

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai salah satu negara kepulauan di dunia, memiliki sekitar 13.466 pulau dan garis pantai sepanjang 95.181 km. Wilayah teritorial Indonesia seluas 5.8 juta km² dan 63% dari total wilayah teritorial Indonesia adalah lautan di samping Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) seluas 2.7 juta km² (KKP, 2019). Sebagian besar dari pulau-pulau tersebut merupakan pulau-pulau kecil yang memiliki kekayaan sumber daya alam dan jasa-jasa lingkungan (*environmental services*) yang sangat potensial untuk pembangunan (Dahuri, 2001). Pengertian pulau kecil menurut Undang-Undang 27 Tahun 2007 adalah pulau dengan luas lebih kecil atau sama dengan 2.000 km² beserta kesatuan ekosistemnya. Beberapa karakteristik pulau-pulau kecil adalah secara ekologis terpisah dari pulau induknya (*mainland island*), memiliki batas fisik yang jelas dan terpencil dari habitat pulau induk, sehingga bersifat insular; mempunyai sejumlah besar jenis endemik dan keanekaragaman yang tipikal dan bernilai tinggi; tidak mampu mempengaruhi hidroklimat; memiliki daerah tangkapan air (*catchment area*) relatif kecil sehingga sebagian besar aliran air permukaan dan sedimen masuk ke laut serta dari segi sosial, ekonomi dan budaya masyarakat pulau-pulau kecil bersifat khas dibandingkan dengan pulau induknya. Konvensi PBB tentang Hukum Laut Internasional tahun 1982 (UNCLOS, 1982) pasal 121 mendefinisikan pulau sebagai daratan yang terbentuk secara alami dan dikelilingi oleh air dan selalu berada di atas

permukaan air pada saat pasang naik tertinggi. Dengan kata lain, sebuah pulau tidak boleh tenggelam pada saat air pasang naik. Implikasinya, ada empat syarat yang harus dipenuhi agar dapat disebut sebagai pulau, yakni (1) memiliki lahan daratan, (2) terbentuk secara alami, bukan lahan reklamasi, (3) dikelilingi oleh air, baik air asin (laut) maupun tawar, (4) selalu berada diatas garis pasang tinggi. Adapun batasan tentang pulau-pulau kecil terus mengalami perkembangan dan berubah-ubah. Kombinasi antara luas dan jumlah penduduk dari suatu pulau merupakan salah satu parameter yang banyak diusulkan dalam menentukan kategori pulau, misalnya luas pulau antara 13.000 – 20.000 km² dengan penduduk antara 1 - 1.2 juta orang. Pulau kecil pada awalnya dibatasi sebagai pulau yang luasnya kurang dari 10.000 km² dengan jumlah penduduk 500.000 orang, batasan yang sama juga digunakan Hess (1990) dengan jumlah penduduk sama atau kurang dari 200.000 orang. Alternatif batasan pulau kecil juga dikemukakan pada pertemuan konvensi PBB tentang hukum laut internasional tahun 1982 yang menetapkan luas pulau kecil maksimum 5.000 km² (Bengen dan Retraubun, 2006). Li et al. (2014) menggunakan kriteria tambahan seperti area permukaan pulau, GNP (*gross nasional product*) dan ukuran populasi untuk menentukan sistem pulau di kawasan Pasifik menjadi pulau kecil, pulau sangat kecil dan pulau mikro.

Pulau-pulau kecil adalah suatu wilayah yang rentan terhadap berbagai faktor. Faktor tersebut antara lain faktor lingkungan, faktor sosial dan faktor ekonomi. Faktor lingkungan diantaranya adalah perubahan iklim, naiknya permukaan air laut, bencana alam, dan pencemaran. Perubahan iklim dapat menyebabkan bencana banjir, kekeringan, menimbulkan berbagai macam

penyakit karena kenaikan suhu yang ekstrem, serta masalah ekonomi global. Selain faktor lingkungan faktor lain yang mempengaruhi ekosistem pulau-pulau kecil adalah faktor sosial. Faktor sosial seperti pertumbuhan penduduk, tingkat pendidikan, kesehatan masyarakat, dan pemanfaatan yang bersifat destruktif, membuat kawasan ini kurang optimal dalam pemanfaatan yang bersifat lestari dan berkelanjutan terhadap sumberdaya yang ada (Karim, 2009). Selain kedua faktor tadi, faktor yang terakhir adalah faktor ekonomi. Faktor ini mencakup tingkat pendapatan masyarakat pulau kecil yang masih sangat rendah yang dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain minimnya peluang untuk mengembangkan usaha, keterisolasian dari dunia luar, ketergantungan terhadap sumberdaya alam yang tinggi, dan minimnya investasi jangka panjang pada pulau-pulau kecil (BAPPENAS, 2018).

Mitigasi merupakan sebuah tindakan untuk mengurangi kerentanan dan dampak negatif yang dihadapi pulau kecil. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), mitigasi adalah kata benda yang memiliki dua makna tergantung konteks penggunaannya. Makna pertama, mitigasi adalah upaya menjadikan berkurang kekasaran atau kesuburannya (tentang tanah dan sebagainya). Makna kedua, mitigasi adalah tindakan mengurangi dampak bencana. Kemudian menurut UU 24 Tahun 2007, mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi resiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Mitigasi adalah upaya yang memiliki sejumlah tujuan yakni untuk mengenali risiko, penyadaran akan risiko bencana, perencanaan penanggulangan, dan sebagainya. Bisa dikatakan, mitigasi bencana adalah segala upaya mulai dari pencegahan sebelum suatu bencana terjadi sampai dengan

penanganan usai suatu bencana terjadi (Santamouris, 2020). Evaluasi komprehensif dilakukan terhadap risiko yang akan dihadapi oleh pulau kecil, termasuk ancaman seperti kenaikan permukaan air laut, perubahan iklim, bencana alam, dan pencemaran. Evaluasi ini akan membantu dalam mengidentifikasi area yang paling rentan dan memprioritaskan tindakan mitigasi yang diperlukan. Mitigasi merupakan langkah penting dalam pengelolaan mangrove karena dapat membantu mengurangi tekanan dan dampak negatif terhadap ekosistem ini dan daratan yang ada dibelakangnya. Mitigasi mangrove juga berfungsi untuk melindungi cadangan karbon yang disimpan di dalam ekosistem, pelindung alami dari gelombang pasang dan abrasi, dan dapat dimanfaatkan sebagai mata pencaharian masyarakat di sekitar ekosistem mangrove.

Salah satu kawasan konservasi nasional di Indonesia yang memiliki pulau-pulau kecil dan terindikasi mengalami kerentanan adalah Taman Nasional Karimunjawa. Luas total Taman Nasional Karimunjawa (TNKJ) adalah 111.625 ha dan memiliki 27 gugusan pulau (BTNKJ, 2019). TNKJ terletak di pesisir bagian utara Kabupaten Jepara dan berjarak 85,7 km dari pusat Kota. Karimunjawa ditetapkan menjadi taman nasional pada tanggal 29 Februari 1988 oleh Kementerian Kehutanan dan terbagi menjadi sembilan zonasi yaitu zona inti, zona rimba, zona perlindungan bahari, zona pemanfaatan darat, zona pemanfaatan wisata bahari, zona budidaya bahari, zona religi budaya dan sejarah, zona rehabilitasi, dan zona tradisional perikanan. Urgensi masalah yang diteliti dalam penelitian ini adalah di TNKJ memiliki banyak kekayaan sumberdaya alam, diantaranya ketiga ekosistem penting pesisir yaitu ekosistem mangrove, padang lamun, dan terumbu karang (BTNKJ, 2020). Ekosistem mangrove pulau-pulau kecil mempunyai fungsi

ekologi, sosial dan ekonomi, hal ini dapat dikembangkan sebagai basis dari mitigasi terhadap degradasi lingkungan. Pengelolaan ekosistem mangrove di pulau kecil memiliki urgensi yang tinggi karena beberapa alasan penting yaitu sebagai perlindungan terhadap bencana alam, keanekaragaman hayati, mata pencaharian masyarakat, menyerap dan menampung karbondioksida, filter air alami, stabilisasi tanah dan pariwisata. Hutan mangrove di Karimunjawa terbagi menjadi 2 pengelolaan. Wilayah konservasi yang dikelola oleh Balai Taman Nasional meliputi sebagian wilayah pulau karimunjawa dan kemujan memiliki luas 222,2 ha. Diluar wilayah itu, hutan mangrove dikelola oleh pemerintah daerah Kabupaten Jepara beserta dinas terkait. Untuk mangrove yang berada di wilayah konservasi, kondisinya sangat baik dan terjaga. Bentuk pengelolaan mangrove disana adalah pengawasan dan edukasi terhadap masyarakat sekitar. Karena di wilayah konservasi mangrove dibiarkan alami dan tidak dilakukan penanaman. Berbeda dengan hutan mangrove yang dikelola Pemerintah Kabupaten Jepara yang banyak terdegradasi. Penyebabnya yaitu alih fungsi lahan menjadi tambak yang banyak terjadi di beberapa titik dan berada diluar zona konservasi Pulau Karimunjawa dan Kemujan. Degradasi hutan mangrove di Pulau Parang dan Nyamuk terjadi karena faktor alam, konversi lahan menjadi pemukiman, dan pemanfaatan kayu mangrove.

Indonesia merupakan salah satu negara dengan luas ekosistem mangrove terbesar di dunia. Sebanyak 19% dari luas ekosistem mangrove yang ada di dunia berada di Indonesia. Hal ini menyebabkan Indonesia memiliki banyak tantangan dalam pengelolaan ekosistem mangrove, khususnya ekosistem mangrove di pulau-pulau kecil. Ekosistem mangrove di pulau-pulau kecil seringkali mendapat berbagai tantangan, antara lain adalah dampak dari

aktivitas manusia yang melakukan pemanfaatan di sekitar ekosistem mangrove dan dampak dari luar seperti pemanasan global. Selain itu ancaman lain berupa bencana alam seperti badai, angin topan, banjir pasang, dan tsunami juga turut mempengaruhi eksistensi dari ekosistem mangrove. Dampak dari berbagai hal yang telah diuraikan tadi dapat menyebabkan degradasi sumberdaya yang terdapat pada ekosistem mangrove. Pengurangan luasan ekosistem mangrove serta menurunnya kualitas perairan ekosistem mangrove adalah ancaman yang serius terhadap suatu kawasan yang penduduknya sangat bergantung terhadap sumberdaya pesisir. Melihat akan beragamnya permasalahan yang ada pada pulau-pulau kecil khususnya yang menyangkut kerentanan, maka upaya mitigasi penting untuk dikaji. Ekosistem mangrove mempunyai peran penting dalam memitigasi degradasi lingkungan pesisir yang berdampak pada dimensi ekologi, sosial ekonomi dan kelembagaan. Kajian ini menganalisa pengelolaan ekosistem mangrove secara terpadu dan berkelanjutan berbasis mitigasi melalui efektivitas ekosistem mangrove di TNKJ dengan tujuan meminimalkan kerentanan pulau-pulau kecil, akibat dari ancaman perubahan iklim dan aktivitas antropogenik yang bersifat destruktif.

1.2 Rumusan Masalah

Letak geografis Indonesia yang sangat rentan terhadap bencana alam seperti tsunami, meletusnya gunung berapi, gelombang pasang, banjir dan kekeringan menjadikan pulau-pulau kecil rentan terhadap degradasi sumberdaya pesisir. Beberapa ancaman tadi ditambah naiknya permukaan air laut dampaknya sudah mulai dirasakan masyarakat TNKJ. Indikasi adanya rob

dan abrasi serta perbedaan pasang surut dalam 20 tahun terakhir, mengindikasikan bahwa TNKJ telah terkena dampak dari perubahan iklim. Selain ancaman dari perubahan iklim, degradasi ekosistem juga terjadi akibat pemanfaatan yang tidak lestari. Minimnya informasi tentang kerentanan (*vulnerability*) lingkungan di TNKJ menjadikan kawasan ini rentan terhadap kerusakan. Selain itu laju degradasi ekosistem pesisir, khususnya ekosistem mangrove pada TNKJ cukup besar dan dikhawatirkan akan mengalami penurunan luasan yang lebih besar pada masa yang akan datang. Mengingat pentingnya ekosistem mangrove yang mempunyai fungsi ekologi sebagai pereduksi gelombang dan penghambat laju abrasi, maka ekosistem ini penting untuk dikaji dalam rangka meminimalkan kerentanan pada TNKJ. Sejak beberapa generasi masyarakat di TNKJ telah menggunakan kayu mangrove sebagai bahan bangunan, kayu bakar, makanan dan obat-obatan. Semua pemanfaatan ini bisa berkelanjutan sepanjang pemanfaatannya bersifat non-komersial. Seiring berjalannya waktu, terjadi perkembangan pasar komersial untuk kayu mangrove sebagai kayu bakar dan bahan bangunan di pulau-pulau Karimunjawa, serta untuk patok tambak. Akibatnya, terjadi tekanan pemanfaatan/penebangan kayu mangrove di pulau-pulau yang ada di Taman Nasional Karimunjawa.

Dalam jangka panjang, pemanfaatan yang tidak lestari ini bisa menyebabkan gangguan ekosistem dan lingkungan seperti terjadinya abrasi, rob, sedimentasi dermaga, wabah penyakit, dan hilangnya habitat bagi ikan ekonomis. Berdasarkan penelitian Suryanti et al. (2011), terdapat 4 jenis kegiatan yang berdampak terhadap degradasi mangrove. Kegiatan tersebut

antara lain, pembukaan lahan tambak, perluasan pemukiman, jalur wisata. Dampak dari kegiatan pariwisata ke ekosistem mangrove di TNKJ semakin bertambah seiring dibuat landasan pesawat terbang. Kemudian jumlah populasi manusia yang meningkat menyebabkan jumlah luas pemukiman bertambah, dari semula 3,8 ha (1991) menjadi 135 ha (2020) (Fajarini et al., 2020).

Untuk menganalisa permasalahan dalam penelitian ini digunakan pendekatan DPSIR (*Drivers-Pressures-States-Impacts-Responses*). Faktor pendorong (*drives*) yaitu pemanfaatan yang tidak lestari untuk pemenuhan kebutuhan ekonomi, kebutuhan rumah tangga, peningkatan populasi penduduk, dan naiknya permukaan air laut. Indikasi yang terjadi adalah memanfaatkan kayu mangrove untuk kebutuhan rumah tangga, alih fungsi lahan mangrove menjadi tambak. *Pressure* atau tekanan pada ekosistem akibat faktor pendorong tersebut adalah meningkatnya kerentanan suatu pulau, degradasi ekosistem mangrove dan pencemaran lingkungan. Indikasi pada aspek *pressure* adalah tekanan yang berupa meningkatnya jumlah penduduk dan pemukiman. Kemudian degradasi ekosistem mangrove akibat faktor manusia dan faktor alam. *States* merupakan indikator status yang menggambarkan kondisi sistem dan tipe maupun karakteristik secara fisik, kimiawi, dan biologi, dalam kasus ini adalah adanya indikasi abrasi, abrasi, sedimentasi, rob, kualitas perairan, dan degradasi sumberdaya pesisir. *Impact* yang merupakan akibat dari tekanan pada ekosistem yang pada penelitian ini dibagi dalam tiga dimensi yaitu ekologi, sosial, dan ekonomi, dimensi ini akan mengalami penurunan fungsi akibat dari tekanan yang ada. *Response* adalah berbagai tindakan yang dilakukan oleh *stakeholders* untuk memitigasi kerusakan ekosistem dengan cara mengurangi,

mencegah, dan memperbaiki ekosistem yang terdegradasi.

Pengelolaan ekosistem mangrove di pulau kecil menghadapi tantangan dan masalah yang signifikan, mempengaruhi keberlanjutan lingkungan, kesejahteraan masyarakat, dan ketahanan pulau terhadap bencana alam. Perubahan iklim, urbanisasi, polusi, dan aktivitas manusia lainnya dapat berdampak negatif pada ekosistem mangrove dan keanekaragaman hayati di pulau kecil tersebut. Berdasarkan hal di atas, diperlukan penelitian mendalam untuk mengidentifikasi, mengatasi masalah yang terkait, dan merumuskan strategi pengelolaan ekosistem mangrove secara efektif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tantangan dan masalah yang dihadapi dalam pengelolaan ekosistem mangrove di pulau kecil, serta untuk menyelidiki strategi dan pendekatan yang berpotensi untuk meningkatkan keberlanjutan dan konservasi ekosistem tersebut. Penelitian ini akan melibatkan analisis data ekologi, data GIS, partisipasi masyarakat lokal dan stakeholder terkait, dan analisis kerentanan terhadap ekosistem mangrove. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan strategi baru dan rekomendasi kebijakan untuk meningkatkan pengelolaan ekosistem mangrove dan meningkatkan ketahanan pulau kecil terhadap perubahan iklim dan bencana alam.

1.3. Tujuan Penelitian

Dari berbagai permasalahan yang ada dan akan dihadapi pulau kecil di Taman Nasional Karimunjawa maka tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Mengkaji perubahan kandungan karbon mangrove yang ada di TNKJ
- b. Menyusun indeks kerentanan pulau-pulau kecil TNKJ

- c. Mengevaluasi efektivitas ekosistem mangrove dalam memitigasi kerentanan di TNKJ dan memproyeksikan degradasi ekosistem mangrove TNKJ.
- d. Merumuskan strategi mitigasi pengelolaan ekosistem mangrove pulau kecil di TNKJ yang sesuai dengan kebutuhan dengan mengacu pada indeks kerentanan, efektivitas ekosistem mangrove, dan *stakeholder analysis*.

1.4 Manfaat Penelitian:

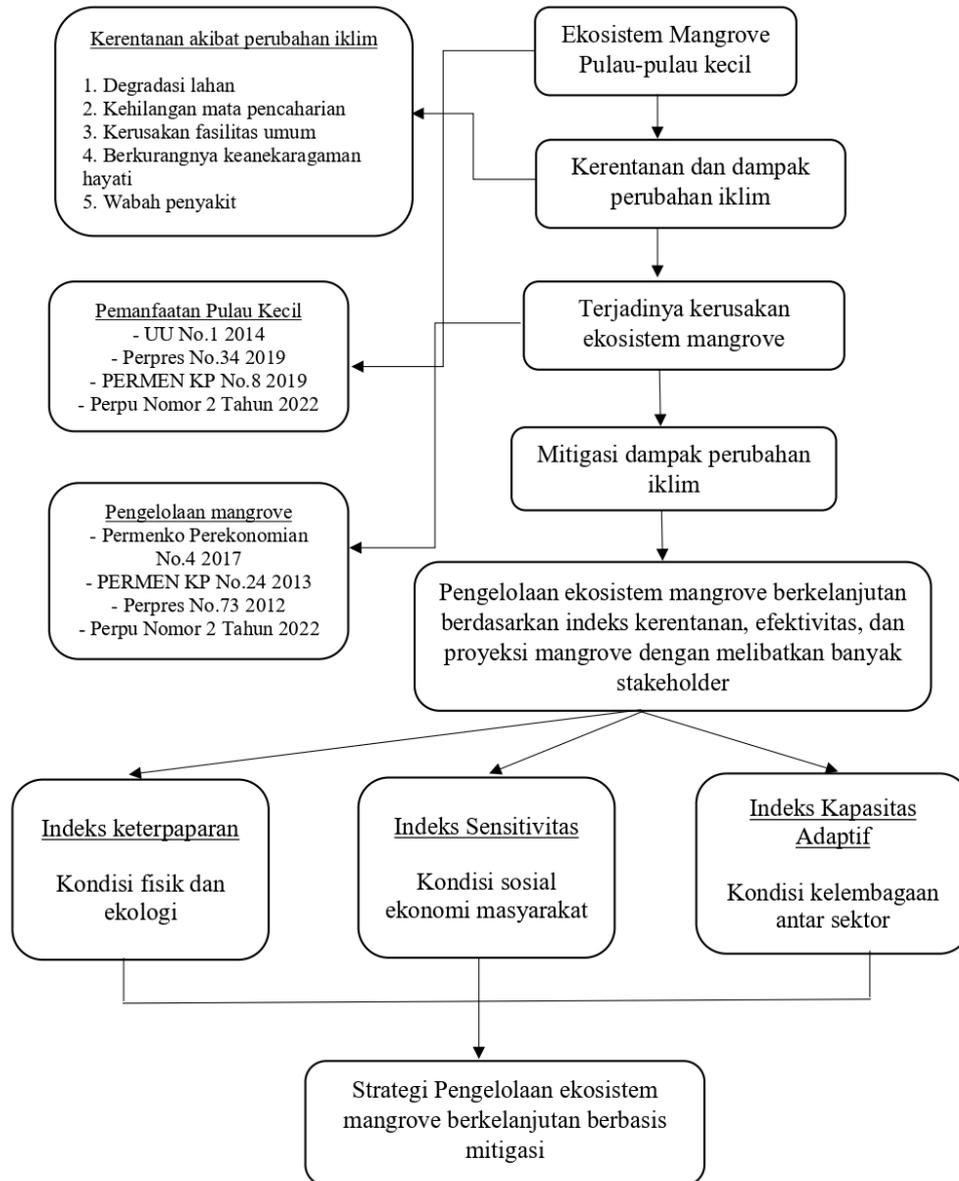
- a. Dari segi sosial, penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu studi yang membawa manfaat sosial, seperti melindungi kampung penduduk pesisir dari ancaman abrasi/gelombang tinggi, serta menambah pendapatan penduduk dengan adanya ekowisata mangrove.
- b. Dari segi metodologis, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya metode analisis pengelolaan dan mitigasi, khususnya di ekosistem mangrove.
- c. Dari segi praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan referensi kepada pemerintahan, beserta elemen pendukungnya dalam hal penentuan kebijakan, kemudian khususnya untuk penduduk pesisir sebagai komunikator politik dan sosial, untuk dapat memberi masukan yang dapat meminimalkan kerentanan dan degradasi sumberdaya pesisir.

1.5 Kerangka Teori dan Kerangka Konsep

Ekosistem mangrove mempunyai fungsi ekologi, ekonomi, dan sosial. Fungsi dari ekosistem mangrove ini mampu meminimalkan degradasi sumberdaya dan kerentanan pada pulau-pulau kecil di TNKJ. Adapun landasan hukum internasional terkait pengelolaan ekosistem mangrove diantaranya sebagai berikut: 1) UNCED (Rio de Janeiro 3-14 Juni 1992), 2) *World Heritage Convention*, 3) *The International Convention on Wetlands (Ramsar)*, 4) *The Convention on Biological Diversity*. Pengelolaan ekosistem mangrove nasional telah diatur dalam peraturan perundang-undangan yang berlaku, yaitu sebagai berikut: 1) UU No. 5 Tahun 1994, 2) Kepres No. 48 Tahun 1991, 3) Perpres No. 121 Tahun 2012, 4) Perpres No. 73 Tahun 2012, 5) Permen KP No. 24 Tahun 2013, 6) Permenko Perekonomian No. 4 Tahun 2017. Kemudian untuk peraturan terbaru terkait pengelolaan mangrove yang ada di Indonesia tertuang di PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Pendekatan untuk menganalisa kerentanan di TNKJ pendekatan adalah dengan membuat indeks dan peta kerentanan. Setelah indeks kerentanan ini diketahui langkah selanjutnya adalah membuat normalisasi dan menghitung masing-masing nilai indeks kerentanan kemudian dikomposit menjadi satu. Indeks kerentanan dibagi menjadi tiga yaitu, indeks sensitivitas (dimensi sosial-ekonomi), indeks kapasitas adaptif (dimensi kelembagaan), dan indeks keterpaparan (dimensi ekologi). Melalui hasil tadi maka dapat dibuat peta kerentanan berdasarkan skala warna yang telah ditetapkan. Setelah analisa ini dilakukan kemudian membuat proyeksi luasan ekosistem mangrove pada masa mendatang. Pendekatan yang digunakan adalah membuat model kondisi mangrove dimasa lalu dan selanjutnya untuk memprediksi tingkat

kerentanan luasan ekosistem mangrove di Taman Nasional Karimunjawa.

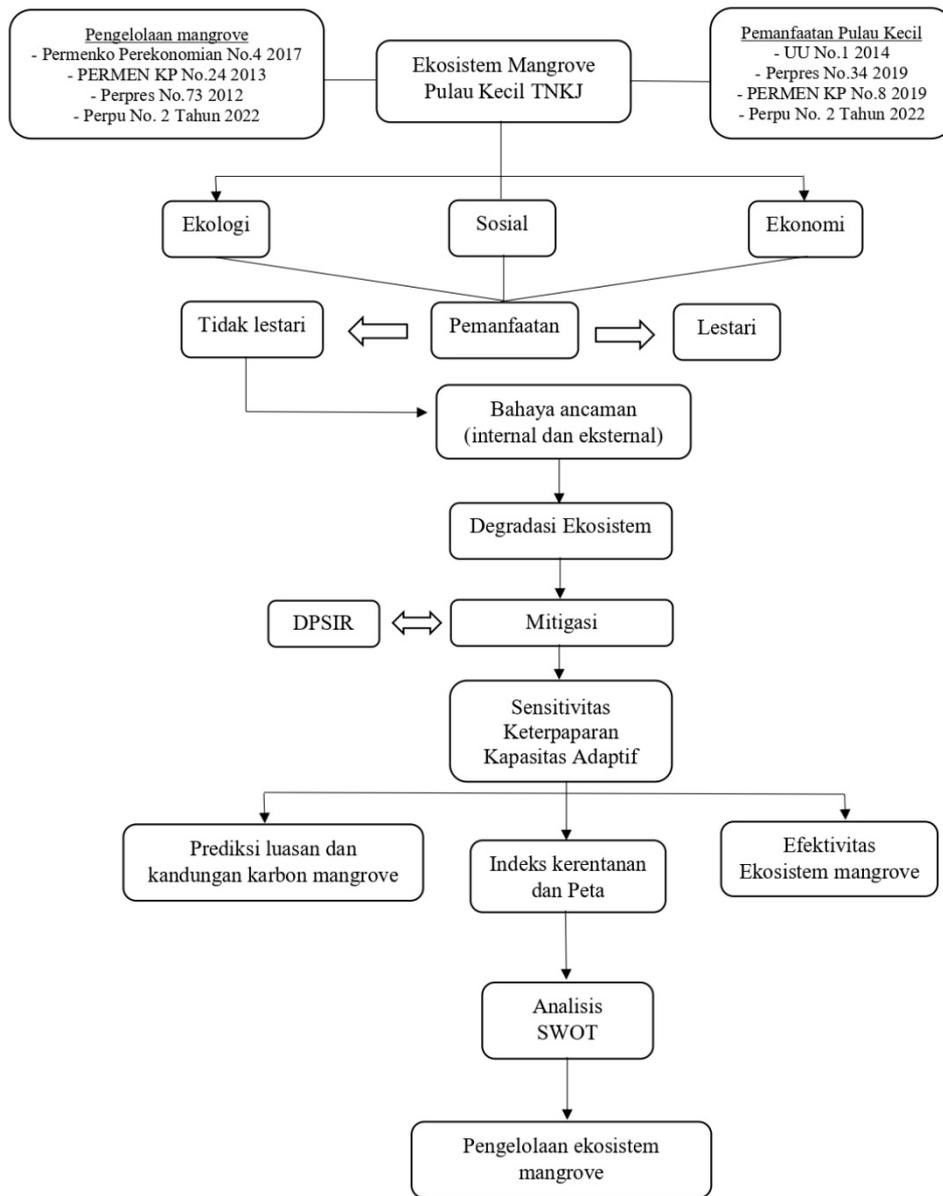
Kerangka teori dapat dilihat pada gambar 1.1



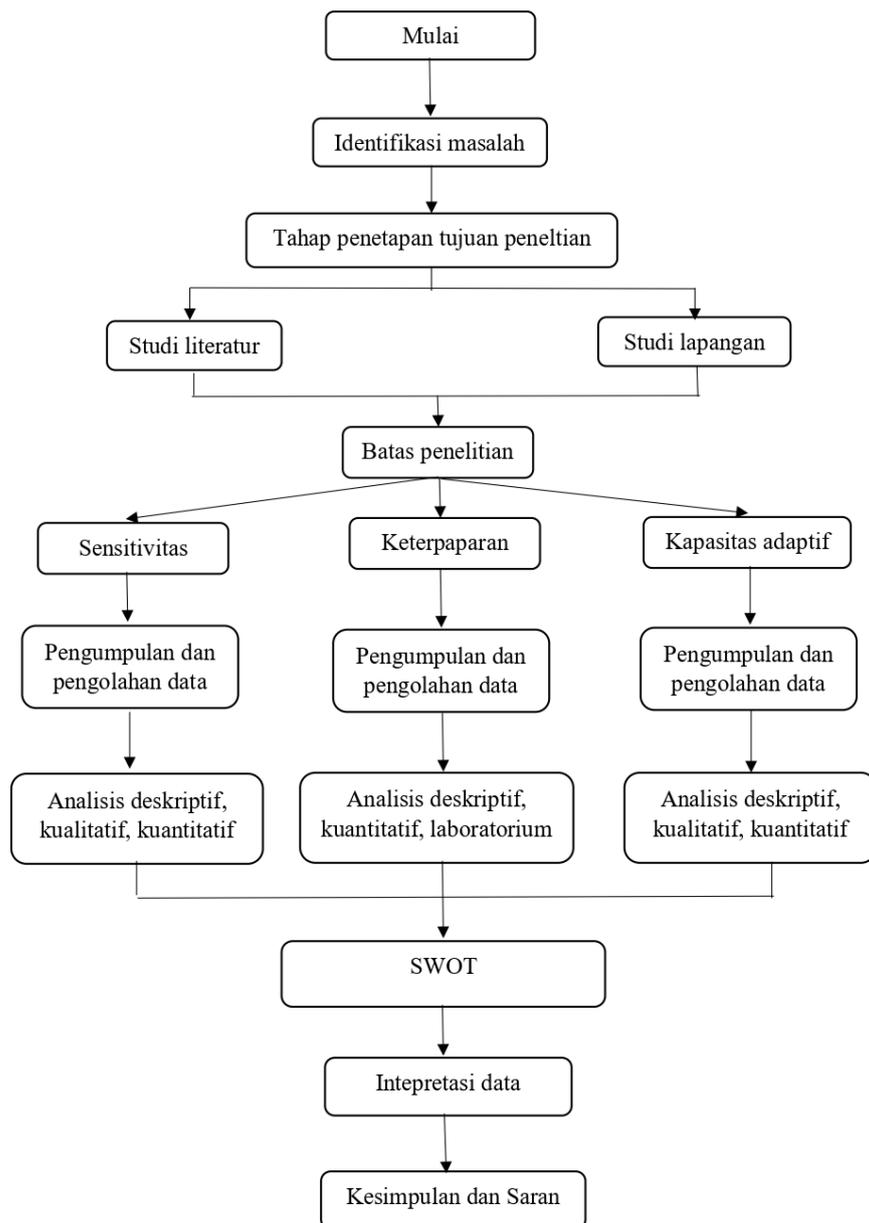
Gambar 1.1 Kerangka Teori Penelitian

Langkah selanjutnya adalah menganalisa kondisi existing dan efektivitas ekosistem mangrove sebagai *buffer zone* di TNKJ. Analisa ini digunakan untuk mengetahui lebar dan luasan ekosistem mangrove yang baik untuk meminimalkan kerentanan. Tahap yang terakhir adalah membuat pola dan strategi pengelolaan ekosistem mangrove TNKJ melalui *stakeholder analysis* yang berdasarkan hasil

analisa terhadap indeks dan peta kerentanan, proyeksi kerentanan, efektivitas ekosistem mangrove, degradasi ekosistem mangrove dan hasil responden dari berbagai stakeholder terkait. Analisis ini menggunakan analisis SWOT. Analisis SWOT adalah suatu metode analisis strategis yang digunakan untuk mengidentifikasi kekuatan (*strengths*), kelemahan (*weaknesses*), peluang (*opportunities*), dan ancaman (*threats*) yang terdapat dalam suatu situasi lingkungan tertentu. Pendekatan ini membantu pemangku kepentingan untuk lebih memahami posisi relatif mereka dilapangan, serta membantu mengidentifikasi area-area potensial yang perlu ditingkatkan atau diwaspadai. Proses analisis SWOT melibatkan identifikasi dan penilaian menyeluruh terhadap faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pengelolaan ekosistem mangrove berbasis mitigasi. Kerangka konsep dan diagram alir penelitian terdapat pada gambar 1.2 dan 1.3.



Gambar 1.2 Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 1.3 Diagram Alir Penelitian

1.6 Kebaruan (Novelty)

Penelitian tentang mitigasi dan kerentanan telah dikembangkan oleh beberapa orang diantaranya adalah Osti et al. (2009), Murdiyarso et al. (2015), Sidik et al. (2018), Li et al. (2014), Cinco et al. (2020), Munji et al. (2013), Slamet et al. (2020) dan Murthy et al. (2015). Terdapat beberapa perbedaan yang mendasar diantara penelitian-penelitian tersebut yang dipengaruhi oleh kondisi lokasi penelitian.

Contohnya, penelitian dari Osti et al. (2009), Li et al. (2014), Cinco C. et al (2020), dan Munji et al. (2013) sama sama membahas tentang dampak dari bencana tsunami dan banjir (yang disebabkan oleh *sea level rise*) terhadap kondisi ekosistem mangrove, namun mempunyai beberapa perbedaan. Penelitian Osti et al. (2009) terkait fungsi dari ekosistem mangrove untuk mengurangi dampak dari tsunami yang menimbulkan masalah terhadap kondisi lingkungan, sosial dan ekonomi. Pendekatan yang dilakukan adalah manajemen bencana berbasis masyarakat. Hasil penelitian ini menekankan perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi fungsi mangrove yang optimal untuk menahan gelombang tsunami dan badai dengan karakteristik fisik yang berbeda. Penelitian Li et al. (2014) menggunakan metode penilaian spasial berdasarkan platform sistem informasi geografis dibuat dengan menghitung setiap indikator, menghitung indeks kerentanan, dan menilai kerentanan. Penilaian kerentanan, berdasarkan proyeksi tingkat kenaikan permukaan laut dari tren saat ini dan skenario A1FI IPCC, dilakukan untuk tiga periode waktu: jangka pendek (tahun 2030-an), jangka menengah (2050-an) dan jangka panjang (2100-an). Pengembangan metodologi baru untuk penilaian kerentanan dan hasil yang disajikan dalam studi ini dapat membantu penilaian obyektif dan kuantitatif kerentanan ekosistem mangrove yang mengalami dampak kenaikan permukaan laut ditempat lain. Penelitian Cinco C et al. (2020) mengevaluasi kerentanan mangrove terhadap kenaikan permukaan laut di empat lokasi (Los Petenes, Celestun, Cancun, dan Mahahual) di Semenanjung Yucatan, Meksiko. Eksposur, sensitivitas, dan kapasitas adaptif dievaluasi pada skala 1 sampai 5 untuk mengidentifikasi karakteristik yang menyebabkan kerentanan mangrove. Penelitian Munji et al. (2013) menyelidiki kerentanan pemukiman lokal

di zona hutan bakau Kamerun terhadap banjir, dan meningkatkan pemahaman tentang persepsi dan tanggapan terhadap banjir pesisir di masa lalu dan saat ini dengan pendekatan berbasis masyarakat.

Berbeda lagi dengan penelitian yang dilakukan oleh Murdiyarso et al. (2015), Sidik et al. (2018), dan Slamet et al. (2020). Peneliti tersebut memiliki tema yang sama, yaitu membahas tentang potensi ekosistem mangrove dalam memitigasi perubahan iklim. Penelitian Murdiyarso et al. (2015) bertujuan untuk mengetahui potensi hutan mangrove dalam memitigasi dampak perubahan iklim. Penulis memfokuskan studinya pada serapan jumlah karbon di dalam sedimen yang titik sampelnya tersebar di beberapa wilayah Indonesia. Dalam penelitian ini disebutkan bahwa dampak dari deforestasi hutan mangrove dapat meningkatkan emisi gas CO₂ di atmosfer. Penulis juga membandingkan cadangan karbon mangrove di beberapa negara dan memperkirakan tingkat deforestasinya. Penelitian dari Sidik et al. (2018) mengenai potensi mitigasi perubahan iklim yang lebih besar dapat dicapai dengan meningkatkan kawasan konservasi mangrove yang menjaga hutan mangrove dari alih fungsi menjadi penggunaan lahan lain. Dalam penelitian ini menegaskan pentingnya konservasi mangrove dalam menyimpan dan menyerap karbon serta mekanisme pembiayaan karbon. Dalam penelitian Slamet et al. (2020) berfokus pada sumber emisi GRK tersebut dan menilai, untuk pertama kalinya, potensi kehilangan karbon dari ekosistem mangrove yang disebabkan oleh kegiatan reklamasi lahan. Luas ekosistem mangrove yang kemungkinan terkena dampak proyek diperkirakan dengan menganalisis citra satelit tanah pada periode sebelum dan sesudah dimulainya kegiatan reklamasi. Karbon yang tersimpan di daerah terdampak kemudian diestimasi menggunakan pengukuran lapangan untuk

menentukan stok total (biomassa dan karbon organik tanah). Kemudian ada satu penelitian lagi yang membahas tentang indeks kerentanan untuk sector pertanian. Penelitian yang dilakukan oleh Murthy et al. (2015) mengembangkan indeks komposit untuk mengukur kerentanan kekeringan pertanian generic. Analisis data tanah, irigasi, lahan pertanian, curah hujan, hari hujan, pola tanam dan kondisi tanaman berbasis satelit dilakukan untuk mengetahui nilai masing-masing indeks. Indeks komposit dihitung untuk setiap komponen dengan menghasilkan bobot untuk input melalui pendekatan varians

Pengembangan indeks kerentanan pada penelitian ini dilakukan dengan cara memasukkan berbagai parameter yang berkaitan dengan tekanan dari faktor antropogenik dan *force mayor* (iklim dan bencana) dari dimensi ekologi, sosial ekonomi, dan kelembagaan. Untuk mempermudah intepretasi terhadap hasil dari indeks kerentanan, penelitian ini membuat peta kerentanan serta proyeksi kerentanan yang tujuannya adalah untuk memitigasi degradasi terhadap lingkungan pesisir di TNKJ. Pengelolaan ekosistem mangrove telah dikembangkan oleh beberapa negara yang memiliki permasalahan terhadap ekosistem mangrove. Kebanyakan dari penelitian ini hanya mengkaji dengan cara memilah permasalahan yang ada, kajian tersebut biasanya hanya di tinjau dari satu atau dua dimensi saja, dimensi itu antara lain dimensi sosial, ekonomi, kelembagaan, ataupun ekologi. Untuk kajian terhadap efektivitas ekosistem mangrove sebagai *buffer zone* terakhir dikembangkan pada tahun 1990 dengan dikeluarkannya Keppres No.32 Tahun 1990. Seiring berjalannya waktu Keppres ini dirasakan kurang relevan dalam mengantisipasi perubahan iklim dan permasalahan pulau-pulau kecil sekarang ini. Penelitian ini akan menganalisa efektivitas ekosistem mangrove dalam

meminimalkan kerentanan pulau-pulau kecil berbasis mitigasi. Melalui analisa ini hasil yang diharapkan adalah lebar dan luasan ekosistem mangrove yang baik sebagai *buffer zone* sesuai dengan kondisi dan permasalahan yang ada. Pendekatan yang digunakan untuk memprediksi luasan ekosistem mangrove pada masa mendatang adalah dengan membuat model degradasi ekosistem mangrove dengan analisis *Geographic Information System* (GIS). Untuk pengelolaan ekosistem mangrove secara terpadu dan berkelanjutan, penelitian menggunakan pendekatan *stakeholder analysis* yang bertujuan untuk menyelesaikan konflik dari stakeholders sebagai pihak yang berkepentingan terhadap kawasan ini. Penyelesaian masalah ini didekati dengan Analisis SWOT. Berbagai kriteria yang menjadi isu penting yang terkait dengan pengelolaan ekosistem mangrove pulau-pulau kecil di diskusikan dengan seluruh stakeholder. Berdasarkan hal tersebut, kebaruan dari penelitian ini adalah pengelolaan ekosistem mangrove berbasis mitigasi yang bertujuan untuk meningkatkan efektivitas ekosistem mangrove sebagai *buffer zone* dalam meminimalkan kerentanan akibat dari dampak perubahan iklim global. Pengelolaan ekosistem mangrove ini didasarkan pada kerentanan pulau-pulau kecil, efektivitas ekosistem mangrove, degradasi ekosistem mangrove dan *stakeholder analysis*. Kebaruan penelitian jika ditinjau dari aspek ontologis, epistemologis, dan aksiologis adalah.

- Aspek ontologis: Ontologi berkaitan dengan pandangan tentang realitas atau objek penelitian yang menjadi fokus kajian. Kebaruan ontologis menyangkut apakah penelitian tersebut menghadirkan kontribusi baru atau pemahaman yang lebih mendalam tentang fenomena atau entitas yang belum banyak dipahami sebelumnya. Penelitian ini memprediksi luasan ekosistem mangrove yang ada di

TNKJ secara spasial dan temporal. Luasan mangrove diprediksi selama 20 tahun ke belakang dan 20 tahun yang akan datang. Selama ini belum ada penelitian yang memprediksi luasan mangrove yang ada di TNKJ selama periode tersebut. Diharapkan prediksi tersebut dapat membantu kebijakan terkait pengelolaan ekosistem mangrove.

- Aspek epistemologis: berkaitan dengan pertanyaan tentang bagaimana pengetahuan diperoleh dan bagaimana cara validasi pengetahuan tersebut. Kebaruan epistemologis berkaitan dengan penggunaan pendekatan, metode, atau pendekatan baru yang memberikan wawasan baru atau perspektif yang berbeda dalam memahami fenomena atau objek penelitian. Penelitian ini menghadirkan metode baru dalam pengelolaan ekosistem mangrove pulau-pulau kecil. Menggabungkan beberapa metode seperti analisis kerentanan, analisis SWOT, kandungan karbon, dan proyeksi luas ekosistem mangrove di masa mendatang menjadi penemuan metode terbaru. Harapannya agar dapat diterapkan untuk pulau kecil lainnya.
- Aspek Aksiologis: berkaitan dengan nilai-nilai dan etika yang mendasari penelitian, serta implikasi etis dari penelitian tersebut terhadap masyarakat atau lingkungan. Kebaruan aksiologis mencakup pertimbangan etis dan dampak positif penelitian terhadap kesejahteraan manusia dan lingkungan. Penelitian tentang pengelolaan ekosistem mangrove di pulau kecil, ditemukan bahwa pendekatan pengelolaan yang lebih berkelanjutan dan melibatkan partisipasi aktif masyarakat lokal dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan kelestarian lingkungan, maka itu bisa dianggap sebagai kebaruan aksiologis karena menawarkan solusi yang lebih beretika dan berdampak positif.

Berikut adalah daftar penelitian terdahulu yang membahas tentang mitigasi dan pengelolaan mangrove.

Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama/Tahun	Judul	Isi
1.	Osti R et al., 2009	The importance of mangrove forest in tsunami disaster mitigation	Penelitian terkait tsunami dan mangrove harus menyoroti masalah lingkungan, sosial dan ekonomi di wilayah tersebut. Pendekatan manajemen bencana berbasis masyarakat dan hutan masyarakat mendapatkan pengakuan tinggi di negara-negara berkembang. Hasil penelitian ini menekankan perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi fungsi mangrove yang optimal untuk menahan gelombang tsunami dan badai dengan karakteristik fisik yang berbeda. Meskipun bagian-bagian penelitian individual ini membantu dalam memahami fungsi dasar hutan mangrove, penerapan hasilnya belum terbukti dalam berbagai keadaan.
2.	Murdiyarso, D et al., 2015	The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi hutan mangrove dalam memitigasi dampak perubahan iklim. Penulis memfokuskan studinya pada serapan jumlah karbon di dalam sedimen yang titik sampelnya tersebar di beberapa wilayah Indonesia. Dalam penelitian ini disebutkan bahwa dampak dari deforestasi hutan mangrove dapat meningkatkan emisi gas CO ₂ di atmosfer. Penulis juga membandingkan cadangan karbon mangrove di beberapa negara dan memperkirakan tingkat deforestasinya. Konservasi mangrove yang kaya karbon di kepulauan Indonesia harus menjadi komponen strategi prioritas tinggi untuk mitigasi perubahan iklim.
3	Sidik, F et al., 2018	Mangrove conservation for climate change mitigation in Indonesia	Potensi mitigasi perubahan iklim yang lebih besar dapat dicapai dengan meningkatkan kawasan konservasi mangrove yang menjaga hutan mangrove dari alih fungsi menjadi penggunaan lahan lain. Dalam penelitian ini menegaskan pentingnya konservasi mangrove dalam menyimpan dan menyerap karbon. Selain

			<p>itu, karena hutan mangrove diasosiasikan dengan keragaman jasa ekosistem dengan banyak manfaat, manfaat karbon akan meningkatkan nilai hutan mangrove dalam hal manfaat ekologi, sosial, dan ekonomi. Namun, memprioritaskan manfaat karbon melalui pelaksanaan konservasi mangrove sebagai bagian dari mitigasi perubahan iklim mungkin bertentangan dengan masalah sosial ekonomi. Oleh karena itu, kerangka hukum dan partisipasi para pemangku kepentingan, terutama masyarakat lokal, diperlukan untuk memastikan bahwa ada pengurangan bersih hilangnya mangrove. Dalam penelitian ini juga membahas tentang mekanisme pembiayaan karbon</p>
4	Munji et al., 2013	Vulnerability to coastal flooding and response strategies: The case of settlements in Cameroon mangrove forests	<p>Makalah ini menyelidiki kerentanan pemukiman lokal di zona hutan bakau Kamerun terhadap banjir, dan meningkatkan pemahaman tentang persepsi dan tanggapan terhadap banjir pesisir di masa lalu dan saat ini. Enam komunitas di zona hutan bakau pesisir di Barat Daya Kamerun yang ekstrem diselidiki. Kuesioner diberikan kepada total 200 orang yang dilengkapi dengan alat penilaian cepat partisipatif lainnya. Posisi tanah dari lokasi sampel serta ketinggiannya dicatat untuk analisis geospasial berikutnya. Analisis statistik dilakukan untuk menunjukkan tren. Koordinat lokasi penelitian ditumpangkan pada peta topografi dasar tahun 1965, untuk menyelidiki perubahan pantai selama periode 43 tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) perubahan wilayah pesisir telah terjadi dalam 43 tahun terakhir baik melalui kemunduran daratan atau pergeseran ke arah laut dan karenanya, permukiman rentan secara berbeda; (2) penenggelaman permukiman, kerusakan rumah, dan deformasi bentang alam merupakan dampak utama banjir; (3) banjir pesisir</p>

			mendorong deforestasi hutan bakau untuk kayu bakar; (4) langkah-langkah adaptif saat ini meliputi mundurnya pemukiman, ditinggalkan, dan modifikasi desain rumah; dan (5) sebagian besar strategi adaptif bersifat reaktif
5	Li et al., 2014	Vulnerability assessment of the coastal mangrove ecosystems in Guangxi, China, to sea-level rise	Penelitian ini menggunakan metode penilaian spasial berdasarkan platform sistem informasi geografis dibuat dengan menghitung setiap indikator, menghitung indeks kerentanan, dan menilai kerentanan. Penilaian kerentanan, berdasarkan proyeksi tingkat kenaikan permukaan laut dari tren saat ini dan skenario A1FI IPCC, dilakukan untuk tiga periode waktu: jangka pendek (tahun 2030-an), jangka menengah (2050-an) dan jangka panjang (2100-an). Pengembangan metodologi baru untuk penilaian kerentanan dan hasil yang disajikan dalam studi ini dapat membantu penilaian obyektif dan kuantitatif kerentanan ekosistem mangrove yang mengalami dampak kenaikan permukaan laut di tempat lain. Tanpa opsi mitigasi yang tepat, potensi penurunan dan hilangnya habitat bakau dan jasa ekosistem tidak dapat dihindari. Berdasarkan hasil kajian ini, langkah-langkah mitigasi perlu dipertimbangkan untuk mengamankan masa depan ekosistem mangrove tersebut, yang meliputi pengelolaan sedimentasi, pengendalian reklamasi, dan metode rehabilitasi habitat.
6	Cinco C et al., 2020	Vulnerability of mangrove ecosystems to climate change effects: The case of the Yucatan Peninsula	penelitian ini mengevaluasi kerentanan mangrove terhadap kenaikan permukaan laut di empat lokasi (Los Petenes, Celestun, Cancun, dan Mahahual) di Semenanjung Yucatan, Meksiko. Eksposur, sensitivitas, dan kapasitas adaptif dievaluasi pada skala 1 sampai 5 untuk mengidentifikasi karakteristik yang menyebabkan kerentanan mangrove. Mangrove di lokasi dengan karakteristik yang berbeda memiliki kerentanan yang berbeda, meskipun memiliki keterpaparan yang sama. Mangrove yang terkonservasi dengan baik memiliki kerentanan yang rendah dan berada dalam kesehatan yang

			<p>baik karena sensitivitasnya, sedangkan mangrove yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia lebih rentan dalam hal sensitivitas dan kapasitas adaptif. Metode penilaian kerentanan ini mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kerentanan dan dapat digunakan untuk mengembangkan strategi pengelolaan yang mengurangi kerentanan mangrove terhadap perubahan iklim dengan mengurangi sensitivitas dan meningkatkan kapasitas adaptif ekosistem dan masyarakat sekitar.</p>
7	Slamet et al., 2020	Mangrove vulnerability and potential carbon stock loss from land reclamation in Jakarta Bay, Indonesia	<p>Dalam penelitian ini berfokus pada sumber emisi GRK tersebut dan menilai, untuk pertama kalinya, potensi kehilangan karbon dari ekosistem mangrove yang disebabkan oleh kegiatan reklamasi lahan. Untuk tujuan ini, kami mengambil studi kasus proyek reklamasi skala besar yang signifikan secara regional di Teluk Jakarta, Indonesia. Luas mangrove yang kemungkinan terkena dampak proyek diperkirakan dengan menganalisis citra satelit tanah (LANDSAT) pada periode sebelum dan sesudah dimulainya kegiatan reklamasi. Karbon yang tersimpan di daerah terdampak kemudian diestimasi menggunakan pengukuran lapangan untuk menentukan stok total (biomassa dan karbon organik tanah).</p>
8	Nanlohy et al., 2015	Coastal Communities Knowledge Level on Climate Change as a Consideration in Mangrove Ecosystems Management in the Kotania Bay, West Seram Regency	<p>Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis tingkat pengetahuan masyarakat, dampak, dan adaptasi perubahan iklim oleh pengelolaan ekosistem mangrove di teluk Kotania. Subjek dalam penelitian ini adalah homogen, sehingga pengambilan sampelnya representatif dan pengambilan sampel dilakukan secara acak. Metode yang digunakan adalah metode skala Guttman, kemudian dilanjutkan dengan analisis deskriptif kualitatif. Hasil analisis tersebut kemudian merumuskan program adaptasi perubahan iklim dalam pemanfaatan ekosistem mangrove.</p>
9	Murthy et al., 2015	Geospatial analysis of agricultural	<p>Studi ini sedang mengembangkan indeks komposit untuk mengukur kerentanan kekeringan pertanian generik tanaman pada</p>

		<p>drought vulnerability using a composite index based on exposure, sensitivity and adaptive capacity</p>	<p>tingkat terpilah, di negara bagian Andhra Pradesh sebelumnya di India. Dengan menganalisis data tanah, irigasi, lahan pertanian, curah hujan, hari hujan, pola tanam dan kondisi tanaman berbasis satelit, 22 indikator input untuk 1038 unit spasial yang disebut “Mandal” (dalam unit administrasi kabupaten) dihasilkan dan dipisahkan menjadi eksposur, sensitivitas dan kapasitas adaptif komponen kerentanan. Indeks komposit dihitung untuk setiap komponen dengan menghasilkan bobot untuk input melalui pendekatan varians.</p>
--	--	---	---