

KONDISI UMUM HUTAN MANGROVE DI PROVINSI RIAU BERDASARKAN RISET DI BEBERAPA TITIK

Yasin Setiawan^{1*}, Yusri², Sukendi³

^{1,2,3}Universitas Riau, Indonesia

*Correspondent email: yasin.setiawan7388@grad.unri.ac.id

Abstrak: Hutan mangrove di Provinsi Riau memainkan peran penting dalam penyerapan karbon, perlindungan pesisir, dan konservasi keanekaragaman hayati laut. Penelitian ini mengkaji kondisi umum hutan mangrove di Provinsi Riau melalui tinjauan literatur dan analisis isi artikel ilmiah yang diterbitkan antara tahun 2017-2021. Dengan luas total 138.434 hektar yang tersebar di tujuh kabupaten dan kota, hutan mangrove Riau menunjukkan kapasitas penyimpanan karbon yang signifikan, diperkirakan mencapai sekitar 148 juta ton penyerapan CO₂. Penelitian ini fokus pada beberapa titik pengamatan, termasuk Indragiri Hilir, Siak, Dumai, dan Kepulauan Meranti, untuk menilai kepadatan mangrove, keragaman vegetasi, dan kondisi ekologi. emuan menunjukkan tren yang mengkhawatirkan terkait penurunan luas hutan mangrove dari tahun ke tahun, dengan luas vegetasi berkurang dari 9.759 ha pada tahun 1997 menjadi 7.875 ha pada tahun 2019 di Pulau Rangsang saja. Aktivitas industri, terutama industri minyak yang beroperasi di Provinsi Riau, telah diidentifikasi sebagai faktor utama yang mempengaruhi kualitas hutan mangrove melalui kontaminasi logam berat (Pb), perubahan pH, dan tingkat oksigen terlarut di perairan pesisir. Meskipun menghadapi tantangan ini, hutan mangrove di Riau tetap mendukung keanekaragaman hayati laut yang beragam, dengan penelitian mencatat 14 spesies mangrove asli dan 8 spesies terkait di Sungai Pakning, serta berbagai komunitas zooplankton di Bandar Bakau. Penelitian ini menekankan kebutuhan mendesak akan kebijakan konservasi komprehensif dan upaya rehabilitasi untuk melestarikan ekosistem mangrove Riau dan fungsi lingkungan yang kritis

Kata kunci: Kondisi hutan mangrove, penyerapan karbon, degradasi lingkungan

Abstract: Mangrove forests in Riau Province play a vital role in carbon sequestration, coastal protection, and marine biodiversity conservation. This research examines the general condition of mangrove forests in Riau Province through literature review and content analysis of scientific articles published between 2017-2021. With a total area of 138,434 hectares distributed across seven regencies and cities, Riau's mangrove forests demonstrate significant carbon storage capacity, estimated at approximately 148 million tons of CO₂ absorption. The research focuses on multiple observation points including Indragiri Hilir, Siak, Dumai, and Kepulauan Meranti to assess mangrove density, vegetation diversity, and ecological conditions. The findings reveal a concerning trend of declining mangrove coverage over the years, with vegetation area decreasing from 9,759 ha in 1997 to 7,875 ha in 2019 in Pulau Rangsang alone. Industrial activities, particularly oil industries operating in Riau Province, have been identified as significant factors affecting mangrove quality through heavy metal contamination (Pb), pH changes, and dissolved oxygen levels in coastal waters. Despite these challenges, mangrove forests in Riau continue to support diverse marine biota, with studies documenting 14 true mangrove species and 8 associated species in Sungai Pakning, and various zooplankton communities in Bandar Bakau. The research underscores the urgent need for comprehensive conservation policies and rehabilitation efforts to preserve Riau's mangrove ecosystems and their critical environmental functions.

Keywords: mangrove forest conditions, carbon sequestration, environmental degradation



PENDAHULUAN

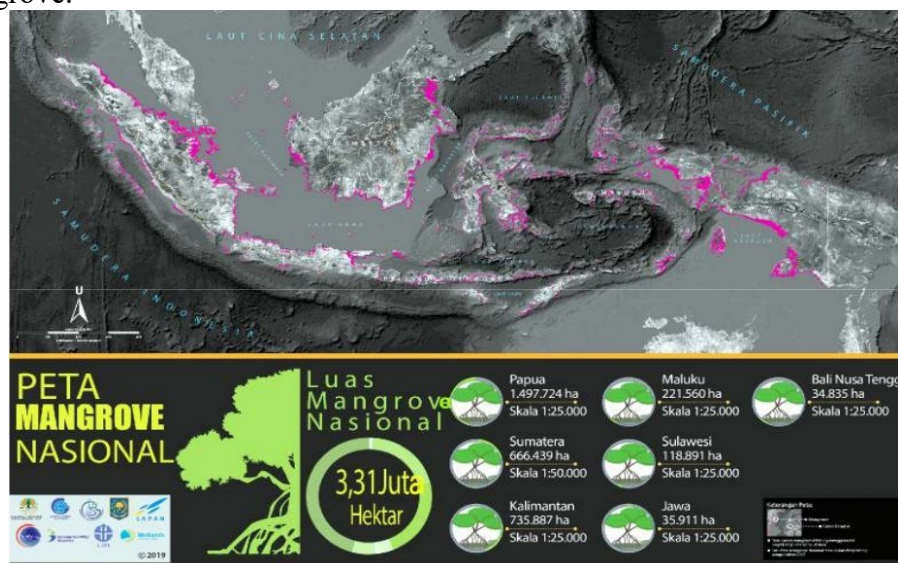
Mangrove berfungsi sebagai penahan abrasi air laut, penyerap dan penyimpan karbon dioksida, sebagai sumber perikanan laut bagi masyarakat dalam bentuk protein hewani, serta manfaat lain yang berkaitan dengan perannya sebagai sebuah ekosistem (Suryadiningrat, 2019:3). Dalam hal penyerapan karbon, mangrove diyakini sebagai penyimpan karbon yang sangat baik di mana hasil penelitian menunjukkan bahwa proses fotosintesis tumbuhan mangrove menyerap 0,9 ton CO₂ setiap tahun (Rahmanto, 2020:19). Dari angka tersebut dapat tergambar betapa besar peran mangrove dalam melindungi bumi dari ancaman kerusakan akibat polusi karbon dioksida.

Selain fungsi pentingnya sebagai penyerap karbon di udara, mangrove juga menjadi penyedia sumber daya ikan. Data dari KKP pada tahun 2020 menunjukkan bahwa mangrove di Indonesia pada tahun 2014 saja menyumbangkan sumber ekonomi masyarakat melalui kekayaan laut yang dimilikinya sebesar Rp.100.000 - Rp.

200.000 per orang perhari. Selain itu, sebagai sebuah ekosistem, mangrove memiliki peran sebagai penjaga keanekaragaman biota laut dan darat yang dapat hidup saling mempengaruhi di area hutan mangrove.

Di Indonesia, sebagai wilayah yang terletak di daerah tropis, mangrove hidup di sepanjang pantai yang tersebar di kepulauan Indonesia. Proyek pemetaan yang dilakukan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan menghasilkan peta mangrove di Indonesia, sebagaimana dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini. Dari gambar tersebut terlihat bahwa setiap pantai di kepulauan Indonesia memiliki potensi untuk menjadi habitat mangrove dengan berbagai ekosistemnya. Dari sisi luasan diperoleh data bahwa mangrove di Indonesia 3,31 juta hektar dengan sebaran di pulau besar sebagai berikut: Papua (1.497.724 ha), Sumatera (666.439 ha), Kalimantan (735.887 ha), Maluku (221.560 ha), Sulawesi (118.891 ha), Jawa (35.911 ha), dan Bali Nusa Tenggara (34.835 ha).

Riau adalah salah satu provinsi di pulau Sumatera yang memiliki garis pantai yang panjang dan mempunyai banyak pulau di sekitarnya. Secara geografis, posisi dan kondisi hamparan daratan serta lautan di Provinsi Riau sangat memungkinkan untuk menjadi tempat tumbuh suburnya mangrove.

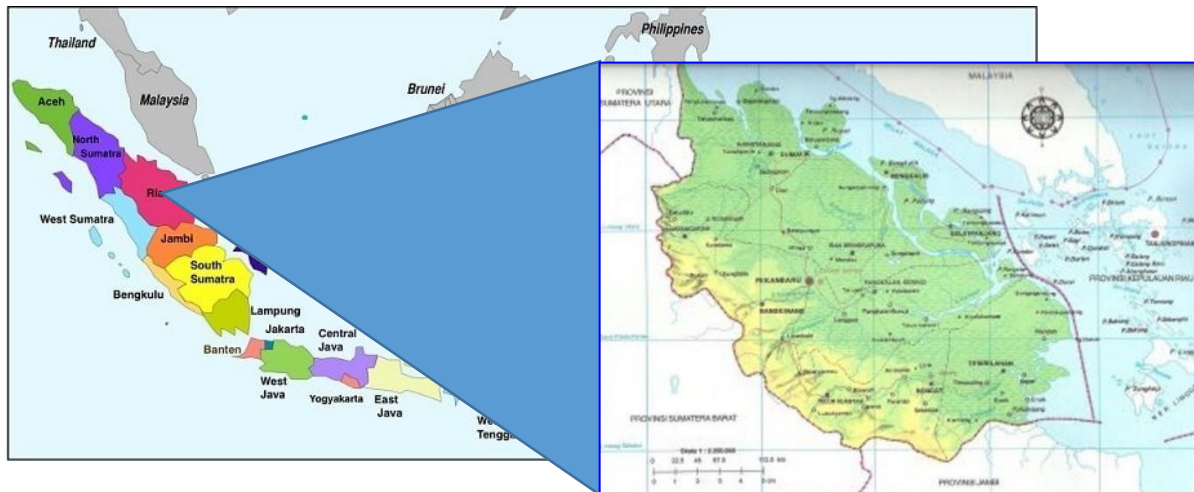


Gambar 1. Peta sebaran hutan mangrove di Indonesia

Sumber: kkp.go.id, 2020



Dari 666.439 hektar hutan mangrove yang ada di seluruh kepulauan Sumatera, sebagian adalah hidup di provinsi Riau. Riau terletak di tengah pulau Sumatera dengan sisi pantai bagian timur, sebagaimana dapat dilihat pada gambar 2. Secara administratif, Riau adalah wilayah yang memiliki luas 87.042 km², di sebelah barat berbatasan dengan Provinsi Sumatera Barat, sebelah utara dengan Sumatera Utara, Sebelah selatan dengan Provinsi Jambi dan pada bagian timur berbatasan dengan selat malaka, serta Provinsi Kepulauan Riau.



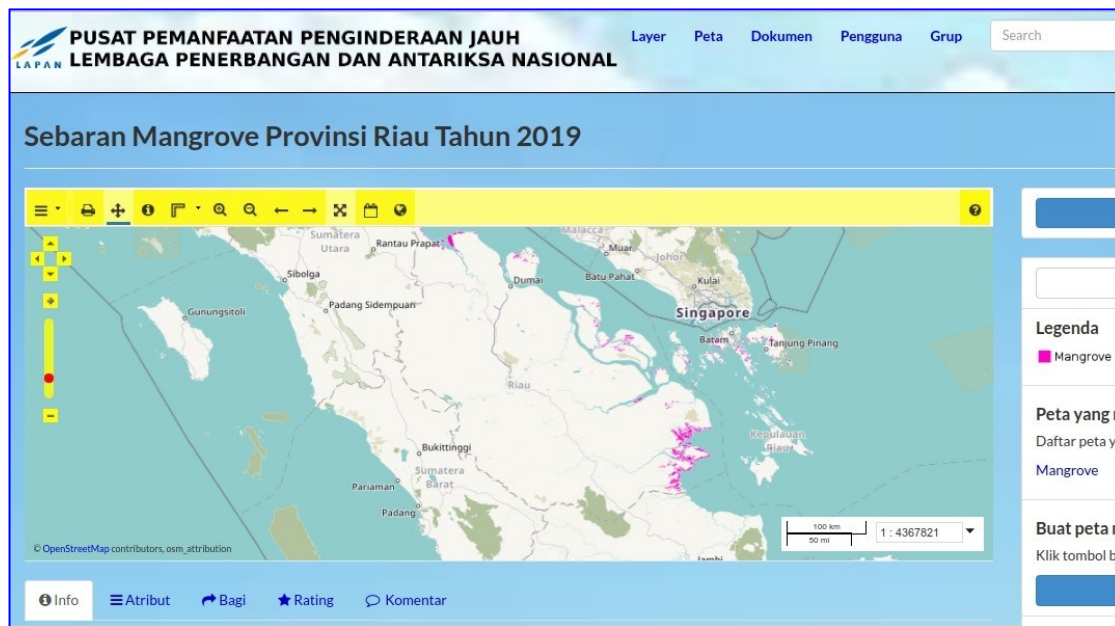
Gambar 2. Wilayah Geografis Provinsi Riau

Sumber: <https://peta-hd.com/wp-content/uploads/2019/12/peta-34-provinsi-di-indonesia.jpg>
<https://sybianplanet.net/wp-content/uploads/2019/09/Slide2-18-1024x576.jpg>

Provinsi Riau memiliki kekayaan hutan mangrove sepanjang pantai timur sebagaimana dapat dilihat pada gambar 3. Gambar tersebut memperlihatkan peta Sebaran Mangrove Provinsi Riau Tahun 2019, yang dipublikasikan oleh Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional / LAPAN). Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa pada garis Pantai provinsi Riau pada bagian selatan terdapat sebaran hutan mangrove yang luas, begitu juga untuk garis pantai di bagian utara. Namun untuk bagian tengah terlihat citra satelit hanya menemukan mangrove dalam jumlah kecil.

Dari gambar 3 terlihat bahwa secara georgrafis Provinsi Riau mendukung untuk tumbuhnya ekosistem mangrove dengan ciri khas tertentu sesuai dengan kondisi lingkungan yang dimiliki oleh area tersebut (Bahari, Nasution, & Efriyeldi, 2020:112). Berdasarkan data dari BPS tahun 2017, diketahui bahwa jumlah luas mangrove di Provinsi Riau adalah sekitar 138.434 hektar, tersebar dipantai timur dan pantai pulau-pulau di sekitarnya yang penyebarannya tidak merata. Banyak faktor yang mempengaruhi perbedaan kepadatan mangrove di setiap lokasi, karena hutan mangrove adalah ekosistem yang terdiri dari banyak biota, artinya banyak kehidupan yang hidup di sana dan saling mempengaruhi, sebagaimana hasil riset yang dilakukan oleh Adriman dkk (2020:4).





Gambar 3. Sebaran Mangrove Provinsi Riau Tahun 2019
Sumber: Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, Lapan (2019)

Jika kita kembali kepada bahasan peran mangrove bagi lingkungan, maka kekayaan mangrove yang dimiliki oleh provinsi Riau merupakan sebuah potensi yang cukup besar dan memiliki peran vital bagi lingkungan di Provinsi Riau dan sekitarnya. Berdasarkan data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan diperoleh bahwa kondisi mangrove di Indonesia adalah sedang dalam ancaman, di mana dari 3.311.207 ha, 19,26% dalam kondisi “Mangrove Kritis” atau tepatnya 637.624,31 ha (Rahmanto, 2020:8). Kondisi ini menjadi tantangan bagi pemerintah Indonesia untuk segera melakukan tindakan penyelamatan yang diperlukan.

Dari jumlah mangrove kritis di seluruh Indonesia tersebut, tentu sebagiannya adalah mangrove yang ada di Provinsi Riau, sehingga pertanyaan “bagaimana kondisi umum mangrove yang ada di Provinsi Riau?”, perlu mendapatkan jawaban. Melalui makalah ini penulis hendak mencari data kondisi umum hutan mangrove yang ada di Provinsi Riau.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam riset ini adalah *Literature Research* dengan fokus pada *Content Analysis* terhadap artikel-artikel jurnal mendukung. Penulis mengumpulkan artikel ilmiah dalam kurun waktu tahun 2017-2021, menemukan beberapa hasil riset berkaitan kondisi hutan mangrove di Provinsi Riau. Berdasarkan hasil analisis isi artikel oleh penulis dirumuskan gambaran kondisi mangrove Provinsi Riau di beberapa lokasi berbeda.

Melalui cara berfikir filosofis riset, pencarian informasi dalam makalah ini didasarkan kepada berbagai riset ilmiah yang telah dilakukan oleh berbagai pihak dan telah dipublikasi. Penulis memandang hutan mangrove di provinsi Riau sebagai sebuah populasi, yang dalam perlakuan ilmiah pengamatan dilakukan pada sampel. Dalam hal ini, gambaran umum kondisi mangrove di provinsi Riau diangkat dari riset pada titik-titik hutan mangrove sebagai sampel. Berdasarkan titik-titik yang telah diteliti tersebut penulis menarik kesimpulan gambaran umum yang diwakili.

Titik-titik pengamatan yang diperoleh dari hasil publikasi tentang kondisi mangrove di



provinsi Riau meliputi: Mekar Jaya Kabupaten Siak, Pantai Kota Dumai, Kawasan Industri Perminyakan di Riau, Mengkapan Sungai Apit Kabupaten Siak, Sungai Pakning Kabupaten Siak, Kawasan Purnama Kota Dumai, Gangsal Kabupaten

Indragiri Hilir, Pulau Rangsang Kota Dumai, Bakau Putri Tujuh Kota Dumai, Kabupaten Rokan Hilir, Concong Kabupaten Indragiri Hilir, serta Kepulauan Meranti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Geografis Hutan Mangrove

Sebagaimana telah dijelaskan pada sub bahasan sebelumnya bahwa di Provinsi Riau terdapat setidaknya 138.434 ha (data statistik Dinas Kehutanan Provinsi Riau tahun 2013). Berdasarkan SK Menhut No. 173/Kpts-II di Riau terdapat sekurang-kurangnya 8.598.757 ha hutan. Sebagian dari hutan yang ada di Riau (1,61%) adalah dalam bentuk hutan mangrove, sebagaimana dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Luas Kawasan Hutan Provinsi Riau (SK Menhut No. 173/Kpts-II)

No	PERUNTUKAN	LUAS (Ha)	(%)	KET
1	Hutan Lindung	228,794	2.66	
2	Hutan Suaka Alam dan Hutan Wisata	531,853	6.19	
3	Hutan Produksi			
	* Tetap	1,605,763	18.67	
	* Terbatas	1,815,950	21.12	
4	Hutan Produksi yg Dapat Dikonversi/APL	1,913,136	22.25	
5	Areal Penggunaan Lain (APL) Pelepasan	2,364,828	27.50	
6	Hutan Mangrove / Bakau	138,434	1.61	
	Jumlah	8,598,757	100.00	

Dari sisi luasan dan penyebaran untuk setiap daerah, dari hutan mangrove yang ada di Provinsi Riau tersebut penyebarannya adalah sebagaimana diperlihatkan dalam tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Luas Kawasan Hutan Provinsi Riau (SK Menhut No. 173/Kpts-II)

No	Kabupaten/ Kota	Luas /Fungsi Kawasan Hutan					Luas Total (Ha)
		HL	HP	HPT	KSA	Bakau	
1	Bengkalis	-	212,767	194,714	89,012	21,981	518,474
2	Kep.Meranti	1,996	-	152,878	5,173	25,619	185,666
2	Pekanbaru	-	-	15,024	749	-	15,773
3	Dumai	-	145,841	1,288	4,722	11,583	163,433
4	Siak	-	188,188	215,229	74,680	6,831	484,927
5	Rokan Hulu	67,574	51,592	134,772	-	-	253,938
6	Rokan Hilir	12,198	276,385	138,739	560	8,441	436,323
7	Pelalawan	-	438,764	245,839	70,848	445	755,896
8	Kuansing	49,041	41,209	85,936	48,817	-	225,003
9	Kampar	41,697	41,027	316,078	102,983	-	501,785
10	Indragiri Hulu	21,316	54,914	160,087	148,509	-	384,826
11	Indragiri Hilir	34,973	217,635	54,731	24,762	63,534	395,635
	Jumlah	228,794	1,668,322	1,715,315	570,815	138,434	4,321,680



Dari data di atas diketahui bahwa 12 Kabupaten/Kota yang ada di Provinsi Riau, 7 di antaranya memiliki hutan mangrove yaitu Bengkalis, Kab. Meranti, Dumai, Siak, Rokan Hilir, Pelalawan, dan Indragiri Hilir. Sedangkan 5 Kabupaten/ Kota tidak memiliki kawasan hutan mangrove, hal ini disebabkan daerah tersebut tidak memiliki pantai yang langsung berbatasan dengan laut, atau istilah yang selalu digunakan adalah sebagai kawasan Riau Daratan, yaitu Pekanbaru, Rokan Hulu, Kuansing, Kampar dan Indragiri Hulu. Berdasarkan data yang dirilis pada tahun 2013 tersebut diketahui bahwa kabupaten Kota yang memiliki hutan mangrove paling luas adalah Indragiri Hilir yaitu 63.534 ha, disusul kepulauan Meranti (25.619 ha) dan Bengkalis (21.981 ha).

Dalam siklus hidupnya, Mangrove dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Dalam suatu penelitian yang dilakukan di Sungai Apit Kabupaten Siak Propinsi Riau, yang berjarak sekitar 120 km dari ibukota propinsi, oleh Ahmad Nawawi dan rekan & Miswadi pada tahun 2020, ditemukan secara geografis terdapat dukungan yang besar untuk tumbuhnya mangrove. Pada lokasi tersebut terdapat perubahan pasang surut air laut yang memiliki dampak terhadap kondisi mangrove, di mana ketebalan mangrove yang diukur dari tepi sungai ke arah daratan adalah 1.000 m. Jarak kawasan dari tepi laut sekitar 2 Km. Kawasan ini dipengaruhi kondisi pasang surut dengan ketinggian muka air dapat mencapai 2 m pada saat pasang. Sedangkan pada saat surut terendah mencapai 0,5 m. Hal ini berarti seluruh kawasan akan tergenang air pada saat pasang dan akan kering pada saat surut. Pasang surut terjadi dua kali sehari dengan rentang waktu per 6 jam (Ahmad Nawawi, 2020:1249).

Berdasarkan pengamatan substrat dasar mangrove, pada titik pengamatan di Hutan mangrove di perairan Lingga, sebagian besar substratnya adalah pasir putih/ pasir kuarsa, dan berbatu baik berupa batu-batuan maupun pecahan-pecahan karang mati, dan berada di pesisir pantai tanpa ada aliran sungai yang terlihat. Pantai berpasir umumnya memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan substrat pasir lumpuran, karena ukuran partikel yang lebih besar sehingga air tidak akan tertahan lama dan cepat kering. Selain itu tekanan oksigen dan kandungan bahan organik juga rendah sehingga tidak banyak biota yang dapat bertahan hidup pada habitat ini (Widyastuti, 2016:25). Kondisi pada titik geografis ini tentunya merupakan kondisi umum yang juga dapat ditemukan pada perairan laut di sekitarnya.

Daya Simpan Karbon Mangrove di Riau

Daya simpan karbon adalah kemampuan yang dimiliki oleh suatu satuan luas mangrove untuk menyerap karbon dioksida. Handoyo dkk (2020:124) menyatakan bahwa hutan mangrove memiliki kemampuan asimilasi dan penyerapan karbon yang tinggi. Tinggi rendahnya kandungan karbon dipengaruhi oleh kemampuan hutan tersebut dalam menyerap karbon dari udara melalui proses fotosintesis. Dalam proses fotosintesis, CO₂ dari atmosfer diikat oleh vegetasi dan disimpan dalam bentuk biomassa. Dengan mengukur jumlah kandungan karbon yang tersimpan dalam hutan mangrove, maka juga dapat diketahui berapa jumlah CO₂ di atmosfer yang diserap oleh hutan tersebut.

Handoyo menjelaskan ada banyak faktor yang mempengaruhi daya serap karbon dioksida, namun intinya adalah semakin besar luasan dari bagian mangrove yang memiliki fungsi untuk menyerap CO₂ dari udara, akan semakin besar daya serap karbon secara keseluruhan. Penelitian yang dilakukan adalah menghitung daya serap karbon untuk hutan mangrove sungai sembilan Kota Dumai. Dalam risetnya daya simpan karbon mangrove diinterpretasikan sebagai estimasi stok karbon total yang merupakan estimasi stok karbon mangrove dan stok karbon tanah (dalam ton/ha).



Objek perhitungan dalam penelitian ini meliputi 3 pusat pengamatan (stasiun). Dari hasil penelitian yang dilakukan maka diperoleh kalkulasi sebagaimana dapat dilihat pada tabel 3. Kondisi kerapatan tegakan mangrove pada ketiga stasiun penelitian dikategorikan baik (padat), dimana kerapatan tegakan mangrove tertinggi terdapat pada Stasiun 3, yaitu sebesar 2533,33 ind/ha. Sedangkan kerapatan tegakan mangrove pada Stasiun 1 dan Stasiun 2, yaitu sebesar 1622,22 dan 1955,56 ind/ha.

Tabel 3. Emisi Stok Karbon

Stasiun	Stok Karbon Mangrove (ton/ha)	Stok Karbon Tanah (ton/ha)	Stok Karbon Total (ton/ha)
1	232,09	1672,18	1904,27
2	313,92	1607,41	1921,33
3	321,66	2178,14	2499,80

Berdasarkan tabel di atas, hasil perhitungan estimasi rata-rata biomassa, stok karbon mangrove dan stok karbon organik tanah pada kawasan hutan mangrove Kecamatan Sungai Sembilan yaitu masing-masing sebesar 621,46 ton/ha, 289,22 ton/ha dan 1819,31 ton/ha. Untuk serapan CO₂ pada kawasan tersebut didapatkan hasil rata-rata sebesar 1.074,99 ton/ha.

Berdasarkan temuan pada titik pengamatan di Sungai Sembilan Kota Dumai tersebut, maka jika kita mengacu kepada jumlah total luasan mangrove di Provinsi Riau kita dapat menemukan proyeksi total penyerapan karbon yang dimiliki oleh hutan mangrove di Provinsi Riau. Jumlah total mangrove sebanyak 138.434 hektar, sementara rata-rata penyerapan karbon total adalah 1.074,99 ton/ha, sehingga diperoleh estimasi penyerapan karbon sebesar 148.815.165,66 ton (atau lebih dari 148 juta ton).

Kondisi Vegetasi Hutan Mangrove

Kondisi lingkungan perairan pada hutan mangrove yang ada di Provinsi Riau dapat diketahui melalui pengamatan pada titik-titik tertentu yang memberikan gambaran kondisi populasi secara umum. Untuk mengkaji ini, dalam makalah ini akan mengambil jejak penelitian di hutan mangrove Kabupaten Indragiri Hilir. Kondisi vegetasi mangrove di Indragiri hilir menarik untuk diteliti, mengingat dari seluruh luasan mangrove di Provinsi Riau, Mangrove di Indragiri Hilir adalah yang paling luas.

Dalam Asian Journal of Aquatic Sciences, Desember 2019, dipublikasikan hasil riset yang dilakukan oleh Hendri Susilo, Musrifin Galib dan Aras Mulyadi dengan tema *Mapping Of Mangrove Vegetation Using Landsat Satellite Imagery in The Estuary Of Gangsal River Indragiri Hilir Regency Riau Province*. Ditemukan bahwa Luas vegetasi mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir berdasarkan data dari Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman Bekerja Sama dengan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada tahun 2018 luas vegetasi mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir dalam kondisi baik dengan luas 32.851 ha, dalam kondisi kritis di luar kawasan dengan luas 68.850 ha dan dalam kawasan 116.182 ha (Susilo dkk, 2020:182).

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kerapatan vegetasi hutan mangrove di Indragiri Hilir yang pusat pengamatannya dilakukan di Sungai Gangsal. Metode yang digunakan adalah



penginderaan jarak jauh, Data citra satelit Landsat 5 TM tahun 2008 dan Landsat 8 OLI/TIRS tahun 2018 sebagai data untuk memetakan dan menganalisis perubahan luas dan kerapatan vegetasi mangrove. Data yang dikumpulkan adalah dalam rangka mendukung perbandingan perubahan mangrove dari tahun 2008 dan 2019. Hasil riset menemukan bahwa dari luasan vegetasi tersebut, secara struktur komunitas tahun 2018, kerapatan jarang terdeteksi pada stasiun I dengan kerapatan 922 ind/ha dan stasiun II 866 ind/ha. Kriteria kerapatan sedang terdeteksi pada stasiun V dengan kerapatan 1.255 ind/ha dan stasiun VI 1.044 ind/ha. Kriteria kerapatan padat terdeteksi pada stasiun III dengan kerapatan 1.522 ind/ha dan stasiun IV 1.511 ind/ha.

Dalam penelitian yang lain Paulinus, Mubarak, Efriyeldi melakukan riset yang hampir sama, namun dilakukan di Pulau Rangsang. Dari data penelitian ditemukan bahwa ada perubahan luas vegetasi mangrove dari tahun ke tahun seperti dapat dilihat ada tabel 4 (Paulinus dkk, 2020:33).

Tabel 4. Perubahan Luas Vegetasi Mangrove di Pulau Rangsang 1997-2019

No	Tahun	Luas (ha)
1	1997	9.759
2	2002	9.397
3	2007	8.911
4	2013	8.297
5	2019	7.875

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa secara spasial dengan menggunakan aplikasi sistem informasi geografis (Arcgis versi 10.3). Data tutupan lahan merupakan data shapfile yang diubah menjadi polygon agar didapat berapa luas area mangrove yang mengalami perubahan. Dari hasil hitungan tersebut didapat jumlah luas area mangrove pada tahun 1997 seluas 9.759 ha, tahun 2002 seluas 9.397 ha, tahun 2007

seluas 8.911 ha, tahun 2013 seluas 8.297 ha dan tahun 2019 seluas 7.875 ha. Dari hitungan tersebut berarti luas vegetasi mangrove mengalami penurunan dari tahun ke tahun.

Hal ini sejalan dengan temuan tim KKP yang menyatakan bahwa secara keseluruhan di Indonesia terjadi pengurangan luas mangrove produktif mangrove Indonesia mencapai 52.000 ha per tahun, jauh melebihi kemampuan untuk merehabilitasi kerusakan mangrove yang ada. Kondisi di Rangsang maupun di Indragiri Hilir mewakili kondisi umum pengurangan vegetasi mangrove di Provinsi Riau secara keseluruhan dan turut menyumbang kerusakan mangrove di Indonesia. Kondisi ini, meskipun terlihat wajar, namun jika kita mengacu kepada kebutuhan akan pemulihan lingkungan yang sudah terancam oleh polusi, maka peran luasan vegetasi menjadi vital.

Pada salah satu publikasinya (Efriyeldi, 2021:1) mengemukakan bahwa Mangrove merupakan komunitas vegetasi pantai tropis dan subtropis yang didominasi oleh beberapa jenis pohon mangrove yang dapat tumbuh dan berkembang di daerah pasang surut pantai berlumpur. Vegetasi hutan mangrove di Indonesia memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi. Terdapat 202 jenis mangrove, terdiri dari 89 pohon, 5 jenis palma, 19 liana, 44 jenis epifit dan 1 jenis sikas. Namun, hanya ada sekitar 47 jenis tumbuhan yang spesifik untuk hutan mangrove. Setidaknya di dalam hutan mangrove terdapat satu jenis tumbuhan sejati yang penting/dominan yang termasuk dalam empat famili: Rhizophoraceae (Rhizophora, Bruguiera, dan Ceriops), Avicenniaceae (Avicennia), Sonneratiaceae (Sonneratia), dan Meliaceae (Xylocarpus).

Saat ini hutan mangrove sedang terancam, baik oleh faktor alam maupun oleh faktor manusia yang mengakibatkan abrasi pantai. Banyak wilayah pesisir yang mengalami abrasi akibat dampak



gelombang laut, terutama pada musim angin tertentu, termasuk di Provinsi Riau. Salah satu wilayah pesisir yang mengalami abrasi yang cukup parah di Provinsi Riau adalah di pesisir timur Pulau Rangsang, Kabupaten Kepulauan Meranti, tepatnya Desa Kedaburapat yang berhadapan langsung dengan Selat Malaka. Puluhan bahkan ratusan meter telah mundur dari garis pantai menuju daratan. Banyak lahan pertanian dan bangunan seperti rumah, sekolah masuk ke laut. Kejadian ini telah menghantui masyarakat tentang bahaya yang ditimbulkannya (Efriyeldi, 2021:1).

Dalam hal kekayaan spesies, penelitian di salah satu titik hutan mangrove yaitu di Sungai Pakning dari jenis 157 jenis mangrove yang telah dipetakan di Sumatera, Sungai Pakning Hutan mangrove memiliki 14 spesies mangrove sejati dan 8 mangrove asosiasi, sehingga ditemukan total 22 spesies dari 15 famili. Pada penelitian-penelitian yang dilakukan berikut ini, beberapa jenis fauna dan vegetasi khas pesisir menunjukkan adanya individu serta keanekaragaman vegetasi dan fauna. Hal ini menunjukkan bahwa intervensi yang telah dilakukan mampu meningkatkan kualitas hutan mangrove di kawasan ini. Meski begitu, masih ada tantangan yang harus diselesaikan oleh para pengggagas rehabilitasi dan konservasi mangrove dalam aspek ekologi, sosial dan ekonomi. Tabel di bawah menunjukkan daftar vegetasi mangrove baik sejati maupun asosiasi serta fauna di habitat mangrove pesisir Bukit Batu Bengkalis tahun 2019 (Christian, 2021:4).

Pada titik lain, yaitu di area hutan mangrove Indragiri Hilir, jumlah jenis vegetasi mangrove yang ditemukan di Kecamatan Concong Kabupaten Indragiri Hilir yaitu terdapat 5-10 spesies, Sandhyavitri. Di samping itu jumlah jenis vegetasi mangrove yang ada di Kecamatan Concong Kabupaten Indragiri Hilir lebih banyak dibandingkan dengan jumlah jenis dari vegetasi mangrove yang ada di Kabupaten Siak dan Bengkalis dan Jumlah jenis mangrove di Kecamatan Concong, meskipun sudah banyak mengalami degradasi oleh pemanfaatan yang dilakukan oleh masyarakat setempat untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, masih ada upaya perlindungan dan perhatian yang dilakukan oleh kelompok pemerhati mangrove.

Tabel 5. Data spesies vegetasi mangrove

No	Family	Local name	Scientific name	Status of protection		
				IUCN	CITES	PP 106
1	Acanthaceae	Api-Api Putih	<i>Avicemia alba</i>	LC	NE	NPr
2	Apocynaceae	Bintaro	<i>Cerbera manghas</i>	NE	NE	NPr
3	Arecaceae	Nipah	<i>Nypa Fruticans</i>	LC	NE	NPr
4	Asteraceae	Beluntas	<i>Pluchea indica</i>	NE	NE	NPr
5	Cactaceae	Buah Naga	<i>Hylocereus undatus</i>	NE	NE	NPr
6	Cactaceae	Bogem	<i>Sonneratia alba</i>	LC	NE	NPr
7	Combretaceae	Keduduk Bunga Merah	<i>Lumnitzera littorea</i>	LC	NE	NPr
8	Euphorbiaceae	Buta-Buta	<i>Excoecaria agallocha</i>	LC	NE	NPr
9	Fabaceae	Gadelan	<i>Derris trifoliata</i>	NE	NE	NPr
10	Malvaceae	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	NE	NE	NPr
11	Meliaceae	Nyuruh	<i>Xylocarpus moluccensis</i>	LC	NE	NPr
12	Meliaceae	Nyirih	<i>Xylocarpus granatum</i>	LC	NE	NPr
13	Primulaceae	Lempeni	<i>Ardista elliptica</i>	NE	NE	NPr
14	Pteridaceae	Paku Laut	<i>Acrostichum speciosum</i>	LC	NE	NPr
15	Rhizophoraceae	Tancang Putih	<i>Bruguiera cylindrica</i>	LC	NE	NPr
16	Rhizophoraceae	Tancang Merah	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	NE	NE	NPr
17	Rhizophoraceae	Tingi	<i>Ceriops tagal</i>	LC	NE	NPr
18	Rhizophoraceae	Bakau Kacang	<i>Rhizophora apiculata</i>	LC	NE	NPr
19	Rhizophoraceae	Tancang	<i>Bruguiera sexangula</i>	LC	NE	NPr
20	Rubiaceae	Skiphora	<i>Scyphiphora hydrophyllacea</i>	LC	NE	NPr
21	Rubiaceae	Mangkudu	<i>Morinda citrifolia</i>	NE	NE	NPr
22	Sterculiaceae	Dungun	<i>Heritiera littoralis</i>	LC	NE	NPr

Source: Field observation (2019)

Notes:

DD	Data Deficient	EN	Endangered	NE	Not Evaluated
LC	Least Concern	CR	Critically Endangered	Pr	Protected
NT	Near Threatened	EW	Extinct in the wild	NPr	Not Protected
VU	Vulnerable	EX	Extinct		



Upaya yang pernah dilakukan oleh kelompok ini bekerjasama dengan pemerintah daerah setempat adalah melakukan penanaman bibit mangrove di desa Panglima Raja. Hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya kepunahan terhadap jenis-jenis mangrove. Sayangnya kegiatan ini kurang didukung oleh semua pihak, sehingga tidak berjalan dengan maksimal. Kurangnya pemeliharaan setelah dilakukan reboisasi mangrove di tepi pantai, mengakibatkan sedikit bibit mangrove yang tumbuh. Hutan mangrove, merupakan kelompok tanaman eksklusif dengan nilai ekologis yang luar biasa. Menahan hempasan air laut dari pasang surut yang terjadi. Ekosistem mangrove tropis sangat produktif dan menyediakan layanan ekosistem yang luas (Ilma, 2020:87).

Vegetasi yang ditemukan di Kecamatan Concong adalah vegetasi mangrove sejati. Vegetasi ini adalah kelompok jenis mangrove yang membentuk tegakan murni atau mendominasi dalam komunitas, hanya mampu hidup di lingkungan yang masih dipengaruhi oleh pasang surut air laut (pantai dan muara sungai) dengan substrat dasarnya berupa lumpur endapan (alluvial). Mangrove sejati ini biasanya memiliki adaptasi khusus untuk menunjang hidupnya di lingkungan, seperti adaptasi morfologi berupa modifikasi akar dan daun. Ekosistem mangrove umumnya didominasi oleh tumbuhan dari genera *Rhizophora*, *Avicennia*, *Sonneratia* dan *Bruguiera*. Jenis vegetasi mangrove ini memiliki kemampuan adaptasi yang khas hidup dan berkembang pada substrat berlumpur, kadar garam tinggi, selalu tergenang, tanah kurang stabil serta dipengaruhi oleh pasang surut.

Keberadaan industri perminyakan dan kondisi mangrove

Provinsi Riau adalah area geografis yang memiliki hasil minyak yang besar untuk beberapa dekade terakhir. Kegiatan industri perminyakan ini memiliki andil untuk mengubah kondisi lahan dan lingkungan, karena produk minyak dalam jumlah besar dan dikelola di lingkungan memberikan dampak kepada kualitas lingkungan secara umum. Air laut adalah bagian dari lingkungan yang mendapatkan pengaruh langsung dari adanya kegiatan perminyakan ini, sehingga secara garis besar ada area laut yang terpengaruh industri perminyakan dan ada daerah lain yang tidak tersentuh industri perminyakan. Persinggungan yang berbeda terhadap industri perminyakan ini membuat kondisi laut berbeda, tentunya secara langsung maupun tidak akan berpengaruh kepada keadaan hutan mangrove yang ada di lingkungan itu.

Berkaitan dengan hal di atas, telah dilakukan penelitian untuk menyelidiki permasalahan besaran pengaruh industri minyak terhadap kondisi mangrove di Riau. Penelitian dilakukan oleh Syahrial (Wahana Alam Bahari, Belukap Mangrove Club). Menurut Perbandingan morfologi populasi *Rhizophora apiculata* pada kawasan industri perminyakan dan kawasan non industri dilakukan di Provinsi Riau. Penelitian ini bertujuan sebagai dasar evaluasi terhadap pengelolaan mangrove di Provinsi Riau. Pengambilan sampel morfologi *R. apiculata* dilaksanakan pada bulan November – Desember 2014 di pesisir pantai Kota Dumai dan Kabupaten Bengkalis.

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan transek garis yang ditarik dari titik acuan (tegakan mangrove terluar) dengan arah tegak lurus garis pantai sampai ke daratan dan dibuat petak contoh dengan ukuran 10 X 10 m². Sampel daun, buah dan bunga diambil secara acak berdasarkan petak contoh yang dibuat dan diawetkan dengan alkohol 70% (Syahrial, 2019:35).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata morfometrik panjang buah tertingginya berada pada Stasiun 4 (22.97 cm), diameter buah pada Stasiun 1 (01.38 cm) dan panjang bakal daun pada Stasiun 2 (01.53 cm). Sementara panjang kelopak bunga, lebar kelopak bunga dan panjang gagang bunga tertingginya berada pada Stasiun 4 (01.36 cm; 00.67 cm dan 01.10 cm). Kemudian morfometrik panjang daun



tertingginya berada pada Stasiun 4 (13.70 cm), lebar daun Stasiun 1 (04.89 cm), panjang tangkai daun Stasiun 3 (01.82 cm), diameter batang Stasiun 2 (15.14 cm) dan stomata yang terbanyak di Stasiun 2 (53.00). Hasil analisis PCA memperlihatkan bahwa berbedanya morfologi populasi *R. apiculata* antara kawasan industri perminyakan dan kawasan non industri sangat dipengaruhi oleh logam berat Pb, pH, suhu dan DO perairan.

Temuan di atas menunjukkan bahwa industri perminyakan memiliki andil untuk mengubah kualitas laut dan mangrove yang ada di Provinsi Riau. Dalam salah satu bagian laporan penelitiannya dibahas tentang Pengaruh Kualitas Lingkungan Terhadap Populasi *Rhizophora apiculata*. Tabel 2 memperlihatkan bahwa terdapat tiga

(3) Principal Component (PC) yang mempengaruhi morfologi populasi *R. apiculata* pada kawasan industri perminyakan dan kawasan non industri Provinsi Riau, dimana ketiga PC ini memiliki nilai eigen yang lebih dari satu. PC pertama memiliki nilai persentase varian sebesar 33.36% dengan variabel yang membentuknya adalah logam berat Pb (0.905), pH (0.871), suhu (-0.685) dan DO (-0.599). Sementara PC kedua memiliki nilai persentase varian sebesar 30.34% dengan variabel yang membentuknya adalah TPH (0.983) dan trigliserida (0.982), sedangkan PC ketiga nilai persentase variannya adalah 15.57% dengan variabel yang membentuknya adalah salinitas (0.916) dan potensial redoks (0.590).

Tabel 6. Komponen karakteristik perairan area mangrove (hasil pengamatan)

Principal Component (PC)	Nama Variabel	Faktor Loading	Varian yang Dijelaskan (%)
1	Logam berat Pb	0.905	33.36
	pH	0.871	
	Suhu	-0.685	
	DO	-0.599	
2	TPH	0.983	30.34
	Trigliserida	0.982	
3	Salinitas	0.916	15.57
	Potensial Redoks	0.590	

Berdasarkan besarnya nilai varian yang terbentuk pada masing- masing PC, maka parameter logam berat Pb, pH, suhu dan DO merupakan faktor utama yang mempengaruhi berbedanya ukuran morfologi populasi *R. apiculata* pada kawasan industri perminyakan dan kawasan non industri di Provinsi Riau. Sedimen laut di daerah pesisir yang berdekatan dengan daerah industri, biasanya tercemar oleh logam berat yang jumlahnya lebih tinggi daripada konsentrasi alaminya. Dari temuan ini dapat dinyatakan bahwa aktivitas dari pelabuhan maupun industri akan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan konsentrasi logam berat di kawasan sekitarnya (Syahrial, 2019:37).

Kondisi dukungan hidup bagi biota laut di hutan mangrove

Dalam salah satu penelitian tentang kualitas air laut di kawasan hutan mangrove, yang dilakukan oleh Siregar, Samiaji & Siregar (2016) dengan mengangkat satu indikator komunitas zooplankton. Ekosistem air laut pada area hutan mangrove dianggap memiliki dukungan yang kuat untuk biota laut ketika memiliki kelimpahan jumlah zooplankton di dalamnya. Penelitian bertujuan untuk mengetahui genus, kelimpahan dan struktur komunitas zooplankton sehingga dapat diketahui perbedaan kelimpahan zooplankton pada kawasan mangrove di Bandar Bakau Kelurahan Pangkalan Sesai Kota Dumai. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan informasi yang



berguna bagi pihak yang membutuhkan data mengenai dari genus zooplankton dan dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan kawasan mangrove sehingga kelestarian kawasan mangrove dapat terjaga (Siregar dkk, 2016:282).

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Agustus-Oktober 2015 yang berada di lokasi kawasan ekosistem mangrove Bandar Bakau Kelurahan Pangkalan Sesai Kota Dumai dapat dilihat pada (Gambar 1). Berdasarkan kondisi lokasi sampel diambil dari 3 titik stasiun. Sampel penelitian diperoleh dari lapangan dan kemudian dianalisis di laboratorium. Pengambilan sampel dan pengukuran kualitas perairan laut meliputi: salinitas, DO, suhu, pH dan kecerahan dilakukan langsung di lapangan. Kemudian dilakukan identifikasi dan perhitungan zooplankton di Laboratorium Biologi Laut Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau Pekanbaru.

Sampel zooplankton diambil pada tiap-tiap stasiun penelitian dengan cara menentukan 3 titik pengambilan sampel secara random (acak). Sampel diambil pada pagi hari pukul 09.00 WIB dan pada sore hari pukul 16.00 WIB, dengan menggunakan plankton net No.25 sebanyak 10 L volume air yang disaring. Volume air yang tersaring sebanyak 125 ml kemudian dipindahkan ke dalam botol sampel 125 ml selanjutnya diawetkan dengan menggunakan larutan lugol 5 % sebanyak 4 tetes dan diberi tanda waktu pengambilan pada setiap sampel.

Zooplankton yang ditemukan berjumlah 8 genus yang terbagi ke dalam Filum Nematoda, Annelida, Ciliophora, Rotifera, Arthropoda dan Platyhelminthes (Tabel 7).

Tabel 7. Zooplankton Berdasarkan Filum dan Genus

Jenis	Filum	Genus
Zooplankton	Nematoda	<i>Monhystera</i> dan <i>Chromadora</i>
	Annelida	<i>Capitella</i>
	Rotifera	<i>Lepadella</i> dan <i>Monostyla</i>
	Platyhelminthes	<i>Dinizia</i>
	Arthropoda	<i>Mysis</i>
	Ciliophora	<i>Litonotus</i>

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 8 genus yang ditemukan hanya 2 genus yang dicatat pada setiap titik stasiun yaitu *Monhystera* dan *Dinizia* serta 6 genus lainnya hanya ditemukan pada 1 dan 2 titik stasiun. Dari hasil analisis yang dilakukan selanjutnya ditemukan Indeks keragaman (H') zooplankton di semua stasiun berkisar 0,96 – 1,92.

Nilai rata-rata indeks keragaman tertinggi terdapat pada stasiun I adalah 1,92 dan nilai terendah terdapat pada stasiun II dengan nilai rata-rata adalah 0,96. dapat disimpulkan bahwa keseimbangan komunitas zooplankton di semua stasiun penelitian kategori sedang dengan keterangan indeks keragaman $1 \leq H' \leq 3$ yang menunjukkan jumlah keragaman zooplankton sedang dan jumlah individu setiap spesies seragam dan tidak ada yang mendominasi. Nilai rata-rata indeks dominasi (D) tertinggi terdapat di stasiun II adalah 0,78 sedangkan yang terendah terdapat pada stasiun I adalah 0,28. Hal ini menjelaskan bahwa ada genus zooplankton yang mendominasi. Hasil perhitungan indeks keseragaman (E) zooplankton dengan nilai rata-rata yang di dapat pada semua stasiun berkisar antara 0,10 – 0,38. Nilai rata-rata indeks keseragaman tertinggi terdapat di stasiun I adalah 0,38 dan terendah terdapat pada stasiun III adalah 0,10. Hal ini menunjukkan bahwa perairan di kawasan mangrove Kelurahan Pangkalan Sesai berada pada kondisi yang tidak seimbang dan



penyebarannya yang tidak merata sehingga nilai keseragaman dikategorikan rendah. Apabila nilai E mendekati 0 berarti keseragaman organisme dalam suatu perairan tidak seimbang dan apabila mendekati 1 maka keseragaman organisme dalam suatu perairan berada dalam keadaan stabil atau seimbang. Dari data tersebut dapat dilihat pada rata-rata indeks keragaman zooplankton, indeks dominansi dan indeks keseragaman zooplankton antara stasiun tidak memiliki perbedaan yang mencolok. Selain itu dapat juga dilihat dimana rata-rata perhitungan kualitas air tidak ada perbedaan yang signifikan.

Berbicara mengenai daya dukung mangrove terhadap biota yang ada, ada beberapa parameter biofisik kawasan mangrove, yaitu meliputi: kondisi umum kawasan, ketebalan mangrove, kerapatan mangrove, jenis-jenis mangrove, pasang surut, objek biota, luas area mangrove, panjang jalur (track), sarana dan prasarana pendukung (Ahmad Nawawi, 2020:1249). Berdasarkan parameter tersebut secara teoritis kelimpahan zooplankton dapat dijadikan sebagai indikator umum terhadap total pengaruh setiap parameter. Kondisi dinamis dari setiap parameter yang bersifat multifaktor tersebut dapat tergambar melalui kelimpahan zooplankton terutama ketika ingin mengetahui dukungan mangrove terhadap biota yang ada.

Dalam kasus yang berbeda ada kajian yang mencoba menyelidiki salah satu spesies yang menjadi bagian penting dari rantai makanan di area hutan mangrove, yaitu sejenis ular yang merupakan predator bagi spesies tertentu di area mangrove. Penelitian skala kecil ini difokuskan untuk mengetahui habitat kecil yang mencerminkan kelimpahan dan keberagaman spesies lain di lingkungan habitat. Penelitian tersebut dilakukan di Bandar Bakau Kota Dumai, oleh Kurniawan, N., Priambodo, B., Nugraha, F., Maulidi, A., & Kurnianto, A. (2017).

Bandar Bakau merupakan kawasan konservasi mangrove dengan luas kurang lebih 20 ha yang melestarikan berbagai jenis fauna, termasuk mangrove pit viper *Cryptelytrops purpureomaculatus*. Namun demikian, aktivitas pemukiman, industri dan pelabuhan di sekitar kawasan tersebut menimbulkan masalah konservasi mangrove pit viper. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi mikrohabitat mangrove pit viper *C. purpureomaculatus* yang ditemukan di Bandar Bakau. Metode Visual Encounter Survey dan wawancara mendalam digunakan dalam penelitian ini. Survei menemukan enam individu *C. purpureomaculatus* yang sebagian besar berjemur di mangrove abu-abu, *Avicennia marina*. Hal ini menunjukkan bahwa mangrove merupakan habitat penting bagi *C. purpureomaculatus* (Kurniawan, 2017:92).

Ekosistem mangrove mengambil bagian penting sebagai habitat mangrove pit viper didukung oleh peran ekologisnya, seperti menyediakan suhu yang sesuai. Jenis ekologi lainnya tampaknya tidak disukai oleh mangrove pit viper. Bandar Bakau dengan luas kurang lebih 20 ha dan berbatasan dengan pemukiman, kawasan industri, dan pelabuhan, menyediakan habitat terbatas bagi ular beludak bakau. Bandar Bakau dengan flora dan fauna di dalamnya, khususnya secara khusus mangrove pit viper masih menghadapi banyak masalah oleh kawasan industri, pemukiman dan aktivitas manusia dan akan menjadi masalah konservasi yang lebih serius di masa depan jika tindakan konservasi terlambat untuk dilakukan oleh setiap pemangku kepentingan. Untungnya, masyarakat setempat telah berinisiatif untuk melakukan tindakan konservasi seperti pembentukan ekowisata. Informasi tentang keanekaragaman herpetofauna di suatu daerah penting akan membantu menentukan kualitas ekosistem. Selain itu, informasi ini juga membantu untuk menetapkan kebijakan konservasi mangrove (Kurniawan, 2017:93).



KESIMPULAN

Provinsi Riau adalah provinsi di pulau Sumatera yang memiliki area darat dan laut, dengan luasan hutan mangrove sebanyak 138.434 hektar. Kondisi hutan mangrove di Provinsi Riau mengalami penurunan dari waktu ke waktu, yang dipengaruhi oleh beberapa faktor. Hal ini sejalan dengan kerusakan hutan mangrove secara nasional yang terus berjalan dari waktu ke waktu. Salah satu faktor yang turut mengurangi kualitas mangrove adalah hadirnya industri perminyakan di Provinsi Riau yang telah beroperasi beberapa dekade terakhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriman, A., Sumiarsih, E., & Andriani, N. (2020). Density of Mangrove Snail (*Telescopium telescopium*) in the Mangroves Ecosystem of Mengkapan Village, Sungai Apit Subdistrict, Siak District, Riau Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 430(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/430/1/012037>.
- Ahmad Nawawi, M. (2020). Kesesuaian Dan Daya Dukung Wisata Di Kawasan Mangrove Rawa Mekar Jaya Kabupaten Siak, Provinsi Riau. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(3), 1245–1252.
- Bahari, S., Nasution, S., & Efriyeldi. (2020). Community Structure of Gastropod (Mollusca) in the Mangrove Ecosystem of Purnama, Dumai City Riau Province. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 3(2), 111–122. <https://doi.org/10.31258/ajoas.3.2.111-122>.
- Christian, Y., Budiman, M. K., Purwanto, W., & Damar, A. (2021). Supporting community-based mangrove forest management as Essential Ecosystem Area in Sungai Pakning, Riau. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 744(1), 012007. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/744/1/012007>.
- Dinas Kehutanan Provinsi Riau. (2014). *Statistik Dinas Kehutanan Provinsi Riau 2013*. 0761. Pekanbaru.
- Efriyeldi, E., Mulyadi, A., & Samiaji, J. (2021). Species and Density of Gastropods in the Rehabilitated Mangrove Ecosystems in the Kedaburapat Village Rangsang Pesisir Sub-District, Riau Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 695(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/695/1/012043>.
- Handoyo, E., Amin, B., & Elizal, E. (2020). Estimation of Carbon Reserved in Mangrove Forest of Sungai Sembilan Sub-District, Dumai City, Riau Province. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 3(2), 123–134. <https://doi.org/10.31258/ajoas.3.2.123-134>.
- Ilma, W., Atmaja, A. T., & Marfa, M. A. (2020). Biodiversitas vegetasi mangrove di kecamatan concong Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Riau. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera*, 37(2), 85–90. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2020.37.2.1200>.
- Kurniawan, N., Priambodo, B., Nugraha, F., Maulidi, A., & Kurnianto, A. (2017). Microhabitat Assessment of Mangrove Pit Viper *Cryptelytrops purpureomaculatus* in Restricted Mangrove



Area, Dumai, Riau Province, Sumatera. *Journal of Tropical Life Science*, 7(2), 91–94. <https://doi.org/10.11594/jtls.07.02.01>.

Paulinus, Mubarak, M., & Efriyeldi, E. (2020). Mangrove Forest Effect on the Coastline in Rangsang Island Riau Province. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 3(1), 29–37. <https://doi.org/10.31258/ajoas.3.1.29-37>.

Rahmanto, B. D. (2020). Peta mangrove nasional dan status ekosistem mangrove di Indonesia. *Development for Mangrove Monitoring Tools in Indonesia*, 1–22. [https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/DitJaskel/publikasi-materi-2/perkembangan-perangkat/Peta mangrove nasional dan status ekosistem mangrove di Indonesia.pdf](https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/DitJaskel/publikasi-materi-2/perkembangan-perangkat/Peta%20mangrove%20nasional%20dan%20status%20ekosistem%20mangrove%20di%20Indonesia.pdf).

Siregar, A. G., Samiaji, J., & Siregar, S. H. (2016). The Structure Of Zooplankton Community In Mangrove Area Of The Dumai City Of Riau Province. *Journal of the Japanese Society of Pediatric Surgeons*, 5(2), 281–290. https://doi.org/10.11164/jjsps.5.2_381_2.

Suryadiningrat, M. (2019). “Mangrove” Memberi Manfaat atau Sebaliknya? <http://news.unair.ac.id/2019/09/10/mangrove-memberi-manfaat-atau-sebaliknya/>.

Susilo, H., Ghalib, M., & Mulyadi, A. (2020). Mapping of Mangrove Vegetation Using Landsat Satellite Imagery in the Estuary of Gangsal River Indragiri Hilir Regency Riau Province. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 2(3), 181–189. <https://doi.org/10.31258/ajoas.2.3.181-189>.

Syahrial. (2019). Studi Komparatif Morfologi Mangrove *Rhizophora apiculata* pada Kawasan Industri Perminyakan dan Kawasan Non Industri Provinsi Riau. *Maspari Journal*, 11(1), 31–40.

Widyastuti, E. (2016). Keanekaragaman Kepiting Pada Ekosistem Mangrove Crabs Diversity At Mangrove Ecosystem in Lingga Waters and Adjacent Area , Riau Islands. *Zoo Indonesia*, 25(1), 22–32.

