

Neraca aset sumberdaya pesisir dan laut Pulau Panggang dan Pulau Semak Daun, Kepulauan Seribu DKI Jakarta

Balance of coastal and marine assets for Panggang Island and Semak Daun Island, Kepulauan Seribu DKI Jakarta

Yudi Wahyudin^{1*}, Mahipal², Dudi Lesmana¹, Muhammad Yusuf Wahyudin³, Muhammad Nur Hussein Wahyudin²

¹Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Djuanda, Jl Tol Ciawi No. 1, Ciawi, 16720, Jawa Barat, Indonesia

²Universitas Pakuan, Jalan Pakuan, Tegallega - Bogor Tengah, Bogor 16143, Indonesia

³Bursa Uludag Universitesi, Gorukle Kampusu 16059, Nilufer/BURSA, Turki

*email: yudi.wahyudin@unida.ac.id

Abstrak

Wilayah pesisir dan laut menyimpan kekayaan yang tinggi bagi kesejahteraan masyarakat pesisir dan pulau kecil dengan besaran sangat dinamis. Pulau Panggang dan Pulau Semak Daun menyimpan potensi neraca aset sumberdaya pesisir dan laut yang menjanjikan dan memberikan benefit bagi kesejahteraan masyarakat. Tujuan penelitian adalah menyusun neraca aset sumberdaya pesisir dan laut Pulau Panggang dan Pulau Semak Daun. Penelitian dilakukan di Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu Provinsi DKI Jakarta pada bulan Agustus-September 2023 dan literatur berbagai data informasi guna memetakan nilai jasa ekosistem dan neraca aset. Metode valuasi ekonomi dengan teknik *benefit transfer method* digunakan sebagai masukan nilai aset sumberdaya alam dan lingkungan pesisir dan laut. Hasil penelitian menunjukkan nilai aset sumberdaya pesisir dan laut Pulau Panggang dan Pulau Semak Daun memiliki dinamika yang cukup signifikan. Pada kurun waktu tahun 2014-2019, aset sumberdaya pesisir dan laut Pulau Panggang dan Pulau Semak Daun mengalami penurunan cukup besar, yaitu sebesar 1.001,92 miliar (Pulau Panggang) dan 59,97 miliar (Pulau Semak Daun) dan menurun masing-masing sebesar 200,38 miliar per tahun (12,34%) dan menurun sebesar 11,99 miliar/tahun (9,29%). Hasil estimasi menunjukkan adanya perbaikan nilai aset pada tahun 2022 Pulau Panggang menjadi sebesar 687,73 miliar dan Pulau Semak Daun sebesar 82,32 miliar. Hasil estimasi menunjukkan terjadi perbaikan ekosistem selama kurun waktu tahun 2020-2022. Peningkatan ini diduga akibat berkurangnya tekanan terhadap ekosistem pesisir dan laut pada kedua pulau. Pengelolaan terpadu berbasis ekosistem perlu dilakukan agar keberlanjutan dan nilai aset sumberdaya dapat memberikan manfaat besar bagi kesejahteraan masyarakat pesisir dan pulau kecil.

Kata kunci: aset sumberdaya, jasa ekosistem, neraca sumberdaya, pengelolaan pesisir terpadu, wilayah pesisir dan laut

Abstract

Coastal and marine areas hold great wealth for the welfare of coastal and small island communities with dynamic magnitudes. Panggang Island and Semak Daun Island have the potential for promising coastal and marine resource assets and provide benefits for community welfare. The research aims to compile a balance sheet of coastal and marine resource assets for Panggang Island and Semak Daun Island. The research was conducted in the Seribu Islands Administrative District, DKI Jakarta Province, in August-September 2023. It included various information data to map the value of ecosystem services and asset balances. The economic valuation method using the benefits transfer technique is used as input for the value of natural resource assets and the coastal and marine environment. The research results show that the value of coastal and marine resource assets of Panggang Island and Semak Daun Island have quite significant dynamics. In 2014-2019, the coastal and marine resource assets of Panggang Island and Semak Daun Island experienced a considerable decline, namely 1,001.92 billion (Panggang Island) and 59.97 billion (Semak Daun Island). They decreased respectively by 200.38 billion per year (12.34%) and decreased by 11.99 billion/year (9.29%). The estimation results show that there will be an improvement in asset value in 2022 for Panggang Island to 687.73 billion and for Semak Daun Island to 82.32 billion. The estimation results show that there has been an improvement in the ecosystem during the 2020-2022 period. This increase is due to reduced pressure on coastal and marine ecosystems on the two islands. Ecosystem-based integrated management needs to be carried out so that the sustainability and value of resource assets can benefit the welfare of coastal and small island communities.

Keywords: *coastal and marine areas, ecosystem services, integrated coastal management, natural asset, natural balance*

Wahyudin, Y., Mahipal, Lesmana, D., Wahyudin, M. & Y., Wahyudin, M. H. W. (2023). Neraca aset sumberdaya pesisir dan laut Pulau Panggang dan Pulau Semak Daun, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Jurnal Mina Sains*, 9(2): 92-104.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang mempunyai jumlah pulau sangat banyak. Data SLHI 2013 yang dikeluarkan Kementerian Lingkungan Hidup menyebutkan bahwa jumlah Pulau di Indonesia mencapai 13.466 pulau dengan garis pantai sepanjang 80.791 kilometer (KLH 2013). Indonesia memiliki peluang sekaligus tantangan besar dalam mengembangkan dan mengelola potensi sumberdaya pesisir dan laut (Wahyudin 2016; Mahipal 2010). Wilayah pesisir dan laut Indonesia memiliki kekayaan alam yang sangat besar serta menyediakan jasa-jasa lingkungan yang beragam, seperti minyak dan gas, mineral, perikanan, ekosistem terumbu karang dan mangrove, maupun pariwisata (Nugraha *et al.* 2019).

Sumberdaya di wilayah pesisir dan laut Indonesia belum mendapat perhatian serius sebagaimana halnya pembangunan di wilayah daratan (Wahyudin *et al.* 2018a). Beberapa kasus pencemaran dan kerusakan lingkungan telah terjadi, pencurian sumberdaya laut yang dilakukan oleh pihak asing secara tidak terkendali, dan kemiskinan di wilayah pesisir juga banyak ditemukan. Jumlah penduduk di wilayah pesisir yang semakin meningkat mengakibatkan sumberdaya di daratan semakin terbatas, sehingga wilayah pesisir dan laut beserta sumberdayanya menjadi alternatif pendukung pembangunan daerah dan nasional yang strategis (Mahipal & Wahyudin 2011). Oleh karena itu, pembangunan jangka panjang bangsa Indonesia mengorientasikan kiprah pembangunan berbasis pada kekayaan aset sumberdaya alam dan lingkungan yang terdapat di wilayah pesisir dan laut (Wahyudin & Mahipal 2013).

Saat ini yang masih menjadi keprihatinan kita, beberapa kegiatan pembangunan di kawasan daratan dan lautan, masih banyak yang memberikan dampak negatif pada lingkungan. Hal ini akhirnya berakibat pada menurunnya kualitas lingkungan pesisir dan laut maupun kelestarian sumberdaya alam.

Penurunan kualitas lingkungan berupa pencemaran dan kerusakan lingkungan serta pemanfaatan yang berlebih atas sumberdaya pesisir dan laut. Sehubungan dengan hal tersebut, maka upaya pengendalian pencemaran dan kerusakan lingkungan yang mungkin timbul harus menjadi bagian dari kebijakan dan langkah aksi pengelolaan lingkungan pada setiap sektor kegiatan pembangunan.

Beberapa bahan pencemar yang berasosiasi dengan lingkungan laut antara lain patogen sedimen, limbah padat, panas, material anorganik beracun, material organik beracun, minyak, nutrien, bahan radioaktif, *oxygen demand materials* (al. karbohidrat, protein, dan senyawa organik lainnya), material asam-basa, dan material yang merusak estetika (Catania *et al.* 2020). Pada daerah tertentu, suatu bahan pencemar dapat menjadi lebih berisiko dibanding bahan pencemar lain, sedangkan pada daerah lainnya dapat terjadi hal yang sebaliknya (Chandrappa & Kulshrestha 2016).

Kontaminasi lingkungan laut akibat pencemaran dapat dibagi atas kontaminasi secara fisik dan secara kimiawi (Alvarez-Munoz *et al.* 2016). Pencemaran bersumber dari aktivitas di daratan (*Land-based pollution*) dan kegiatan di laut. Secara umum, kegiatan atau aktivitas di daratan yang berpotensi mencemari lingkungan pesisir dan laut, antara lain penebangan hutan (*deforestation*), buangan limbah industri (*disposal of industrial wastes*), buangan limbah pertanian (*disposal of agricultural wastes*), buangan limbah cair domestik (*sewage disposal*), buangan limbah padat (*solid waste disposal*), konvensi lahan mangrove & lamun (*mangrove swamp conversion*) dan reklamasi di kawasan pesisir (*reclamation*) (Kumar 2022). Kegiatan atau aktivitas di laut yang berpotensi mencemari lingkungan pesisir dan laut antara lain pelayaran (*shipping*), dumping di laut (*ocean dumping*), pertambangan (*mining*), eksplorasi dan eksploitasi minyak (*oil exploration and exploitation*), budidaya laut (*marine culture*) dan perikanan (*fishing*).

Teluk Jakarta sudah tercemar dengan meningkatnya kandungan amonia dan detergen

(angka MBAS) yang melebihi baku mutu air laut. Selain itu jumlah sampah sudah sampai tahap yang memprihatinkan, sehingga mengganggu estetika serta kelancaran arus transportasi laut. Bau menyengat akibat pembusukan sampah yang berada di pantai. Hasil penelitian Bapedalda Propinsi DKI Jakarta menyatakan bahwa sampah yang tidak terangkut dan diperkirakan masuk ke laut melalui sungai, berasal dari lima kecamatan di Jakarta Utara mencapai 362 m³/tahun, dari waduk 40.001,83 m³/tahun dan sampah sungai 13.818,43 m³/tahun (DLH DKI Jakarta 2018). Hal ini tentu saja memberikan tekanan terhadap kerusakan dan/pencemaran lingkungan perairan ke arah utara Teluk Jakarta, termasuk perairan Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu.

Pulau Panggang merupakan pulau pemukiman terpadat yang terdapat di Kecamatan Kepulauan Seribu Utara Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu Provinsi DKI Jakarta. Pulau Panggang tercatat seluas 9 hektar dengan jumlah penduduk kelurahan P. Panggang mencapai 5062 orang. Kepadatan jumlah penduduk pulau ini sangat padat sekali yaitu mencapai sebanyak 562 orang per hektar. Hal ini tentu saja menimbulkan persoalan berupa limbah rumah tangga yang pada akhirnya berdampak pada terjadinya pencemaran lingkungan perairan. Pulau Semak Daun merupakan salah satu pulau yang sering dikunjungi oleh wisatawan untuk melakukan aktivitas snorkeling dan/atau penyelaman. Pulau ini terletak di dalam hamparan gosong pulau, sehingga sangat sesuai untuk kegiatan budidaya perairan laut, terutama keramba jaring apung. Keberadaan aktivitas wisata dan budidaya perairan laut ini memberikan tekanan tersendiri terhadap kondisi lingkungan perairan di sekitar pulau Semak Daun.

Limbah rumah tangga dan tekanan lingkungan akibat aktivitas wisata dan budidaya keramba jaring apung berdampak terhadap terjadinya degradasi sumberdaya pesisir dan laut. Selanjutnya akan berdampak terhadap keberlanjutan penyediaan jasa ekosistem pada masyarakat wilayah dan pulau kecil. Perubahan ini menyebabkan dinamika aset cukup besar, sehingga pada gilirannya

kekayaan wilayah pesisir dan laut juga mengalami fluktuasi. Penelitian ini diharapkan dapat memetakan jumlah besaran nilai aset jasa ekosistem dan neraca aset sumberdaya pesisir dan laut studi kasus di wilayah pesisir dan laut Pulau Panggang dan Pulau Semak Daun Kepulauan Seribu DKI Jakarta.

METODE PENELITIAN

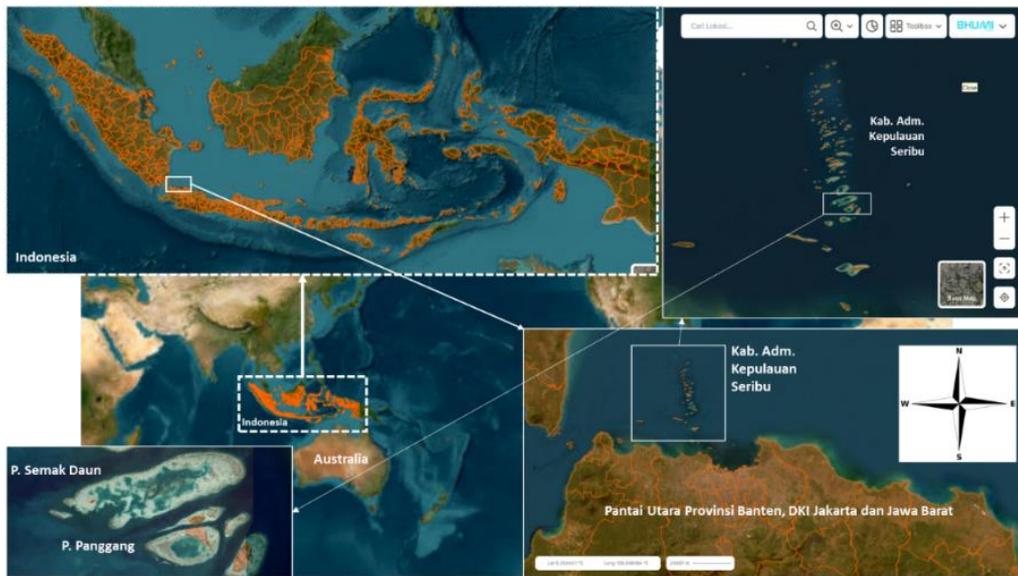
Penelitian dilakukan di Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu Provinsi DKI Jakarta pada bulan Agustus-September 2023. Penelitian dilakukan dengan menggunakan pendekatan data sekunder dengan desain penelitian berbentuk studi kasus di Pulau Panggang dan Pulau Semak Daun. Pulau Panggang dan Pulau Semak Daun merupakan dua dari beberapa pulau yang berada dalam wilayah administrasi Kelurahan Pulau Panggang, Kecamatan Kepulauan Seribu Utara Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu Provinsi DKI Jakarta. Pulau Panggang dipilih sebagai lokasi khusus penelitian karena pulau ini merupakan pulau terpadat yang ada di wilayah Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu. Pulau Semak Daun dipilih sebagai lokasi penelitian dikarenakan pulau ini sebagai lokasi wisata bahari dan berdekatan dengan lokasi budidaya keramba jaring apung masyarakat Kelurahan Pulau Panggang. Peta lokasi studi kasus dapat dilihat pada Gambar 1

Data dan informasi yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi data sekunder kuantitatif dan kualitatif yang berasal dari berbagai instansi terkait. Data merupakan data statistik kuantitatif, informasi kualitatif, dan hasil kajian maupun publikasi ilmiah. Sumber data berasal dari monografi Kelurahan Pulau Panggang, Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi DKI Jakarta, Balai Taman Nasional Kepulauan Seribu (BTNKS), dan artikel hasil penelitian.

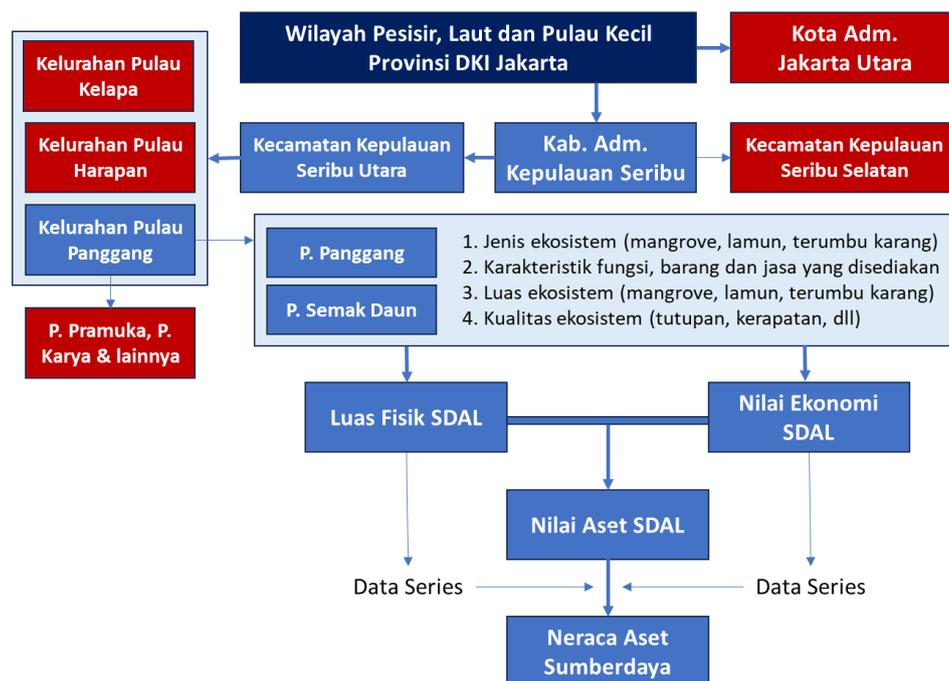
Neraca aset sumberdaya pesisir dan laut Pulau Panggang dan Semak Daun diperoleh dengan memperhatikan ketersediaan data fisik sumberdaya alam (luas dan kualitas ekosistem) dan nilai ekonomi sumberdaya alam (nilai jasa ekosistem) serta informasi jenis dan karakteristik fungsi sosial-ekologi ekosistem

terkait. Desain kerangka atau algoritma penyusunan neraca aset sumberdaya pesisir dan

laut Pulau Panggang dan Semak Daun disajikan Gambar 2.



Gambar 1. Peta lokasi studi kasus (P. Panggang dan P. Semak Daun) (diolah dari <https://bhumi.atrbpn.go.id/peta> 2023)



Gambar 2. Algoritma penyusunan neraca aset sumberdaya alam dan lingkungan (SDAL) pesisir dan laut Pulau Panggang dan Pulau Semak Daun

Pulau Panggang dan Pulau Semak Daun memiliki tiga ekosistem penting yaitu ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang. Masing-masing ekosistem tersebut mempunyai fungsi-fungsi sosial-ekologi yang bermanfaat bagi manusia (Costanza *et al.* 1997; MEA 2003; de

Groot *et al.* 2012; Costanza *et al.* 2014; Wahyudin *et al.* 2016; Wahyudin *et al.* 2018a; Wahyudin *et al.* 2022b). Fungsi ketiganya adalah sebagai penyedia/produksi (*provisioning services*, PS), fungsi regulasi (*regulating services*, RS), pendukung/habitat (*supporting*

services, SS), dan budaya/informasi (*cultural services*, CS). Nilai jasa ekosistem diperoleh dari hasil penelusuran terhadap jurnal yang menyajikan nilai jasa dengan lokasi terdekat dan/atau memiliki karakteristik sumberdaya yang sama (Adrianto 2006).

Nilai ekonomi suatu sumberdaya pada lokasi tertentu dapat dijadikan nilai ekonomi pada lokasi lain bilamana lokasi yang diestimasi mempunyai kedekatan dan/atau kemiripan karakteristik sumberdaya dengan lokasi yang dijadikan standar nilai (Wahyudin 2019). Standarisasi dan justifikasi dilakukan dengan menggunakan pendekatan metode transfer manfaat (BTM/*benefit transfer method*) dan dijustifikasi dengan menggunakan pendekatan *time value of money* (TVM) yang dikombinasikan dengan kualitas sumberdaya pesisir dan laut di wilayah pesisir dan laut Pulau Panggang dan Pulau Semak Daun (Adrianto 2006; Wahyudin *et al.* 2022b).

Net asset (NA) sumberdaya pesisir dan laut merupakan adaptasi Costanza *et al.* (1997), de Groot *et al.* (2002), de Groot *et al.* (2012), dan Costanza *et al.* (2014), bahwa nilai aset merupakan perkalian dari nilai jasa ekosistem terhadap luas aset sumberdaya pesisir dan laut suatu wilayah. Secara matematis, NA merupakan perkalian nilai jasa ekosistem (*NJE*) dan luas fisik sumberdaya pesisir dan laut (*L*) pada persamaan berikut;

$$NA = NJE \times L$$

NJE pesisir dan laut (mangrove, lamun, mangrove) ditentukan dengan menggunakan metode dan teknik valuasi ekonomi. Metode dan teknik valuasi tersebut dapat diestimasi menggunakan pendekatan Barton (1994) yaitu nilai jasa ekosistem dihitung berdasarkan nilai ekonomi total (*TEV*, *total economic value*) yang meliputi; *UV* (*use value*), *NUV* (*non use value*), *DUV* (*direct use value*), *IUV* (*indirect use value*), *OV* (*option value*), *BV* (*bequest value*), dan *EV* (*existence value*). Persamaan tersebut disajikan sebagai berikut;

$$NJE = TEV = UV + NUV = DUV + IUV + OV + BV + EV$$

Pendekatan lain menggunakan Costanza *et al.* (1997) yaitu:

$$NJE = TV = RS + PS + SS + CS$$

Persamaan tersebut berdasarkan nilai total (*TV*, *total value*) yang terdiri dari *RS* (*regulating services*), *PS* (*provisioning services*), *SS* (*supporting services*) dan *CS* (*cultural services*).

Nilai jasa ekosistem penelitian ini ditentukan menggunakan pendekatan *BTM* (*benefit transfer method*), yaitu suatu pendekatan untuk menentukan nilai jasa ekosistem pada suatu lokasi yang diteliti dengan menggunakan nilai jasa ekosistem dari lokasi lain yang telah dikaji dan dipublikasikan dalam sebuah jurnal dan/atau laporan hasil kajian ilmiah (Adrianto 2006; Wahyudin 2019). *BTM* dapat terdiri dari transfer nilai (*PVT*, *point value transfer*) dan transfer nilai fungsi (*FVT*, *function value transfer*) (de Groot *et al.* 2002). Nilai jasa ekosistem berbasis *BTM* (NJE^{BTM}) ini dijustifikasi menggunakan karakteristik kualitas ekosistem (*Q*) dan nilai uang terhadap waktu (*TVM*) (Wahyudin *et al.* 2022b).

$$NJE^{BTM}_{ijt} = V^{BTM}_{is} \times Q_{ij} / Q_{is} \times TVM_{ijt}$$

$$TVM_{ijt} = TV_{is} (1+r)^t$$

NJE^{BTM}_{ijt} merupakan nilai jasa ekosistem pesisir dan laut ke-*i* dengan teknik *BTM* di lokasi ke-*j* pada tahun ke-*t*, V^{BTM}_{is} adalah nilai jasa ekosistem pesisir dan laut ke-*i* di lokasi yang nilainya dijadikan referensi, Q_{ij} adalah kualitas ekosistem pesisir dan laut ke-*i* di lokasi ke-*j* (diantaranya dapat meliputi tutupan karang/lamun atau indeks nilai penting mangrove), Q_{is} adalah kualitas ekosistem pesisir dan laut ke-*i* di lokasi yang nilainya dijadikan referensi, TVM_{ijt} adalah *time value of money* dari ekosistem pesisir dan laut ke-*i* di lokasi ke-*j* pada tahun ke-*t*, TV_{is} adalah *total value* dari ekosistem pesisir dan laut ke-*i* di lokasi yang nilainya dijadikan referensi, *r* adalah tingkat diskon yang digunakan untuk perhitungan *TVM*, sedangkan *t* adalah waktu (tahun yang dihitung).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi ekosistem pesisir dan laut di lokasi studi mengalami fluktuasi perubahan. Berdasarkan hasil proyeksi kedua lokasi

menggambarkan perubahan yang cukup signifikan pada ekosistem terumbu karang. Perubahan tersebut berdasarkan tutupan karang yang mengalami penurunan. Data tahun 2014, tutupan karang di pulau Panggang mencapai 43,61%, kemudian menurun menjadi sekitar 27,52% pada tahun 2018 dan tahun 2019 hasil perkiraan tersisa 21,23%. Kondisi terumbu karang di pulau Semak Daun juga mengalami penurunan kualitas dari 46,30% (diduga pada tahun 2014 mencapai 48,20% menjadi 42,41% tahun 2018 diperkirakan menjadi sebesar 38,53% tahun 2019. Penurunan kondisi terumbu karang, sebagaimana juga ekosistem lamun dan mangrove, dapat disebabkan oleh adanya pencemaran dan/atau kerusakan yang diakibatkan oleh aktivitas manusia (Wahyudin & Mahipal 2020; Wahyudin 2020; Mahipal & Wahyudin 2019). Penurunan kondisi terumbu karang di Pulau Semak Daun lebih banyak disebabkan oleh tekanan kegiatan pariwisata bahari dan kegiatan budidaya keramba jaring apung, sedangkan Pulau Panggang lebih banyak disebabkan oleh banyaknya limbah domestik yang mengendap di area sekitar terumbu karang.

Pada ekosistem lamun, kondisinya tidak jauh berbeda dengan ekosistem terumbu karang.

Tutupan lamun pada tahun 2015 sebesar 61,06% (pada tahun 2014 diperkirakan masih sebesar 65,80 persen) dan mengalami penurunan menjadi 45,47% pada tahun 2018. Hasil perkiraan tahun 2019 menurun menjadi hanya 29,88%. Berbeda dengan ekosistem mangrove, seiring berjalannya waktu, mengalami peningkatan, terutama dikarenakan kehadiran kelompok masyarakat sadar lingkungan lingkungan untuk menanam mangrove cukup tinggi. Peningkatan INP cukup signifikan pada tahun 2019 diperkirakan menjadi sebesar 200, padahal pada tahun 2015 hanya 66,67.. Status ekosistem pesisir dan laut di lokasi studi disajikan Tabel 1.

Kondisi arah dan kecepatan arus laut di wilayah Kepulauan Seribu dipengaruhi oleh Pasang Purnama dan Pasang Perbani (DLH DKI Jakarta 2018). Pengukuran arah dan kecepatan arus di sekitar Pulau Semak Daun dan Pulau Panggang dilakukan saat siang hari. Hasil pengukuran di lokasi sekitar Pulau Semak Daun di dapat bahwa kecepatan arus laut berkisar antara 0,1 m/s – 0,2 m/s. Dengan arah arus sebagian besar ke arah timur kecuali titik sampel di sebelah Utara Pulau Semak Daun (KA-20) yang ke arah Selatan (DLH DKI Jakarta 2018).

Tabel 1. Status kualitas ekosistem pesisir dan laut di lokasi studi tahun 2014-2022

No	Lokasi	2014	2015	2018	2019	2022
A Panggang						
1	Terumbu Karang (Coral Coverage, %)	43,61	39,69	27,52	21,23	19,94
2	Lamun (Seagrass Coverage, %)	19,75	-	-	-	-
3	Mangrove (INP)	-	-	170	-	250
B Semak Daun						
1	Terumbu Karang (Coral Coverage, %)	48,20	46,30	42,41	38,53	34,65
2	Lamun (Seagrass Coverage, %)	65,80	61,06	45,47	29,88	24,29
3	Mangrove (INP)	51	67	133	200	267

Sumber: DLH DKI Jakarta (2018), PKSPL IPB (2021, 2022), Wahyudin *et al.* (2022a), TNKS (2023).

Sedangkan hasil pengukuran arah dan kecepatan arus laut di sekitar Pulau Panggang berkisar antara 0,2 m/s – 0,3 m/s dengan arah arus bervariasi. Pada titik pengukuran sebelah Selatan dan Utara Pulau Panggang pada titik KA-1 dan KA-7 arah arus menuju ke Barat, sedangkan sebelah Barat Pulau Panggang pada titik KA-10 mengarah ke Selatan dan titik sebelah Timur Pulau Panggang pada titik KA-2 arus mnegarah ke Timur. Untuk lebih jelasnya

arah arus dan kecepatan arus laut disajikan pada Tabel 2.

Kerusakan ekosistem pesisir dan laut berdasarkan hasil iteratif terhadap luasan pada tahun 2022 dan dihitung dengan menggunakan pendekatan kualitas yang ada, maka dapat diketahui telah terjadi kerusakan terumbu karang yang cukup luas di pulau Panggang yang mencapai lebih dari 50% dibandingkan

pada tahun 2014 (123,22 ha) dan pada tahun 2019 tersisa seluas 60 ha dan tahun 2022 tercatat seluas 58,96 ha.

Tabel 2. Data pengukuran arah dan kecepatan arus laut Pulau Semak Daun dan Pulau Panggang

No	Kode Sampel	Nama Titik Pengukuran	Arah Arus	Kecepatan Arus Laut
1	AU 1	Sebelah Selatan Pulau Semak Daun (KA-14)	Timur	0,1 m/s
2	AU 2	Sebelah Barat Pulau Semak Daun (KA-15)	Timur	0,2 m/s
3	AU 3	Sebelah Utara Pulau Semak Daun (KA-20)	Selatan	0,1 m/s
4	AU 4	Sebelah Timur Pulau Semak Daun (KA-13)	Timur	0,1 m/s
5	AU 5	Sebelah Barat Pulau Panggang (KA-10)	Selatan	0,2 m/s
6	AU 6	Sebelah Selatan Pulau Panggang (KA-1)	Barat	0,2 m/s
7	AU 7	Sebelah Utara Pulau Panggang (KA-7)	Barat	0,2 m/s
8	AU 8	Sebelah Timur Pulau Panggang (KA-2)	Timur	0,3 m/s

Sumber: DLH DKI Jakarta (2018), Wahyudin *et al.* (2022).

Tabel 3. Luasan ekosistem pesisir dan laut di Pulau Panggang dan Pulau Semak Daun tahun 2014-2022

No	Lokasi dan Jenis Ekosistem Pesisir dan Laut	Luas (ha)				
		2014	2015	2018	2019	2022
A Panggang						
1	Terumbu Karang	123,22	112,15	77,76	60,00	58,96
2	Lamun				4,20	4,88
3	Mangrove				15,00	18,78
B Semak Daun						
1	Terumbu Karang	8,34	8,01	7,34	6,67	5,83
2	Lamun	1,03	0,95	0,71	0,47	0,29
3	Mangrove	0,43	0,56	1,11	1,67	3,77

Sumber: DLH DKI Jakarta (2018), PKSPL IPB (2021, 2022), Wahyudin *et al.* (2022a), TNKS (2023).

Demikian pula terumbu karang di Semak Daun yang tadinya mencapai seluas 8,34 ha pada tahun 2014 menjadi seluas 6,67 ha pada tahun 2019 dan pada tahun 2022 tercatat seluas 5,83 ha. Kerusakan serupa terjadi pada ekosistem lamun di pulau Semak Daun dari seluas 1,03ha pada tahun 2014 menjadi hanya seluas 0,47 hektar pada tahun 2019 dan menurun lagi hingga seluas 0,29 ha pada tahun 2022.

Berbeda dengan luasan ekosistem terumbu karang dan lamun yang cenderung menurun. Ekosistem mangrove justru mengalami peningkatan luasan yang sebelumnya 0,43 ha pada tahun 2014 menjadi 1,67 ha pada tahun 2019. Tahun 2022 semakin meningkat menjadi 3,77 ha. Peningkatan luasan ekosistem mangrove disebabkan tingginya tingkat kesadaran masyarakat pulau dalam pemanfaatan mangrove sebagai penyedia jasa pelindung pantai dan dukungan Balai Taman Nasional Kepulauan Seribu untuk melakukan penanaman mangrove pelindung di

beberapa spot kedua pulau tersebut. Tabel 3 menyajikan kondisi luasan masing-masing ekosistem pesisir dan laut di pulau Panggang dan pulau Semak Daun pada tahun 2014-2022. Berdasarkan penelusuran terhadap literatur terdekat dengan lokasi penilaian dan bilamana tidak ada, maka dapat menggunakan transfer nilai dari lokasi yang dipilih dengan syarat mempunyai karakteristik yang mendekati kesamaan dengan lokasi yang dinilai. Nilai jasa ekosistem yang digunakan adalah sebesar Rp.832.399,19/m²/tahun untuk ekosistem terumbu karang (Wahyudin *et al.* 2022b), sebesar Rp.162.316,00/m²/tahun untuk ekosistem lamun (Wahyudin *et al.* 2018b) dan sebesar Rp.254.700,87/m²/tahun untuk ekosistem mangrove (Prasetiyo *et al.* 2016). Nilai jasa ekosistem pesisir dan laut yang digunakan sebagai dasar untuk menghitung neraca aset sumberdaya pesisir dan laut Pulau Panggang dan Pulau Semak Daun selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai jasa ekosistem pesisir dan laut

No	Jenis Ekosistem	Nilai (Rp/m2/tahun)	Teknik Valuasi	Referensi
1	Terumbu Karang	832.399,19	Kombinasi EOP, CVM, TCM, BTM	Wahyudin <i>et al.</i> (2022b)
2	Lamun	162.316,00	TEV, RS, PS, SS, CS	Wahyudin <i>et al.</i> (2018b)
3	Mangrove	254.700,87	TEV, UV, NUV	Prasetyo <i>et al.</i> (2016)

Keterangan: EOP (*effect on production*), CVM (*contingent valuation method*), TCM (*travel cost method*), BTM (*benefit transfer method*), TEV (*total economic value*), RS (*regulating services*), PS (*provisioning services*), SS (*supporting services*), CS (*cultural services*), UV (*use value*), NUV (*non use value*)

Neraca aset sumberdaya pesisir dan laut Pulau Panggang dan Pulau Semak Daun dihitung dengan mengintroduksi nilai Tabel 4 ke dalam Tabel 3 dengan mempertimbangkan *time value of money* dengan tingkat diskon 4,04 % selaras dengan Wahyudin (2005) dalam penghitungan sumberdaya perikanan di Teluk Palabuhanratu serta dikombinasi dengan status kualitas masing-masing ekosistem seperti ditunjukkan Tabel 1. Nilai aset dan neraca ekosistem pesisir dan laut Pulau Panggang dan Pulau Semak Daun disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan pada kurun waktu tahun 2014-2019, baik aset sumberdaya pesisir

dan laut Pulau Panggang maupun Pulau Semak Daun mengalami penurunan yang cukup besar, yaitu masing-masing mencapai sebesar 1.001,92 miliar (Pulau Panggang) dan 59,97 miliar (Pulau Semak Daun) atau menurun masing-masing sebesar 200,38 miliar per tahun (12,34%) dan menurun sebesar 11,99 miliar per tahun (9,29%). Namun demikian, hasil estimasi terjadi perbaikan nilai aset sumberdaya pesisir dan laut Pulau Panggang menjadi sebesar 687,73 miliar pada tahun 2022, sedangkan nilai aset sumberdaya pesisir dan laut Pulau Semak Daun terestimasi sama sebesar 82,32 miliar.

Tabel 5. Neraca aset sumberdaya pesisir dan laut Pulau Panggang dan Pulau Semak Daun

No	Aset Sumberdaya Pesisir dan Laut	Total Kekayaan Aset (Rp miliar)				
		2014	2015	2018	2019	2022
1	Pulau Panggang	1.623,72	1.400,45	760,03	621,79	687,73
	- Terumbu Karang	1.623,72	1.400,45	760,03	471,05	490,78
	- Lamun	-	-	-	32,97	40,62
	- Mangrove	-	-	-	117,76	156,32
2	Pulau Semak Daun	129,14	118,88	89,53	69,17	82,32
	- Terumbu Karang	109,90	100,02	71,74	52,37	48,53
	- Lamun	13,57	11,86	6,94	3,69	2,41
	- Mangrove	5,67	6,99	10,85	13,11	31,38

Sumber: diolah dari berbagai sumber (September 2023)

Hasil estimasi ini memberikan gambaran bahwa terjadi perbaikan ekosistem selama kurun waktu tahun 2020-2022. Hal ini diduga akibat berkurangnya tekanan terhadap ekosistem pesisir dan laut yang terdapat di kedua pulau tersebut. Nilai aset sumberdaya alam dan lingkungan juga dipengaruhi oleh dinamika kualitas dan kuantitas ekosistem pesisir dan laut. Tekanan terhadap lingkungan

perairan dapat memberikan kesempatan kepada ekosistem dan laut untuk memulihkan diri (Gove *et al.* 2023). Selain itu karena masyarakat setempat mulai menyadari arti penting ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang bagi kesejahteraan mereka (Wahyudin *et al.* 2018; Wahyudin *et al.* 2016).

Ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang merupakan aset sumberdaya pesisir

dan laut (Mahipal 2010). Ketiga ekosistem menyimpan begitu banyak fungsi, barang dan jasa yang secara sosial-ekologi sangat bermanfaat dan bernilai ekonomi. Kehadiran nilai aset sumberdaya pesisir dan laut Pulau Panggang dan Pulau Semak Daun memberikan gambaran betapa pentingnya menjadi keberlanjutan sumberdaya pesisir dan laut agar dapat terus memberikan manfaat bagi manusia, khususnya masyarakat pulau di Kelurahan Panggang. Ekosistem hutan mangrove mempunyai kegunaan yang beragam sehingga mempunyai nilai ekonomis yang sangat tinggi (Adinegoro *et al.* 2022). Ekosistem ini juga mempunyai produktivitas biomassa yang tinggi, bahkan dapat mencapai 5.000 grCal/m²/tahun (Yonvitner *et al.* 2019). Kegunaan hutan mangrove antara lain merupakan *spawning ground*, *nursery ground* dan *feeding ground* bagi berbagai jenis satwa air maupun satwa darat (Adinegoro *et al.* 2022). Selain itu, dapat digunakan sebagai bahan bakar, bahan bangunan, obat-obatan serta dapat melindungi pesisir dari hempasan ombak, gelombang pasang, badai serta dapat menahan sedimen dan mencegah terjadinya abrasi pantai (Wahyudin *et al.* 2019).

Lamun merupakan tumbuhan spermatophyta yang hidup di laut, monokotil dan terdiri dari tiga bagian utama yaitu daun, rhizome dan akar. Lamun dapat menyesuaikan diri untuk hidup pada air asin, berfungsi normal dalam keadaan terbenam, bertahan terhadap arus dan gelombang melalui sistem perakaran, berkembangbiak secara generatif. Keberadaan lamun di perairan laut sangat penting, yaitu (1) membentuk ekosistem padang lamun yang menjadi salah satu ekosistem terkaya dan paling produktif (2) dapat menjaga stabilitas pantai pesisir dan lingkungan ekosistem estuaria, (3) merupakan sumber makanan bagi hewan laut seperti duyung, penyu, ikan dan bulu babi, (4) tempat berlindung banyak jenis hewan dan tumbuhan dari hewan pemangsa, (5) merupakan komoditas yang banyak digunakan sebagai pupuk, kertas, pakan ternak dan lain sebagainya (Wahyudin *et al.* 2016).

Terumbu karang merupakan kumpulan dari banyak habitat mikro yang saling

berhubungan dengan ribuan spesies tumbuhan maupun tanaman sebagai penyusunnya. Ekosistem terumbu karang mempunyai nilai yang sangat tinggi, namun sangat rentan. Fungsi terumbu karang antara lain sebagai *breeding nursery* dan *feeding ground* bagi banyak spesies ikan, invertebrata dan reptelia, selain itu juga dapat menahan ombak dan mencegah terjadinya abrasi (Wahyudin 2020). Kawasan terumbu karang juga sangat baik untuk obyek wisata, obyek penelitian, *mariculture*, bioteknologi (Wahyudin & Mahipal 2020).

Keberadaan ekosistem pesisir seharusnya dapat dikelola dengan baik (Mahipal & Wahyudin 2011), bahkan dapat melibatkan wisatawan yang memperoleh manfaat keberadaan ekosistem untuk dinikmati dalam berbagai program pengelolaan berkelanjutan, seperti misalnya OTAM (orang tua asuh mangrove), OTAL (orang tua asuh lamun) dan OTAK (orang tua asuh karang). Wisatawan ditawarkan program berkelanjutan agar mereka turut membesarkan pohon mangrove, lamun dan hewan karang, sehingga wisatawan terdorong untuk melakukan kunjungan wisata kembali dalam rangka melihat kondisi anak asuhnya. PHE ONWJ telah memulai program OTAP (orang tua asuh pohon) mangrove di Desa Sedari Kabupaten Karawang, yaitu dengan melibatkan segenap karyawannya untuk didorong menjadi orang tua asuh bagi pohon mangrove yang ditanam. Program ini dinilai sangat layak untuk dikembangkan keberlanjutannya (Wahyudin *et al.* 2017) dan diterapkan pada berbagai wilayah di Indonesia. Pembangunan yang berkelanjutan harus memenuhi syarat penyelarasan pembangunan ekonomi dan kelestarian keanekaragaman hayati (Mahipal 2019; Wahyudin & Mahipal 2013). Oleh karena itu, penting untuk menempatkan keberlanjutan kualitas dan kuantitas ekosistem pesisir dan laut sebagai salah satu kriteria utama dalam pembangunan pesisir, laut dan pulau-pulau kecil di Provinsi DKI Jakarta, khususnya di Kelurahan Pulau Panggang Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu. Keberadaan ekosistem pesisir di wilayah studi perlu ditingkatkan melalui berbagai program yang dapat dikelola secara

terintegrasi. Program terintegrasi ini melibatkan semua unsur sehingga terstruktur, terprogram, sistematis dan masif. Keterlibatan semua unsur dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan kerjasama publik, swasta dan masyarakat (Wahyudin *et al.* 2023). Selain itu, sistem kelembagaan pengelolaan harus dapat diadaptasi dan disinkronisasi dengan pendekatan pengelolaan terpadu berbasis masyarakat. Wilayah Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu bersimbiosis dengan kawasan konservasi (Taman Nasional Kepulauan Seribu) yang pengelolaannya harus mengedepankan prinsip-prinsip kelestarian sumberdaya (Wahyudin *et al.* 2018b). Namun demikian, sebagai kawasan konservasi yang pengelolaan wilayah tidak harus dinyatakan sebagai *cost center*, maka kawasan konservasi juga dapat berevolusi menjadi kawasan yang mampu menghadirkan PES (*payment ecosystem services*). Nilai tambah dalam bentuk *entrance fee* berupa PNBP (penerimaan negara bukan pajak). Pengelolaan harus dilakukan dengan menerapkan prinsip-prinsip TARIF (*transparency, accountability, responsibility, independence, fairness*) sesuai dengan semangat tata kelola pemerintahan dan/atau tata kelola perusahaan yang baik (Mahipal 2011).

KESIMPULAN

Estimasi nilai aset sumberdaya pesisir dan laut Pulau Panggang pada tahun 2022 diestimasi mencapai sebesar 687,73 miliar, sedangkan Pulau Semak Daun sebesar 82,32 miliar. Kerusakan wilayah pesisir dan laut menyebabkan dinamika nilai aset kekayaan sumberdaya berfluktuasi. Penurunan kualitas dan kuantitas sumberdaya pesisir dan laut menyebabkan penurunan nilai aset sumberdaya alam dan lingkungan pada kedua pulau lokasi studi. Nilai aset sumberdaya pesisir dan laut Pulau Panggang dan Semak Daun mengalami penurunan pada periode tahun 2014-2019 yaitu mencapai sebesar Rp. 1.001,92 miliar (Pulau Panggang) dan Rp. 59,97 miliar (Pulau Semak Daun) atau menurun masing-masing sebesar 200,38 miliar per tahun (12,34%) dan menurun sebesar 11,99 miliar per tahun (9,29%). Namun

demikian, terjadi perbaikan nilai aset sumberdaya pesisir dan laut Pulau Panggang tahun 2022 sebesar 687,73 miliar, sedangkan laut Pulau Semak Daun sebesar 82,32 miliar.

Penurunan nilai aset berdampak pada menurunnya benefit kesejahteraan masyarakat khususnya di pesisir dan pulau kecil Kelurahan Pulau Panggang. Upaya pengelolaan pesisir dan laut terintegrasi berbasis ekosistem sangat diperlupakan agar keberlanjutan dan nilai kekayaan wilayah pesisir dan pulau kecil khususnya di Kelurahan Panggang dan Pulau Semak Daun dapat dijaga dan tetap diberikan oleh ekosistem pesisir.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada Chancellor Universitas Djuanda yang senantiasa mendorong dan memberikan dukungan baik material maupun non material dalam pelaksanaan penelitian dan publikasi. Terimakasih juga disampaikan kepada Rektor, Dekan Fakultas Pertanian dan Ketua Program Studi Akuakultur Universitas Djuanda yang telah memberikan ijin agar kegiatan penelitian dapat dilaksanakan dengan baik sehingga menghasilkan publikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinegoro, P. Z., Samosir, A. M., Damar, A. 2022. Kondisi bioekologi mangrove dan pengelolaannya: Studi kasus kawasan konservasi Pulau Pramuka, Pulau Karya dan Pulau Panggang, Taman Nasional Kepulauan Seribu. *Journal of Tropical Fisheries Management*, 6(2): 75-86. DOI: <https://doi.org/10.29244/jpft.v6i2.42908>
- Adrianto, L. 2006. Pengantar penilaian ekonomi sumberdaya pesisir dan laut. Bogor: Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan-Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Institut Pertanian Bogor. <https://pkspil.ipb.ac.id/download/index/50>
- Arkham, M. N., Riadi, S., Wahyudin, Y., & Krisnafi, Y. (2023). Economic value of

- mangrove ecosystem services in the coastal area of Bintan Island, Indonesia. *Wetlands Ecology Management*. <https://doi.org/10.1007/s11273-023-09955-y>
- Álvarez-Muñoz, D., Llorca, M., Blasco, J., & Barceló, D. (2016). *Chapter 1 - Contaminants in the Marine Environment*. In: *Marine Ecotoxicology*. Academic Press, pp.1-34. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803371-5.00001-1>.
- Barton, D. N. (1994). *Economic factors and valuation of tropical coastal resources*. SMRReport 14/94. Centre for Studies of Environment and Resources, University of Bergen, Norway, 129 pp.
- Catania, V., Cascio, Diliberto, C., Cigna, V., & Quatrini, P. (2020). Microbes and Persistent Organic Pollutants in the Marine Environment. *Water Air Soil Pollution*, 231, 354. <https://doi.org/10.1007/s11270-020-04712-w>
- Chandrappa, R., Kulshrestha, U. C. (2016). *Major Issues of Air Pollution*. In: *Sustainable Air Pollution Management*. Environmental Science and Engineering, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-21596-9_1
- Costanza, R., dArge, R., de Groot R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo J, Raskin RG, Sutton P., & van den Belt, M. (1997). The Value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253-260. DOI: <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., Farber, S., & Turner, R.K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26, 152-158. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>
- de Groot, R.S., Wilson, M.A., & Boumans, R. M. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological economics*, 41(SI), 393-408. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)
- de Groot, R., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie M, Crossman N, Ghermandi A, Hein, L., Hussain, S., Kumar, P., McVittie, A., Portela, R., Rodriguez, L. C., ten Brink, P., & van Beukering, P. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, 1, 50-61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.005>
- [DLH] Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta. (2018). *Inventarisasi kerusakan lingkungan di Kelurahan Pulau Panggang*. [Laporan Penelitian]. Jakarta: Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta. 112 hal.
- Gove, G.M., Williams, G. J., Lecky, J., Brown, E., Conklin, E., Counsell, C., Davis, G., Donovan, M.K., Falinski, K., Kramer, L., Kozar, K., Li, N., Maynard, J.A., McCutcheon, A., McKenna, S.A., Neilson, B. J., Safaie, A., Teague, C., Whittier, R., & Asner, G. P. (2023). Coral reefs benefit from reduced land-sea impacts under ocean warming. *Nature*, 621, 536-542. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06394-w>
- Kelurahan Pulau Panggang. (2023). *Monografi Kelurahan Pulau Panggang Tahun 2023*. Kelurahan Panggang Kecamatan Kepulauan Seribu Utara Provinsi DKI Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2013). *Data Status Lingkungan Hidup Indonesia*. Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Kumar, A. (2022). *Chapter 8 - Sustaining life below water*. In: *Ecosystem-Based Adaptation*. Elsevier, pp.417-501, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815025-2.00008-3>
- Mahipal, Wahyudin Y. 2019. Kajian hukum penerapan penilaian lingkungan hidup di

- wilayah pesisir Indonesia. *Jurnal Cendekia Ihya*, 2(1), 43-55. <https://ssrn.com/abstract=3432085>.
- Mahipal, Wahyudin, Y. (2011). Kebijakan pembangunan ekonomi berbasis sumberdaya alam dan lingkungan. *Wawasan Tridharma*, 23(12), 48-57. DOI: [10.2139/ssrn.1964085](https://doi.org/10.2139/ssrn.1964085)
- Mahipal. (2010). Kajian potensi pengelolaan jasa kelautan dan kemaritiman berdasarkan substansi hukum dalam Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. *Wawasan Tridharma*, 22(6), 10-19. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1702784>
- Mahipal. (2011). Mengenal pedoman *good corporate governance* di Indonesia. *Wawasan Tridharma*, 23(8), 36-43. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1679131>
- Mahipal. (2018). Kebijakan pengelolaan keanekaragaman hayati. *Jurnal Cendekia Ihya*, 1(1), 22-32.
- [MEA] Millenium Ecosystem Assessment. (2003). *Ecosystem and Human Well Being - Framework for Assessment*. World Resources Institute. Washington: Island Inpress.
- Nugraha, R. B. A., Syaharani, L., Iska, R., Mulyana, D., Wahyudin, Y., Purbani, D., Jayawiguna, H., Triyono, T., Setiawan, A., & Fajar, P. (2019). The impact of land used changes on mangrove forest and shoreline dynamic in Muara Gembong, Bekasi, West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 241(1): 012018. DOI: [10.1088/1755-1315/241/1/012018](https://doi.org/10.1088/1755-1315/241/1/012018)
- [PKSPL IPB] Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor. (2021). *Pemantauan Sampah Laut di Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat, Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu Provinsi DKI Jakarta, dan Kabupaten Tangerang Provinsi Banten*. [Laporan Penelitian]. Bogor: Kerjasama antara Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dengan Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor. 98 hal.
- [PKSPL IPB] Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor. (2022). *Pemantauan Sampah Laut Tahun Kedua di Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat, Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu Provinsi DKI Jakarta, dan Kabupaten Tangerang Provinsi Banten*. [Laporan Penelitian]. Bogor: Kerjasama antara Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dengan Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor. 112 hal.
- [TNKS] Taman Nasional Kepulauan Seribu. (2023). *Identifikasi data sosial-ekologi dan pengelolaan kawasan Taman Nasional Kepulauan Seribu*. Materi disampaikan pada Kunjungan Lapangan Pelatihan Penilaian Sumberdaya Kelautan dan Perikanan Angkatan II Tahun 2023 Kementerian Keuangan Republik Indonesia tanggal 22-23 September 2023. 18 hal.
- Prasetyo, D.E., Zulfikar, F., Shinta, S., & Zulkarnain, I. (2016). Valuasi ekonomi hutan mangrove di Pulau Untung Jawa Kepulauan Seribu : Studi konservasi berbasis *green-economy*. *Omni-Akuatika*, 12(1): 48-54.
- Wahyudin, Y., Kusumastanto, T., Adrianto, L., Wardiatno, Y. (2016). Jasa ekosistem lamun bagi kesejahteraan manusia. *Omni-Akuatika*, 12 (3): 29-46.
- Wahyudin, Y., Purnama, H., Teguh, I., Randy, A. F., Trihandoyo, A., Ramli, A., & Arkham, M. N. (2017). Analisis manfaat biaya program orang tua asuh pohon mangrove di wilayah pesisir Karawang. *Jurnal Mina Sains*, 3(2): 23-34. <https://doi.org/10.30997/jms.v3i2.891>
- Wahyudin, Y., Kusumastanto, T., Adrianto, L., Wardiatno, Y. (2018a). A social ecological system of recreational fishing in the seagrass meadow conservation area on the east coast of Bintan Island, Indonesia. *Ecological Economics*, 148, 22-35.

- <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.01.013> Get rights and content
- Wahyudin, Y., Paulangan, Y.P., Al Amin, M.A., Kodiran, T., & Mahipal, M. (2018b). Analisis ekonomi kelembagaan pengelolaan kawasan konservasi perairan Teluk Depapre di Kabupaten Jayapura. *Jurnal Mina Sains*, 4(2): 76-90. DOI: <https://doi.org/10.30997/jms.v4i2.1519>
- Wahyudin, Y., Mulyana, D., Ramli, A., Rikardi, N., Suhartono, D., & Trihandoyo, A. (2019). Nilai ekonomi keanekaragaman hayati pesisir dan laut Indonesia. *Jurnal Cendekia Ihya*, 2(2): 37-51.
- Wahyudin, Y., & Mahipal. (2013). Strategi Pembangunan negara kepulauan. *Wawasan Tridharma*, 25(6), 20-26.
- Wahyudin, Y. & Mahipal. (2020). Lesson learned on coral reef ecosystem services valuation damage due to vessel grounded in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 414(1), 012030. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/414/1/012030>
- Wahyudin, Y., Mahipal, & Lesmana, D. (2022a). *Pengembangan pemodelan studi kelayakan dan kesesuaian lokasi pembangunan pulau kecil berkelanjutan berbasis pendekatan sistem sosial-ekologi*. [Laporan Penelitian Kompetitif Nasional]. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan dan Pendidikan Tinggi. 57 hal.
- Wahyudin, Y., Mahipal, M., Arkham, M.N., Riadi, S., & Lesmana, D. (2022b). Potensi nilai kehilangan jasa ekosistem terumbu karang Pulau Pari. *Aurelia Journal*, 4(2): 251-264.
- Wahyudin, Y., Mahipal, & Lesmana, D. (2022c). Faktor-faktor yang mempengaruhi indikator penentuan kelayakan dan kesesuaian lokasi pembangunan pulau kecil berbasis sistem sosial-ekologi. *Jurnal Mina Sains*, 8(2), 89-100. DOI: [10.30997/jmss.v8i2.7021](https://doi.org/10.30997/jmss.v8i2.7021)
- Wahyudin, Y., Mahipal, M., Lesmana, D., Farizal, F, Hultera, H. (2023). Feasibility and suitability assessment model for small island development sites based social-ecological systems approach: mapping the most influenced factors and interest of three pillar partnership. *Journal of Engineering Science and Technology*, 18(3 SI), 41-48.
- Wahyudin, Y. (2005). *Alokasi optimum sumberdaya perikanan di perairan Teluk Palabuhanratu*. [Tesis]. Bogor : Institut Pertanian Bogor, Sekolah Pascasarjana, Program Studi Ekonomi Sumberdaya Kelautan Tropika. 168 hal.
- Wahyudin, Y. (2016). Potensi bisnis kelautan di negara maritim poros dunia untuk kesejahteraan rakyat Indonesia. *Agrimedia*, 21(1): 17-23.
- Wahyudin, Y. (2019). *Valuasi ekonomi sumberdaya pulau-pulau kecil*. Perkumpulan Peneliti Sistem Sosial Ekologi Kelautan dan Perikanan (PPSSEKP), Available at SSRN: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3685943>
- Wahyudin, Y. (2020). Study of claims for compensation of damage to coral reef ecosystem due to vessel grounded in the waters area of Cilik Island, Karimunjawa subdistrict, Jepara Regency, Central Java Province. *Indonesian Journal of Social Research (IJSR)*, 2(1), 111-118. <https://doi.org/10.30997/ijsr.v2i1.27>
- Yonvitner, Y., Wahyudin, Y., Mujio, M., & Trihandoyo, A. (2019). Biomasa mangrove dan biota asosiasi di kawasan pesisir Kota Bontang. *Jurnal Biologi Indonesia*, 15(1): 123-130.