

Resiliensi Terumbu Karang Dalam Perspektif Ekologi Sebagai Instrumen Konservasi

Sari Hidayani¹, Sariah¹

¹Mahasiswa Program Studi Magister Pendidikan IPA Universitas Mataram

Email : sari.hidayani@gmail.com

Abstrak

Kajian mengenai resiliensi terumbu karang diperlukan untuk mendukung pengelolaan terumbu karang, sehingga dapat membantu terumbu karang dalam mengatasi tekanan dan kerusakan yang terjadi. Sebagai studi kasus peneliti melakukan kajian resiliensi terumbu karang dalam perspektif ekologi sebagai instrumen konservasi. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu studi kepustakaan, yang merupakan suatu teknik pengumpulan data dengan menghimpun dan menganalisis dokumen-dokumen, baik dokumen tertulis, gambar maupun elektronik dalam hal ini berupa analisis artikel dari berbagai Jurnal kemudian dianalisis secara deskriptif.

kata kunci : Resiliensi Terumbu Karang dan konservasi

abstract

Studies on coral reef resilience are needed to support the management of coral reefs, so as to help coral reefs in overcoming the stresses and damage that occur. As a case study the researchers conducted a study of coral reef resilience in an ecological perspective as a conservation instrument. Data collection techniques in this study is literature study, which is a technique of collecting data by collecting and analyzing documents, both written documents, images and electronic in this case in the form of article analysis from various Journals and then analyzed descriptively.

keywords: Coral Reef Resillance and conservation

I. Pendahuluan

Indonesia yang dikenal sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, memiliki sumberdaya alam hayati laut yang sangat potensial. Salah satunya adalah sumberdaya terumbu karang yang hampir tersebar di seluruh perairan Indonesia. Berdasarkan hasil penelitian pada tahun 1998, luas terumbu karang Indonesia adalah 42.000 km² atau 16,5 dari luasan terumbu karang dunia yaitu seluas 255.300 km². Dengan estimasi di atas, Indonesia menduduki peringkat terluas ke 2 di dunia setelah Australia, yang mempunyai luasan terumbu karang sebesar 48.000 km² (Salim, 2012).

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem di bumi yang paling produktif dan paling kaya dari segi hayati. Terumbu karang memberikan manfaat sangat besar bagi jutaan penduduk yang hidup dekat pesisir, ini merupakan sumber pangan dan pendapatan yang penting, menjadi tempat asuhan bagi berbagai spesies ikan yang diperdagangkan, menjadi daya tarik wisatawan penyelam dan pengagum terumbu karang dari seluruh dunia, memungkinkan terbentuknya pasir di pantai pariwisata, dan melindungi garis pantai dari hantaman badai. Namun demikian, terumbu karang menghadapi sederet panjang ancaman yang semakin hebat termasuk penangkapan berlebihan, pembangunan pesisir, limpasan dari pertanian, dan pelayaran. Disamping itu, ancaman perubahan iklim dunia telah mulai melipatgandakan ancaman tersebut (Lauretta Burke 2012).

Perubahan iklim akan mengakibatkan kenaikan suhu air laut sekitar 0,2 hingga 2,5 °C. Sedikit saja suhu berubah dapat menyebabkan dampak yang besar terhadap vitalitas, pertumbuhan dan laju reproduksi organisme laut. Ada beberapa hal yang ditimbulkan dengan naiknya suhu bumi terhadap ekosistem terumbu karang, yaitu perubahan distribusi ekosistem, penurunan potensi klasifikasi dan pemutihan karang. Pemutihan merupakan tanggapan terhadap cekaman (stress) sewaktu terjadi perubahan besar dalam organisasi jaringan dan sitokimia dalam polip (Hayes dan Goreau, 1992). Beberapa contoh pemutihan terutama berhubungan dengan terdegradasinya pigmen-pigmen klorofil dari zooxantela, yang disebabkan oleh pecahnya atau terjadinya foto-oksidasi klorofil (Asada dan Takahashi, 1987).

Hoegh-Guldberg (1999) memprediksi bahwa pemutihan karang akan lebih sering terjadi di masa mendatang. Dengan demikian, sebagian besar karang tidak memiliki kesempatan untuk pulih kembali. Berdasarkan piramida Marshall dan Schuttenberg (2006), pemutihan karang sering mengakibatkan kematian karang sebagaimana spesies atau genus karang memiliki kemampuan yang berbeda dalam merespon panas. Secara alami respon terumbu karang terhadap perubahan dan tekanan lingkungan adalah berusaha untuk bertahan dan menunjukkan gejala pemulihan hingga kembali terbentuknya komunitas yang

stabil setelah mengalami kerusakan (Obura & Grimsditch 2009). Kemampuan pulih kembali setelah mengalami gangguan ini dikenal dengan istilah resiliensi. Memelihara dan meningkatkan resiliensi terumbu karang sangat diperlukan dalam upaya pengelolaan terumbu karang terkait perubahan iklim global. Resiliensi terumbu karang merupakan kemampuan ekosistem terumbu karang untuk menghadapi (mengabsorpsi) gangguan dan membangun kembali sistem yang didominasi oleh karang (Hughes et al. 2007).

Untuk itu penting dilakukan kajian yang berhubungan dengan perubahan iklim global yang relevan dengan pengelolaan ekosistem terumbu karang masa depan adalah resiliensi ekosistem. Kajian resiliensi sangat berkaitan erat dengan tingkat kesehatan terumbu karang yang mencakup penilaian terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan serta daya adaptasi yang di ekspresikan dengan respon ekosistem terumbu karang terhadap tekanan lingkungan. Kunci untuk meningkatkan kapasitas adaptif ialah resiliensi yang merupakan strategi yang mulai dikembangkan (Folke et al 2002).

Kajian mengenai resiliensi terumbu karang diperlukan untuk mendukung pengelolaan terumbu karang, sehingga dapat membantu terumbu karang dalam mengatasi tekanan dan kerusakan yang terjadi. Sebagai studi kasus peneliti melakukan kajian resiliensi terumbu

karang dalam perspektif ekologi sebagai instrumen konservasi.

II. Bahan dan Metode

Teknik pengumpulan data dalam paper ini yaitu studi kepustakaan, yang merupakan suatu teknik pengumpulan data dengan menghimpun dan menganalisis dokumen-dokumen, baik dokumen tertulis, gambar maupun elektronik dalam hal ini berupa analisis artikel dari berbagai Jurnal, dengan menggunakan kata kunci Resiliensi Terumbu Karang dan konservasi kemudian dianalisis secara deskriptif.

III. Pembahasan

1. Keberlanjutan Ekosistem Terumbu Karang

Ekosistem terumbu karang merupakan ekosistem yang paling kaya dan produktif di muka bumi (Burke, Reynter, Spalding, & Perry, 2012). Terumbu karang mampu memberikan manfaat bagi masyarakat pesisir untuk mencukupi kebutuhan hidupnya. Selain sumber pangan, terumbu karang juga merupakan sumber pendapatan bagi masyarakat pesisir. Bagi berbagai spesies ikan, terumbu karang merupakan tempat asuhan, tempat memijah dan tempat mencari makan. Bagi para pelancong, terumbu karang merupakan daya tarik wisata yang mengundang kekaguman karena keindahannya. Keberadaan terumbu karang juga berperan dalam melindungi wilayah pesisir dari terpaan badai. Akan tetapi terumbu karang juga

merupakan ekosistem yang rentan terhadap kerusakan. Ketergantungan yang tinggi akan sumber daya laut mengakibatkan pemanfaatan yang berlebihan dan perusakan terumbu karang (Burke, Selig, & Spalding, 2002).

Terumbu karang merupakan asosiasi di lautan yang terbentuk seluruhnya oleh kegiatan biologis. Terumbu adalah endapan-endapan masif yang penting dari kalsium karbonat yang terutama dihasilkan oleh karang dengan sedikit tambahan dari alga berkapur dan organisme-organisme lain yang menghasilkan kalsium karbonat (Nybakken, 1992). Manfaat langsung yang diberikan oleh terumbu karang yaitu habitat organisme lainnya dalam mencari makan (feeding ground), tempat asuhan dan pembesaran (nursery ground), dan tempat pemijahan (spawning ground), pariwisata bahari, dan lain-lain. Sedangkan manfaat tak langsung yang diberikan oleh terumbu karang yaitu peran sebagai pelindung pantai dari terpaan gelombang dan penahan abrasi (Aldilla, 2014). Namun demikian, terumbu karang menghadapi sederet panjang ancaman yang semakin hebat termasuk penangkapan berlebihan, pembangunan pesisir, limpasan dari pertanian, dan pelayaran.

Berdasarkan hasil penelitian Adriman (2012) Kondisi perairan mempengaruhi ekosistem terumbu karang. Kondisi perairan sangat ditentukan oleh nilai atau konsentrasi parameter kualitas air, seperti kedalaman, TSS, kecerahan, suhu, salinitas, unsur

hara (nitrat dan fosfat). Kedalaman perairan dan TSS berpengaruh terhadap penetrasi cahaya matahari yang masuk ke dasar perairan dimana terumbu karang berada. Pengaruh ini berbanding terbalik dengan kecerahan, yaitu semakin dalam perairan dan semakin tinggi TSS maka penetrasi cahaya matahari semakin berkurang. Kaitan dengan terumbu karang adalah, bahwa cahaya matahari sangat diperlukan untuk pertumbuhan karang terkait dengan fotosintesis alga simbiosis *zooxanthellae*.

Peningkatan konsentrasi unsur hara di perairan akan memacu produktivitas fitoplankton dan alga bentik. Hal ini diindikasikan dengan peningkatan klorofil a dan kekeruhan, pada akhirnya memacu populasi hewan filter dan detritus feeder. Pengaruh peningkatan populasi fitoplankton dan kekeruhan, kompetisi alga bentik serta toksisitas fosfat secara bersamaan dapat menurunkan jumlah karang (Connel dan Hawker, 1992). Terumbu karang akan tumbuh dengan baik pada substrat pasir kasar, sebaliknya akan terganggu pertumbuhannya pada substrat perairan yang berlumpur (Soekarno et al, 1981). Oleh karena itu, substrat perairan tempat hidup terumbu karang harus terhindar dari tingkat sedimentasi yang tinggi. Menurut Hubbard dan Pocock (1972) dalam Supriharyono (2007) bahwa laju sedimentasi yang tinggi dapat mematikan polip karang, sehingga akan mempengaruhi tutupan karang hidup.

2. Ancaman Keberlanjutan Ekosistem Terumbu Karang

Terumbu Karang menghadapi ancaman yang belum pernah dialami sebelumnya. Sebagian ancaman terlihat sangat jelas dan terjadi langsung pada terumbu karang. Sebagai contoh, tingkat penangkapan ikan sekarang ini tidak lestari pada sebagian besar terumbu karang di dunia dan mengarah pada kepunahan secara terbatas spesies ikan tertentu, ambruk dan tutupnya usaha penangkapan, dan perubahan ekologis yang jelas. Ancaman lainnya merupakan hasil kegiatan manusia yang berlangsung jauh dari terumbu karang. Pembukaan hutan, budidaya tanaman, peternakan yang intensif, dan pembangunan pesisir yang tidak terencana dengan baik telah menambah limpasan endapan dan unsur hara ke perairan pesisir, menutupi sebagian karang, dan turut menyebabkan pertumbuhan makroalga secara berlebihan (Spalding, 2012).

Di luar dampak setempat yang luas dan merusak, terumbu karang menghadapi ancaman yang semakin besar di seluruh dunia terkait dengan naiknya kadar gas rumah kaca di atmosfer. Bahkan di daerah yang tekanan setempat terhadap terumbu karangnya kecil, meningkatnya suhu air laut telah menyebabkan kerusakan yang luas pada terumbu karang melalui pemutihan karang massal, yang terjadi ketika karang tertekan dan kehilangan secara masal mikroalga *zooxanthellae* yang biasanya hidup di dalam jaringan tubuh karang dan

menyediakan makanan bagi karang (Burke, Reytar, Spalding, & Perry, 2012).

Meningkatnya kadar CO₂ di atmosfer, sebagai akibat dari penebangan hutan dan pembakaran bahan bakar minyak, juga menyebabkan perubahan susunan kimia pada perairan laut. Sekitar 30% CO₂ yang dilepas oleh kegiatan manusia diserap ke dalam permukaan laut, yang bereaksi dengan air membentuk asam karbonat. Pengasaman air laut yang tidak kentara ini berpengaruh sangat besar terhadap susunan kimia air laut, khususnya pada ketersediaan dan daya larut senyawa mineral seperti kalsit dan aragonit, yang dibutuhkan oleh karang dan organisme lainnya untuk membentuk kerangka kapurnya. Pada awalnya, perubahan pada susunan kimia air laut ini diduga memperlambat pertumbuhan karang, dan dapat melemahkan kerangkanya. Pengasaman yang berlanjut akan pada akhirnya menghentikan pertumbuhan karang dan mulai memicu perontokan secara perlahan struktur karbonat seperti terumbu karang (Burke, Reytar, Spalding, & Perry, 2012).

Jarang terumbu karang mengalami hanya satu jenis ancaman. Lebih sering ancaman tersebut bercampur. Sebagai contoh, penangkapan berlebih melenyapkan herbivora penting yang memakan makroalga sedangkan limpasan dari pertanian membawa unsur hara yang menyebabkan berkembangnya makroalga, secara bersama-sama, dampak tersebut akan mengurangi kelimpahan atau menghambat pertumbuhan karang.

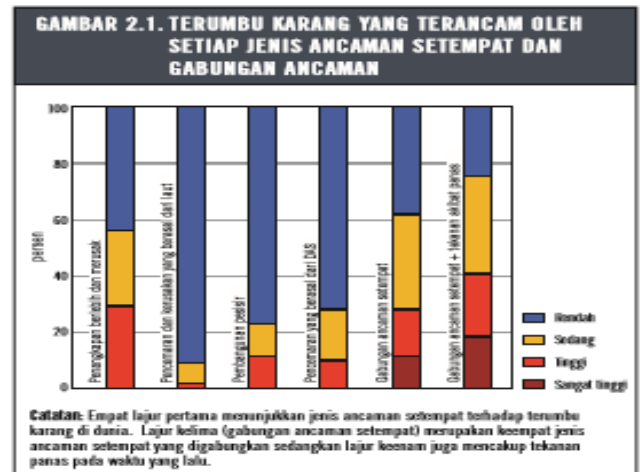
Terumbu karang yang menjadi rentan akibat satu jenis ancaman dapat didesak menuju kehancuran ekologis apabila ditambah dengan ancaman kedua (Burke, Reytar, Spalding, & Perry, 2012).

Ancaman tersebut menyebabkan ketidakseimbangan ekologis yang dapat menjadikan karang lebih mudah terpapar oleh jenis ancaman lain yang lebih “alamiah”. Sebagai contoh, bulu seribu atau bintang laut berduri, yang memangsa karang, ada secara alamiah di banyak terumbu karang, namun ledakan populasi bintang laut berduri (yaitu kenaikan populasi dalam jumlah besar dan tiba-tiba) sekarang terjadi lebih sering, yang sering bersamaan dengan jenis ancaman lainnya atau menyertai kejadian pemutihan karang. Apalagi, karang yang telah tertekan menjadi lebih rentan terhadap penyakit. Meskipun penyakit merupakan hal yang alamiah di setiap ekosistem, penyakit karang telah meningkat, baik jumlah terjadinya maupun sebaran tempatnya pada tahun-tahun terakhir ini (Burke, Reytar, Spalding, & Perry, 2012).

Penyebab peningkatan penyakit tersebut belum sepenuhnya dipahami, tetapi mungkin saja karang menjadi lebih rentan terhadap penyakit sebagai akibat dari penurunan kualitas air laut dan peningkatan suhu air laut. Juga ada bukti kuat bahwa ledakan penyakit menyertai kejadian pemutihan karang. Tindakan pengelolaan seperti untuk melindungi kualitas air, mempertahankan keanekaragaman kegunaan, dan mengurangi ancaman lain terhadap

terumbu karang dapat membantu mengurangi kemunculan dan dampak dari penyakit mengingat bahwa penyakit sering lebih parah apabila karang sudah dalam keadaan tertekan. Upaya tersebut mengurangi ancaman setempat maupun menambah keuletan terumbu karang meningkatkan peluang pemulihan setelah terkena pemutihan karang.

Berdasarkan hasil Analisis Burke, Reytar, Spalding, & Perry (2012) menunjukkan bahwa lebih dari 60% terumbu karang dunia sedang mengalami ancaman langsung dari satu atau lebih sumber penyebab setempat, termasuk penangkapan berlebihan dan merusak, pembangunan pesisir, pencemaran yang berasal dari DAS, serta pencemaran dan kerusakan yang berasal dari laut (lihat peta di sampul depan dalam).



- Diantara penangkapan berlebihan termasuk penangkapan yang merusak merupakan ancaman langsung yang tersebar paling luas, yang mempengaruhi lebih dari 55% terumbu karang dunia.

- Pembangunan pesisir dan pencemaran yang berasal dari DAS masing-masing mengancam sekitar 25% terumbu karang dunia.
- Pencemaran dan kerusakan yang berasal dari kapal tersebar luas, yang mengancam sekitar 10% terumbu karang di dunia (gambar 2.1).

3. Resiliensi Ekosistem Terumbu Karang

Resiliensi ekosistem dapat didefinisikan sebagai kapasitasnya untuk menyerap gangguan sambil mempertahankan struktur dan fungsinya (Holling 1973). Faktor resiliensi meningkatkan kapasitas komunitas terumbu karang untuk pulih setelah kejadian gangguan. Faktor resiliensi terbagi dalam dua kategori besar yaitu faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik. Faktor intrinsik adalah faktor yang ditentukan oleh karakteristik ekologi komunitas terumbu karang tertentu yang dapat berkontribusi terhadap pemulihan terumbu karang setelah kejadian gangguan. Karakteristik tersebut meliputi kapasitas karang yang tersisa untuk menghasilkan larva yang melimpah dan / atau kuat yang akan merekrut interaksi yang berhasil dan ekologis yang dapat mendukung survivorship dan pertumbuhan begitu rekrutan tiba. Faktor ekstrinsik adalah karakteristik fisik yang membuat terumbu karang lebih mungkin untuk menerima larva pada arus yang ada atau yang mendukung penyelesaian dan perekrutan yang berhasil oleh larva tersebut (Done 2008).

Hasil penelitian Jordan (2003) yaitu mengembangkan daftar faktor resiliensi yang dapat berkontribusi terhadap pemulihan terumbu karang (Tabel 1). Faktor dibagi menjadi dua kelompok: karakteristik biotik masyarakat karang (faktor intrinsik) dan kondisi fisik situs yang ditentukan oleh oseanografi atau manajemen eksternal (faktor ekstrinsik).

Tabel1. Daftar faktor yang berkontribusi terhadap ketahanan komunitas karang.

Faktor Resiliensi	Reliabilitas
Ketersediaan faktor ketahanan intrinsik dan kelimpahan larva lokal	High
keberhasilan rekrutmen	High
Kelimpahan rendah bioeroders, corallivores, penyakit	High
masyarakat beraneka ragam yang beragam untuk menyiapkan lapisan bawah untuk penyelesaian karang (misalnya ikan herbivora)	High
Faktor ketahanan ekstrinsik	
potensi pemulihan yang baik karena rezim manajemen yang efektif	High
konektivitas dengan arus (transportasi larva dari terumbu sumber lainnya)	Low
konsentrasi pasokan larva (mis., konsentrasi dan penyelesaian pada pusaran)	Low

Keandalan mengacu pada apakah faktor tersebut dianggap dapat diprediksi dan terus-menerus dalam operasinya dan dengan demikian bernilai tinggi sebagai prediktor potensi pemulihan.

Pemutihan karang yang disebabkan peningkatan suhu permukaan laut hingga kini belum dapat dihentikan. Sementara para peneliti berpendapat bahwa pemutihan karang akan lebih sering terjadi dimasa mendatang, sehingga karang tidak memiliki kesempatan untuk pulih. Menurut Baker et al. (2008), pemutihan karang merupakan ancaman kerusakan karang yang sangat penting. Peningkatan dan pemeliharaan resiliensi terumbu karang merupakan satu-satunya upaya dalam pengelolaan terumbu karang untuk menghadapi gangguan terkait perubahan iklim global (Nystrom et al. 2008). McClanahan et al. (2012) mendefinisikan resiliensi ekologi sebagai kapasitas suatu ekosistem untuk mengabsorpsi gangguan yang berulang dan beradaptasi dengan perubahan sementara mempertahankan struktur dan fungsi utama yang sama.

Hasil penelitian Ampou 2017 melaporkan kematian karang di Indonesia setelah penurunan permukaan laut El Niño. Fakta bahwa permukaan laut turun, atau pasang surut yang sangat rendah, menginduksi kematian terumbu karang bukanlah hal yang baru, namun penelitian ini menunjukkan bahwa melalui penurunan permukaan laut yang cepat, El Niño 2015-2016 telah mempengaruhi terumbu karang dangkal Indonesia jauh sebelum suhu permukaan laut yang tinggi

dapat memicu pemutihan karang. Penurunan tingkat air laut muncul sebagai faktor kematian utama di Pulau Bunaken di Sulawesi Utara, dan altimetri menunjukkan dampak serupa di seluruh Indonesia. Temuan mereka meyakinkan bahwa dampak El Niño sangat beragam dan proses yang berbeda perlu dipahami untuk diagnostik yang akurat mengenai kerentanan terumbu karang di Indonesia terhadap iklim. Hal ini juga menunjukkan betapa pentingnya permukaan laut lokal untuk menafsirkan perubahan di lokasi pantai tertentu. Untuk terumbu karang di Indonesia, selain penurunan permukaan laut, perubahan lebih lanjut dapat diperkirakan karena kenaikan permukaan air laut, penyakit, wabah predator dan juga pemutihan karang (Baird et al., 2013; Johan et al., 2014).

Berdasarkan Hasil penelitian Simarankir 2015 Pemutihan karang pada tahun 2010 berdampak langsung pada terumbu karang di Amed pulau bali yaitu dengan penurunan persentase tutupan karang keras hidup yang diikuti dengan peningkatan makroalga. Pemulihan terjadi pada tahun 2013 ditandai dengan peningkatan persentase tutupan karang keras hidup yang diikuti dengan penurunan makroalga. Berdasarkan hasil penilaian resiliensi pada ketiga lokasi penelitian diketahui Lipah memiliki resiliensi tertinggi 4.36, kemudian Japanese Shipwreck 3.91, dan yang terendah Jemeluk 3.45. Hal tersebut menjadi dasar dalam rekomendasi strategi pengelolaan terumbu karang dengan melihat nilai parameter resiliensi setiap

lokasi. Strategi pengelolaan diharapkan dapat mempertahankan nilai parameter resiliensi yang tinggi dan meningkatkan nilai parameter resiliensi yang rendah. Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam mempertahankan dan meningkatkan resiliensi ialah dengan pengelolaan kawasan. Data penelitian McClanahan et al. (2001) menunjukkan peningkatan makroalga yang lebih sedikit pada kawasan yang dikelola. Dengan adanya pengelolaan kawasan memungkinkan berkurangnya tekanan terhadap terumbu karang dan memberikan kesempatan pulih. Diperjelas oleh Marshall dan Scuttenberg (2006), bahwa dengan mengurangi atau menghilangkan tekanan-tekanan lainnya dapat menjadi faktor penting dalam meningkatkan kelangsungan hidup karang.

Kemunduran lintas spesies herbivora juga mendukung keragaman respon dan meningkatkan ketahanan terumbu karang. Terumbu karang adalah sistem yang beragam yang menyediakan layanan ekosistem kunci dan mengalami gangguan antropogenik yang meningkat. Alga penggembalaan oleh ikan herbivora berkontribusi pada pemeliharaan terumbu karang yang didominasi karang. Sampai saat ini, hanya ada sedikit evaluasi sifat-sifat yang mengarahkan keragaman respons di antara ikan herbivora dan bagaimana ini berhubungan dengan pemulihan terumbu karang setelah gangguan akut (Nash, 2015).

Konservasi fungsi herbivora sepanjang waktu merupakan konsekuensi

dari luasnya tanggapan oleh individu berukuran berbeda terhadap pemutihan karang dan kematian. Penggerak penduga penurunan pada individu kecil kemungkinan merupakan hilangnya habitat, khususnya keruntuhan kerangka karang setelah kematian karang (Graham et al 2006). Peningkatan herbivora bertubuh besar dapat diakibatkan oleh perkembangan alga selanjutnya, yang menyebabkan lebih banyak kesempatan memberi makan dan mengurangi persaingan (Pratchett et al 2008). Penurunan serupa pada herbivora kecil, bertepatan dengan kelimpahan herbivora besar yang stabil atau meningkat setelah pemutihan karang, dicatat di Scott Reef di Samudera Hindia bagian timur (Halford & Caley 2009) dan di Fiji (Wilson et al., 2010). Koherensi semacam itu menunjukkan bahwa ini adalah respons umum masyarakat herbivora setelah kematian karang yang luas. Secara kritis, reorganisasi bentuk dan pemulihan terumbu karang bergantung pada keberadaan herbivora besar. Sebaliknya, di terumbu karang dimana pemulihan tidak terjadi terlihat, tidak ada peningkatan biomassa individu besar, diduga karena kelangkaan herbivora pra-gangguan yang besar. Studi ini menunjukkan bahwa ukuran tubuh ikan karang mempengaruhi cara individu merespons gangguan. Pekerjaan sebelumnya telah menyoroti bahwa ukuran tubuh juga dapat mempengaruhi dampak fungsional, dengan herbivora besar memberikan dampak fungsional yang lebih besar. Misalnya, individu yang

lebih besar membuang ganggang yang tidak proporsional per satuan massa tubuh (Lokrantz et al 2008) dan memiliki luas fungsional yang lebih besar (Green & Bellwood 2009) daripada rekan bertubuh kecil. Sebagai konsekuensinya, ukuran tubuh ikan herbivora tampaknya mempengaruhi fungsi individu baik dengan mempengaruhi dampak fungsional dan melalui pemeliharaan fungsi tersebut dalam menghadapi gangguan eksternal.

4. Hubungan Resiliensi Dengan Konservasi Terumbu Karang

Dalam kasus di mana tujuannya adalah konservasi keanekaragaman hayati, area terumbu karang yang cenderung menolak pemutihan parah atau cenderung memiliki ketahanan terbesar setelah terjadinya pemutihan karena adanya satu atau lebih faktor resiliensi harus ditangani dengan hati-hati. Untuk melindungi mereka dari stresor antropogenik langsung lainnya sehingga pengelola memiliki kemampuan untuk mengendalikan sumbernya. Tujuan ganda untuk memusatkan perhatian pada area ini adalah memaksimalkan konservasi keanekaragaman hayati melalui perlindungan situs yang paling tahan pemutihan dan untuk mengamankan peran mereka sebagai sumber larva untuk mempercepat pemulihan daerah hilir yang lebih rentan terhadap pemutihan. Area "wastafel" arus turun seperti itu, terutama Mereka yang memiliki faktor ketahanan, harus dikelola untuk mendukung kondisi perekrutan larva dan pemulihan terumbu

yang maksimal. Untuk menerapkan strategi ini, pertama-tama kita harus memastikan faktor mana yang dapat diandalkan (dapat diprediksi dan terus-menerus) dalam efeknya dibandingkan dengan yang tidak dapat dipercaya dan tidak tepat waktu.

Pada Tabel 1, Jordan mengusulkan peringkat keandalan "tinggi" atau "rendah" untuk setiap faktor resiliensi. Rinciannya tidak kaku. Beberapa faktor, seperti kekeruhan atau upwelling yang didorong angin, berpotensi dikategorikan memiliki keandalan rendah atau tinggi, bergantung pada rincian di lokasi tertentu. Untuk setiap lokasi di mana para pengelola bekerja, peringkat keandalan akan tergantung pada jumlah informasi ilmiah yang tersedia untuk faktor tersebut (misalnya, konektivitas) di lokasi tersebut.

Pengelola harus mengidentifikasi dan menargetkan secara strategis faktor-faktor yang dapat dipercaya yang relevan dengan wilayah terumbu mereka sendiri untuk (1) penyediaan pengelolaan dan perlindungan khusus di KKL yang ada dan (2) penentuan area prioritas untuk pembentukan KKL tambahan. Situs yang terakhir ini akan berkontribusi pada jaringan situs yang saling berhubungan yang saling melengkapi sehingga mereka yang bertahan dalam suatu peristiwa pemutihan besar dapat meningkatkan rekrutmen dan pemulihan karang yang menyerah. Ini sesuai dengan konsep Nyström dan Folke's (2001) tentang matriks terumbu karang yang berkontribusi terhadap kemampuan

terumbu komponen untuk pulih saat menghadapi gangguan.

Berdasarkan Hasil penelitian Simarangkir 2015 Strategi pengelolaan terumbu karang terkait karakteristik sosial ekonomi masyarakat Amed diantaranya dapat dilakukan dengan peningkatan kapasitas sumberdaya masyarakat dan pengembangan alternatif mata pencaharian sehingga masyarakat tidak sepenuhnya tergantung kepada sumberdaya terumbu karang. Peningkatan kapasitas dan pengembangan alternative mata pencaharian dapat dilakukan dengan pelatihan yang memberikan keahlian dan keterampilan tambahan bagi masyarakat, misalnya dengan pelatihan dan sertifikasi selam sehingga masyarakat dapat menjadi pemandu selam yang legal. Pelatihan pelatihan dan sosialisasi mengenai pentingnya terumbu karang harus dilakukan untuk peningkatan kesadaran masyarakat sehingga kedepannya dapat lebih berperan aktif dalam pengelolaan. Peningkatan koordinasi antar stakeholder sangat diperlukan terutama dalam peningkatan pengawasan dan penegakan hukum. Masyarakat Amed sama dengan masyarakat Bali pada umumnya sangat patuh terhadap hukum adat, oleh karenanya sebaiknya pengelolaan kawasan dilakukan dengan pendekatan hukum adat.

IV. Kesimpulan

Resiliensi ekologi adalah kapasitas suatu ekosistem untuk

mengabsorpsi gangguan yang berulang dan beradaptasi dengan perubahan sementara mempertahankan struktur dan fungsi utama yang sama. Peningkatan dan pemeliharaan resiliensi terumbu karang merupakan satu-satunya upaya dalam pengelolaan terumbu karang untuk menghadapi gangguan terkait perubahan iklim global dan sebagainya.

Daftar Pustaka

- Jordan, West., and Rodney V. Salm. 2003. Resistance and Resilience to Coral Bleaching: Implications for Coral Reef Conservation and Management. *Conservation Biology*, Pages 956–967 Volume 17, No. 4, August 2003.
- Simarangkir, Omega Raya. 2015. Resilience Assessment After Coral Bleaching Event as Basic for Sustainable Coral Reef Management (Case Study: Coastal Amed, Bali). Supervised by Fredinan Yulianda Dan Menofatria Boer.
- Ampou, Eghbert, Elvan, Ofri Johan, Christophe E.Menkes , Fernando. 2017. Coral mortality induced by the 2015 – 2016 El-Niño in Indonesia: the effect of rapid sea level fall. *Biogeo sciences*, doi:10.5194/bg-14-817-2017
- Holbrook, Russell J. Schmitt, Thomas C. Adam & Andrew J. 2017. *Coral Reef Resilience, Tipping Points and the Strength of Herbivory*. *Scientific RepoRts* | 6:35817 | DOI: 10.1038/srep35817

- Graham, N.A.J.S.K. Wilson, S. Jennings, N.V.C. Polunin, J. Robinson, and T. Daw. 2007. Lag effect TTSIN the impacts of mass coral bleaching on coral reef fish, fisheries and ecosystems. *Conservation Biology* 21:1291–1300.
- Anthony, Kenneth R., *at all.* 2015. Operationalizing resilience for adaptive coral reef management under global environmental change. *Research Review Global Change Biology* (2015) 21, 48–61, doi: 10.1111/gcb.12700
- Kirsty L. Nash, Nicholas A. J. Graham, Simon Jennings, Shaun K. Wilson and David R. Bellwood. 2015. *Quantifying Resilience Herbivore Cross-Scale Redundancy Supports Response Diversity and Promotes Coral Reef Resilience.* *Journal of Applied Ecology* 2015 doi: 10.1111/1365-2664.12430
- Baker AC, Glynn PW, Riegl B. 2008. Climate change and coral reef bleaching: an ecological assessment of long-term impacts, recovery trends and future outlook. *Estuar Coast Shelf Sci.* 80:435-471.
- Wilson, Shaun k. Nicholas, graham, Rebecca fisher, Jan Robinson, Kirsty Nash. 2012. *effect of Macroalgal Expansion and Marine Protected Areas on Coral Recovery Following a Climatic Disturbance.* *Conservation Biology: Volume 26, No. 6, 995–1004 C 012 Society for Conservation Biology DOI: 10.1111/j.1523-1739.2012.01926.x.*
- Douglas AE. 2003. Review Coral Bleaching-How and Why?. *Marine Pollution Bulletin* 46:385-392.
- Aldilla, A. (2014). Analisis Kondisi Habitat Karang Di Pulau Rimaubalak, Kandangbalak, Dan Panjurit, Lampung Selatan. Institut Pertanian Bogor.
- Burke, L., Reytar, K., Spalding, M., & Perry, A. (2012). Menengok Kembali Terumbu Karang yang Terancam di Segitiga Terumbu Karang. World Resources Institute.
- Burke, L., Selig, E., & Spalding, M. (2002). Terumbu Karang Yang Terancam di Asia Tenggara. World Resources Institute.
- Romadhon, A. (2014). Valuasi Ekonomi Manfaat Ekosistem Terumbu Karang di Pulau Sapudi, Sumenep, Madura. *Agriekonomika*, 3(2), 141–151.
- Ariyandi, D. 2015. Kajian Ekosistem terumbu karang dalam penentuan zona inti di Kabupaten Belitung. Skripsi program sarjana Universitas Padjadjaran. Jatinangor .2015.

- Birrell, C. L., L. J. McCook, B. L. Willis, and L. Harrington. 2008. Chemical effects of macroalgae on larval settlement of the broad cast spawning coral *Acroporamillepora*. *Marine Ecology Progress Series* 362:129–137.
- Siringoringo RM. 2007. Pemutihan karang dan beberapa penyakit karang. *Oseana* 32(4): 29-37.
- Arifin, T. 2008. Akuntabilitas dan Keberlanjutan Pengelolaan Kawasan Terumbu Karang di Selat Lembeh, Kota Bitung.