analisis Emery. Penilaian layanan ekosistem berupa penghitungan total emery dilakukan melalui pengumpulan data tutupan karang hidup, biomassa zooxanthella, ikan terumbu karang dan megabentos di zona pengelolaan yang berbeda, yaitu zona inti, pemanfaatan dan perikanan. Sedangkan pasokan energi dari luar sistem, yaitu matahari dan pasang surut juga disertakan dalam perhitungan total emery ini. Hasil menunjukkan bahwa nilai total emery di zona inti memiliki nilai tertinggi, sebesar 1.44E+15 sej/th sedangkan yang terendah di zona perikanan yaitu 2.94E+14 sej/th. Penyetaraan nilai ekosistem terumbu karang dengan nilai uang, menggunakan perhitungan rasio emery terhadap mata uang (Emery to Money Ratio/EMR), nilai EMR adalah 5.75E+07 sej per Rupiah (Rp). Nilai ekosistem terumbu karang sebesar Rp. 7.115.291/m²/th di zona inti dan sebesar **19** Rp. 4.261.099/m²/th di zona perikanan. Nilai ekosistem terumbu karang hasil analisis Emery dapat ditentukan dari kondisi terumbu karang yang meliputi variabel tutupan karang hidup, biomassa zooxanthellae, ikan terumbu karang dan megabentos.

Kata Kunci: Analisis Emery, nilai ekosistem Terumbu Karang, Kawasan Konservasi Pulau Gili Matra

^{*}) Corresponding author
www.ejournal2.undip.ac.id/index.php/jkt

PENDAHULUAN

Terumbu karang disebut sebagai ekosistem perairan laut tropis yang produktif dan dihuni oleh berbagai jenis biota laut. Selain berfungsi melindungi ekosistem pesisir dari gelombang dan arus laut, ekosistem terumbu karang menjadi tempat memijah, mencari makan dan daerah asuhan bagi ikan ekonomis penting. Akan tetapi ekosistem tersebut sangat rentan terhadap gangguan lingkungan sehingga kondisinya semakin menurun akibat gangguan lokal yang berpadu dengan gangguan global (Burke *et al.*, 2011). Sebagai kawasan segitiga terumbu karang dunia yang memiliki luas seperlima terumbu karang dunia, Indonesia memiliki terumbu karang yang luas, dengan keagaman hayati tertinggi tengah mengalami ancaman kerusakan. Beberapa upaya yang telah dilakukan dengan memperluas kawasan konservasi perairan laut. Kawasan Konservasi Nasional Pulau Gili Matra, Lombok, Nusa Tenggara Barat dengan luas kawasan 2.268,59 ha memiliki ekosistem terumbu karang seluas 247.50 ha (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022) yang merupakan salah satu target perlindungan laut. Kawasan konservasi perairan telah menerapkan sistem zonasi pengelolaan, yaitu zona inti, zona pemanfaatan dan zona perikanan dengan pemanfaatan utama terumbu karang sebagai objek wisata bahari, daerah penangkapan ikan, serta objek penelitian dan pendidikan. Dampak pemanfaatan ekosistem terumbu karang adalah meningkatnya gangguan lingkungan di kawasan konservasi tersebut, antara lain akibat penangkapan ikan yang merusak, wisata yang tidak bertanggungjawab pembangunan pesisir yang tidak ramah lingkungan serta aktivitas merusak lainnya.

Pemantauan kondisi ekosistem terumbu karang yang bertujuan sebagai dasar kebijakan pengelolaan kawasan konservasi telah dilakukan secara berkala. Beberapa metode penilaian ekosistem terumbu karang telah diterapkan untuk mengetahui kondisi dan kesehatan terumbu karang. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, penilaian kondisi ekosistem terumbu karang dilakukan oleh penyelam SCUBA antara lain dengan menggunakan metode transek garis, transek sabuk, meliputi perolehan data persentase tutupan substrat dasar, karang hidup hingga data kelimpahan ikan terumbu karang (English *et al.*, 1994). Akhir-akhir ini, metode penilaian ekosistem terumbu karang telah berkembang dengan memanfaatkan teknologi fotografi, yaitu *Underwater Photo Transect* (Giyanto *et al.*, 2017). Tetapi ketersediaan data kondisi terumbu karang belum mampu menjawab kebutuhan informasi untuk pengelolaan kawasan konservasi, seperti penilaian tingkat kerusakan, tindakan perlindungan hingga klaim kerugian akibat kerusakan. Untuk itu dibutuhkan metode analisis untuk menghitung nilai ekosistem terumbu karang sesuai dengan kondisi nyata dan melibatkan seluruh komponen penyusunnya. Metode analisis yang dapat digunakan untuk melakukan valuasi suatu ekosistem antara lain adalah *Emergy* (Paoli *et al.*, 2017; Odum, 1996).

Emergy (EmA) adalah metode yang secara kuantitatif mengekspresikan nilai semua produk berdasarkan energi yang setara dengan energi matahari (Odum, 1996). Para praktisi menganggap bahwa *Emergy* adalah metode yang layak dan lebih komprehensif untuk melakukan valuasi ekosistem. Metode analisis *Emergy* menyediakan sebuah valuasi sumberdaya yang obyektif, yakni berdasarkan upaya yang dilakukan oleh alam untuk memasok energi dan aliran material dalam penyediaan jasa/layanan ekologis (Vassallo *et al.*, 2017), yang ditentukan oleh proses produksi, dan bukan oleh preferensi atau kemauan manusia untuk membayar (Odum, 1996). Metode analisis ini dapat mengaitkan biaya dengan sumberdaya yang tidak memiliki nilai pasar dan menempatkannya pada tingkatan barang yang sama dengan nilai ekonomi (Paoli *et al.*, 2017). Keunggulan metode analisis ini adalah kemampuannya dalam standarisasi input dengan satuan ukuran yang berbeda-beda melalui penyamaan satuan (*transformity*) menjadi satu unit *Solar Emergy* (dalam *sejoule* atau *Solar Emergy Joule*, biasanya disingkat *sej*). Sehingga hasil penilaian ekosistem terumbu karang yang merupakan jumlah total sumberdaya sebagai input dari berbagai komponen yang dibutuhkan oleh sistem dapat diperhitungkan dan dianalisis dengan mudah. Akan tetapi sampai saat ini penerapan metode analisis *Emergy* untuk valuasi ekosistem terumbu karang sangat kurang, studi kasus di Indonesia baru sebatas di Karimunjawa (Munasik *et al.*, 2019). Diperlukan kajian-kajian serupa di lokasi lainnya di Indonesia, untuk

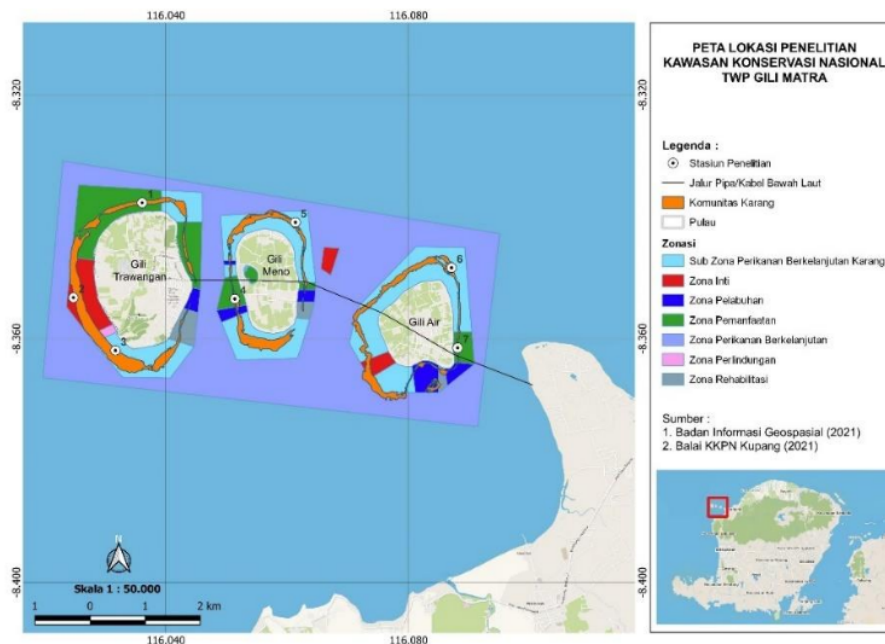
memberikan kepastian harga dalam penanganan kasus klaim kerusakan terumbu karang khususnya dan membantu efektivitas pengelolaan kawasan konservasi perairan Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai (value) ekosistem terumbu karang sebagai modal alam yang menyediakan fungsi/layanan ekologis pada zona pengelolaan yang berbeda, yaitu di zona inti, pemanfaatan dan perikanan di KKN Pulau Gili Matra dengan menggunakan analisis Emery.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kawasan Konservasi Nasional Pulau Gili Matra, Desa Gili Indah, Kabupaten Lombok Utara, Provinsi Nusa Tenggara Barat, Indonesia pada bulan Maret-April 2022. Transek penilaian kondisi ekosistem terumbu karang di zona inti (P. Gili Trawangan), zona pemanfaatan (P. Gili Trawangan, Gili Meno dan Gili Air) dan subzona perikanan berkelanjutan karang "zona perikanan" (P. Gili Trawangan, Gili Meno dan Gili Air; Gambar 1).

Valuasi ekosistem terumbu karang dengan analisis Emery (Paoli *et al.*, 2017; Vassallo *et al.*, 2017; Odum, 1996) melalui tiga tahapan prosedur analisis. Tahap pertama membatasi sistem, mengidentifikasi komponen variabel dan proses-proses yang terjadi di dalam sistem yang akan dinilai dengan membuat model/diagram sistem energi. Pada tahap ini pengukuran variabel dilakukan melalui pengumpulan data terkait komponen yang telah diidentifikasi. Kedua, mengevaluasi Emery seluruh komponen ekosistem menggunakan tabel evaluasi Emery, dan Ketiga, penghitungan nilai ekosistem terumbu karang (dalam satuan mata uang) dengan cara konversi moneter nilai Emery seluruh komponen ekosistem. Pemilihan komponen intrinsik sebagai variabel yang menjadi penyusun ekosistem mengikuti Munasik *et al.* (2019), yaitu karang keras hidup, zooxanthellae, ikan terumbu karang dan megabentos.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Kawasan Konservasi Nasional Pulau Gili Matra

20
Ekosistem terumbu karang yang dikaji adalah rata-rata terumbu karang (reef flat) pada kedalaman 4-10 meter, dengan komponen yang dibatasi pada komponen intrinsik ekosistem terumbu karang dan dikelompokkan menjadi 2 komponen yakni input dan storage (Tabel 1).

5
Data tutupan karang hidup diperoleh dengan menggunakan metode UPT (Underwater Photo Transect) dengan panjang garis transek 50 m. Persentase tutupan karang keras hidup dan karang mati dianalisis dengan mengolah 50 foto frame per stasiun pengamatan dengan bantuan piranti lunak CPCe versi 4.1 (Giyanto et al., 2017). Densitas sel *Zooxanthellae* diambil dari sampel fragmen karang yang dominan pada setiap stasiun pengambilan data. Jenis karang yang dominan tersebut ditentukan berdasarkan referensi atau studi literatur. Pemisahan sel *zooxanthellae* dari inang karang mengacu pada (Pillay et al., 2005), dengan teknik jet of high-pressure air, dalam penelitian ini menggunakan seperangkat alat pen air brush yang dihubungkan dengan kompresor, dilengkapi wadah air (volume 5 ml) yang diisi dengan air laut-formalin 10% sebagai pengawet sel *zooxanthellae*. Diameter sel dikarakterisasi dan difoto pada iluminasi area terang pada perbesaran 400X-1000X menggunakan mikroskop. Diameter sel rata-rata didasarkan pada pengukuran *Symbiodinium* ($n > 50$ sel) pada setiap sampel fragmen karang (LaJeunesse et al. (2012) dalam LaJeunesse et al. (2018)). Luas permukaan karang diukur dengan cara mengolah foto fragmen menggunakan piranti lunak ImageJ. Biomassa *zooxanthellae* dalam penelitian ini adalah total berat karbon individu *zooxanthellae* dalam luas area tertentu ($mg.C/m^2$). Rata-rata berat karbon setiap individu ($mg.C/ind$) diestimasi dengan mengkonversi volume sel menjadi berat karbon dengan metode yang mengacu pada (Cushing, 1958). Selanjutnya Biomassa dihitung dengan mengalikan densitas *zooxanthellae* (ind/m^2) dengan rata-rata berat karbon setiap individu tersebut.

14
Data ikan terumbu karang diperoleh dengan menggunakan metode Underwater Visual Census (English et al., 1994) dengan panjang garis transek 70 m dan lebar 2,5 m ke kiri dan ke kanan. Berat setiap individu ikan diestimasi menggunakan metode length-weight relationship, dengan mengambil nilai tengah dari interval data panjang total/cagak ikan (cm). Kemudian panjang ikan dikonversi menjadi berat (gr) menggunakan konstanta spesifik masing-masing spesies ikan yang mengacu pada Fishbase (Froese, R. and D. Pauly, 2022). Sedangkan biomassa ikan (dalam gr/m^2) dihitung dengan membagi total berat ikan (gr) dengan luas area pengambilan data (m^2).

Pengumpulan data megabentos dilakukan dengan menggunakan metode belt transect (Munro, 2013), dengan panjang garis transek 70 m dan lebar 1 m ke kiri dan ke kanan. Berat diestimasi dengan metode length-weight relationship, menggunakan konstanta spesifik takson berdasarkan (Durdin et al., 2016). Pada jenis megabentos yang tidak tersedia nilai konstanta (a dan b), penghitungan estimasi berat dilakukan dengan generalised volumetric method yang mengacu pada (Benoist et al., 2019). Perhitungan biomassa megabentos (dalam gr/m^2) menggunakan metode yang sama dengan penghitungan biomassa ikan terumbu karang.

Tabel 1. Komponen Diagram Sistem Energi pada Ekosistem Terumbu Karang yang akan dinilai

Komponen	Deskripsi	Indikator pengukuran
Input	Komponen yang dibutuhkan karang untuk hidup, yang berasal dari 2 sumber daya terbarukan dari luar sistem yakni Matahari dan Pasang surut, serta 3 sumber daya terbarukan di dalam sistem antara lain <i>zooxanthellae</i> , megabentos, dan ikan karang	- Matahari: Insolasi Matahari ($kkal/m^2/hari$) - Pasang surut: Jumlah pasang surut air laut ($kali/thn$) dan rata-rata tinggi elevasi (m) - <i>Zooxanthellae</i>: Biomassa ($mg.C/m^2$) - Megabentos dan ikan terumbu karang: Biomassa (gr/m^2)
Storage	Karang keras hidup (<i>Scleractinia</i>)	Persentase tutupan karang keras hidup (%)

Data iradiasi matahari diperoleh dari instansi BMKG-Stasiun Klimatologi Kelas 1 Lombok Barat. Sedangkan data pasang surut diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) melalui laman: <https://tides.big.go.id/pasut/index.html>. Luas ekosistem terumbu karang di Kawasan konservasi tersebut diperoleh dari Kantor Badan Informasi Geospasial (BIG).

Komponen penyusun ekosistem terdiri dari Matahari, pasang surut, zooxanthellae, megabentos, ikan terumbu karang dan karang keras hidup. Energi pada setiap item (kecuali karang keras hidup) dihitung dengan mengkonversi data masing-masing item menjadi energi. Energi dihitung berdasarkan luas tutupan karang keras hidup (HCL) di lokasi penelitian dan dalam kurun waktu satu tahun (Tabel 2).

Sedangkan karang keras hidup (dalam luas tutupan HCL) dihitung berdasarkan luas area pengamatan terumbu karang (12.76 m²), yang dihitung dari luas total 50 frame (ukuran 58 × 44 cm) metode *underwater photo transect* dengan formula:

$$\text{Luas HCL (m}^2\text{)} = \% \text{ Cover} \times A$$

Keterangan: Luas HCL = Luas tutupan karang keras hidup di lokasi penelitian (m²); % Cover = Persentase tutupan karang keras hidup di lokasi penelitian (%); A = Luas area pengamatan terumbu karang (12.76 m²).

Evaluasi Energy ekosistem terumbu karang menggunakan tabel evaluasi Energy, yang berfungsi untuk memfasilitasi perhitungan Energy dari komponen-komponen yang berkontribusi dalam ekosistem terumbu karang. Data setiap komponen ditabulasi ke dalam tabel tersebut. Nilai

Tabel 2. Metode perhitungan energi komponen input

Komponen Input	Formula
Energi Matahari (j/thn)	Rata-rata insolasi (kkal m ² /hari) × (1-albedo) × 4,186 j/kkal × Jumlah hari dalam 1 tahun (365 hari) × luas HCL di lokasi penelitian (m ²) Dimana: Nilai Albedo = 0.27 (Berrios <i>et al.</i> , 2017)
Energi Pasang Surut (j/thn)	(Tinggi elevasi (m)) ² × Densitas air laut (kg/m ³) × 0.5 × Jumlah pasang surut dalam 1 tahun (kali/th) × Gravitasi × luas HCL di lokasi penelitian (m ²) Dimana: 0.5 × Tinggi elevasi = Pusat gravitasi; Densitas air laut = 1.025x10 ³ kg/m ³ (Odum, 1996); Gravitasi = 9.8 m/det ² (Odum, 1996)
Energi Zooxanthellae (j/thn)	Biomassa zooxanthellae (mg.C/m ²) × Rasio P/B × Nilai kalori zooxanthellae (kkal/mg.C) × 4,186 j/kkal × luas HCL di lokasi penelitian (m ²) Dimana: Rasio P/B = 3.20 (Alino <i>et al.</i> , 1993) dalam (Christensen dan Pauly, 1993); Nilai kalori zooxanthellae = 0.0114 kkal/mg.C (Platt dan Irwin, 1973)
Energi Megabentos (j/thn)	Biomassa megabentos spesies ke-1,...,n (gr/m ²) × Rasio P/B spesies ke-1,...,n (gr/gr/thn) × 0.2 × 5 kkal/gr × 4,186 j/kkal × luas HCL di lokasi penelitian (m ²) Dimana: Rasio P/B 2.80 (Moluska); 7.51 (bulu babi); 4.45 (teripang); dan 3; × 0.2 × 5 kkal/gr × 4,186 j/kkal = Konversi berat basah ke energi (Berrios <i>et al.</i> , 2018)
Energi Ikan Terumbu Karang (j/thn)	Biomassa ikan terumbu karang spesies ke-1,...,n (gr/m ²) × Rasio P/B spesies ke-1,...,n (gr/gr/thn) × 0.2 × 5 kkal/gr × 4,186 j/kkal × luas HCL di lokasi penelitian (m ²) Dimana: Rasio P/B = 3 (ikan herbivora lainnya: Acanthuridae); 6.18 (ikan omnivore lainnya: Balistidae, Monacanthidae, Tetraodontidae & Chaetodontidae); 2.73 (ikan planktivora lainnya: Labridae); 1 (ikan piscivor lainnya: Lethrinidae, Lutjanidae); 5.60 (ikan kakak tua: Scaridae); 0.80 (ikan kerapu: Serranidae); 6.50 (<i>Siganus spinus</i> : Siganidae) Alino <i>et al.</i> , 1993 dalam (Christensen dan D. Pauly, 1993)

Tabel 3. Transformity setiap variabel komponen Input

Item Komponen Input	Transformity (sej/f)	Sumber Referensi
Matahari	1.00E+00	Odum (1996)
Pasang surut	7.39E+04	Brandt-Williams dan Brown (2011)
Zooxanthellae	4.90E+05	Campbell (2004)
Megabentos	4.46E+06	Macclanahan (1990)
Ikan karang	5.84E+08	Macclanahan (1990)

Solar Emeryg setiap komponen dihitung dengan mengalikan nilai data dengan transformity masing-masing komponen. Transformity komponen input menggunakan nilai Transformity dari berbagai sumber pustaka (Tabel 3). Sedangkan Transformity karang keras hidup dihitung dengan membagi total Emeryg komponen input yang memasok energi kepada storage (karang keras hidup) di lokasi penelitian. Emeryg karang keras hidup dihitung dengan mengalikan data (m^2) dengan nilai transformity karang keras hidup yang telah dihitung sebelumnya.

Nilai ekosistem terumbu karang dihitung sebagai total Emeryg seluruh komponen di dalam ekosistem (Emeryg input + Emeryg storage). Nilai tersebut dapat dikonversi dalam bentuk nilai uang dengan menggunakan rasio Emeryg terhadap uang "Emeryg to Money Ratio (EMR)". EMR dihitung sebagai rasio aliran energi di suatu negara terhadap Produk Domestik Brutonya, yang dinyatakan dalam mata uang (Euro) per sejoule Emeryg atau (sej/€) (Odum, 1996). Dalam analisis nilai ekosistem ini digunakan rasio Emeryg sebesar $9.60E+11$ sej/€ (Pereira et al., 2013 dalam Paoli et al., 2017). Setelah dikonversi menjadi mata uang Rupiah, dengan acuan 1 Euro = Rp.16.690.41 (Google finance yang diakses pada tanggal 31 Desember 2022), sehingga nilai EMR pada ekosistem terumbu karang adalah $5.75E+07$ sej/Rp.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekosistem terumbu karang yang dinilai dibatasi hanya pada rata-rata terumbu karang (reef flat) pada kedalaman 4-10 meter. Penilaian komponen menggunakan penilaian rinci dalam satu titik pengamatan sebagai perwakilan nilai ekosistem terumbu karang di zona/lokasi yang dikaji. Pemilihan komponen intrinsik ekosistem terumbu karang dalam penelitian ini mengacu pada Munasik et al. (2019), berasal dari luar dan dalam ekosistem. Energi Matahari dan pasang surut air laut merupakan komponen dari luar ekosistem yang dibutuhkan bagi kehidupan karang. Energi Matahari merupakan sumber energi utama yang masuk ke dalam ekosistem terumbu karang, dan dimanfaatkan organisme autotrof untuk melakukan proses fotosintesis, dalam penelitian ini adalah zooxanthellae (alga symbiont). Produk hasil fotosintesis berupa karbon organik dan nutrisi ditransfer kepada karang (inang) untuk pertumbuhan jaringan dan proses kalsifikasi (Lajeunesse, 2020); (Sawall dan Al-Sofyani, 2015). Zooxanthellae merupakan simbiosis karang, dimana karang bergantung pada nutrisi dari aktivitas fotosintesis zooxanthellae. Sekitar 20 hingga 50 senyawa organik seperti glukosa, asam amino, dan senyawa lainnya yang dihasilkan kemudian dikirim ke inang (hewan karang) sebagai bahan bakar untuk proses metabolisme seperti pertumbuhan jaringan dan membangun kalsium karbonat (Lajeunesse, 2020).

Karang juga bergantung pada energi kinetik dari arus pasang surut air laut sebagai penggerak makanan, nutrisi (De Foe et al., 2022) dan oksigen yang dibutuhkan hewan karang untuk kelangsungan hidupnya, selain itu membantu proses reproduksi, dispersal dan proses settlement larva karang.

Ikan terumbu karang dan megabentos merupakan organisme pemanfaat fungsi-fungsi ekologi ekosistem terumbu karang dan menjadi indikator kesehatan terumbu karang (Dewiyanti et al., 2021; Muller-Parker et al., 2015; Paoli et al., 2018; Russ et al., 2021). Ketiganya sebagai

penyeimbang proses-proses yang terjadi di dalam ekosistem, seperti rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan proses ekologi lainnya. Kelimpahan megabenthos berkorelasi positif dengan persentase tutupan karang hidup (Dewiyanti *et al.*, 2021), begitu pula ikan terumbu karang. Sebaliknya, luas tutupan terumbu karang juga berpengaruh pada biomassa ikan karang, terutama kelompok trofik ikan coralivora, planktivora, piscivora dan predator besar generalis (Russ *et al.*, 2021), juga biomassa megabentos. Karang keras hidup (Scleractinia) merupakan *storage* atau penyimpan stok Energy pada ekosistem terumbu karang dalam penelitian ini. Nilai ekosistem bergantung pada luas tutupan karang keras hidup sebagai Energy *eksisting* saat penilaian dan Energy komponen penyusun ekosistem lainnya.

Energy seluruh komponen penyusun ekosistem terumbu karang dihitung menggunakan tabel evaluasi Energy (Tabel 4). Nilai Total Energy sumberdaya sebagai input dihitung berdasarkan luas pengamatan karang menggunakan metode *underwater photo transect* (12.76 m²). Nilai Energy tertinggi berada di zona inti yakni sebesar 1.44E+15 sej/th, sedangkan yang terendah berada di zona perikanan dengan total 2.94E+14 sej/th. Input yang tinggi mengindikasikan besarnya Energy sumberdaya yang berkontribusi di dalam ekosistem terumbu karang. Energy sumberdaya yang besar merefleksikan tingginya biomassa *zooxanthellae*, ikan terumbu karang dan megabentos yang berasosiasi pada ekosistem terumbu karang.

Kemudian, Energy karang keras hidup di zona inti adalah 2.05E+14 sej/m², sedangkan zona pemanfaatan dan zona perikanan memiliki nilai Energy yang sama yakni sebesar 1.23E+14 sej/m² (Tabel 5). Tingginya nilai Energy karang keras hidup berarti nilai Energy Matahari, pasang surut, *zooxanthellae*, ikan terumbu karang dan megabentos tinggi. Selain itu, memiliki luas tutupan karang keras hidup yang juga tinggi. Ekosistem terumbu karang di zona inti memiliki Energy sumberdaya dan luas tutupan karang keras hidup yang lebih tinggi dibandingkan zona lainnya. Sebaliknya Energy sumberdaya dan luas tutupan karang keras hidup di zona perikanan paling rendah diantara zona lainnya. Keduanya menentukan kuantitas Energy karang keras hidup. Rata-rata persentase tutupan karang keras hidup di zona inti, zona pemanfaatan dan zona perikanan berturut-turut adalah 55.02 %, 26.03 % dan 18.83 %. Pada kondisi tersebut, Nilai karang keras hidup di zona inti, zona pemanfaatan dan zona perikanan berturut-turut adalah senilai Rp. 3,558,763/m²/th, Rp. 2,141,867/m²/th dan Rp. 2,131,218/m²/th.

Nilai ekosistem terumbu karang dalam penelitian ini dihitung berdasarkan nilai Energy seluruh komponen penyusun ekosistem. Komponen dibatasi hanya dari Energy Matahari, pasang surut, *zooxanthellae*, ikan terumbu karang, megabentos dan karang keras hidup. Nilai total Energy komponen penyusun ekosistem tersebut kemudian dikonversi menggunakan rasio energy terhadap mata uang (Rp.). Hasil menunjukkan bahwa nilai ekosistem terumbu karang di zona inti lebih tinggi dibandingkan zona lainnya yakni sebesar Rp 7.115.291/m²/th. Kemudian nilai terendah adalah ekosistem terumbu karang di zona perikanan, Rp 4.261.099/m²/th (Tabel 4). Nilai ekosistem terumbu karang di Kawasan Konservasi Pulau Gili Matra lebih rendah daripada nilai ekosistem terumbu karang di Karimunjawa (Munasik *et al.*, 2019). Tinggi rendahnya nilai ekosistem terumbu karang dalam penelitian ini bergantung pada nilai Energy komponen penyusun ekosistem (yakni Energy Matahari, pasang surut, *zooxanthellae*, megabentos, ikan terumbu karang dan karang keras hidup). Semakin tinggi nilai Energy seluruh komponen maka nilai ekosistem terumbu karang akan semakin tinggi (mahal).

Tingginya nilai Energy tersebut mengindikasikan besarnya energi yang berkontribusi (sebagai input) dan disimpan (*storage*) pada ekosistem terumbu karang. Setiap kerusakan ekosistem terumbu karang maka energi dan stok alam yang hilang akan lebih besar, dan tidak dapat menyediakan fungsi/layanan ekologis bagi organisme laut. Sebagai Kawasan Konservasi Pulau Gili Matra memiliki ekosistem terumbu karang seluas 22.28 ha di zona inti, 25.18 di zona pemanfaatan dan 107.37 di zona perikanan (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022) memerlukan harga ekosistem terumbu karang ini. Terdapat 72 genera karang (Wildlife Conservation Society, 2019) yang didominasi oleh Montipora dan Porites (Tarigan *et al.*, 2016). Memiliki 567 spesies ikan terumbu karang dari 53 famili (Wildlife Conservation Society, 2019), antara lain Scaridae, Labridae,

Pomacanthidae, Chaetodontidae, Acanthuridae, Pomacanthidae, Apogonidae, Mullidae, Lutjanidae, Ephinephelidae, Balistidae, Nemipteridae, Holocentridae, Siganidae, dengan rata-rata kelimpahan ikan terumbu karang sebesar 12.747 ind/ha dan biomassa 442,05 kg/ha. Selain itu, terdapat 14 jenis megabentos yang terdata pada penelitian ini, dengan rata-rata kelimpahan 1745 ind/ha dan biomassa sebesar 160.26 kg/ha. Sehingga nilai/harga ekosistem terumbu karang dapat menggambarkan besarnya potensi sumberdaya ekosistem terumbu karang di suatu perairan.

Perekonomian manusia dibatasi oleh ketersediaan stok modal alam dan aliran jasa lingkungan (Paoli *et al.*, 2017). Ketika ekosistem terumbu karang rusak/berkurang maka fungsi/layanan ekologis juga terganggu yang mengakibatkan pengguna layanan ekologis (*zooxanthellae*, ikan terumbu karang dan megabentos) juga berkurang, dan selanjutnya berdampak terhadap perekonomian dan kesejahteraan manusia yang memanfaatkannya. Zona inti memiliki nilai Emergy sumberdaya (sebagai input) dan karang keras hidup (sebagai *storage*) yang lebih tinggi dibandingkan zona lainnya, oleh karena itu nilai ekosistem terumbu karang di zona tersebut lebih tinggi dibandingkan zona lainnya.

2

Tabel 4. Hasil Analisis Emergy Ekosistem Terumbu Karang di Kawasan Konservasi Gili Matra

No.	Item	Unit	Data (unit/th)	Transformity (sej/unit)	Referensi	Solar Emergy (sej/th)	Em Value (Rp/th)
A	EMR IND (2013)	(sej/Rp)			5.75E+07		
B	Nilai Sumberdaya Pada Zona inti						
1	Matahari	j	1.86E+10	1.00E+00	(b)	1.86E+10	Rp 324.18
2	Pasang surut	j	5.68E+07	7.39E+04	(c)	4.19E+12	Rp 72,956.23
3	<i>Zooxanthellae</i>	j	1.17E+02	4.90E+05	(d)	5.75E+07	Rp 1.00
4	Megabentos	j	5.88E+02	4.46E+06	(d)	2.62E+09	Rp 45.59
5	Ikan karang	j	2.45E+06	5.84E+08	(e)	1.43E+15	Rp 24,912,260.99
	Karang keras hidup (HCL)	m ²	7.02E+00	2.05E+14	(f)	1.44E+15	Rp 24,985,587.99
C	Nilai Sumberdaya Pada Zona Pemanfaatan						
1	Matahari	j	8.82E+09	1.00E+00	(b)	8.82E+09	Rp153.36
2	Pasang surut	j	2.69E+07	7.39E+04	(c)	1.98E+12	Rp 34,514.25
3	<i>Zooxanthellae</i>	j	5.65E+01	4.90E+05	(d)	2.77E+07	Rp 0.48
4	Megabentos	j	2.53E+05	4.46E+06	(d)	1.13E+12	Rp 19,599.66
5	Ikan karang	j	6.95E+05	5.84E+08	(e)	4.06E+14	Rp 7,059,818.84
	Karang keras hidup (HCL)	m ²	3.32E+00	1.23E+14	(f)	4.09E+14	Rp 7,114,086.60
D	Nilai Sumberdaya Pada Zona Perikanan						
1	Matahari	j	6.38E+09	1.00E+00	(b)	6.38E+09	Rp 110.94
2	Pasang surut	j	1.94E+07	7.39E+04	(c)	1.44E+12	Rp 24,967.54
3	<i>Zooxanthellae</i>	j	6.61E+01	4.90E+05	(d)	3.24E+07	Rp 0.56
4	Megabentos	j	1.14E+05	4.46E+06	(d)	5.09E+11	Rp 8,853.85
5	Ikan karang	j	5.01E+05	5.84E+08	(e)	2.92E+14	Rp 5,086,797.15
	Karang keras hidup (HCL)	m ²	2.40E+00	1.23E+14	(f)	2.94E+14	Rp 5,120,730.05

Keterangan: a = Pereira *et al.* (2013) dalam Paoli *et al.* (2017); b = Odum (1996); c = Brandt-Williams dan Brown (2011); d = Nilai Transformity mikroalga (Campbell, 2004); e = Mcclanahan (1990); f = Dihitung dalam penelitian ini

Informasi nilai atau harga ekosistem terumbu karang sangat berguna bagi pengelolaan ekosistem terumbu karang. Selain berguna untuk mendukung pengelola kawasan dalam penyusunan instrumen hukum yang mendukung pelestarian ekosistem terumbu karang juga berguna untuk meningkatkan kesadaran masyarakat. Beberapa kajian analisis penilaian/valuasi suatu ekosistem menggunakan analisis Emergy dengan tujuan yang sama telah dilakukan di beberapa kasus. Munasik *et al.* (2019), melakukan valuasi ekosistem terumbu karang berdasarkan input sumberdaya komponen penyusun dan jasa ekosistem yang diberikan terumbu karang di Taman Nasional Karimunjawa dengan nilai 2.896.814/m²/th. De La Fuente *et al.* (2019) menilai habitat *midlittoral*, di atas pinggir Cystoseira senilai 1,23E + 12 sej/m² yang setara dengan 1,28 eM€/m² (Rp. 20.785/m²). Kajian lebih umum, Sun *et al.* (2018), melakukan valuasi ekosistem pesisir pada 11 provinsi dan kota pesisir di Cina seluas 3 juta kilometer persegi senilai 9,821.17×10⁸ yuan (Rp. 2,173,434,742,170,000), dengan Emergy sebesar 1.99×10¹⁷ sej/km².

KESIMPULAN

Nilai ekosistem terumbu karang dapat ditentukan oleh nilai Emergy komponen penyusun ekosistem yaitu, Emergy matahari, pasang surut, *zooxanthellae*, megabentos, ikan terumbu karang dan karang keras hidup (sebagai *storage* di dalam ekosistem). Nilai ekosistem terumbu karang pada zona inti di Kawasan Konservasi Nasional Pulau Gili Matra lebih tinggi dibandingkan zona pemanfaatan dan zona perikanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini adalah bagian dari Tesis Program Magister Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro oleh penulis pertama. Terimakasih disampaikan kepada staf peneliti Balai Konservasi Kawasan Perairan Nasional Kupang Wilayah Kerja Gili Matra Lombok dan BKIPM Mataram atas bantuan pengumpulan data ekosistem terumbu karang.

DAFTAR PUSTAKA

- Benoist, N.M.A., Bett, B.J., Morris, K.J., & Ruhl, H.A. (2019). A generalised volumetric method to estimate the biomass of photographically surveyed benthic megafauna. *Progress in Oceanography*, 178, p.102188. doi :10.1016/j.pocean.2019.102188.
- Berrios, F., Campbell, D.E., & Ortiz, M., (2017). Emergy evaluation of benthic ecosystems influenced by upwelling in Northern Chile: Contributions of the ecosystems to the regional economy. *Ecological Modelling*, 359, 146–164. doi :10.1016/j.ecolmodel.2017.05.005.
- Berrios, F., Campbell, D.E., & Ortiz, M. (2018). Emergy-based indicators for evaluating ecosystem health: a Case study of three benthic ecosystem networks influenced by coastal upwelling in Northern Chile (SE Pacific Coast). *Ecological Indicators*, 95, 379–393. doi: 10.1016/j.ecolind.2018.07.055.
- Brandt-Williams, S., & Brown, M. (2011) Renewable Emergy in earth's biomes. *Emergy Synthesis*, 6, 93–104. doi: 10.13140/2.1.1931.6485.
- Campbell, D.E. (2004). Evaluation and Emergy analysis of the Cobscook Bay Ecosystem. *Northeastern Naturalist*, 11, 355–424, doi: 10.1656/1092-6194(2004)11[355:EAEAOT]2.0.CO;2.
- Christensen, V., & Pauly, D. (1993). Trophic models of aquatic ecosystems, V. Christensen & D. Pauly (eds.), ICLARM Conference Proceedings, International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila.
- Cushing, D.H. (1958). The estimation of carbon in phytoplankton, *Rapports et procès-verbaux des réunions*, 144, 32–33.
- De Froe, E., Maier, S.R., Horn, H.G., Wolff, G.A., Blackbird, S., Mohn, C., Schultz, M., van der Kaaden, A.S., Cheng, C.H., Wubben, E., van Haastregt, B., Moller, E.F., Lavaleye, M., Soetaert, K., Reichart, G.J., & van Oevelen, D. (2022). Hydrography and food distribution during a tidal cycle above a cold-water coral mound. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 189, p.103854. doi: 10.1016/j.dsr.2022.103854.

- De La Fuente, G., Asnaghi, V., Chiantore, M., Thrush, S., Povero, P., Vassallo, P., Petrillo, M., & Paoli, C. (2019). The Effect of Cystoseira Canopy on the Value of Midlittoral Habitats in NW Mediterranean, an Emergy Assessment. *Ecological Modelling*, 404, 1–11. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2019.04.005.
- Dewiyanti, I., Mulyadi, M., Ulfa, M., Octavina, C., & Haridhi, H.A. (2021). Biodiversity of megabenthos and coral reef condition in Tuan Island, Aceh Besar. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 869(1), p.012041. doi: 10.1088/1755-1315/869/1/012041.
- Durden, J.M., Bett, B.J., Horton, T., Serpell-Stevens, A., Morris, K.J., Billett, D.S.M., & Ruhl, H.A. (2016). Improving the estimation of deep-sea megabenthos biomass: Dimension to wet weight conversions for abyssal invertebrates. *Marine Ecology Progress Series*, 552, 71–79. doi: 10.3354/meps11769.
- English, S., Wilkinson, C. & Baker, V. (1994). Survey manual for tropical marine resources. ASEAN-Australia Marine Science Project. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia.
- Froese, R., & Pauly, D. (2022). FishBase, *World Wide Web electronic publication*, www.fishbase.org, version (02/2022).
- Giyanto, Abrar, M., Manuputty, A., Siringoringo, R., Tuti, Y., & Zulfianita, D. (2017). Coral reef health monitoring guide, P2O LIPI, Jakarta, Indonesia.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2022). Ocean accounts of Indonesia - Pilot study: accounts of Gili Ayer, Gili Meno, and Gili Trawangan (Gili Matra) Marine Protected Area, Jakarta, Indonesia.
- LaJeunesse, T.C. (2020). Zooxanthellae. *Current Biology*, 30, R1110–R1113. doi: 10.1016/j.cub.2020.03.058.
- LaJeunesse, T.C., Parkinson, J.E., Gabrielson, P.W., Jeong, H.J., Reimer, J.D., Voolstra, C.R., & Santos, S.R. (2018). Systematic revision of Symbiodiniaceae highlights the antiquity and diversity of coral endosymbionts. *Current Biology*, 28, 2570–2580. doi: 10.1016/j.cub.2018.07.008.
- Mcclanahan, T.R. (1990). Hierarchical control of coral reef ecosystems, Disertasi, University of Florida, Florida, USA.
- Muller-Parker, G., D'Elia, C.F., Cook, C.B. (2015). Interactions Between Corals and Their Symbiotic Algae. In: Birkeland, C. (eds) *Coral Reefs in the Anthropocene*. Springer, Dordrecht. pp. 99–115. doi: 10.1007/978-94-017-7249-5.
- Munasik, Rahmadi, P., Winarso, G., & Haryanti, D. (2019). Policy brief : Coral Reef Ecosystem Valuation Case Study in Karimunjawa National Park. Diponegoro University, Semarang, Indonesia.
- Munro, C. (2013) *Diving methods for the study of marine benthos*, Ed.4, A. Eleftheriou (eds), John Wiley & Sons, Ltd. doi: 10.1002/9781118542392.
- Odum. (1996) *Environmental accounting Emergy and environmental decision making*. John Wiley & Sons, Inc, New York, USA.
- Paoli, C., Montefalcone, M., Morri, C., Vassallo, P., & Bianchi, C.N. (2017). Ecosystem functions and services of the marine animal forests, S. Rossi et al. (eds.). *Marine Animal Forests*, 44: 1271–1312. doi: 10.1007/978-3-319-21012-4_38.
- Paoli, C., Povero, P., Burgos, E., Dapuelto, G., Fanciulli, G., Massa, F., Scarpellini, P., & Vassallo, P. (2018). Natural capital and environmental flows assessment in marine protected areas: The case study of Liguria region (NW Mediterranean Sea). *Ecological Modelling*, 368, 121–135. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2017.10.014.
- Pillay, R.M., Willis, B., & Terashima, H. (2005). Trends in the density of zooxanthellae in *Acropora millepora* (Ehrenberg, 1834) at The Palm Island Group, Great Barrier Reef, Australia. *Symbiosis*, 38, 209–226.
- Platt, T., & Irwin, B. (1973). Caloric content of phytoplankton. *Limnology and Oceanography*, 18, 306–310. doi: 10.4319/lo.1973.18.2.0306.
- Russ, G.R., Rizzari, J.R., Abesamis, R.A., & Alcala, A.C. (2021) Coral cover a stronger driver of reef fish trophic biomass than fishing. *Ecological Applications*, 31,(1), e02224. doi: 10.1002/eap.2224.
- Sawall, Y., & Al-Sofyani, A. (2015). Biology of Red Sea Corals: Metabolism, Reproduction, Acclimatization, and Adaptation. In: Rasul, N., Stewart, I. (eds) *The Red Sea*. Springer Earth System Sciences. Springer, Berlin, Heidelberg. pp. 487–509. doi: 10.1007/978-3-662-45201-1_28.

- Sun, C., Wang, Y., & Zou, W. (2018). The Marine Ecosystem Services Values for China Based on The Emergy Analysis Method. *Ocean and Coastal Management*, 161, 66–73. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2018.04.022.
- Vassallo, P., Paoli, C., Buonocore, E., Franzese, P.P., Russo, G.F., & Povero, P. (2017). Assessing The Value of Natural Capital in Marine Protected Areas: A Biophysical and Trophodynamic Environmental Accounting Model. *Ecological Modelling*, 355, 12–17. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2017.03.013.
- Wildlife Conservation Society. (2019). Ecological survey result report at TWP Gili Matra in 2019. Jakarta, Indonesia.

Valuasi Ekosistem Terumbu Karang di Kawasan Konservasi Pulau Gili Matra menggunakan Analisis Emergy

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

%

INTERNET SOURCES

9%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Sophia N. M. Fendjalang. "Persepsi Masyarakat Tentang Larangan Pemanfaatan Dan Pelestarian Penyu Di Pulau Meti Kabupaten Halmahera Utara", Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan, 2020

Publication

1%

2

Siti Hajar Suryawati, Permana Ari Soejarwo, Irwan Muliawan, Maulana Firdaus. "VALUASI EKONOMI SUMBERDAYA TERUMBU KARANG DAN MANGROVE DI KAWASAN TAMAN WISATA PERAIRAN (TWP) GILI MATRA, LOMBOK UTARA, NUSA TENGGARA BARAT", Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, 2019

Publication

1%

3

Zamdial Zamdial, Dede Hartono, Ari Anggoro, Ali Muqsit. "VALUASI EKONOMI EKOSISTEM TERUMBU KARANG DI PULAU ENGGANO, KABUPATEN BENGKULU UTARA, PROVINSI BENGKULU", JURNAL ENGGANO, 2019

Publication

1%

4

Tenri A R, Danial Sultan, Asbar Asbar.
"ANALISIS STRATEGI PENGELOLAAN
EKOSISTEM TERUMBU KARANG DI KAWASAN
KONSERVASI PERAIRAN DAERAH LIUKANG
TUPPABIRING", JOURNAL OF INDONESIAN
TROPICAL FISHERIES (JOINT-FISH) : Jurnal
Akuakultur, Teknologi Dan Manajemen
Perikanan Tangkap, Ilmu Kelautan, 2020

Publication

1 %

5

Ana Faricha, Isa Nagib Edrus, Rizkie Satriya
Utama, Ahmad R. Dzumalex, Abdullah
Salatalohi, Bayu Prayuda. "HUBUNGAN
ANTARA KOMPOSISI IKAN TARGET DAN
PRESENTASE TUTUPAN KARANG HIDUP DI
KEPULAUAN KEI KECIL, MALUKU", Jurnal
Penelitian Perikanan Indonesia, 2020

Publication

<1 %

6

Irwan Muliawan, Maulana Firdaus. "NILAI
EKONOMI EKOSISTEM TERUMBU KARANG DI
TAMAN WISATA PERAIRAN KAPOPOSANG,
SULAWESI SELATAN", Jurnal Sosial Ekonomi
Kelautan dan Perikanan, 2019

Publication

<1 %

7

Anggi Setiabudi, Delianis Pringgenies, Ali
Ridlo. "Aktivitas Penangkapan Radikal Bebas
DPPH dan Daya Reduksi Ekstrak Gracilaria
verrucosa", JRST (Jurnal Riset Sains dan
Teknologi), 2020

Publication

<1 %

8

C. Paoli, P. Povero, E. Burgos, G. Dapuelto, G. Fanciulli, F. Massa, P. Scarpellini, P. Vassallo. "Natural capital and environmental flows assessment in marine protected areas: The case study of Liguria region (NW Mediterranean Sea)", Ecological Modelling, 2018

Publication

<1 %

9

Lalu Solihin Solihin, Tridoyo Kusumastanto, Akhmad Fauzi, Fredinan Yulianda. "KONTRIBUSI PAYMENT FOR ENVIRONMENT SERVICES (PES) TERHADAP KEBERLANJUTAN WISATA SELAM DI KAWASAN KONSERVASI LAUT GILI MATRA", Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, 2019

Publication

<1 %

10

Ayuningtyas Indrawati, Isa Nagib Edrus, Tri Aryono Hadi. "KARAKTERISTIK STRUKTUR KOMUNITAS IKAN KARANG TARGET DAN INDIKATOR DI PERAIRAN TAMAN NASIONAL KOMODO", Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, 2020

Publication

<1 %

11

F K Yudha, K Fahlevy, W Andika, E Saraswati, P R Hutami, M M Kamal, A M Samosir. "Influence of management status on the coral reef fish communities in Ujung Kulon National

<1 %

12

Oktavianus Lintong, Dannie R S Oroh, Easter Ch. M. Tulung. "STUDI EKOLOGI OSEANOGRAFI TELUK MANADO UNTUK PENENTUAN STRUKTUR ARTIFICIAL CORAL GARDEN DAN AREA MANGROVE SEBAGAI DESTINASI WISATA BARU", JURNAL PESISIR DAN LAUT TROPIS, 2019

Publication

13

Rachele Bordoni, Ilaria Rigo, Giulia Dapuetto, Paolo Povero, Paolo Vassallo, Chiara Paoli. "Assessment of natural capital and environmental flows distribution: A Mediterranean case study", Journal of Cleaner Production, 2023

Publication

14

Sarah S. Sumual, Janny D. Kusen, Veibe Warouw, Carolus P. Paruntu, Kakaskasen A. Roeroe, Farnis B. Boneka. "Komunitas ikan karang di Pantai Malalayang dan Pantai Meras Teluk Manado", e-Journal BUDIDAYA PERAIRAN, 2018

Publication

15

Suparno Suparno. "Rencana Zonasi Kawasan Konservasi Perairan Daerah Kota Pariaman,

<1 %

<1 %

<1 %

<1 %

Provinsi Sumatera Barat", JURNAL
SUMBERDAYA AKUATIK INDOPASIFIK, 2021

Publication

16

Fery Kurniawan, Luky Adrianto, Dietrich
Geoffrey Bengen, Lilik Budi Prasetyo.
"Hypothetical effects assessment of tourism
on coastal water quality in the Marine
Tourism Park of the Gili Matra Islands,
Indonesia", Environment, Development and
Sustainability, 2022

Publication

<1 %

17

H Tamsah, N Nessa. "The application of
economic-valuation in the calculation of
damage to coral reefs ecosystems in
Indonesia", IOP Conference Series: Earth and
Environmental Science, 2019

Publication

<1 %

18

Juardi Mardani, Dedy Kurniawan, Susiana
Susiana. "KONDISI TERUMBU KARANG DI
PERAIRAN PULAU BATU BILIS, BUNGURAN
UTARA, KABUPATEN NATUNA", OSEANA, 2021

Publication

<1 %

19

Berdya Diatn Palias, Yusuf Arief Nurrahman,
Shifa Helena. "Kondisi Tutupan Terumbu
Karang di Perairan Timur Pulau Kabung,
Kabupaten Bengkayang, Provinsi Kalimantan
Barat", Jurnal Laut Khatulistiwa, 2022

Publication

<1 %

20	Mosriula Mosriula, Jaya Jaya, Muhammad Hamsir. "Inventory of damage to coral reefs ecosystem in waters of Bungkutoko Island, Kendari City and Barrang Lompo Island, Makassar City", <i>Akuatikisle: Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil</i> , 2018 Publication	<1 %
21	Ofri Johan, Dietrich G. Bengen, Neviaty P. Zamani, Suharsono Suharsono. "DISTRIBUSI DAN KELIMPAHAN PENYAKIT KARANG SABUK HITAM SECARA SPASIAL DI KEPULAUAN SERIBU, JAKARTA", <i>Jurnal Riset Akuakultur</i> , 2016 Publication	<1 %
22	Roberto Patar Pasaribu, Asep Irwan, Liliek Soeprijadi, Chrisoetanto Pattirane. "Studi Alternatif Bangunan Pengaman Pantai di Pesisir Kabupaten Karawang", <i>PELAGICUS</i> , 2020 Publication	<1 %
23	"Indonesia", Walter de Gruyter GmbH, 2021 Publication	<1 %
24	"Marine Animal Forests", Springer Science and Business Media LLC, 2017 Publication	<1 %
25	Elvira Buonocore, Luigia Donnarumma, Luca Appolloni, Antonino Miccio, Giovanni F. Russo,	<1 %

Pier Paolo Franzese. "Marine natural capital and ecosystem services: An environmental accounting model", Ecological Modelling, 2020

Publication

26

Juspri Ginting. "ANALISIS KERUSAKAN TERUMBU KARANG DAN UPAYA PENGELOLAANNYA", Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan (JKPT), 2023

Publication

27

Lucija Raspor Dall'Olio, Alfred Beran, Vesna Flander-Putrlle, Alenka Malej, Andreja Ramšak. "Diversity of Dinoflagellate Symbionts in Scyphozoan Hosts From Shallow Environments: The Mediterranean Sea and Cabo Frio (Rio de Janeiro, Brazil)", Frontiers in Marine Science, 2022

Publication

28

"The Arabian Seas: Biodiversity, Environmental Challenges and Conservation Measures", Springer Science and Business Media LLC, 2021

Publication

29

Abdul Rahman Ritonga, Corina Dewi Ruswanti, Fadli Jaka, Novita Permata Putri, Muhammad Rifat Muharam, Dedy Kurniawan. "Indeks Kesehatan Terumbu Karang di Perairan Siantan Selatan, Kabupaten Kepulauan Anambas", Jurnal Akuatiklestari, 2022

Publication

<1 %

<1 %

<1 %

<1 %

30

Bonifacius Arbanto, Aditano Yani Retawimbi, Ana Faricha, Gina Puspita Setia Rifani. "IKAN KARANG FAMILI CHAETODONTIDAE DI KEPULAUAN AYAU, KABUPATEN RAJA AMPAT, PAPUA BARAT", JURNAL ENGGANO, 2020

Publication

<1 %

31

Frensy Demianus Hukom, Fredinad D.G. Yulianda, Bengen M.M. Kamal. "EFEKTIVITAS ZONASI DALAM PENGELOLAAN PERIKANAN KARANG DI KAWASAN KONSERVASI PERAIRAN SELAT DAMPIER, RAJA AMPAT", Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, 2019

Publication

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On