

ECONOMIC VALUATION OF MANGROVE ECOSYSTEM SERVICES IN MANDAH DISTRICT OF RIAU PROVINCE

VALUASI EKONOMI JASA EKOSISTEM MANGROVE DI KECAMATAN MANDAH, PROVINSI RIAU

Hades Mandela^{*1}, Achmad Fahrudin², and Gatot Yulianto²

¹Mahasiswa Magister Program Studi Ekonomi Kelautan Tropika, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680

²Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB, Bogor, 16680

ABSTRACT

Mangrove ecosystems become an important ecosystem for the community of Mandah district, this is because the community uses the mangrove ecosystem as a producer of mangrove wood, as well as a place to catch fish, shrimp, and crabs. Therefore, it is important to maintain the sustainability of mangrove ecosystems in multiple ways; one option is by providing an economic report regarding the mangrove ecosystem. The purpose of this study is to estimate the economic value of mangrove ecosystems. This research was conducted in Mandah District using the survey method. Data analysis using economic valuation by calculating the total economic value of mangrove ecosystem services, comprising: supporting services, provisioning services, regulating services, and cultural services. The results showed that the total economic value of mangrove ecosystem services which has an area of 31,007 Ha amounting to IDR 6,100,130,675,685/year or IDR 196,733,985/Ha/year consisting of the value of supporting services amounting to IDR 2,843,521,034,280/year, the value of provisioning services IDR 120,274,922,887/year, the cost of regulatory services is IDR 3,132,894,718,518/year, and the value of cultural services is IDR 3,440,000,000/year. The high economic value of regulating and supporting services indicates that the mangrove ecosystem has a high value of environmental services, so it needs to be preserved and the sustainability of the mangrove ecosystem to remain of high economic value.

Keywords: economic valuation, ecosystem services, mangrove ecosystem, total economic value.

ABSTRAK

Ekosistem mangrove menjadi ekosistem yang penting bagi masyarakat Kecamatan Mandah. Hal ini dikarenakan masyarakat memanfaatkan ekosistem mangrove sebagai penghasil kayu mangrove, serta sebagai tempat menangkap ikan, udang, dan kepiting. Oleh karena itu, penting untuk menjaga keberlanjutan ekosistem mangrove dalam berbagai cara, dan salah satu caranya adalah dengan memberikan penilaian ekonomi terhadap jasa ekosistem mangrove. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengestimasi nilai ekonomi jasa ekosistem mangrove. Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Mandah dengan menggunakan metode survei. Analisis data menggunakan penilaian ekonomi jasa ekosistem mangrove dengan menghitung nilai ekonomi total jasa ekosistem mangrove yang terdiri atas jasa pendukung, jasa penyediaan, jasa pengaturan, dan jasa budaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai ekonomi total jasa ekosistem mangrove yang memiliki luas 31.007 Ha sebesar Rp 6.100.130.675.685/tahun atau Rp 196.733.985/Ha/tahun yang terdiri atas nilai jasa pendukung sebesar Rp 2.843.521.034.280/tahun, nilai jasa penyediaan Rp 120.274.922.887/tahun, nilai jasa pengaturan adalah Rp 3.132.894.718.518/tahun, dan nilai jasa budaya sebesar Rp 3.440.000.000/tahun. Tingginya nilai ekonomi jasa pengaturan dan jasa pendukung mengindikasikan bahwa ekosistem mangrove memiliki nilai jasa lingkungan yang tinggi, sehingga perlu dijaga kelestarian dan keberlanjutan dari ekosistem mangrove agar tetap bernilai ekonomi yang tinggi.

Kata kunci: penilaian ekonomi, jasa ekosistem, ekosistem mangrove, nilai ekonomi total.

* Corresponding author: Hades Mandela, mandelahades@gmail.com

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem hutan yang terdapat pada daerah tropis dan subtropis yang dipengaruhi oleh pasang surut (Saenger, 2002). Ekosistem mangrove memiliki fungsi yang sangat penting dalam menunjang kehidupan makhluk hidup di pesisir dan laut. Ekosistem mangrove berfungsi sebagai penyedia kayu dan hasil hutan bukan kayu, melindungi pantai dari efek gelombang, arus air dan angin, tempat berlindungnya beragam makhluk hidup termasuk makhluk hidup yang terancam punah, perlindungan terumbu karang, mencegah pendangkalan, habitat berbagai jenis makhluk hidup, dan tempat pemijahan dan sumber nutrisi bagi ikan dan spesies lainnya (FAO, 2007).

Luas ekosistem mangrove sebesar 0,12% dari luas total wilayah bumi dan merupakan ekosistem yang sangat penting dalam perikanan dunia dengan lebih dari 1.500 spesies hewan ditemukan di daerah mangrove wilayah Indonesia dan Malaysia (McNally *et al.*, 2011). Luas ekosistem mangrove yang sedikit ini ternyata hanya terdapat di beberapa negara, dan salah satunya di Indonesia. Terdapat sekitar 137.760 km² mangrove di 118 negara dengan tiga perempat wilayahnya berada pada lima belas negara yaitu Indonesia, Australia, Brasil, Meksiko, Nigeria, Malaysia, Myanmar, Papua Nugini, Bangladesh, Kuba, India, Guinea-Bissau, Mozambik, Madagaskar, dan Filipina (Giri *et al.*, 2011). Ekosistem mangrove di Indonesia memiliki luasan sebesar 3.112.989 Ha dan luasan tersebut merupakan 22,6% dari total mangrove di dunia.

Provinsi Riau menjadi tiga besar provinsi yang memiliki jumlah ekosistem mangrove terluas di Indonesia dengan luas sebesar 209.292,64 Ha (Saputro, 2009), dan Kabupaten Indragiri Hilir menjadi kabupaten yang memiliki luasan terbesar di Provinsi Riau dengan luasan 120.895,898 Ha. Ekosistem mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir tersebar di beberapa kecamatan dan yang terluas berada di Kecamatan Mandah dengan luasan 31.007 hektar atau 30% dari total luasan ekosistem mangrove di kabupaten tersebut (Dinas Kehutanan Kabupaten Indragiri Hilir, 2013 *dalam* Syafruddin, 2014). Menurut Syafruddin (2014), ekosistem mangrove di Kecamatan Mandah sudah mengalami kerusakan. Kerusakan yang dialami oleh ekosistem mangrove daerah ini mencapai 50% dari total luasan (Mukhtar, 2008). Kerusakan ekosistem mangrove disebabkan oleh aktivitas manusia seperti pengambilan hasil kayu yang berlebihan, pemanfaatan sumberdaya perikanan di ekosistem mangrove yang tidak ramah lingkungan, dan alih fungsi lahan yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir untuk memenuhi kebutuhannya.

Menurut McNally *et al.* (2011), pemanfaatan berlebihan ekosistem mangrove banyak digunakan untuk bahan bakar kayu, arang dan produksi kayu lainnya telah menyebabkan penurunan sekitar seperempat habitat ekosistem mangrove dunia. Ekstraksi mangrove akan menyebabkan habitat pembibitan ikan dan udang mengalami kerusakan, bahkan akan menyebabkan penurunan produksi ikan, udang, dan kepiting karena jumlah ekosistem mangrove yang terus berkurang. Kerusakan dan berkurangnya luasan ekosistem mangrove menyebabkan hasil tangkapan sumberdaya tersebut

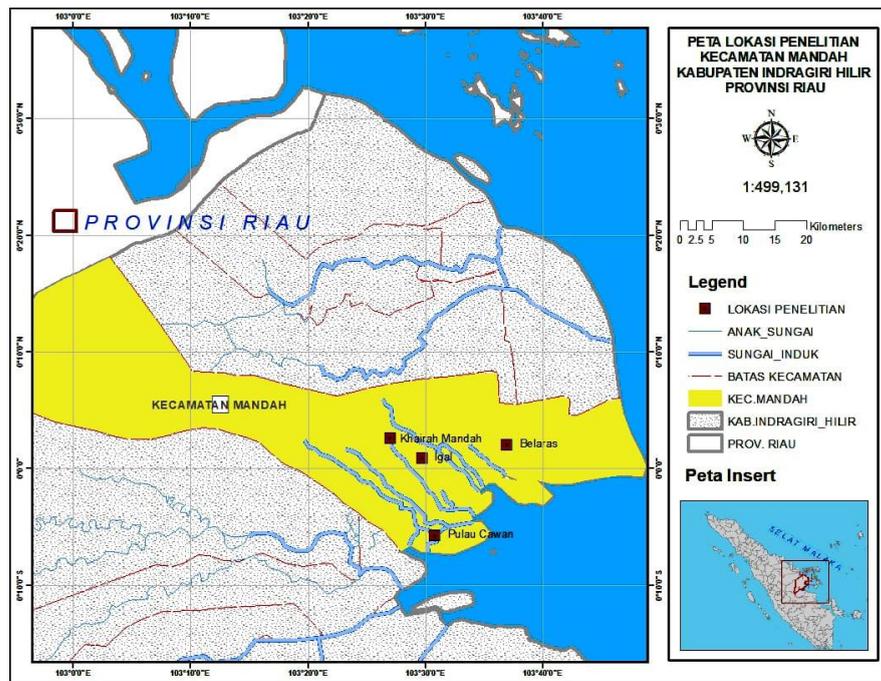
juga akan semakin berkurang sehingga berdampak kepada perekonomian masyarakat yang memanfaatkan ekosistem mangrove.

Ekosistem mangrove menjadi ekosistem yang penting bagi masyarakat di Kecamatan Mandah. Ekosistem mangrove di daerah ini memiliki peran penting dalam menjaga ketersediaan sumberdaya perikanan, penahan abrasi pantai, pencegah intrusi air laut, penyerap karbon, penghasil oksigen, dan sebagai tempat wisata. Selain manfaat tersebut, manfaat ekosistem mangrove yang langsung dirasakan oleh masyarakat daerah ini yaitu masyarakat memanfaatkan ekosistem mangrove sebagai tempat mencari kayu mangrove untuk pondasi rumah, kayu mangrove untuk pembuatan arang, tempat menangkap ikan, tempat menangkap udang, dan tempat menangkap kepiting. Berbagai kegiatan tersebut dilakukan masyarakat untuk menghasilkan pendapatan dalam memenuhi kebutuhannya sehari-hari. Pentingnya ekosistem mangrove yang dirasakan langsung oleh masyarakat daerah ini menjadikan pemanfaatan ekosistem mangrove dilakukan secara berlebihan dan terkadang dengan cara merusak. Belum adanya pengaturan terhadap batas pemanfaatan ekosistem mangrove menjadikan masyarakat daerah ini memanfaatkan secara terus-menerus tanpa melakukan upaya-upaya rehabilitasi. Hal ini menyebabkan ekosistem mangrove di Kecamatan Mandah mengalami kerusakan.

Kerusakan ekosistem mangrove mendorong perlunya penilaian jasa ekosistem mangrove untuk melihat keadaan ekosistem mangrove saat ini dan menjaga keberlanjutan ekosistem mangrove. Penilaian ekonomi jasa ekosistem mangrove dilakukan untuk menghasilkan penghitungan secara menyeluruh termasuk nilai jasa lingkungan yang dihasilkan oleh ekosistem mangrove. Penilaian ekonomi jasa ekosistem mangrove dapat dimanfaatkan untuk memberikan rekomendasi kebijakan kepada pemerintah setempat dalam pengelolaan ekosistem mangrove. Menurut Lal (2003), informasi ekonomi ekosistem mangrove sangat penting bagi pembuat keputusan agar ekosistem mangrove dapat digunakan secara berkelanjutan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi nilai ekonomi total jasa ekosistem mangrove di Kecamatan Mandah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode survei. Metode survei adalah suatu metode yang dilakukan untuk mendapatkan fakta-fakta dari gejala-gejala yang ada secara faktual mengenai institusi sosial, ekonomi, dan politik dari suatu kelompok atau daerah (Nazir, 2003). Lokasi penelitian dipilih secara sengaja dengan mempertimbangkan bahwa di Kecamatan Mandah merupakan kecamatan yang memiliki ekosistem mangrove terluas di Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Riau dan masyarakat sekitar memanfaatkan jasa ekosistem mangrove dalam menunjang kehidupannya. Pengambilan data lapangan dilakukan pada bulan Desember 2019 hingga Januari 2020. Peta lokasi penelitian disajikan dalam Gambar 1:



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Metode pengambilan sampel yang dilakukan adalah pengambilan sampel secara sengaja (*purposive sampling*). Populasi dalam penelitian ini yaitu 850 orang yang memanfaatkan ekosistem mangrove. Penentuan jumlah sampel pemanfaat ekosistem mangrove menggunakan rumus Slovin dengan toleransi kesalahan sebesar 10%, dan diperoleh jumlah sampel sebanyak 90 orang. Proporsi jumlah sampel diambil sekitar 10% dari total setiap pemanfaat ekosistem mangrove. Berdasarkan hal tersebut maka persebaran sampel pada penelitian ini yaitu 20 orang nelayan yang menangkap ikan, 30 orang nelayan yang menangkap udang, 20 orang nelayan yang menangkap kepiting, 10 orang yang memanfaatkan mangrove untuk pondasi rumah, dan 10 orang yang memanfaatkan mangrove untuk pembuatan arang.

Data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis dengan menggunakan analisis valuasi ekonomi jasa ekosistem mangrove. Valuasi ekonomi jasa ekosistem mangrove didapat dari penilaian 4 (empat) jasa ekosistem mangrove yaitu jasa pendukung (*supporting services*), jasa penyedia (*provisioning services*), jasa pengaturan (*regulating services*) dan jasa budaya (*cultural services*) (MEA, 2005).

1. Jasa pendukung (*Supporting services*)

Jasa pendukung merupakan jasa ekosistem yang berfungsi untuk mendukung semua jasa ekosistem yang lain seperti jasa siklus energi, pembentukan tanah, produksi primer, dan berbagai jasa pendukung lainnya (MEA, 2005). Jasa pendukung dalam penelitian ini didapat dari nilai tempat mencari makan biota laut (*feeding ground*) dan pembesaran biota laut (*nursery ground*), tempat pemijahan biota laut (*spawning ground*), serta nilai keanekaragaman hayati (biodiversitas) ekosistem mangrove. Formulasi estimasi nilai ekonomi jasa pendukung sebagai berikut:

$$SS = \sum_{i=1}^3 SSi$$

Keterangan:

SS=*supporting services* (Rp/tahun); SS1=*feeding dan nursery ground* (Rp/tahun); SS2=*spawning ground* (Rp/tahun); SS3=biodiversitas (Rp/tahun).

2. Jasa penyedia (*Provisioning services*)

Jasa penyedia adalah produk yang didapatkan dari ekosistem seperti makanan, bahan baku, sumber obat, energi, dan sumberdaya yang terkandung didalamnya (MEA, 2005). Jasa penyedia pada penelitian ini merupakan nilai dari hasil kayu berupa pondasi rumah dan arang, sumberdaya perikanan seperti ikan, udang, dan kepiting. Teknik yang digunakan dalam menghitung nilai produksi arang, ikan, udang, dan kepiting menggunakan teknik pendekatan *Effect on Production* (EoP), sedangkan produksi kayu mangrove untuk pondasi rumah menggunakan pendekatan pendapatan aktual yang didapat oleh pemanfaat kayu mangrove. Adapun formulasi perhitungan jasa penyedia ekosistem mangrove yaitu sebagai berikut:

$$PS = \sum_{i=1}^5 PSi$$

Keterangan:

PS=*provisioning services* (Rp/tahun); PS1=penerimaan kayu mangrove pondasi rumah (Rp/tahun); PS2=penerimaan produksi arang (Rp/tahun); PS3=penerimaan produksi ikan (Rp/tahun); PS4=penerimaan produksi udang (Rp/tahun); PS5=penerimaan produksi kepiting (Rp/tahun).

3. Jasa pengaturan (*Regulating services*)

Jasa pengaturan merupakan manfaat yang didapatkan dari pengaturan yang dilakukan oleh ekosistem seperti penyerapan karbon, pengaturan iklim, dekomposisi limbah, pemurnian air, pencegah intrusi air laut, dan berbagai pengaturan lain yang dapat dilakukan oleh suatu ekosistem (MEA, 2005). Jasa pengaturan dalam penelitian ini adalah nilai perlindungan abrasi pantai, perlindungan intrusi air laut, penyerap karbon, dan penghasil oksigen. Teknik perhitungan yang digunakan untuk menghitung nilai perlindungan abrasi pantai dan perlindungan intrusi air laut menggunakan pendekatan *replacement cost*, sedangkan nilai sebagai penyerap karbon dan penghasil oksigen menggunakan pendekatan *benefit transfer*. Adapun formulasi nilai jasa pengaturan ekosistem mangrove sebagai berikut:

$$RS = \sum_{i=1}^4 RSi$$

Keterangan:

RS=*regulating services* (Rp/tahun); RS1=penahan abrasi (Rp/tahun); RS2=perlindungan intrusi air laut (Rp/tahun); RS3=penyerap karbon (Rp/tahun); RS4=penghasil oksigen (Rp/tahun).

4. Jasa budaya (*Cultural services*)

Jasa budaya adalah manfaat non-material yang didapat melalui pengayaan spiritual, perkembangan kognitif, refleksi, rekreasi, dan pengalaman estetika (MEA, 2005). Jasa budaya dalam penelitian ini adalah nilai manfaat rekreasi yang dihasilkan dari objek wisata mangrove. Teknik perhitungan yang digunakan adalah menggunakan pendekatan biaya perjalanan yang dikeluarkan oleh pengunjung. Menurut Adrianto (2006), pendekatan biaya perjalanan berawal dari asumsi dasar bahwa setiap orang baik individu aktual ataupun potensial bersedia mengunjungi suatu objek wisata tanpa harus membayar tiket masuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penilaian Ekonomi Jasa Ekosistem Mangrove

Jasa pendukung (*Supporting services*)

Jasa pendukung dalam penelitian ini didapat dari nilai tempat mencari makan biota laut (*feeding ground*) dan pembesaran biota laut (*nursery ground*), tempat pemijahan biota laut (*spawning ground*), serta nilai keanekaragaman hayati (biodiversitas) ekosistem mangrove. *Feeding ground*, *spawning ground*, dan *nursery ground* merupakan manfaat yang diperoleh dari manfaat biologis dari ekosistem mangrove (Fahrudin, 1996). Teknik yang digunakan dalam menghitung jasa pendukung ekosistem mangrove menggunakan pendekatan *benefit transfer*. Penilaian dari pendekatan *benefit transfer* jasa ekosistem mangrove tersebut dilakukan standarisasi dengan menggunakan upah minimum kabupaten/kota (UMK) dan upah minimum rata-rata nasional.

1. Nilai serasah dan potensi perikanan

Nilai jasa pendukung pertama dari ekosistem mangrove Kecamatan Mandah adalah nilai dari *feeding ground* dan *nursery ground*. Penghitungan dari nilai ini menggunakan pendekatan transfer nilai dari produksi serasah untuk mengetahui estimasi potensi perikanan di ekosistem mangrove Kecamatan Mandah. Produksi serasah ekosistem mangrove yaitu 3,47 g/m²/hari dengan estimasi potensi perikanan sebesar 113,40 g/m²/tahun atau 1.134,01 kg/Ha/tahun (Aida, 2015). Produksi serasah tersebut digunakan dalam menduga potensi perikanan untuk mendapatkan nilai *feeding ground* dan *nursery ground* jasa pendukung ekosistem mangrove. Luas ekosistem mangrove Kecamatan Mandah sebesar 31.007 Ha, hal ini berarti potensi perikanan yang dimiliki daerah tersebut sebesar 35.162.248 kg/tahun. Standarisasi UMK Tangerang 2015 dan UMK Indragiri Hilir 2020 yaitu 1,09. Nilai potensi perikanan di ekosistem mangrove Kecamatan Mandah dengan harga rata-rata ikan sebesar Rp 49.000/kg yaitu Rp 1.878.015.666.000/tahun.

Nilai ekonomi serasah dan potensi perikanan sebesar Rp 1.878.015.666.000/tahun mengindikasikan bahwa ketersediaan sumberdaya perikanan di Kecamatan Mandah masih tinggi. Ketersediaan sumberdaya perikanan ini memiliki hubungan erat terhadap keadaan ekosistem mangrove yang menyediakan makanan dan habitat bagi biota laut. Hal ini senada dengan Saenger *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa ekosistem mangrove bisa mendukung dalam aktivitas

perikanan dengan cara menyediakan makan bagi sumberdaya perikanan dan sebagai habitat sumberdaya perikanan. Potensi ekonomi dari sumberdaya perikanan yang tinggi ini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat jika mampu dikelola secara optimal.

2. Nilai tempat pemijahan biota laut

Nilai jasa pendukung berikutnya dari ekosistem mangrove adalah sebagai tempat pemijahan biota laut. Nilai ini didapat dengan menggunakan rumus model regresi antara luas ekosistem mangrove, upaya penangkapan dengan produksi udang (Marlianingrum, 2007). Estimasi produksi udang didapat dari formulasi sebagai berikut:

$$h=0,0268EM + 0,0000141E^2$$

Keterangan:

h =Produksi udang (kg/tahun); E =Upaya penangkapan (trip/tahun); M =Luas ekosistem mangrove (Ha).

Rata-rata upaya penangkapan udang di Kecamatan Mandah adalah 206 trip/tahun dengan luas ekosistem mangrove yaitu 31.007 Ha. Berdasarkan perhitungan tersebut, produksi udang di Kecamatan Mandah adalah 171.184,04 kg/tahun. Harga rata-rata udang di Kecamatan Mandah adalah Rp 36.000/kg dengan standarisasi nilai UMK di Kota Batam pada tahun 2007 dengan UMK Kabupaten Indragiri Hilir 2020 yaitu 3,47. Nilai jasa ekosistem mangrove sebagai tempat pemijahan biota laut yakni Rp 21.384.310.280/tahun.

Nilai tempat pemijahan biota laut sebesar Rp 21.384.310.280/tahun mengindikasikan bahwa keadaan ekosistem mangrove di daerah ini belum mengalami kerusakan berat, sehingga nilai ekonominya cukup tinggi. Keadaan ekosistem mangrove ini akan berpengaruh terhadap produksi sumberdaya perikanan seperti ikan, kepiting, dan udang. Hal ini senada dengan Mardawati (2004) yang menyatakan bahwa semakin luas ekosistem mangrove yang ada, maka produksi ikan, kepiting, tiram, dan udang juga akan semakin tinggi. Tingginya nilai ekonomi tempat pemijahan biota laut sangat dipengaruhi oleh luasan ekosistem mangrove, sehingga perlu menjaga kelestarian ekosistem mangrove untuk menjaga nilai ekonomi tempat pemijahan biota laut tetap tinggi.

3. Nilai keanekaragaman hayati (biodiversitas) ekosistem mangrove

Nilai jasa pendukung dari nilai keanekaragaman hayati ekosistem mangrove diestimasi dengan menggunakan manfaat ekosistem mangrove sebagai bahan baku industri farmasi dengan nilai US\$ 1.500/km²/tahun US\$ 15/Ha/tahun (Ruitenbeek, 1992). Nilai keanekaragaman hayati berdasarkan nilai tukar rupiah rata-rata terhadap Dolar Amerika Serikat dengan menggunakan standarisasi upah minimum rata-rata nasional. Nilai jasa keanekaragaman hayati didapat dari:

$$NKH = (D/Ha) \times M$$

Keterangan:

NKH =Nilai keanekaragaman hayati (Rp/tahun); D =Nilai estimasi keanekaragaman hayati ekosistem mangrove (Rp/Ha/tahun); M =Luas ekosistem mangrove (Ha).

Menurut Ruitenbeek (1992), ekosistem mangrove memiliki nilai keanekaragaman hayati sebesar US\$ 15/Ha. Nilai tukar rupiah terhadap Dolar Amerika Serikat pada tahun 1992 sebesar US\$ 1=Rp 2.029,92, sehingga nilai US\$ 15 setara dengan Rp 30.448,80. Nilai tukar rupiah terhadap Dolar Amerika Serikat pada bulan Januari 2020 sebesar Rp 14.230 dengan standarisasi upah minimum rata-rata nasional pada tahun 1992 dengan tahun 2020 yaitu 142,65. Nilai keanekaragaman hayati ekosistem mangrove Kecamatan Mandah adalah Rp 944.121.058.000/tahun.

Nilai biodiversitas ekosistem mangrove tersebut mengindikasikan bahwa besarnya keberagaman ekosistem mangrove daerah tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa keberagaman biota yang hidup di ekosistem mangrove juga memiliki biodiversitas yang tinggi. Tingginya biodiversitas biota yang hidup di ekosistem mangrove menjadikan nilai ekonomi jasa pendukung sebagai nilai biodiversitas menjadi tinggi termasuk biodiversitas dari biota laut. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Islam & Haque (2004) yang menyatakan bahwa ekosistem mangrove di Bangladesh berkontribusi terhadap produktivitas biota laut dengan biodiversitas yang tinggi.

Jasa penyedia (*Provisioning services*)

Jasa penyedia pada penelitian ini merupakan nilai dari hasil kayu berupa pondasi rumah, arang, sumberdaya perikanan seperti ikan, udang, dan kepiting dengan menggunakan pendekatan *effect on production* (EoP). Pendekatan *effect on production* (EoP) yang digunakan adalah dengan melihat pendapatan dari orang yang memanfaatkan kayu mangrove untuk arang, penangkap ikan, penangkap udang, dan penangkap kepiting dengan melihat variabel-variabel sosial ekonomi pemanfaat sumberdaya alam. Keberadaan Ekosistem mangrove akan memberikan peningkatan terhadap hasil tangkapan, upaya penangkapan, dan rente ekonomi (Yulianto, 2017).

1. Pendapatan kayu mangrove pondasi rumah

Berdasarkan penelitian diperoleh bahwa nilai rata-rata harga kayu mangrove untuk pondasi rumah sebesar Rp 32.000/batang. Rata-rata biaya yang dikeluarkan untuk sekali pengambilan kayu sebesar Rp 41.500 dengan rata-rata jumlah pengambilan kayu dalam setahun sebanyak 135 kali. Produksi rata-rata dalam setahun sebesar 2.040 batang/tahun dengan pendapatan rata-rata per tahun sebesar Rp 32.436.000 dengan jumlah pemanfaat sebanyak 100 orang. Nilai ekonomi ekosistem mangrove dari nilai produksi kayu untuk tegakan rumah sebesar Rp 3.243.600.000/tahun.

2. Pendapatan produksi arang

Rata-rata harga arang untuk setiap karung yang berukuran 20 kg adalah Rp 12.400. Setiap melakukan pembuatan arang maka menghasilkan rata-rata produksi sebanyak 10 karung dengan jumlah waktu pembuatan arang rata-rata sebanyak 230 kali dalam setahun. Berdasarkan perhitungan tersebut, setiap tahunnya pembuat arang akan menghasilkan rata-rata 2.870 karung dengan biaya operasional rata-rata sebesar Rp 8.112.000. Pendapatan yang diperoleh pembuat arang dalam waktu setahun rata-rata sebesar Rp 23.078.400. Nilai surplus konsumen dan nilai ekonomi dari pemanfaat kayu arang didapat dengan pendekatan permintaan dengan beberapa

variabel ekonomi sosial terkait. Pendugaan surplus konsumen dari pemanfaat kayu arang sebesar Rp 13.531.203 dengan nilai ekonomi sebesar Rp 1.353.120.300/tahun.

3. Pendapatan produksi ikan

Hasil tangkapan nelayan setiap tahunnya rata-rata 2.520 kg dengan rata-rata harga ikan sebesar Rp 49.000/kg. Jumlah trip penangkapan dalam waktu satu tahun rata-rata sebanyak 183 kali dengan biaya operasional rata-rata sebesar Rp 15.438.800. Pendapatan nelayan dalam setahun sebesar Rp 44.775.500. Nilai surplus konsumen dari nelayan ikan sebesar Rp 89.539.457 dengan nilai ekonomi jasa ekosistem mangrove dari nelayan ikan sebesar Rp 17.907.891.393/tahun.

Pendapatan produksi perikanan tersebut memberikan kontribusi yang besar terhadap pendapatan masyarakat setempat. Produksi perikanan tersebut sangat dipengaruhi oleh keadaan dan luasan ekosistem mangrove. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Efrizal (2005) yang menyatakan bahwa ekosistem mangrove berkontribusi besar terhadap sumberdaya ikan demersal di Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau yakni sebesar 44,18%. Besarnya kontribusi ekosistem mangrove terhadap produksi ikan demersal menjadikan nilai ekonomi dari pendapatan produksi ikan menjadi cukup tinggi yakni sebesar Rp 17.907.891.393/tahun.

4. Pendapatan produksi udang

Hasil tangkapan dalam waktu setahun rata-rata sebesar 976 kg dengan harga rata-rata sebesar Rp 36.000/kg. Biaya operasional dalam melakukan penangkapan dalam setahun rata-rata sebesar Rp 4.672.000 dengan jumlah trip penangkapan setiap tahunnya rata-rata sebanyak 206 kali. Rata-rata produksi dalam waktu setahun rata-rata sebanyak 976 kg, sehingga pendapatan yang didapat nelayan rata-rata sebesar Rp 28.720.000. Kelestarian ekosistem mangrove sangat mempengaruhi produksi udang. Nilai surplus konsumen yang didapat dari produksi udang sebesar Rp 78.032.286 dalam setahun, sehingga nilai ekonomi jasa ekosistem mangrove dari produksi udang sebesar Rp 19.508.071.473/tahun.

Keberadaan ekosistem mangrove memiliki pengaruh terhadap perikanan tangkap. Ekosistem mangrove akan memberikan peningkatan terhadap hasil tangkapan, upaya penangkapan, dan rente ekonomi pada kondisi keseimbangan statik *open access* (OA), *maximum sustainable yield* (MSY) dan *maximum economic yield* (MEY) (Yulianto, 2017). Keberadaan ekosistem mangrove ini juga mempengaruhi terhadap produksi udang yang juga akan mempengaruhi terhadap pendapatan nelayan udang. Hal ini senada dengan penelitian yang dilakukan oleh Barbier & Ivar (1997) yang menyatakan bahwa berkurangnya atau rusaknya ekosistem mangrove menyebabkan secara pasti berkurangnya produksi udang maupun keuntungannya. Nilai ekonomi dari pendapatan produksi udang sangat dipengaruhi keadaan ekosistem mangrove, ekosistem mangrove yang memiliki luasan dan keadaan yang baik maka nilai ekonomi yang dihasilkan juga akan tinggi.

5. Pendapatan produksi kepiting

Hasil tangkapan nelayan setiap tahun rata-rata sebanyak 518 kg, dengan harga kepiting rata-rata sebesar Rp 67.000/kg. Penangkapan kepiting dilakukan rata-rata sebanyak 194 kali dalam

setahun, dengan biaya operasional rata-rata sebesar Rp 4.023.000/tahun. Pendapatan nelayan dalam setahun sebesar Rp 28.678.000. Nilai surplus konsumen dari ekosistem mangrove yang didapat dari nelayan kepiting yakni sebesar Rp 391.311.199 dengan nilai ekonomi sebesar Rp 78.262.239.721/tahun.

Jasa pengaturan (*Regulating services*)

Jasa pengaturan dalam penelitian ini adalah nilai perlindungan abrasi pantai, perlindungan intrusi air laut, penyerap karbon, dan penghasil oksigen. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan *replacement cost*. Nilai jasa pengaturan didapat dengan mengganti fungsi mangrove sebagai penahan abrasi pantai dengan menggunakan pembuatan bangunan beton pemecah ombak, pencegah intrusi air laut dengan menghitung nilai penyedia air tawar, penyerap karbon dan penghasil oksigen menggunakan transfer nilai dari penelitian terdahulu. Nilai jasa pengaturan yang didapat dari biaya pembuatan bangunan beton, pencegah intrusi air laut, penyerap karbon, dan penyerap oksigen sebagai berikut:

1. Pembuatan bangunan beton pemecah ombak

Nilai jasa pengaturan ekosistem mangrove di Kecamatan Mandah yang pertama adalah sebagai pemecah gelombang (*breakwater*). Penghitungan manfaat sebagai pemecah gelombang dilakukan dengan menghitung biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan pemecah gelombang di sepanjang pantai yang dilindungi ekosistem mangrove. Menurut Widhianto *et al.* (2014), biaya pembuatan pemecah gelombang sebesar Rp 1.217.055.333/km dengan umur ekonomis 30 tahun. Panjang garis pantai yang dilindungi oleh ekosistem mangrove yakni 310 km, dan nilai suku bunga Indonesia pada bulan Januari 2020 sebesar 5,00%. Berdasarkan perhitungan tersebut, biaya pembuatan pemecah gelombang sebesar Rp 358.422.795.568 atau nilai per tahunnya sebesar Rp 11.947.426.519.

2. Pencegah intrusi air laut didapat dari nilai penyedia air tawar

Nilai jasa pengaturan ekosistem mangrove berikutnya adalah fungsi ekosistem mangrove sebagai pencegah intrusi air laut. Nilai fungsi ekosistem mangrove sebagai pencegah intrusi air laut dihitung dengan menggunakan pendekatan nilai penyedia air tawar. Jumlah rumah tangga yang merasakan manfaat terhadap tersedianya air tawar sebanyak 12.229 rumah tangga, dan kebutuhan air tawar untuk setiap rumah tangga sebanyak 1.000 m³/tahun. Berdasarkan perhitungan didapatkan bahwa kebutuhan air tawar adalah Rp 12.229.000 m³/tahun, dan harga air tawar di Kecamatan Mandah yaitu Rp 3.000/m³. Nilai penyedia air tawar ekosistem mangrove di Kecamatan Mandah sebesar Rp 36.687.000.000/tahun.

Nilai ekonomi ekosistem mangrove sebagai pencegah intrusi air laut sangat dipengaruhi oleh keadaan dan luasan ekosistem mangrove. Keadaan dan luasan ekosistem mangrove ini dapat menyebabkan berkurangnya fungsi ekosistem mangrove termasuk fungsi pencegah intrusi air laut. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Janssen & Padilla (1999) yang menyatakan bahwa rusaknya ekosistem mangrove akan mengakibatkan tidak optimalnya fungsi ekosistem mangrove seperti pencegahan banjir.

3. Penyerap karbon

Nilai jasa pengaturan yang lain dari ekosistem mangrove adalah sebagai penyerap karbon. Menurut Windarni *et al.* (2018), tingkat laju akumulasi karbon pada ekosistem mangrove sebesar 198.61ton C/Ha/tahun. Luasan ekosistem mangrove sebanyak 31.000 Ha, dan harga karbon di Eropa pada Januari 2020 sebesar Rp 311.581/ton C. Standarisasi UMK Lampung Timur tahun 2018 dengan UMK Indragiri Hilir tahun 2020 adalah 1,44. Berdasarkan perhitungan tersebut, nilai ekonomi fungsi ekosistem mangrove di Kecamatan Mandah sebagai penyerap karbon sebesar Rp 2.762.461.692.000/tahun.

Nilai ekonomi jasa ekosistem mangrove dari nilai penyerap karbon yang begitu tinggi karena karbon memiliki harga pasar yang tinggi dan keadaan ekosistem mangrove yang luas. Hal ini berarti bahwa penyerapan emisi CO₂ yang dilakukan oleh mangrove lebih baik dibandingkan dengan lahan gambut atau hutan hujan (Donato *et al.*, 2011). Penyerapan karbon yang dilakukan oleh ekosistem mangrove yang baik menjadikan laju akumulasi karbon juga tinggi sehingga nilai ekonomi yang dihasilkan juga menjadi tinggi.

4. Penghasil oksigen

Nilai jasa pengaturan ekosistem mangrove yang lainnya adalah sebagai penghasil oksigen. Ekosistem mangrove memiliki potensi menghasilkan oksigen sebanyak 3,65 m³/Ha/tahun (Siregar, 2012). Luasan mangrove Kecamatan Mandah sebesar 31.007 Ha akan menghasilkan oksigen sebanyak 113.150 m³/tahun. Estimasi harga oksigen di Kecamatan Mandah yaitu Rp 900.000/m³ dengan koefisien UMK Kubu Raya dengan UMK Indragiri Hilir sebesar 3,16. Nilai ekonomi ekosistem mangrove sebagai penghasil oksigen sebesar Rp 321.798 600.000/tahun.

Jasa budaya (*Cultural services*)

Jasa ekosistem mangrove salah satunya yaitu jasa budaya, jasa budaya dapat berupa wisata, rekreasi, maupun pendidikan (Lau, 2012). Jasa budaya dihitung berdasarkan nilai manfaat dari ekosistem mangrove dengan menggunakan pendekatan pengeluaran individu dalam melakukan perjalanan (Fauzi, 2014). Pengeluaran dalam melakukan perjalanan menuju tempat wisata ekosistem mangrove terdiri atas biaya konsumsi, biaya transportasi, biaya tiket masuk, dan biaya toilet yang dikeluarkan wisatawan dalam sekali kunjungan.

Rata-rata total biaya yang dikeluarkan oleh wisatawan dalam mengunjungi ekosistem mangrove Kecamatan Mandah yakni sebesar Rp 172.000 dalam sekali kunjungan wisata ekosistem mangrove. Estimasi nilai wisata ekosistem mangrove didapat dengan mengalikan nilai biaya perjalanan aktual dengan jumlah wisatawan yang berkunjung pada periode waktu tertentu. Jumlah wisatawan yang berkunjung di ekosistem mangrove Kecamatan Mandah pada tahun 2019 berjumlah 20.000 wisatawan. Nilai wisata ekosistem mangrove berdasarkan perkalian tersebut didapatkan nilai sebesar Rp 3.440.000.000/tahun.

Nilai Ekonomi Total (NET)

Nilai ekonomi total merupakan penjumlahan dari nilai jasa pendukung, jasa penyedia, jasa pengaturan, dan jasa budaya ekosistem mangrove. Nilai ekonomi total dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1 Nilai Ekonomi Total Jasa Ekosistem Mangrove

No.	Penilaian jasa ekosistem mangrove	Nilai (Rupiah/tahun)	Persentase (%)
1	Jasa pendukung (<i>Supporting services</i>)		
	Nilai serasah dan potensi perikanan	1.878.015.666.000	30,79
	Nilai tempat pemijahan biota laut	21.384.310.280	0,35
	Nilai keanekaragaman hayati	944.121.058.000	15,48
	Total	2.843.521.034.280	46,61
2	Jasa penyedia (<i>Provisioning services</i>)		
	Pendapatan kayu mangrove pondasi rumah	3.243.600.000	0,05
	Pendapatan produksi arang mangrove	1.353.120.300	0,02
	Pendapatan produksi ikan	17.907.891.393	0,29
	Pendapatan produksi udang	19.508.071.473	0,32
	Pendapatan produksi kepiting	78.262.239.721	1,28
	Total	120.274.922.887	1,97
3	Jasa pengaturan (<i>Regulating services</i>)		
	Pembuatan bangunan beton <i>breakwater</i>	11.947.426.518	0,20
	Pencegah intrusi air laut:		
	Nilai penyedia air tawar	36.687.000.000	0,60
	Penyerap karbon	2.762.461.692.000	45,28
	Penghasil oksigen	321.798.600.000	5,27
	Total	3.132.894.718.518	51,36
4	Jasa budaya (<i>Cultural services</i>)		
	Manfaat wisata mangrove	3.440.000.000	0,06
5	Nilai ekonomi total	6.100.130.675.685	100

Sumber: Olahan Data Penelitian (2020)

Persentase nilai jasa ekosistem mangrove terbesar adalah jasa pengaturan dan jasa pendukung yakni sebesar 51,36% dan 46,61%. Nilai ekonomi total jasa ekosistem mangrove di Kecamatan Mandah sebesar Rp 6.100.130.675.685/tahun atau sebesar Rp 196.733.985/Ha/tahun. Hal ini senada dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati (2018) di Kabupaten Aceh Timur yang menyatakan bahwa nilai jasa ekosistem mangrove di daerah tersebut adalah Rp 173.458.107/Ha/tahun. Hasil nilai ekonomi jasa ekosistem mangrove tersebut tidak terlalu berbeda jauh karena kedua daerah tersebut memiliki karakteristik dan pemanfaatan ekosistem mangrove yang hampir sama.

Berdasarkan perhitungan nilai ekonomi total tersebut, maka diketahui bahwa nilai jasa ekosistem mangrove yang memiliki proporsi yang besar adalah jasa pengaturan dan jasa pendukung. Jasa pengaturan dan jasa pendukung merupakan jasa lingkungan yang tidak secara langsung dirasakan oleh masyarakat, namun memiliki manfaat yang begitu besar. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Costanza *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa ekosistem mangrove menghasilkan jasa-jasa lingkungan yang dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk meningkatkan kesejahteraannya. Ekosistem mangrove juga mempengaruhi daya dukung lingkungan dalam fungsi pertumbuhan sumberdaya laut, hal ini memberikan pengaruh ekonomi terhadap penerimaan dan keuntungan yang dihasilkan oleh pemanfaat sumberdaya perikanan (Foley *et al.*, 2012). Hal ini

berarti nilai ekonomi jasa ekosistem mangrove yang tinggi perlu untuk terus dijaga agar keberlanjutan dan kelestarian dari sumberdaya ini mampu untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat setempat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Nilai ekonomi total dari jasa ekosistem mangrove sebesar Rp 6.100.130.675.685/tahun atau sebesar Rp 196.733.985/Ha/tahun. Nilai ekonomi total jasa ekosistem mangrove terdiri atas nilai jasa pendukung sebesar Rp 2.843.521.034.280/tahun, jasa penyedia sebesar Rp 120.274.922.887/tahun, jasa pengaturan sebesar Rp 3.132.894.718.518/tahun, dan jasa budaya sebesar Rp 3.440.000.000/tahun.

Perlu menjaga keberlanjutan ekosistem mangrove dengan melakukan pemanfaatan yang ramah lingkungan dan tetap mengoptimalkan pemanfaatan ekosistem mangrove untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar. Selain itu, perlu adanya regulasi yang jelas mengenai sistem pengelolaan ekosistem mangrove agar potensi ekosistem mangrove ini dapat mendukung kehidupan masyarakat setempat sehingga kehidupan masyarakat menjadi lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada nelayan di Kelurahan Khairiah Mandah yang dan Pemerintah Daerah Kecamatan Mandah beserta jajarannya yang telah membantu, mengizinkan dan mendukung dalam penelitian ini. Peneliti juga menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Republik Indonesia yang telah membiayai penelitian ini secara penuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, L. (2006). *Pengantar Penilaian Ekonomi Sumberdaya Pesisir dan Laut*. Bogor: Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor.
- Aida, G. R. (2015). *Model Dinamik Nilai Ekonomi Ekosistem Mangrove di Wilayah Pesisir Kabupaten Tangerang Provinsi Banten* (Master's thesis). Retrieved from <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/75258>.
- Barbier, E. B., & Ivar, S. (1997). Valuing Mangrove-fishery: A Case Study of Campeche, Mexico. Amsterdam: *Paper prepared for the 8th Annual Conference of European Association of Environmental and Resource Economics (EAERE)*.
- 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(1), 152–158. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>.
- Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M., & Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, 4(5), 293–297. <https://doi.org/10.1038/ngeo1123>.
- Efrizal, T. (2005). *Analisis Pengelolaan Sumberdaya Ikan Demersal di Pulau-Pulau Kecil: Suatu Pendekatan "Converging Dual Track Model (CD Tram)"* (Doctoral dissertation). Retrieved from

<https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/41608>.

- Fahrudin, A. (1996). *Analisis Ekonomi Pengelolaan Lahan Pesisir Kabupaten Subang, Jawa Barat* (Master's thesis). Retrieved from <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/21669>.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2007). *The World's Mangroves 1980-2005*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fauzi, A. (2014). *Valuasi Ekonomi dan Penilaian Kerusakan Sumber daya Alam dan Lingkungan*. Bogor: IPB Press.
- Foley, N. S., Armstrong, C. W., Kahui, V., Mikkelsen, E., & Reithe, S. (2012). A review of bioeconomic modelling of habitat-fisheries interactions. *International Journal of Ecology*, 20(1), 1–11. <https://doi.org/10.1155/2012/861635>.
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J., & Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1), 154–159. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x>.
- Islam, M. S., & Haque, M. (2004). The mangrove-based coastal and nearshore fisheries of Bangladesh: Ecology, exploitation and management. *Fish Biology and Fisheries*, 14(2), 153–180. <https://doi.org/10.1007/s11160-004-3769-8>.
- Janssen, R., & Padilla, J. E. (1999). Preservation or Conversion? Valuation and Evaluation of a Mangrove Forest in the Philippines. *Environmental and Resource Economics*, 14(3), 297–331.
- Lal, P. (2003). Economic valuation of mangroves and decision-making in the Pacific. *Ocean and Coastal Management*, 46(9–10), 823–844. [https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(03\)00062-0](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(03)00062-0).
- Lau, W. W. Y. (2012). Beyond carbon: Conceptualizing payments for ecosystem services in blue forests on carbon and other marine and coastal ecosystem services. *Ocean and Coastal Management*, 83(1), 5–14. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.03.011>.
- Mardawati, U. (2004). *Kajian keterkaitan mangrove dan produktivitas budidaya tambak di Kelurahan Kamal Jakarta Utara* (Master's thesis). Retrieved from <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/9059>.
- Marlianingrum, P. R. (2007). *Analisis Ekonomi Keterkaitan Sumberdaya Mangrove dan Udang di Pulau Belakang Padang, Kota Batam Kepulauan Riau* (Master's thesis). Retrieved from <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/10917>.
- McNally, C. G., Uchida, E., & Gold, A. J. (2011). The effect of a protected area on the tradeoffs between short-run and long-run benefits from mangrove ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(34), 13945–13950. <https://doi.org/10.1073/pnas.1101825108>.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press.
- Mukhtar, A. (2008, 25 Juni). *Hutan Mangrove di Indragiri Hilir Rusak Parah*. Tulisan pada <http://mukhtar-api.blogspot.com/2008/06/hutan-mangrove-di-indragiri-hilir-rusak.html>.
- Nazir, M. (2003). *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia indonesia.

- Rahmawati. (2018). *Kebijakan Pengelolaan Ekosistem Mangrove secara Berkelanjutan di Kabupaten Aceh Timur Provinsi Aceh* (Master's thesis). Retrieved from <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/93371>.
- Ruitenbeek, J. (1992). *Mangrove Management: An Economic Analysis of Management Options wiyh A Focus on Bintuni Bay, Irian Jaya*. Jakarta: Environmental Management Development in Indonesia Project.
- Saenger, P. (2002). *Mangrove Ecology, Silviculture, and Conservation*. Lismore: Springer-Science Business Media BV.
- Saenger, P., Gartside, D., & Funge-Smith, S. (2013). A review of mangrove and seagrass ecosystems and their linkage to fisheries and fisheries management. Report to Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok: RAP Publication.
- Saputro, G. B. (2009). *Peta Mangroves Indonesia*. Jakarta: Pusat Survey Sumber Daya Alam Laut, Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal).
- Siregar, A. F. (2012). *Valuasi Ekonomi dan Analisis Strategi Konservasi Hutan Mangrove di Kabupaten Kubu Raya Provinsi Kalimantan Barat* (Master's thesis). Retrieved from <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/61347>.
- Syafruddin, Y. S. (2014). *Pemetaan Kerusakan Hutan Mangrove Di Kecamatan Mandah Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Riau* (Thesis). Retrieved from <http://jim.stkip-pgrisumbar.ac.id/jurnal/view/8j19>.
- Widhianto, S. L., Kharisma, D., & Hardiyati, S. (2014). Kajian Struktur Pengaman Pantai Sigandu, Batang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(4), 1207-1221.
- Windarni, C., Setiawan, A., & Rusita, R. (2018). Estimasi Karbon Tersimpan Pada Hutan Mangrove Di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Meringgai Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*, 6(1), 67. <https://doi.org/10.23960/jsl1667-75>.
- Yulianto, G. (2017). *Desain Kebijakan Pengelolaan Terpadu Mangrove dan Perikanan (Studi Kasus di Kabupaten Indramayu, Jawa Barat)* (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/85347>.