

1. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan kumpulan dari beberapa koloni karang di dasar laut yang terdiri dari deposit kalsium karbonat (CaCO_3) yang dihasilkan oleh hewan karang yang merupakan hewan tak bertulang belakang atau biasa disebut dengan avertebrata, termasuk dalam Filum *Coelenterata* (hewan berongga) atau Cnidaria. Karang ini termasuk Ordo *Scleractinia* dan Sub kelas *Octocorallia* maupun kelas *Hydrozoa* (Timotius, 2003).

Ekosistem terumbu karang memang terlihat sangat kokoh dan rumpun, namun ekosistem ini ternyata sangat rentan terhadap perubahan lingkungan. Pertumbuhan karang dipengaruhi beberapa faktor diantaranya faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik terdiri dari predasi, kompetisi, penyakit maupun agresi karang lain. Faktor abiotik meliputi intensitas cahaya, sedimentasi, suhu dan nutrisi. Karang dapat bertahan hidup dalam kondisi perairan yang jumlah nutriennya sedikit, tetapi karang sulit untuk beradaptasi terhadap kenaikan nutrient yang secara mendadak dalam jumlah besar (Papu, 2011).

Terumbu karang sangat rentan terhadap perubahan lingkungan, terutama adanya perubahan kualitas perairan yang ada disekitarnya. Aktivitas manusia atau antropogenik di darat juga berpengaruh terhadap ekosistem terumbu karang (Siringoringo dan Hadi, 2013). Adapun faktor lain yang harus diperhatikan adalah pengaruh dampak perubahan iklim yang berkaitan dengan fluktuasi suhu dan tinggi muka air laut, kondisi tersebut mengakibatkan terganggunya kelangsungan hidup biota yang ada disekitar ekosistem terumbu karang (Johan *et al.*, 2012).

Menurut Wallace dan Richards (2001), ada 91 spesies karang di Indonesia namun persentasenya menunjukkan penurunan dari waktu ke waktu. Hal tersebut diperkirakan karena faktor aktivitas manusia baik yang secara langsung maupun

tidak langsung, seperti penangkapan ikan yang bersifat destruktif, pengambilan karang untuk akuarium hias maupun pencemaran perairan melalui *run-off* sungai. Adanya tekanan tersebut dapat berpengaruh terhadap aktivitas reproduksi dari terumbu karang, diantaranya penundaan kematangan gonad dan terjadinya siklus reproduksi berganda atau model reproduksi yang berubah.

Kerusakan struktur terumbu karang di berbagai wilayah dapat ditandai dengan adanya penurunan jumlah tumbuhan dan hewan dalam ekosistem karang. Karena organisme pembentuk terumbu karang sejatinya membutuhkan suatu perairan yang bersih, suhu optimal, salinitas yang sesuai dan cukupnya cahaya yang masuk ke perairan. Perubahan kondisi lingkungan dapat menyebabkan tekanan pada ekosistem terumbu karang yang dapat meningkatkan virulensi dari patogen, dimana patogen tersebut menginfeksi karang yang sensitif (Soenardjo, 2013).

2.2. Bentuk Pertumbuhan Karang (*Life Form*)

Menurut English *et al.*, (1997), bentuk pertumbuhan karang dibagi menjadi dua yakni *Acropora* dan non-*Acropora*. Bentuk pertumbuhan karang *Acropora* diantaranya:

- a. *Acropora branching* (ACB), memiliki bentuk bercabang seperti ranting pohon.
- b. *Acropora digitate* (ACD), berbentuk menjari dengan bentuk percabangan yang rapat seperti jari-jari tangan.
- c. *Acropora encrusting* (ACE), memiliki bentuk yang merayap seperti kerak dan biasanya terjadi pada karang yang belum sempurna.
- d. *Acropora submassive* (ACS), memiliki bentuk percabangan lempeng dan kokoh.

- e. *Acropora tabulate* (ACT), bentuk percabangannya medatar dan rata seperti meja. Acopora ini berpusat atau membentuk tumpuan seperti batang pada bagian bawahnya.

Bentuk pertumbuhan karang non-*Acropora* terdiri dari:

- a. *Coral branching* (CB), bentuk karang ini seperti ranting dengan cabang lebih panjang dari ukuran diameternya.
- b. *Coral massive* (CM), bentuknya padat seperti bola atau bongkahan batu dan memiliki ukuran yang bervariasi dan permukaannya halus.
- c. *Coral encrusting* (CE), memiliki bentuk seperti kerak dengan permukaan kasar menyerupai dasar terumbu serta berlubang kecil – kecil.
- d. *Coral submassive* (CS), bentuknya kokoh dengan tonjolan–tonjolan atau kolom kecil.
- e. *Coral foliose* (CF), memiliki bentuk seperti lembaran–lembaran daun yang menonjol pada dasarnya, membentuk lipatan atau melingkar.
- f. *Coral mushroom* (CMR), memiliki bentuk seperti jamur dengan banyak tonjolan yang pada akhirnya membentuk oval beralur dari bagian tepi hingga pusat mulut.
- g. *Coral millepora* (CML), karang yang memiliki bentuk seperti karang pada umumnya dengan warna kuning pada bagian ujung koloni serta menimbulkan rasa panas jika tersentuh.
- h. *Coral heliopora* (CHL), karang ini ditandai dengan warna biru pada bagian rangkanya yang berupa aragonit.

2.3. Penyakit Karang dan Gangguan Kesehatan Karang

Penyakit karang dapat didefinisikan sebagai kondisi tidak normal pada suatu organisme yang mengganggu fungsi organisme, terkait dengan gejala dan tanda–tanda tertentu (Wobeser, 1981). Beberapa penyakit perannya semakin

meningkat dalam mengendalikan ukuran populasi karang, diversitas dan karakteristik demografik (Galloway *et al.*, 2009). Wabah penyakit skala besar pada dasarnya telah mengubah struktur komunitas karang di Caribbean (Harvell *et al.*, 2004). Penyakit karang mengancam terumbu karang utama yang membentuk spesies karang tempat dimana bergantungnya struktur dan fungsi karang, dengan potensi untuk lebih mengurangi produktivitas dan keragaman ekosistem terumbu karang yang rentan. Seiring berjalannya waktu, jumlah dan distribusi penyakit karang tropis nampaknya akan terus semakin meningkat (Sokolow, 2009).

Beberapa studi menunjukkan bahwa prevalensi penyakit di area Indo – Pasifik, American Samoa (Aeby *et al.*, 2009) dan Hawaii (Aeby, 2009) saat ini cukup rendah. Meskipun, laporan tentang penyakit di wilayah baru yang sebelumnya diduga tidak terpengaruh (Solitary Islands, Australia), persentase lebih tinggi penyakit pada karang, dan kenaikan yang terjadi baru-baru ini mengenai insiden penyakit di wilayah tertentu, menunjukkan bahwa di seluruh wilayah penyakit karang tampaknya menunjukkan ekspansi yang cepat sejak tahun 2000 (Galloway *et al.*, 2009). Di Indonesia, peneliti mengamati bahwa meskipun total prevalensi penyakit rendah, nilai perkembangan penyakitnya sama seperti yang ada di Caribbean, dengan potensi penurunan kerangka terumbu karang di daerah yang terisolasi (Haapkylä *et al.*, 2007).

Penyakit karang keras lebih mudah dikenali ketika terjadi perubahan pada warna dan bentuk. Perubahan tersebut dapat digunakan untuk membedakan antara berbagai macam penyakit karang (Harvell *et al.*, 2001). Perbedaan penyakit pada karang keras biasanya didasarkan pada perbedaan warna garis atau *band*, noda atau *spots* dan juga *patch* yang muncul di permukaan karang. Setelah itu dilihat perbedaan jaringan pada koloninya, jika ada perubahan warna atau kelainan pada jaringan permukaan karang maka indentifikasi dilakukan ke tahap selanjutnya (Soenardjo, 2013).

Tambahan lainnya, asosiasi jamur-*algae* telah mempengaruhi *Porites lobata* di French Polynesia. *Porites lutea* terinfeksi oleh *cyanobacteria* di Laut India dan bakteri patogen menginfeksi *coralline algae* dengan penyakit *Coralline Lethal Orange Disease* (CLOD) di sepanjang area Pasifik Selatan. Dengan demikian, terlepas dari kurangnya studi penyakit karang di kawasan Indo–Pasifik dan kejadian yang umumnya terjadi di Caribbean, menunjukkan bahwa patogen menular adalah komponen umum pada komunitas terumbu karang di Indo–Pasifik dan penyakit karang tersebut mungkin memiliki peran lebih dalam penataan struktur komunitas karang di kawasan ini daripada yang sudah diperkirakan sebelumnya (Willis et al., 2004).

Ada beberapa penyakit karang dan gangguan kesehatan karang yang ditemukan di Teluk Prigi. Berdasarkan *Tabel Decision Tree* (Beeden et al., 2008), penyakit karang diantaranya terdiri dari predasi dengan ciri-ciri adanya pola garis atau *border* pada permukaan karang; *Black Band Disease* (BBD) ciri-cirinya ada perubahan warna yang bervariasi dari hitam hingga cokelat kemerahan yang membentuk garis antara jaringan hidup dan rangka yang terjangkit; *Ulcerative White Spots* (UWS) ciri-cirinya terdiri dari beberapa pola bintik putih dengan ukuran kecil (diameter <1cm); *White Syndromes* (WS) ciri-cirinya ada pola garis atau patch warna putih yang menyebar pada permukaan karang; *Atramentous Necrosis* (AtN) ciri-cirinya ada pola multifokal pada jaringan yang hilang berbentuk patch ataupun bintik berwarna kehitaman; *Bleaching* (BL) ciri-cirinya karang yang memutih pada seluruh koloni dengan pola multifokal, dapat diawali dengan adanya penyakit AtN atau UWS; *Explained Growth Anomalies* (EGA) ciri-cirinya deformasi fokal atau multifokal kerangka yang berasosiasi dengan invertebrata seperti kepiting atau barnacle; *Unexplained Growth Anomalies* (UGA) ciri-cirinya terdapat lesi berbentuk bundar atau tidak beraturan, adanya pembesaran atau perubahan bentuk pada permukaan karang;

Gangguan kesehatan karang terdiri dari *Pigmentation Response* (PR) dengan ciri-ciri lesi jaringan karang berwarna terang seperti pink atau ungu pada *Porites* dan biru pada *Acropora*, lesi berukuran tebal; *Trematodiasis* (TR) dengan ciri-ciri adanya pembengkakan jaringan berwarna pink hampir putih (1-2 mm), pembengkakan terjadi pada satu atau beberapa polip sebagai respon adanya trematode; *Cyanobacteria* (CY) dengan ciri-ciri adanya alga halus yang menempel pada permukaan karang dan membungkus jaringan, berwarna abu gelap, jingga kemerahan dan kuning; *Sponges* (SP) dengan ciri-ciri munculnya parasit sponge pada permukaan karang; *Red Filamentous Algae* (RFA) dengan ciri-ciri adanya filamen tertanam pada permukaan mucus dan mengakumulasi sedimen, jaringan yang berdekatan dengan filamen kemungkinan memutih; *Sediment Damage* (SD) dengan ciri-ciri karang tertutup oleh sedimen yang terakumulasi pada permukaan, polip dan jaringan, biasanya terjadi di perairan yang keruh (Beeden *et al.*, 2008).

2.4. Faktor Lingkungan Munculnya Patogen

Bleaching dapat diinduksi dengan pemaparan panas jangka pendek (1-2 hari) dengan suhu elevasi 3°C-4°C di atas ambien suhu normal, dan jangka panjang (beberapa minggu) pada suhu elevasi 1°C-2°C. Karang di lokasi tropis dan subtropis hidup pada suhu yang mendekati batas suhu maksimal selama musim panas. Suhu diatas normal tetapi masih diambang batas *bleaching* dapat mengganggu pertumbuhan dan reproduksi. Suhu dan cahaya berinteraksi secara sinergis; intensitas cahaya yang tinggi dapat mempercepat proses pemutihan karang karena suhu yang juga tinggi. Faktor lain yang dapat mempercepat proses pemutihan karang yakni radiasi sinar UV (Jokiel dan Coles, 1990).

Pengamatan kualitas perairan merupakan salah satu faktor penting terhadap pertumbuhan terumbu karang. Kualitas perairan yang cocok atau optimum merupakan hal yang dapat membuat terumbu karang hidup, tumbuh dan

berkembang dengan baik, begitu pun dengan biota laut yang ada disekitar terumbu karang tersebut (Souhoka dan Patty, 2013). Pengerukan pantai untuk reklamasi lahan, pembangunan pantai dan konstruksi pelabuhan semakin memperburuk nutrien di kawasan terrestrial dan sedimen masuk ke perairan dengan menahan suspensi endapan bentik (Pollock *et al.*, 2014).

Meningkatnya populasi manusia, dampak antropogenik terhadap terumbu karang terus bertambah. Gabungan antropogenik dengan efek dari perubahan iklim, diprediksi meningkatkan frekuensi *bleaching* dan penyakit pada karang (Thinesh dan Mathews, 2009). Hubungan tekanan antropogenik dengan kerentanan penyakit saat ini kurang dipahami, padahal penyakit karang dapat dipicu oleh menurunnya kualitas air, terutama karena eutrofikasi dan pengendapan. Hal ini merupakan prioritas utama dalam urgensi pemahaman mengenai hubungan kualitas air dan infeksi penyakit karang, karena hal ini merupakan faktor lokal yang harus dikelola dengan baik (Raymundo, 2008).

Karang di Wakatobi terpisahkan menjadi komunitas perairan dangkal dan perairan laut dalam dengan *Porites* menjadi genus yang paling umum ditemui di perairan dangkal sebesar 17% dan *Montipora* sebesar 14% di laut dalam. Efek dari paparan hidrodinamik dapat menjadi faktor penting dalam menentukan preferensi kedalaman pada genera karang di kawasan studi (Haapkylä *et al.*, 2007). Riegl dan Velimirov (1994), mengatakan bahwa kedalaman adalah faktor utama yang mempengaruhi struktur komunitas karang di Laut Merah. Jumlah komunitas karang didominasi oleh spesies *Acropora* dan komunitas terlindung didominasi oleh spesies *Porites* di Laut Merah. Letak dan posisi menunjukkan jumlah signifikan pada variasi komposisi komunitas karang.

2.5. Perhitungan Luasan Karang dengan *Software ImageJ*

Perhitungan luasan karang dilakukan dengan menggunakan *software ImageJ*. *Software ImageJ* mudah digunakan, menampilkan satu set lengkap manipulasi pencitraan dan memiliki komunitas pengguna yang besar. Program ini merupakan gagasan dari Wayne Rasband dari *Research Services Branch*, Institut Kesehatan Mental Nasional, di Bethesda, Md. Disebut sebagai *ImageJ* karena bahasa pemrograman *Java*. Versi pertama rilis adalah 0.50 pada 23 September 1997 dan versi terbarunya 1.31 rilis pada bulan Februari (Abràmoff *et al.*, 2004).

Wayne Rasband adalah penulis utama *ImageJ*, setelah mengembangkan *Macintoshbased* Institut Kesehatan Nasional (NIH) selama 10 tahun, dia membuat keputusan untuk memulai *ImageJ* dengan menggunakan bahasa perograman *Java*. Untuk menggunakan *ImageJ*, Diperlukan sistem operasi *Java Runtime Environment (JRE)*, JRE tersedia untuk sebagian besar sistem operasi seperti *Linux*, dan bahkan sistem operasi PDA (Collins, 2007).