

Riwayat Artikel:

Masuk: 29-01-2024

Diterima: 29-09-2024


Dipublikasi: 22-10-2024

Cara Mengutip

Styawan, Wahyu Eka. 2024. "Ancaman Perubahan Iklim Di Pulau Kecil: Studi Kasus Kerentanan Ekologis Pulau Bawean". Jurnal Ekologi, Masyarakat Dan Sains 5 (2): 211-21. <https://doi.org/10.55448/cs8gnr31>.

Artikel

Ancaman Perubahan Iklim di Pulau Kecil: Studi Kasus Kerentanan Ekologis Pulau Bawean

Wahyu Eka Styawan¹ 

¹Wahana Lingkungan Hidup Indonesia (WALHI) Jawa Timur, Jl. Karah Agung V No. 1 Surabaya, Indonesia

 Penulis koresponden: wahyuwalhijatim@walhi.or.id

Abstrak: Bawean Perubahan iklim memiliki dampak signifikan pada pulau-pulau kecil, termasuk Pulau Bawean, yang menghadapi berbagai ancaman seperti kenaikan permukaan air laut, suhu yang meningkat, dan degradasi ekosistem laut, terutama terumbu karang. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kerentanan ekologis Pulau Bawean terhadap perubahan iklim serta strategi adaptasi yang dilakukan oleh masyarakat setempat, khususnya para nelayan. Menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus, penelitian ini melibatkan wawancara, observasi, dan diskusi kelompok terarah (FGD) dengan para nelayan di beberapa desa di Pulau Bawean. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan iklim memengaruhi mata pencaharian masyarakat nelayan melalui perubahan pola cuaca, siklus musim, dan penurunan hasil tangkapan ikan. Masyarakat nelayan Bawean telah mengembangkan berbagai strategi adaptasi, seperti menghindari penggunaan alat tangkap destruktif, memanfaatkan pengetahuan lokal tentang angin dan musim, serta berpartisipasi dalam program konservasi seperti penanaman mangrove untuk mengurangi abrasi pantai. Studi ini menekankan pentingnya pendekatan human ecology dalam memahami adaptasi masyarakat terhadap perubahan iklim. Adaptasi ini tidak hanya mencakup respons terhadap perubahan lingkungan fisik tetapi juga keterlibatan sosial dan ekonomi yang memengaruhi ketahanan masyarakat. Penelitian ini merekomendasikan perlunya intervensi kebijakan yang mendukung kelestarian ekosistem dan mengembangkan teknologi ramah lingkungan guna meningkatkan kapasitas adaptasi masyarakat Pulau Bawean terhadap dampak perubahan iklim di masa mendatang.

Kata Kunci: kerentanan ekologis, perubahan iklim, adaptasi iklim

Lisensi:

Hak Cipta (c) 2024 Jurnal Ekologi, Masyarakat dan Sains



Artikel ini berlisensi *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License*.

Abstract: Climate change has a significant impact on small islands, including Bawean Island, which faces various threats such as rising sea levels, increasing temperatures, and the degradation of marine ecosystems, particularly coral reefs. This study aims to assess the ecological vulnerability of Bawean Island to climate change and the adaptive strategies employed by the local community, especially fishermen. Using a qualitative method with a case study approach, the research involved interviews, observations, and focus group discussions (FGD) with fishermen in several villages on Bawean Island. The results show that climate change affects the livelihood of fishermen through changes in weather patterns, seasonal cycles, and reduced fish catches. Bawean's fishing communities have developed various adaptive strategies, such as avoiding the use of destructive fishing gear, utilizing local knowledge of winds and seasons, and participating in conservation programs like mangrove planting to mitigate coastal erosion. This study emphasizes the importance of a human ecology approach in understanding community adaptation to climate change. These adaptations not only involve responses to physical environmental changes but also social and economic engagement that influences community resilience. The study recommends the need for policy interventions that support ecosystem sustainability and the development of environmentally friendly technologies to enhance the adaptive capacity of Bawean Island's communities in the face of future climate change impacts.

Keywords: ecology vulnerability, climate change, climate adaptation

1 PENDAHULUAN

Perubahan iklim secara global telah terjadi beberapa kali, melalui aneka kejadian paparan langsung berupa bencana iklim. Tercatat bahwa sepanjang sejarah bumi, perubahan iklim telah berlangsung dalam jangka waktu yang sangat lama, terutama saat fase pra industrial. Perubahan iklim telah berevolusi secara signifikan sejak era pra-industri. Sebelum tahun 1750, iklim bumi terutama dipengaruhi oleh faktor alam. Dengan dimulainya industrialisasi sekitar tahun 1750, aktivitas manusia mulai melepaskan gas rumah kaca dalam jumlah yang signifikan, yang menyebabkan kenaikan suhu global secara bertahap. Abad ke-20 ditandai dengan pertumbuhan industri yang pesat, yang semakin meningkatkan emisi (Pörtner dkk., 2019). Perubahan yang cepat ini, koheren ancaman lain seperti bencana yang salah satunya dihasilkan dari aktivitas manusia terutama yang berkaitan dengan produksi dan konsumsi, kondisi tersebut memiliki dampak yang kuat terhadap keberlangsungan biodiversitas (Barnosky et al., 2011). Karena faktor perubahan iklim kini dianggap sebagai salah satu dari lima penyebab utama terdegradasinya spesies dan populasi (Sodhi et al., 2009)

Paparan langsung dari perubahan iklim dapat menyebabkan perubahan langsung dan cepat pada habitat alami, secara tidak langsung akan memaksa spesies untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya atau menyesuaikan perubahan pada satu ruang geografis, pada konteks ini mereka akan beradaptasi dengan kondisi lingkungan baru, mencari perlindungan dan keberlanjutan hidup di habitat mikro yang stabil, dalam kata lain ruang tersebut tidak berubah atau dapat menyebabkan kepunahan spesies (Pecl et al., 2017). Poin pentingnya, perubahan iklim ini interseksional atau memiliki irisan dengan ancaman lain yang disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti intensifikasi penggunaan lahan atau dalam kerangka yang lebih luas yakni adanya alih fungsi ekosistem, yang meningkatkan efek destruktif dari perubahan iklim.

Kondisi tersebut juga mendorong kerentanan pada kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil. Tercatat dari hasil riset Veron et al (2019) dari 5.565 pulau yang ditelitinya di seluruh dunia, ia menemukan bahwa mayoritas pulau mengalami tingkat kerentanan pada kategori sedang, diikuti oleh kerentanan rendah, tinggi dan sangat tinggi, untuk semua jenis ancaman iklim. Secara umum, mereka menemukan bahwa kerentanan global, terutama pada konteks pulau-pulau kecil berkorelasi dengan kenaikan muka air laut, pergeseran suhu dan pergeseran curah hujan. Persoalan pergeseran iklim, termasuk juga

perubahan frekuensi dan intensitas kejadian cuaca ekstrim, seperti misalnya kekeringan, gelombang badai, angin topan (*hidrometeorological hazard*). Selain itu juga berdampak pada pola perubahan sistem cuaca musiman dan jangka menengah, seperti tidak menentukannya cuaca (Courchamp et al., 2014).

Ancaman yang nyata dari perubahan iklim yaitu potensi gangguan pada biodiversitas pulau. Bayang-bayang kepunahan spesies terutama tanaman di pulau, meskipun jumlahnya kurang dari 5% dari wilayah daratan bumi, tumbuhan pulau memiliki kekayaan endemik yang mungkin melebihi spesies daratan. Kondisi tersebut juga berlaku untuk biota pulau juga sangat rentan terhadap kepunahan. Tercatat sekitar 80% dari kepunahan masa lalu dan sepertiga spesies terestrial yang terancam ditemukan di pulau (Veron et al., 2019). Selain ancaman pada biodiversitas pulau, perubahan iklim juga mengancam pada sektor pangan. Sebuah studi yang dilakukan di Pulau Sagar, India menunjukkan bahwa perubahan iklim telah meningkatkan kerentanan pangan di pulau tersebut, karena pergeseran cuaca musiman telah berdampak pada produksi pertanian (Mandal et al., 2018).

Sebagai contoh di Malaysia, pada awal tahun 2000-an, para nelayan mulai menyadari adanya perubahan pola cuaca dan kondisi laut yang secara bertahap meningkat pada pertengahan tahun 2000-an. Perubahan ini, termasuk naiknya permukaan air laut dan musim hujan yang tidak dapat diprediksi, secara signifikan mempengaruhi populasi ikan dan mata pencaharian masyarakat. Pada akhir tahun 2000-an, nelayan mulai beradaptasi dengan mengubah musim penangkapan ikan, memodifikasi alat tangkap, dan menargetkan spesies yang berbeda untuk mengatasi tantangan lingkungan yang terus berkembang (Menon et al., 2010).

Hal ini juga terjadi di Indonesia, di Pulau Panjang, Natuna, Kepulauan Riau, perubahan iklim menyebabkan perubahan kalender musim, hewan penanda musim dan meningkatnya intensitas badai di laut. Hilangnya biodiversitas lokal serta meningkatnya ancaman bencana mengganggu aktivitas penangkapan ikan. Salah satu strategi nelayan dalam persoalan ini adalah menambah wilayah tangkapan, memperkuat hubungan sosial, belajar menggunakan teknologi seperti aplikasi ramalan cuaca dan memobilisasi anggota keluarga untuk melaut dan mengolah hasil tangkapan (Wibowo, 2016). Sementara warga di Pulau Mepar dan Baran yang terletak Provinsi Kepulauan Riau mulai menyadari dampak dari perubahan iklim, salah satunya pada perubahan pesisir dan mulai menurunnya tangkapan mereka.

Sehingga mereka harus mulai beradaptasi dengan kondisi tersebut (Tezar dan Setiadi, 2023).

Strategi adaptasi yang digunakan oleh masyarakat yang tinggal pada pulau-pulau kecil, menekankan hubungan mendalam mereka dengan tanah dan ketahanan mereka dalam menghadapi perubahan lingkungan. Pendekatan ini menggarisbawahi bagaimana praktik budaya dan pengetahuan tradisional memainkan peran penting dalam membentuk respons masyarakat terhadap perubahan iklim, karena mereka mengadaptasi teknik pertanian dan struktur masyarakat untuk memitigasi risiko (Crate dan Nuttall, 2016). Pada konteks tersebut menunjukkan bahwa perubahan iklim tidak hanya memengaruhi ekosistem tetapi juga tatanan sosial dan identitas masyarakat Kepulauan (Adger dkk., 2013).

Merujuk pada penelitian di atas, penelitian tentang dampak perubahan iklim dan strategi adaptasi nelayan terutama dalam pendekatan *human ecology* merupakan hal yang relatif baru. Pendekatan *human ecology* sederhananya adalah memandang masyarakat sebagai bagian dari sistem ekologi yang lebih luas, di mana faktor budaya, sosial, ekonomi, dan politik bersinggungan dengan kondisi lingkungan (Rambo, 1983a). Jika dikaitkan dengan perubahan iklim, maka *human ecology* akan menjadi alat analisis dalam memahami dampak perubahan iklim dan merancang strategi adaptasi berfokus pada hubungan yang timbal balik antara manusia dan lingkungannya (Kassam dkk., 2011).

Karena pendekatan ini menekankan bahwa kehidupan manusia sangat dipengaruhi perubahan lingkungan, sehingga adaptasi merupakan proses yang dinamis dan berkelanjutan yang melibatkan umpan balik antara tindakan manusia dan sistem ekologi. Maka pada penelitian ini, akan melihat dampak perubahan iklim di Pulau Bawean yang terletak di Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur dengan pendekatan studi kasus. Secara lebih khusus akan memotret bagaimana masyarakat nelayan Bawean memaknai dan belajar beradaptasi dari paparan perubahan iklim sebagai sebuah strategi adaptasi dalam menghadapi perubahan iklim.

2 METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Pendekatan ini pada dasarnya adalah bagian dari metode penelitian kualitatif yang berusaha mempelajari mengapa atau bagaimana, sehingga dalam penelitian ini harus diarahkan untuk menentukan mengapa dan bagaimana topik penelitian tersebut (Yin, 2018). Dalam penggalan

data, penelitian menggunakan teknik wawancara dan observasi yang dirangkum menjadi catatan lapangan.

Penelitian ini berlangsung selama 4 bulan dan berlokasi di Pulau Bawean yang pengamatannya dilakukan pada wilayah Desa Daun, Desa Pajinggahan, Desa Sidogedungbatu dan Pulau Gili. Subjek dalam penelitian ini adalah nelayan yang bernaung di dalam organisasi kelompok nelayan desa pada wilayah tersebut, kurang lebih satu kelompok nelayan beranggotakan 25-30 orang. Penelitian ini menggunakan metode wawancara semi terstruktur pada 8 nelayan dari empat kelompok nelayan di empat wilayah tersebut. Kemudian melakukan *Focus Group Discussion* (FGD) pada masing-masing empat kelompok nelayan.

Dalam pengorganisasikan data dan mendorong analisis yang mendalam, pendekatan ini menggunakan cara yang dinamakan *evaluating model*, yang mengatur data menjadi abstrak terkait suatu kejadian agar mudah dipahami. Pertanyaan seperti, “*Apa? Di mana? Kapan? Siapa?*” untuk mendapatkan gambaran suatu kejadian, kemudian dikembangkan menjadi “*mengapa?*” Guna memperjelas persoalan. Terakhir melakukan evaluasi dalam hal ini adalah “*bagaimana?*” Lalu membicarakan terkait hasil, seperti “*Apa yang akan dilakukan?*” dan *coda* atau narasi yang sudah selesai (Yin, 2011).

Tabel 1. Panduan pertanyaan diadopsi dari Yin (2011)

No	Jenis pertanyaan	Tujuan
1	Apa yang sedang terjadi?	Untuk mendapatkan gambaran suatu kejadian atau informasi awal
2	Di mana itu terjadi?	
3	Kapan itu terjadi?	
4	Siapa yang merasakan dampaknya?	
5	Lalu mengapa itu terjadi?	Untuk mendapatkan persoalan dan bagaimana cara mengatasinya
6	Bagaimana menghadapi kejadian itu?	
7	Apa yang akan dilakukan?	Untuk mendapatkan gambaran dari apa yang telah diupayakan dan akan diupayakan

Untuk memperkaya pertanyaan yang mengarah pada pencarian data secara mendalam di atas. Pendekatan pertanyaan kunci tersebut dapat diperluas dengan pendekatan *human ecology* untuk

mendapatkan gambaran kerentanan wilayah (Kassam dkk., 2011) yang lebih dekat dengan pendekatan sosiologi, sebagai berikut:

1. Ekosistem, melihat pada konteks kondisi lingkungan alam (biofisik) secara kontekstual;
2. Pengetahuan, menekankan pada kondisi di mana manusia mampu melihat dan memaknai perubahan alamnya;
3. Adaptasi, lebih melihat bagaimana manusia mampu bertahan dan menyesuaikan dengan perubahan pada ekosistemnya.

Secara kerangka dalam riset ini menekankan pada bentuk eksplorasi atas kondisi dan situasi perihal keterancaman pulau Bawean jika dilihat dari pendekatan lingkungan hidup yang dikontekstualisasikan dengan persoalan sosial dan ekonomi.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Wilayah Pulau Bawean masuk dalam kategori pulau (Mufti dkk., 2021). Dalam definisi mengenai pulau kecil, disebutkan bahwa wilayah yang termasuk pulau kecil adalah pulau yang memiliki luas lebih kecil atau sama dengan 2000 km persegi. Pulau Bawean luasnya hanya 197,4 km persegi, sesuai ketentuan maka pulau ini termasuk kategori pulau kecil. Secara bentang alam pulau Bawean memiliki karakteristik yang unik, di mana pulau ini dikelilingi oleh gunung berjenis batu gamping, bahkan memiliki danau vulkanik di atas perbukitan. Beberapa literatur menyebutkan jika keunikan ini dipengaruhi oleh asal muasal pulau Bawean, yang merupakan bekas gunung api purba, hal ini juga didasarkan pada adanya sumber air panas yang tersebar di beberapa desa seperti di wilayah Kepuhlegundi dan Gunungteguh. Keberadaan sumber air panas tersebut disebabkan oleh adanya jenis batuan vulkanik di wilayah Bawean, sehingga besar kemungkinan pulau ini secara pembentukan merupakan hasil dari proses panjang dari aktivitas gunung berapi purba (Hendratno dan Khoir, 2019).

Asal muasal pulau Bawean yang terbentuk dari aktivitas vulkanik secara tidak langsung mempengaruhi kondisi bentang alam di wilayah ini. Adanya gunung bertipologi batuan gamping juga menjadi keunikan tersendiri, di mana sangat jarang pulau kecil memiliki gunung di wilayahnya. Secara garis besar pulau Bawean terdiri dari beberapa pulau, Bawean sendiri sebagai pulau utama dan ada beberapa pulau kecil, seperti Gili, Noko, Selayar dan Cina. Wilayah Bawean selain untuk permukiman, persawahan dan kawasan produksi, juga ditetapkan sebagai wilayah lindung dengan jenis Suaka Margasatwa dan Cagar Alam.

Untuk suaka margasatwa berdasarkan data dari BKSDA, merujuk pada SK: Mentan No. 762/Kpts/Um/12/1979, tertanggal 5 Desember 1979 memiliki luas sebesar 3.831,6 Ha. Sementara untuk Cagar Alam berdasarkan SK: Mentan No.762/Kpts/Um/12/1979, 5 Desember 1979 memiliki luas wilayah sebesar 725 Ha. Jadi total kawasan lindung di Pulau Bawean sebesar 4.556,9 Ha dari total 11.872 Ha, artinya hampir separuh wilayah Bawean merupakan kawasan lindung. Kawasan lindung di Bawean bukan tanpa sebab, karena pulau ini memiliki hewan khas yakni rusa Bawean (*Axis kuhlii*) dan babi kutil (*Sus verrucosus*), selain itu juga mempunyai beberapa jenis hewan seperti babi hutan (*Sus scrofa*), monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*), musang (*Verrucula moluccensis*), landak (*Hystrix brachyura*), kalong (*Pteropus edulis*), pergam (*Ducula acinia*, *Ducula bicolor*, dan *Ducula whertoni*) dan raja udang (*Halchyon chloris*). Selain itu Bawean juga merupakan wilayah dengan sebaran tanaman yang beragam dan unik, seperti digoba (*Aglaria abeagnoides*), angsana (*Pterocarpus indicus*), pangopa (*Eugenia lepidocarpa*), binong (*Tetrameles nudiflora*), kenari (*Canarium asperum*), aren (*Arenga pinnata*), jarak (*Jatropha curcas*), mahoni (*Swietenia mahagoni*), bulu (*Irvingia malayana*), kenari (*Canarium asperum*), kayu sape (*Symplocos adenophylla*), pangopa (*Eugenia epidocarpa*), suren (*Dracontomelon mangiferum*) dan kalpo-kalpo (*Naucles sp.*). Pulau Bawean juga memiliki garis pantai yang panjang, di sepanjang garis pantai tersebut memiliki ekosistem endemik berupa tanaman mangrove, seperti pohon Nipah (Mufti dkk., 2021).

Hutan mangrove di Bawean hampir ditemukan di setiap titik di pulau ini, meskipun sudah banyak juga hutan mangrove yang rusak. Wilayah yang masih memiliki ekosistem mangrove yang besar tersebar di wilayah Daun dan Pulau Gili. Selain hutan mangrove, pulau Bawean juga memiliki tanaman khas seperti pohon camplong yang kayunya sering dimanfaatkan oleh nelayan sebagai bahan baku kapal. Hampir mayoritas hutan di bawean didominasi oleh tanaman seperti Mahoni, lalu ada juga tanaman produksi seperti jati dan sengon, tentu ini menjadi sorotan tersendiri, apalagi sebarannya juga masuk wilayah lindung. Tanaman jati dan sengon merupakan jenis budidaya untuk kebutuhan produksi, tidak cocok sebagai tanaman konservasi, sebab dua jenis tanaman tersebut menyerap air yang berlebihan, ke depan berbahaya bagi keberlanjutan sumber air.

Sementara untuk wilayah lautnya, Bawean memiliki ekosistem yang cenderung kompleks. Seperti tersebarnya beberapa jenis terumbu karang,

total ada 23 marga karang yang terbagi menjadi 10 famili, salah satunya adalah *Acroporidae*, *Faviidae*, *Fungiidae*, *Mussidae*, *Protidae* dan lain-lain. Keanekaragaman inilah yang menjadikan banyaknya jenis ikan hidup di Bawean, total ada sekitar 24 spesies jenis ikan terumbu karang seperti kerapu, kakap merah, kuning-kuning dan lain-lainnya yang dapat ditemui di perairan Bawean. Sementara jika melihat situasi dan kondisi terumbu karang di Bawean terdapat perubahan yang cukup mutlak dalam rentang waktu 1999-2017, sebab di tahun 2017 terdapat 1176 ha terumbu hidup, sementara yang mati berjumlah 1597 ha. Hal ini menunjukkan bahwa selama 13 tahun untuk terumbu karang hidup ada perubahan sekitar 95.4 ha, lalu untuk karang yang mati tercatat ada sekitar 670.5 hektar dibandingkan dengan tahun sebelumnya (Dewi dan Harsindhi, 2018).

Dari gambaran tersebut, wilayah Bawean cenderung memiliki ekosistem yang komplit sebagai sebuah pulau, di mana mereka mempunyai gunung, lahan kering hingga kawasan pesisir. Tentu keanekaragaman inilah yang menjadikan Bawean menjadi pulau yang layak huni untuk manusia, terutama untuk kebutuhan subsisten. Kompleksitas wilayah Bawean tentu juga memiliki kerentanan wilayah sebagaimana pulau kecil lainnya, seperti problem perubahan iklim, perubahan ruang hingga masalah gaya hidup masyarakat. Secara aktual di tengah perubahan zaman, Bawean menjadi pulau yang cukup rentan, khususnya terkait kondisi lingkungan hidup, keberlanjutan ruang dan pangan.

Hal ini dapat dilihat dari perubahan yang cukup signifikan dari kondisi lingkungan hidup yang berangsur-angsur berubah, seperti kondisi bentang alam di darat dengan maraknya tanaman budidaya, lalu di wilayah laut ada perubahan luas terumbu karang hingga mulai berkurangnya jenis ikan. Sehingga masa depan lingkungan pulau Bawean dipertaruhkan, khususnya dalam menghadapi aneka ancaman seperti perubahan iklim. Perlu dicatat bahwa pulau-pulau kecil merupakan wilayah yang paling terdampak dari perubahan iklim, seperti ancaman meningkatnya permukaan air laut, suhu di lautan dan cuaca ekstrem. Dampaknya pun sangat luas, seperti ancaman terhadap ketahanan pangan sampai migrasi paksa karena pulau terancam tidak dapat dihuni, sebab kondisinya sudah tidak layak (Cassin dkk., 2022; Lincoln Lenderking dkk., 2021; Vousdoukas dkk., 2023).

3.1 Kondisi Sosio-Ekonomi Pulau Bawean

Berdasarkan catatan singkat sejarah terkait Bawean yang didominasi informasi tentang

kuatnya budaya maritim, hingga kecenderungan migrasi yang kuat (Machmudi, 2021). Sebenarnya hal tersebut dapat direlasikan dengan keberadaan pulau Bawean sebagai sebuah wilayah transit atau tempat singgah. Selain itu keberadaan faktor tersebut juga dipengaruhi oleh kondisi alam dan juga bagaimana mereka hidup berdasarkan alam. Jika merujuk pada data yang tersedia secara faktual di lapangan, terlebih bersandar pada hasil observasi dan beberapa penelitian, menyebutkan jika mayoritas pekerjaan penduduk Pulau Bawean adalah nelayan, petani, pedagang, migran, buruh, pegawai negeri, karyawan swasta (Rosidin, 2016). Selain itu menurut penuturan warga bahwa mayoritas penduduk Bawean adalah nelayan, dan hal tersebut seakan-akan melekat pada kehidupan penduduk Bawean. Nelayan merupakan profesi yang dominan hal ini ditunjukkan oleh keberadaan 30 desa di Bawean, kurang lebih 19 desa mayoritas pencaharian utama penduduknya sebagai nelayan (Pudjio dkk., 2013).

Pada konteks ini dibuktikan dengan banyaknya permukiman yang berjejer di sepanjang pantai dan padat, jika dibandingkan dengan wilayah perbukitan (Samodra dkk., 2019). Selain itu yang sedang banyak menyerap tenaga kerja juga ada di sektor jasa pariwisata, ini juga sangat dipengaruhi oleh sedang naiknya tren wisata alam berbasis laut dan alam liar, tak terkecuali Bawean yang sedang digandrungi karena keindahan terumbu karangnya (Sukandar dkk., 2017).

Desa Tanjungori berada di wilayah teritori administrasi kecamatan Tambak. Desa Tanjungori memiliki sebaran penduduk sebesar 7.593 jiwa. Di Desa Tanjungori, penduduknya bekerja sebagai, nelayan, petani, pegawai negeri, pengajar sekolah, pedagang dan pegiat wisata. Berdasarkan informasi yang didapatkan dari masing-masing stakeholder desa, ditemukan temuan bahwa mayoritas di desa ini bekerja sebagai nelayan, meski banyak juga yang bekerja di luar Bawean atau sebagai perantau. Bahkan untuk di Tanjungori beberapa kelompok nelayan juga membentuk Kelompok Sadar Wisata, yang secara kerja dibentuk untuk mengatur pariwisata yang ada di wilayahnya. Di Tanjungori khususnya di Dusun Pajinggahan kelompok nelayan di tempat tersebut mengelola wisata pantai di wilayahnya, begitu pula untuk dusun lainnya. Di Desa Tanjungori dusun yang merupakan basis nelayan ada dua, yakni Pajinggahan dan Labuhan, tetapi dalam catatan ini hanya membahas di wilayah Pajinggahan saja. Berdasarkan catatan dari dua kali pertemuan bersama kelompok nelayan di Dusun Pajinggahan, total penduduk di dusun tersebut kurang lebih ada sekitar 900 jiwa. Dari keseluruhan populasi jumlah penduduk yang bekerja sebagai nelayan kurang

lebih ada 190 jiwa, itupun yang bekerja sebagai nelayan murni sekitar 100 jiwa dan sekitar 90 jiwa memiliki pekerjaan sampingan. Sementara itu observasi lain ditempatkan di Desa Daun yang berada di wilayah Sangkapura (FGD dengan Kelompok Nelayan Pajinggahan pada 27 September 2020). Tak jauh berbeda dengan Tanjungori, Desa Daun mayoritas penduduknya juga bekerja sebagai nelayan. Selain itu, di desa ini juga banyak penduduk yang menjadi pekerja perantau baik di pulau Jawa maupun luar negeri. Situasi terkini banyak di antara penduduk Daun yang juga nelayan turut berprofesi sebagai pegiat wisata, beberapa di antara mereka membentuk kelompok sadar wisata. Mereka mengelola wisata pantai dan wisata konservasi mangrove di wilayah Desa Daun. Jumlah penduduk Desa Daun ada sekitar 8.441 jiwa pada tahun 2018, hampir 4000 penduduknya berada di pulau Bawean dan sekitar 2000 penduduk tercatat sebagai migran. Perlu diketahui tempat nelayan paling banyak ada di empat dusun, hampir sekitar 80% adalah nelayan, yakni di dusun Laok, Alas Timur, Gunung Laok dan Daun Timur. Rata-rata profesi paling banyak merupakan nelayan, tetapi banyak juga yang berprofesi selain nelayan. Jumlah nelayan di Desa Daun kurang lebih ada 1000 nelayan.

Dalam catatan lapangan di Desa Daun terutama pada empat dusun, terdapat kurang lebih sekitar 30-40 orang dalam setiap kelompok yang berbasis lokasi tangkap. Tercatat di Daun Laut ada dua kelompok, Alas Timur tiga kelompok, Gunung Laok dua kelompok dan Daun Timur hanya ada satu kelompok. Populasi nelayan yang tinggi juga ditemukan di desa Sidogedungbatu, jumlah penduduk pada desa ini mencapai 6.600 jiwa yang tersebar di delapan dusun. Wilayah Sidogedungbatu juga mencapai pulau Gili dan Noko. Sebagian penduduk Sidogedungbatu bermata pencaharian sebagai nelayan, sebagiannya lagi menjadi pekerja perantau (FGD dengan Pemerintah Desa Daun pada 28 Oktober 2020).

Salah satu hasil observasi di Sidogedungbatu, lebih spesifiknya di wilayah dusun pulau Gili, mencatat bahwa di pulau kecil tersebut penduduknya hampir berjumlah 1000 jiwa dan mayoritas bekerja sebagai nelayan, serta sebagian kecil bekerja di sektor jasa termasuk pariwisata. Nelayan di pulau Gili memakai dua jenis perahu yakni jukung dan ketotok. Hasil laut yang jadi andalan penduduk pulau Gili adalah ikan berjenis kerapu, serta binatang laut lain seperti lobster, cumi-cumi dan kerang. Nelayan di tiga desa tersebut melaut setiap satu hari sekali dengan basis wilayah tangkap, jangkauan nelayan di Bawean untuk mencari ikan ada dalam radius 5 mil hingga lebih dari 20 mil. Nelayan di Bawean memakai dua

jenis perahu dalam operasinya. Perahu tersebut berjenis jukung dan ketotok, menurut pernyataan dari nelayan, bahwa perahu jukung dipakai untuk operasi penangkapan ikan dalam radius 5 mil atau permukaan laut dengan kapasitas sekitar dua orang. Sementara untuk jenis jukung digunakan untuk operasi penangkapan ikan dalam radius 20 mil dengan kapasitas sekitar empat hingga lima orang. Dalam penangkapan ikan untuk dua jenis kapal tersebut mayoritas nelayan masih memakai pancing, tetapi ada satu catatan menarik beberapa nelayan memakai jaring jenis kecil untuk nelayan dengan perahu jukung. Secara lokal mayoritas nelayan tidak menggunakan jaring besar atau cantrang (FGD dengan warga dusun Gili, Sidogedungbatu pada 15 November 2020).

Nelayan Bawean memiliki pengetahuan lokal berbasis kedekatan pada alam mereka. Salah satu yang nampak adalah pengetahuan melaut dengan menggunakan pendekatan angin. Nelayan di Bawean mengenal namanya musim barat (angin barat), sebuah siklus angin pada bulan Oktober-April yang ditandai dengan hujan lebat, angin kencang dan ombak yang cukup besar. Pada musim ini nelayan biasanya tidak melaut, jikalau harus melaut mereka benar-benar harus memperhatikan kondisi angin, ombak dan tinggi rendahnya curah hujan. Lalu, ada juga musim timur (angin timur) yang terjadi pada rentang bulan April-November, sebuah kondisi peralihan angin dari arah barat ke timur, pada musim ini biasanya angin tidak kencang dan ombak tidak besar. Pada musim inilah nelayan Bawean mendapatkan hasil tangkapan yang intensif. Ikan yang biasanya ada pada musim ini yakni ikan tongkol, penggol dan kerapu (Wawancara dengan nelayan Desa Pajinggahan dan Pulau Gili pada 15 dan 19 November 2020).

3.2 Dampak Perubahan Iklim di Pulau Bawean

Siklus angin yang dikenal oleh nelayan Bawean merupakan fenomena alam terkait fase-fase transisi musim. Pada konteks musim di Indonesia yang hanya ada dua jenis yakni, kemarau dan hujan sangat erat kaitannya dengan perubahan iklim. Indonesia kini tengah menghadapi fase-fase perubahan iklim yang tergolong rentan, ditandai dengan mulai bergesernya musim, pada satu sisi musim kemarau lebih panjang, pada sisi lainnya musim penghujan lebih panjang, serta terlalu panjangnya musim transisi dari penghujan ke kemarau atau sebaliknya yang dikenal dengan pancaroba. Kondisi tersebut sangat mengganggu pola melaut nelayan di Bawean, serta berdampak pada hasil tangkapan ikan. Karena dengan adanya perubahan musim yang tidak dapat diprediksi,

tentu hal tersebut sangat berpengaruh pada waktu melaut, melesetnya prediksi musim ikan dan pola-pola adaptasi lingkungan yang harus dihadapi oleh ikan untuk menyesuaikan dengan musim (Wawancara dengan Nelayan di Desa Daun dan Pajinggahan pada 2 dan 3 Desember 2020).

Menurut laporan USAID APIK pada tahun 2018, Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu provinsi yang turut mengalami dampak dari adanya perubahan iklim. Salah satu aspek yang direkam pada laporan ini adalah adanya kenaikan suhu rata-rata permukaan air laut. Suhu pada permukaan air laut meningkat hingga di atas 30 derajat celsius, sementara ketahanan biota laut seperti terumbu karang hanya pada suhu di bawah 30 derajat celsius. Kala suhu naik, maka dampak yang cukup signifikan yakni adanya proses pemutihan pada terumbu karang (*Coral Bleaching*) yang mengakibatkan matinya terumbu karang. Sementara itu, terumbu karang merupakan rumah bagi berbagai jenis ikan dan biota laut lainnya. Kondisi ini pun juga akan turut perlahan mematikan mata pencaharian nelayan. Bawean dalam laporan ini disebutkan sebagai salah satu wilayah yang terdampak dari adanya kenaikan suhu permukaan air laut (USAID APIK, 2018). Dampaknya beberapa populasi ikan karang mulai menurun, seperti ikan jenis kerapu dan napoleon (Wawancara dengan Nelayan di Desa Pajinggahan, pada 4 Desember 2020).

Dampak perubahan iklim di Pulau Bawean juga tampak dari mulai naiknya suhu rata-rata permukaan air laut. Keberadaan terumbu karang di Bawean memiliki indeks nilai kerentanan yang sangat rentan dengan nilai tutupan sebesar $< 24,9$. Kondisi tersebut jika dilihat pada konteks sensitivitas, di mana dengan nilai tutupan *mangrove*, terumbu karang dan padang lamun yang rendah, situasi tersebut secara prediktif akan mengancam kondisi permukaan air laut hingga pesisir di Bawean, khususnya untuk di wilayah Selatan. Terdapat kenaikan permukaan air laut di Bawean sekitar 0.01 mm setiap tahunnya, memang dalam kajian ini tidak dikategorikan rentan, tetapi kenaikan tersebut akan mengalami peningkatan yang signifikan jika perubahan iklim terus dibiarkan (Hidayah dkk., 2018).

Selain faktor perubahan iklim kenaikan permukaan air laut juga dapat diakibatkan oleh kerusakan ekosistem laut. Kondisi tersebut juga akan mempengaruhi keberadaan daratan, jika ekosistem seperti terumbu karang, padang lamun dan mangrove rusak, maka nilai kerentanan pesisir Bawean dipastikan menjadi semakin tinggi. Praktis situasi tersebut juga akan berdampak pada sektor pariwisata Bawean yang sangat bertumpu pada alam, khususnya masih terjaganya biodiversitas.

Kondisi tersebut juga didukung oleh keadaan pulau Bawean yang mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Berdasarkan dari hasil observasi dan wawancara dengan warga ditemukan bahwa abrasi di Bawean dimulai sejak tahun 2000. Sepanjang pesisir Bawean baik utara maupun selatan memiliki kerentanan cukup tinggi, terlihat di sepanjang pantai Tanjungori hingga Ponggoh, Kecamatan Tambak, air laut mulai melahap pasir-pasir dan mengancam daratan di wilayah tersebut. Hal tersebut juga dapat dilihat dari adanya pembeconan di sepanjang wilayah tersebut. Sementara di wilayah Daun, Kecamatan Sangkapura, ditemukan tingkat abrasi yang tinggi mengakibatkan air laut semakin mendekati daratan bahkan menenggelamkan beberapa rumah nelayan. Berdasarkan informasi dari warga tingkat kenaikan permukaan air laut diperkirakan mencapai 0,4 sampai 0,5 meter. Selain itu keberadaan banjir rob juga menjadi ancaman, karena daya rusaknya yang semakin besar.



Gambar 1 Abrasi dan kenaikan permukaan air laut di sisi utara Bawean (Dok Pribadi, 2022)

3.3 Strategi Adaptasi Dalam *Human Ecology*

Pendekatan *human ecology* terhadap adaptasi iklim menekankan sifat interaksi manusia dan lingkungan yang dinamis dan saling terkait, dengan fokus pada bagaimana individu, masyarakat, dan ekosistem beradaptasi terhadap perubahan lingkungan. Perubahan iklim mengubah ekosistem, dan sebagai tanggapannya, perilaku dan sistem manusia harus beradaptasi dengan tekanan lingkungan, seperti kekeringan, banjir, dan fluktuasi suhu. Pendekatan *human ecology* juga menggunakan pemikiran sistem, yang memandang manusia dan alam sebagai bagian dari satu kesatuan sistem (Marten, 2010). Pendekatan ini menyoroti saling ketergantungan antara sistem ekologi, sosial, dan ekonomi. Seperti manusia cenderung menerima pesan dari alam dalam bentuk pengetahuan yang kemudian

dikembangkan menjadi tindakan, lalu tindakan tersebut akan kembali lagi ke alam.

Kondisi tersebut terjadi pada petani, mereka memilih menjadi petani karena lingkungan yang mereka tinggali mendukung aktivitas bercocok tanam, sementara untuk nelayan mereka memanfaatkan laut karena memang kondisi lingkungan yang mereka tinggal demikian adanya, sehingga mereka belajar untuk membuat perahu dan teknologi yang berkaitan dengan aktivitas mereka (Rambo, 1983b). Lebih jauh, aktivitas mereka pun nantinya juga akan berpengaruh pada lingkungan yang mereka tinggali, seiring perkembangan teknologi dan meningkatnya kebutuhan sehingga berpengaruh pada layanan alam, kondisi inilah yang memicu kerentanan dan bahaya-bahaya alam (Adger, 2006; Bennett, 2017)

Kondisi tersebut menciptakan sebuah pemahaman melalui pengalaman dari manusia ketika melihat alamnya, maka mereka akan melakukan beberapa tindakan untuk menanggulangi persoalan ancaman terhadap lingkungan yang ditempatinya (Kassam dkk., 2011). Manusia akan belajar dari bahaya-bahaya alam dengan mulai memetakan dan mengambil strategi adaptasi dari perubahan yang dihadapi, salah satunya adalah mampu mengidentifikasi bahaya tersebut, membuat penilaian resiko dan mampu membuat manajemen resiko. Sehingga perubahan yang terjadi pada alam akan direspons menjadi strategi menghadapi kerentanan dalam suatu komunitas (Bollig, 2010). Konteks sosial ekonomi dan politik juga sangat penting dalam menentukan kapasitas individu dan masyarakat untuk beradaptasi terhadap perubahan iklim. Populasi yang rentan, seperti masyarakat berpenghasilan rendah dan kelompok-kelompok yang terpinggirkan, sering kali menanggung beban terbesar dari dampak iklim, namun memiliki akses yang terbatas terhadap sumber daya untuk beradaptasi. Oleh karena itu, pendekatan *human ecology* menekankan pentingnya mengatasi kesenjangan ini dalam strategi adaptasi. Ketahanan dan kapasitas adaptasi merupakan komponen penting yang mencerminkan kemampuan masyarakat dan ekosistem untuk menyerap guncangan dan pulih dari gangguan melalui langkah-langkah seperti diversifikasi mata pencaharian, peningkatan tata kelola, dan penguatan jaringan masyarakat

Seperti yang ditemukan di Bawean, bahwa kearifan lokal dalam melakukan operasi penangkapan ikan masih terawat hingga sekarang, seperti yang terekam dalam cerita nelayan di dua desa tersebut. Mereka mengakui bahwa salah satu tujuan masih memakai pancing adalah untuk menjaga populasi ikan serta terumbu karang, bagi

mereka terumbu karang merupakan rumah dan sumber pangan bagi aneka ikan. Pengetahuan tersebut secara tidak langsung mempengaruhi cara nelayan dalam menangkap ikan, mereka lebih memilih memakai pancing, ada juga yang memakai jaring tetapi hanya untuk di dekat bibir pantai dan beberapa digunakan pada jarak 5 hingga 15 mil tetapi hanya di permukaan saja tidak sampai dasar. Mereka juga tidak menggunakan *cantrang* dan pukot, karena dinilai akan merusak terumbu karang dan menyebabkan populasi ikan akan menurun.

Langkah yang diambil sebagai usaha menjaga ekosistem di Bawean yakni kelompok nelayan se Pulau Bawean melakukan koordinasi dengan



Gambar 2 Kawasan konservasi mangrove di Desa Daun (Dok Pribadi, 2022)

pemerintah setempat yakni Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Gresik, Pemerintah Kecamatan Sangkapura dan Tambak, serta Polisi Air dan Laut untuk melakukan pengawasan pada aktivitas kapal-kapal *cantrang*. Bahkan beberapa kelompok nelayan secara tegas melakukan patroli dan menangkap nelayan yang menggunakan alat tersebut, kemudian kapalnya ditahan dan dipaksa melakukan perjanjian untuk tidak memasuki wilayah Bawean (Wawancara dengan Ketua Kelompok Nelayan Pajinggahan dan Daun pada 15 dan 19 November 2020).

Secara mitigatif warga di Bawean seperti yang terjadi di Desa Daun mereka membentuk kelompok sadar perubahan iklim dalam wadah Kelompok Tanggap Bencana Desa yang diisi oleh kelompok konservasi, wisata, nelayan dan pemerintah desa. Salah satu aktivitas yang mereka lakukan yakni melakukan penanaman *mangrove* untuk menyelamatkan wilayah daratan mereka dari kikisan air laut. Beberapa wilayah juga mulai bergerak menggalakkan kembali penghijauan di wilayah pesisir, seperti upaya penanaman kembali

mangrove dan nipah. Aksi serupa mulai banyak dilakukan oleh para pegiat wisata dan konservasi di Bawean, terutama pada wilayah Pulau Gili dan sekitar wilayah Sangkapura. Upaya-upaya tersebut merupakan bentuk praktik baik yang dilakukan oleh komunitas warga, sebagai respons atas dampak perubahan iklim. Sampai aksi tersebut mendorong bagaimana keterlibatan pemerintah lokal untuk terlibat dalam upaya menjaga ekosistem Pulau Bawean.

4 PENUTUP

Kesimpulan dari studi kasus perubahan iklim di Pulau Bawean menunjukkan bahwa pulau-pulau kecil seperti Bawean memiliki kerentanan yang sangat tinggi terhadap dampak perubahan iklim. Kenaikan permukaan air laut, perubahan suhu, degradasi ekosistem laut seperti terumbu karang, dan ancaman terhadap ketahanan pangan menjadi isu utama yang harus segera ditangani. Dari sudut pandang *human ecology*, terlihat bagaimana perubahan lingkungan memengaruhi kehidupan dan mata pencaharian masyarakat setempat, terutama para nelayan.

Masyarakat Pulau Bawean, khususnya nelayan, telah mulai mengadaptasi strategi-strategi tertentu untuk bertahan menghadapi perubahan ini. Mereka menunjukkan ketahanan melalui upaya menjaga ekosistem lokal, seperti penangkapan ikan yang berkelanjutan, penghindaran penggunaan alat tangkap destruktif seperti *cantrang*, dan partisipasi dalam program-program konservasi seperti penanaman kembali *mangrove* untuk mencegah abrasi. Inisiatif-inisiatif ini memperlihatkan bagaimana masyarakat lokal tidak hanya menyadari dampak perubahan iklim, tetapi juga proaktif dalam mengelola risiko yang ditimbulkan oleh perubahan lingkungan yang semakin tidak menentu.

Pendekatan *human ecology* menyoroti pentingnya hubungan timbal balik antara masyarakat dan lingkungan. Dalam konteks ini, masyarakat Bawean telah mengembangkan pengetahuan lokal yang membantu mereka beradaptasi dengan perubahan iklim, seperti penggunaan alat tangkap yang ramah lingkungan serta pemahaman yang mendalam tentang siklus angin dan musim. Namun, meskipun ada inisiatif lokal yang kuat, tantangan besar masih ada, terutama terkait kerusakan ekosistem laut dan penurunan populasi ikan, yang dapat mengancam keberlanjutan mata pencaharian nelayan di masa depan.

Oleh karena itu, diperlukan intervensi lebih lanjut dari pihak pemerintah dan lembaga terkait untuk mendukung upaya adaptasi masyarakat, terutama melalui kebijakan yang mendorong

kelestarian ekosistem laut dan darat, peningkatan kesadaran tentang dampak perubahan iklim, serta pengembangan teknologi yang ramah lingkungan bagi sektor perikanan dan pertanian. Kolaborasi yang lebih kuat antara pemerintah, masyarakat lokal, dan lembaga non-pemerintah diperlukan untuk menciptakan strategi adaptasi yang lebih komprehensif, yang dapat menjamin keberlanjutan lingkungan dan sosial ekonomi masyarakat Bawean dalam menghadapi tantangan perubahan iklim.

Dengan keragaman ekosistemnya dan ketergantungan pada alam untuk mata pencaharian, Pulau Bawean menghadapi masa depan yang penuh tantangan. Namun, potensi untuk meningkatkan ketahanan dan adaptasi tetap besar, terutama jika masyarakat, pemerintah, dan pemangku kepentingan lainnya dapat bekerja bersama untuk melindungi sumber daya alam yang penting bagi kelangsungan hidup pulau ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268–281.
- Adger, W. N., Barnett, J., Brown, K., Marshall, N., & O'Brien, K. (2013). Cultural dimensions of climate change impacts and adaptation. *Nature Climate Change*, 3(2), 112–117.
- Barnosky, A. D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G. O. U., Swartz, B., Quental, T. B., Marshall, C., McGuire, J. L., Lindsey, E. L., & Maguire, K. C. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, 471(7336), 51–57.
- Bennett, J. W. (2017). *Human ecology as human behavior: Essays in environmental and development anthropology*. Routledge.
- Bollig, M. (2010). *Risk management in a hazardous environment: A comparative study of two pastoral societies* (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
- Cassin, L., Melindi-Ghidi, P., & Prieur, F. (2022). Confronting climate change: Adaptation vs. migration in Small Island Developing States. *Resource and Energy Economics*, 69, 101301.
- Courchamp, F., Hoffmann, B. D., Russell, J. C., Leclerc, C., & Bellard, C. (2014). Climate change, sea-level rise, and conservation: keeping island biodiversity afloat. *Trends in Ecology & Evolution*, 29(3), 127–130.
- Crate, S. A., & Nuttall, M. (2016). *Anthropology and climate change: from encounters to actions*. Routledge.

- Dewi, C. S. U., & Harsindhi, C. J. (2018). *Karang dan Ikan Terumbu Pulau Bawean*. Universitas Brawijaya Press.
- Hendratno, A., & Khoir, F. D. (2019). Petrologi Batuan Vulkanik Pulau Bawean, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. *Seminar Nasional Kebumihan Ke-12, September*, 994–1006.
- Hidayah, Z., Romadhon, A., & Witjarnoko, Y. (2018). Vulnerability Analysis of Sea Level Rise in The Southern Coast of Bawean Island. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 20(2), 87–94.
- Kassam, K.-A., Baumflek, M., Ruelle, M., & Wilson, N. (2011). *Human Ecology of Vulnerability, Resilience and Adaptation: Case Studies of Climate Change from High Latitudes and Altitudes*. <https://doi.org/10.5772/24054>
- Lincoln Lenderking, H., Robinson, S., & Carlson, G. (2021). Climate change and food security in Caribbean small island developing states: challenges and strategies. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 28(3), 238–245.
- Machmudi, Y. (2021). Cultural and Religious Identities of Bawean Societies Overseas. *Proceedings of the International University Symposium on Humanities and Arts 2020 (INUSHARTS 2020)*, 347–351. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211110.051>
- Mandal, S., Satpati, L. N., Choudhury, B. U., & Sadhu, S. (2018). Climate change vulnerability to agrarian ecosystem of small Island: evidence from Sagar Island, India. *Theoretical and Applied Climatology*, 132(1), 451–464.
- Marten, G. G. (2010). *Human ecology: Basic concepts for sustainable development*. Routledge.
- Menon, S., Soberón, J., Li, X., & Peterson, A. T. (2010). Preliminary global assessment of terrestrial biodiversity consequences of sea-level rise mediated by climate change. *Biodiversity and Conservation*, 19(6), 1599–1609.
- Mufti, F., Septya N, F., Wildan N, F., Pratiwi K.P, B., Ayu Saputri, D., Andriyani, D., & Annisa R, N. (2021). *Biodiversitas Pulau Bawean dalam Ekspedisi BALADEWA: Anggrek, Herpetofauna, Burung, Capung, dan Kupu-kupu*. CV Masa Kini (Anggota IKAPI). <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/60083/1/BIODIVERSITAS%20BAWEAN-Maizer.pdf>
- PecI, G. T., Araújo, M. B., Bell, J. D., Blanchard, J., Bonebrake, T. C., Chen, I.-C., Clark, T. D., Colwell, R. K., Danielsen, F., & Evengård, B. (2017). Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science*, 355(6332).
- Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., Nicolai, M., Okem, A., & Petzold, J. (2019). IPCC special report on the ocean and cryosphere in a changing climate. *IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change: Geneva, Switzerland*, 1(3).
- Pudjio, S., Dyson, L., Setiawan, B., Adi, D., Adib, M., Andriati, R., Pinky, S., & Muaddib, A. (2013). Pemanfaatan Peluang Bermigrasi ke Luar Negeri: Respon Ketidakpastian Pendapatan Nelayan Desa Kepuh Kecamatan Tambak Bawean Kabupaten Gresik Jawa Timur. *BioKultur*, II (Juli-Desember 2013), 133–145.
- Rambo, A. T. (1983a). *Conceptual approaches to human ecology*.
- Rambo, A. T. (1983b). *Conceptual approaches to human ecology*.
- Rosidin, R. (2016). Nilai-Nilai Kerukunan Dalam Kearifan Lokal Masyarakat Bawean Gresik. *Al-Qalam*, 21(1), 129–140.
- Samodra, F. X. T. B., Mappajaya, A., & Kharismawan, R. (2019). The Adaptation Characteristics of Traditional Dwelling in Bawean to The Environmental Condition at Indonesian Archipelago. *Tesa Arsitektur, Journal of Architectural Discourses*, 17(1), 48–60.
- Sodhi, N. S., Brook, B. W., & Bradshaw, C. J. A. (2009). V. 1 Causes and consequences of species extinctions. In *The Princeton guide to ecology* (pp. 514–520). Princeton University Press.
- Sukandar, S., Dewi, C. S. U., & Handayani, M. (2017). Analisis kesesuaian dan daya dukung lingkungan untuk pengembangan wisata bahari di Pulau Bawean Kabupaten Gresik Provinsi Jawa Timur. *DEPIK Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, 6(3), 205–213.
- Tezar, T., & Setiadi, R. (2023). Risk Perception of Small Islands Community on Climate Change: Evidence from Mepar and Baran Islands, Indonesia. *Island Studies Journal*, 19(1).
- USAID APIK. (2018). Laporan Kajian Kerentanan Dan Risiko Iklim Provinsi Jawa Timur No Title. In *Laporan Kajian Kerentanan Dan Risiko Iklim Provinsi Jawa Timur*.
- Veron, S., Mouchet, M., Govaerts, R., Haevermans, T., & Pellens, R. (2019). Vulnerability to climate change of islands

worldwide and its impact on the tree of life.
Scientific Reports, 9(1), 1–14.

- Vousdoukas, M. I., Athanasiou, P., Giardino, A., Mentaschi, L., Stocchino, A., Kopp, R. E., Menéndez, P., Beck, M. W., Ranasinghe, R., & Feyen, L. (2023). Small Island Developing States under threat by rising seas even in a 1.5 °C warming world. *Nature Sustainability*, 6(12), 1552–1564. <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01230-5>
- Wibowo, A. (2016). *Strategi adaptasi Nelayan di pulau-pulau kecil terhadap dampak perubahan iklim (Kasus: Desa Pulau Panjang, Kecamatan Subi, Kabupaten Natuna, Kep. Riau)*.
- Yin, R. K. (2011). *Applications of case study research*. sage.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications*. Sage.