



Struktur Komunitas Karang Berdasarkan Karakteristik Perairan di Taman Wisata Perairan (TWP) Kepulauan Anambas

Ade Tyas T. Puspitasari^{1*}, Amron¹, Syawaludin Alisyahbana²

¹Department of Marine Science, Faculty of Fisheries and Marine Science – Jenderal Soedirman University, Purwokerto INDONESIA

²Department of Marine Science, Faculty of Fisheries and Marine Science – Padjadjaran University, Bandung INDONESIA

*Correspondency Author: adetyas.puspitasari@gmail.com

ABSTRAK

Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas merupakan salah satu Kawasan Konservasi Laut (KKL) di Indonesia yang ditujukan untuk mewujudkan pengelolaan sumberdaya kelautan yang berkelanjutan, khususnya terumbu karang. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui struktur komunitas terumbu karang, kondisi kualitas air ekosistem terumbu karang dan hubungan kualitas air terhadap struktur komunitas terumbu karang pada Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas. Data struktur komunitas karang diperoleh dengan menggunakan metode *Line Intercept Transect*, dan dianalisis menggunakan indeks ekologi dan analisis regresi linier berganda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase tutupan karang, indeks mortalitas, indeks keragaman dan indeks keseragaman secara berurutan tergolong dalam kriteria sedang, tinggi, sedang dan tinggi. Kondisi kualitas perairan secara keseluruhan ada pada kisaran optimum bagi habitat terumbu karang. Salinitas perairan memiliki dampak yang signifikan terhadap indeks mortalitas, sedangkan oksigen terlarut (DO) dengan mortalitas karang dan oksigen terlarut (DO) mempengaruhi indeks keragaman dari terumbu karang.

Kata kunci: terumbu karang, taman wisata perairan

1. Pendahuluan

Taman Wisata Perairan adalah kawasan konservasi perairan dengan tujuan untuk dimanfaatkan bagi kepentingan wisata perairan, rekreasi serta melindungi keanekaragaman hayati melalui konservasi habitatnya. Dibentuknya Taman Wisata Perairan yaitu karena adanya eksploitasi berlebihan dan terjadinya degradasi habitat. Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas merupakan salah satu Kawasan Konservasi Laut (KKL) di Indonesia yang ditetapkan berdasarkan keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 37 Tahun 2014 tentang Kawasan Konservasi Perairan Nasional Kepulauan Anambas dan Laut Sekitarnya di Provinsi Kepulauan Riau berdasarkan keputusan tersebut sebagian perairan Kepulauan Anambas dan laut sekitarnya tersebut sebagai Kawasan Konservasi Perairan Nasional dan dikelola sebagai Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas dan Laut Sekitarnya di Provinsi Kepulauan Riau dengan luas keseluruhan 1.262.686,2 ha.

Penetapan Kepulauan Anambas sebagai Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas ditujukan untuk mewujudkan pengelolaan sumberdaya ikan yang berkelanjutan. Pengembangan dan pengelolaan kawasan konservasi perairan merupakan bagian dari upaya pengelolaan atau konservasi ekosistem. Kawasan Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas dan Laut Sekitarnya mempunyai potensi bahari dan biota laut yang perlu dilindungi. Potensi yang dimiliki kawasan Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas dan Laut Sekitarnya antara lain hamparan terumbu karang, topografi bawah laut yang unik, ikan karang, penyu, hamparan pasir putih, dan biota laut lainnya. Dalam rangka mengelola potensi yang ada tersebut terutama potensi terumbu karangnya maka dilakukan penelitian untuk mengetahui kondisi terumbu karang pada kawasan tersebut.

Terumbu karang merupakan keunikan di antara asosiasi atau komunitas lautan yang seluruhnya dibentuk oleh kegiatan biologis (Nybakken, 1992). Ekosistem terumbu karang mempunyai produktivitas primer dan

keanekaragaman jenis fauna yang tinggi. Diperkirakan produktivitas primer di ekosistem terumbu karang mencapai 3000-5000 gC/m²/tahun (Nontji, 1993), sehingga menjadikannya sebagai tempat *spawning ground*, *feeding ground* dan *nursery ground* bagi berbagai biota laut (Supriharyono, 2000).

Terumbu karang mempunyai fungsi dalam hal pemeliharaan proses-proses ekologis dan sistem penyangga kehidupan di wilayah pesisir dan lautan, habitat berbagai jenis biota sehingga berfungsi sebagai pengawetan keanekaragaman hayati dan plasma nutfah, melindungi pantai dari bahaya erosi/abrasi, penghasil pasir putih dan lain-lain. Keberadaan ekosistem terumbu karang telah memberi manfaat yang besar bagi pemenuhan kebutuhan pangan dan industri serta menopang mata pencaharian masyarakat pesisir. Ekosistem terumbu karang juga menyediakan jasa-jasa menunjang industri wisata bahari bagi perolehan devisa negara dan menyediakan lapangan pekerjaan dan lapangan usaha yang signifikan (Dahuri et al., 2000; Bengen, 2000). Namun demikian, terjadi sekitar 60-70% ekosistem terumbu karang mengalami kerusakan yang sangat serius (Birkeland, 1997; Tomasick et al., 1997).

Pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang dipengaruhi oleh faktor-faktor pembatas. Faktor-faktor pembatas itu antara lain kecerahan, cahaya, suhu, salinitas, pergerakan air, dan substrat. Faktor lingkungan yang berpengaruh cukup besar terhadap pertumbuhan karang adalah cahaya, suhu, sedimentasi dan aktivitas biologi (Houch, 1977; Levinton, 1982; Nybakken, 1992). Diantara faktor-faktor lingkungan itu, menurut Levinton (1982), suhu adalah faktor lingkungan yang paling besar pengaruhnya terhadap pertumbuhan organisme laut termasuk karang. Beberapa pengaruhnya dapat dilihat pada kecepatan metabolisme, pertumbuhan dan reproduksi, dan perombakan bentuk luar dari karang sehingga akan berpengaruh pada laju pertumbuhan karang yang akhirnya secara akumulasi mempengaruhi struktur komunitas karang. Mencermati beberapa hal tersebut, maka

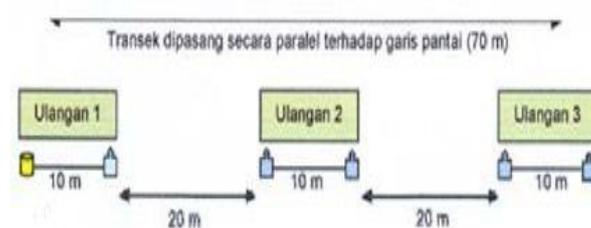
perlu dilakukan kajian yang berkesinambungan untuk mengetahui bagaimana struktur komunitas terumbu karang yang ada di Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas, bagaimana kondisi kualitas air ekosistem terumbu karang di Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas dan bagaimana hubungan kualitas air terhadap struktur komunitas terumbu karang pada Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas.

2. Metodologi

Metode menyangkut masalah cara kerja untuk dapat memahami objek yang menjadi sasaran ilmu yang bersangkutan. Fungsi metode berarti sebagai alat untuk mencapai tujuan, atau bagaimana cara melakukan atau membuat sesuatu. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian di Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas ini dilakukan secara *in situ* yang terdiri dari:

2.1. Pengukuran persentase penutupan karang menggunakan line intercept transek (LIT)

Transek garis (*Line Intercept Transect / LIT*) merupakan suatu metode yang digunakan untuk menilai komunitas benthik sessile terumbu karang. Organisme ditandai menggunakan kategori *lifeform* yang memberikan gambaran morfologi komunitas karang. LIT ini digunakan untuk memperkirakan tutupan terumbu karang atau kelompok *lifeform* dalam wilayah tertentu (English et al., 1994). Data karang diamati pada kedalaman 5 m atau sesuai dengan kondisi perairan di lapangan, pengambilan data menggunakan alat SCUBA dengan menggunakan metode *Line Intercept Transect* (LIT) yaitu peletakan roll meter secara horizontal dan ditarik sejajar dengan garis pantai. Panjang transek panjang ± 70 m. Penelitian karang akan dilakukan sepanjang transek tersebut setiap 10 m dan dilakukan ulangan 3 kali yaitu pada panjang 0-10 m, 30-40 m dan 60-70 m.



Gambar 1. Skema pengambilan data terumbu karang

2.2. Pengambilan data kualitas air

Data kualitas air yang digunakan pada penelitian ini adalah data kecerahan, salinitas, pH, DO dan suhu.

Kecerahan

Pengukuran kecerahan dengan menggunakan *secchi disk* yang dicelupkan ke dalam perairan dan dilihat dari jarak tampak dan jarak hilang *secchi disk* di dalam air. Titik hilang adalah panjang ketika warna hitam dan putih tidak kelihatan ketika *secchi disk* diturunkan dan titik tampak adalah ketika warna hitam dan putih terlihat ketika *secchi disk* diangkat perlahan dari batas jarak hilang (Carlson, 1997). Untuk mengukur kecerahan perairan menggunakan rumus berikut:

$$N = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Keterangan:

N = Kecerahan

d1 = Kedalaman *secchi disk* saat tidak terlihat

d2 = Kedalaman *secchi disk* saat mulai tampak kembali

Salinitas

Salinitas diukur dengan menggunakan *hand refraktometer*. Sebelum dilakukan pengukuran, *hand refraktometer* terlebih dahulu dikalibrasi dengan menggunakan aquades yang diteteskan pada kaca *hand refraktometer*. Sampel air laut diteteskan pada kaca refraktometer diarahkan ke sumber cahaya untuk mempermudah dalam melihat hasilnya (Davies, 1988).

pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan kertas lakmus yang dimasukkan ke dalam air selama beberapa waktu sampai kertas lakmus berubah warna, kemudian mencocokkan warna dengan skala pH (Nordstrom *et al.*, 2000). Pengukuran pH juga dilakukan dengan metode elektrokimia adalah dengan cara langsung untuk menentukan oksigen terlarut dengan alat pH meter yang diletakkan pada perairan langsung hingga indikator jumlah pH pada pH meter berhenti.

DO

Pengukuran DO dilakukan menggunakan metode elektrokimia adalah dengan cara langsung untuk menentukan oksigen terlarut dengan alat DO meter yang diletakkan pada perairan langsung hingga indikator jumlah DO pada DO meter berhenti.

Suhu

Pengukuran suhu dilakukan menggunakan metode elektrokimia adalah dengan cara langsung untuk menentukan suhu menggunakan *thermometer* digital yang diletakkan pada perairan langsung hingga indikator jumlah suhu pada *thermometer* berhenti.

2.3. Pemetaan struktur komunitas karang dan karakteristik perairan

Proses Masukan Data

Proses awal dalam tahapan kerja SIG adalah masukan data yang terdiri atas akuisisi data dan proses awal.

Pengelolaan data

Subsistem selanjutnya adalah pengelolaan data. Dalam subsistem ini dilakukan pengolahan data dasar. Proses-proses yang dilakukan dalam subsistem ini antara lain pengarsipan data dan pemodelan.

a) manipulasi dan analisis data

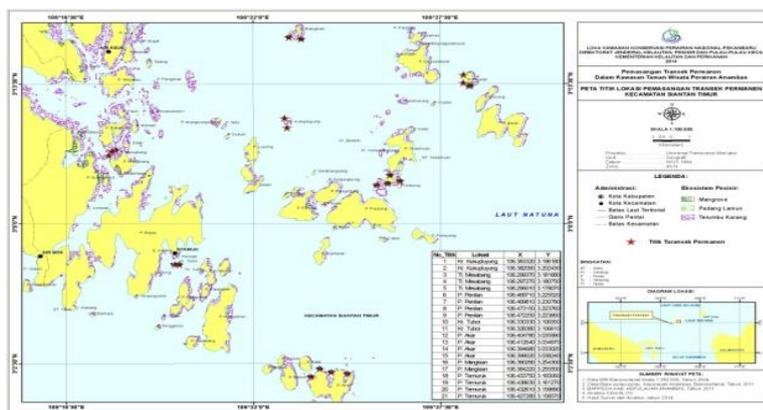
Melalui proses pemasukan data, peta-peta dasar tersebut diubah menjadi data digital. Setelah dilakukan *editing*, peta siap digunakan untuk analisis. Nah, salah satu contoh analisis yang bisa dilakukan oleh SIG adalah buffer.

b) keluaran data

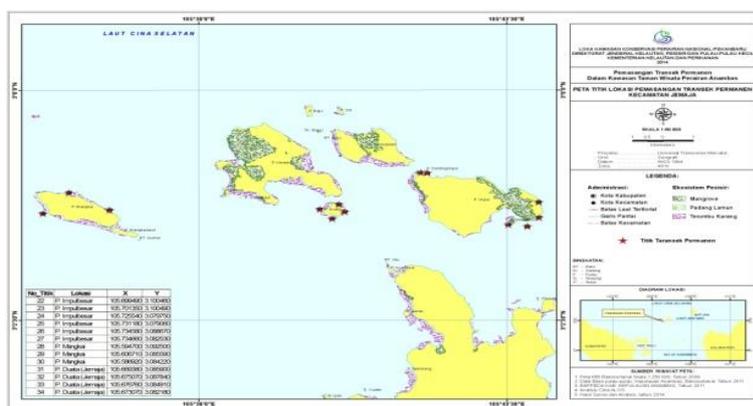
Suatu skala peta sering ditentukan berdasarkan kebutuhan pengguna peta dan media cetak peta. Proses penentuan skala ini bisa dilakukan dengan menggunakan Software Arc View maupun Arc Info. Tetapi, para ahli SIG saat ini memilih menggunakan Software Arc View untuk layout peta.

2.4. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 4-15 November 2014 di Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas. Terdapat 34 titik penelitian yang terbagi pada 12 pulau. 21 titik di Kecamatan Siantan Timur dan 13 titik di Kecamatan Jemaja (Gambar 1 dan 2). Pemilihan lokasi atau titik penelitian berdasarkan peta sebaran terumbu karang di Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas berdasarkan hasil pengolahan data citra penginderaan jauh.



Gambar 1. Titik Koordinat Penelitian di Kecamatan Siantan Timur



Gambar 2. Titik Koordinat Penelitian Kecamatan Jemaja

2.5. Analisis data

Analisis data secara deskriptif, kuantitatif dan kualitatif untuk mengetahui Persentase Tutupan Karang Hidup, Indeks Keragaman Jenis (H'), Indeks Kemerataan (E) dan Indeks Mortalitas Karang di Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas (Legendre dan Legendre, 1983).

2.6. Persentase tutupan karang hidup

Persentase penutupan biota terumbu karang digunakan untuk menghitung penutupan biota yang dapat ditentukan sebagai berikut (English et al., 1994):

$$\% \text{ cover} = \frac{\text{Total panjang tiap kategori life form (cm)}}{\text{Panjang transek garis (cm)}}$$

Kriteria penilaian kondisi terumbu karang adalah berdasarkan persentase tutupan karang hidup (Kep MENLH No. 4 tahun 2001) dengan kategori sebagai berikut:

- 1. Karang rusak = 0-24,9%
- 2. Karang sedang = 25-44,9%
- 3. Karang baik = 50-74,9%
- 4. Karang sangat baik = 75-100%

2.7. Indeks mortalitas karang

Indeks mortalitas atau indeks kematian digunakan untuk mengetahui tingkat kematian dari terumbu karang dan merupakan analisis lanjutan dari persen penutupan (Edinger et al., 1998), serta memperlihatkan besarnya perubahan karang hidup menjadi karang mati. Rasio tersebut diketahui melalui Indeks Mortalitas Karang (XMK) dengan perhitungan:

$$IMK = \frac{DC + R}{LC + DC + R}$$

Keterangan:

- LC = Penutupan karang hidup
- DC = Penutupan karang mati
- R = Rubble (patahan karang)

Nilai indeks mortalitas yang mendekati no1 menunjukkan bahwa tidak ada perubahan berarti bagi karang hidup, sedangkan nilai yang mendekati satu menunjukkan bahwa terjadi perubahan berarti dari karang hidup menjadi karang mati.

Indeks Keragaman (Shannon – Wiener)

$$H' = - \sum_{i=1}^s pi \ln pi$$

Keterangan:

- H' = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener
 S = Jumlah spesies
 P_i = n_i/N
 N_i = Jumlah individu tiap spesies ke- i
 N = Jumlah total individu semua spesies (CRITC, 2004).

Kriteria klasifikasi indeks keragaman menurut Poole dalam Nurdin (1997), dibagi menjadi tiga kelas yaitu $H' \leq 1$ (keragaman rendah, artinya jumlah individu tidak seragam dan salah satu jenis dominan), $1 < H' < 3$ (keragaman sedang, artinya jumlah individu tidak seragam), $H' \geq 3$ (keragaman tinggi, artinya jumlah individu mendekati seragam atau tidak ada jenis yang dominasi), sedangkan Siagian (2004) menyatakan bahwa apabila $H' \leq 1$: perairannya belum tercemar, maka sebaran individu tidak merata (keragaman rendah) berarti lingkungan perairan tersebut telah mengalami gangguan (tekanan) yang cukup besar atau struktur komunitas organism di perairan tersebut tidak baik. $1 < H' < 3$: tingkat pencemarannya sedang, maka sebaran individu sedang (keragaman sedang) berarti perairan tersebut mengalami tekanan atau gangguan yang sedang atau struktur komunitas organism yang ada sedang dan $H' \geq 3$: perairan tercemar berat, maka sebaran individu tinggi atau keragaman tinggi berarti keragamannya tinggi berarti lingkungan tersebut mengalami gangguan atau tekanan struktur organisme yang berada dalam keadaan baik.

2.8. Indeks kemerataan (Pielou)

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan:

- E = Indeks kemerataan Pielou
 H' = Indeks keanekaragaman jenis
 S = Jumlah jenis (CRICT, 2004)

Menurut Siagian (2004) bahwa apabila nilai E mendekati 1 berarti kemerataan organisme dalam suatu perairan berada dalam keadaan seimbang. Maka tidak terjadi persaingan baik terhadap tempat maupun makanan. Sebaliknya apabila nilai E mendekati 0 berarti kemerataan organisme dalam perairan tidak seimbang, dimana terjadi

persaingan baik pada tempat maupun makanan.

2.9. Analisis hubungan kualitas air dengan struktur komunitas karang

Menganalisis hubungan kualitas air dengan penutupan karang hidup serta hubungan kualitas air terhadap kelimpahan terumbu karang, hubungan kualitas air terhadap keragaman terumbu karang, hubungan kualitas air terhadap pemerataan terumbu karang, hubungan kualitas air terhadap mortalitas karang, peneliti menggunakan regresi linear berganda menurut Kurniawan (2014) dengan formula sebagai berikut:

$$Y = a + bx_1 + bx_2 + \dots + b_n x_n$$

Keterangan:

- Y = variabel terikat
 A = konstanta
 b = koefisien regresi
 x = variabel bebas
 n = 1, 2, 3, ...

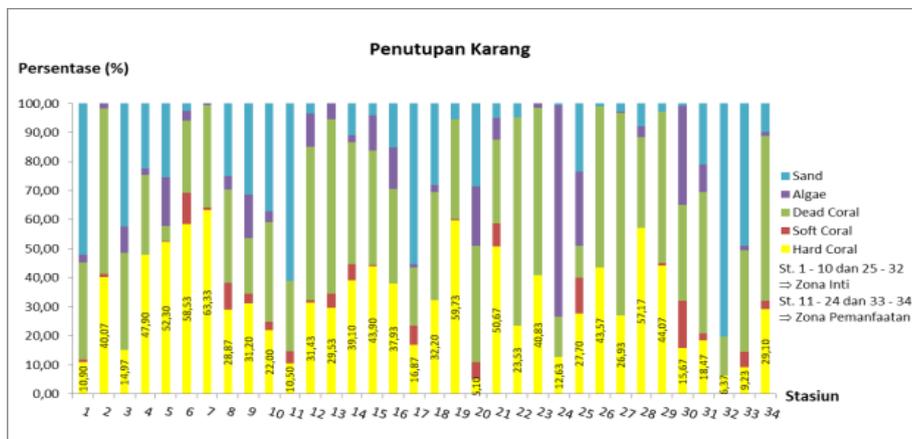
3. Hasil dan Pembahasan**3.1. Struktur komunitas terumbu karang**

Hasil analisis data yang diperoleh untuk melihat struktur komunitas terumbu karang yang ada di Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas dihitung dengan menggunakan indeks ekologi. Indeks ekologi meliputi Persentase Tutupan Karang Hidup, Indeks Keragaman Jenis (H'), Indeks Kemerataan (E) dan Indeks Mortalitas Karang (IMK) (Legendre dan Legendre, 1983).

3.2. Penutupan karang keras

Hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *Line Intercept Transect*, persentase tutupan karang yang terdapat pada ke-34 stasiun dapat dilihat pada **Gambar 3**. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, grafik diatas menunjukkan adanya 5 komponen yang terdapat pada lokasi penelitian, diantaranya yaitu *sand*, *algae*, *dead coral*, *soft coral* dan *hard coral*. Tetapi 4 diantaranya yaitu *sand*, *algae*, *dead coral* dan *soft coral* masuk kedalam kategori komponen pendukung. Komponen pendukung yang terdapat di sekitar penutupan terumbu karang hidup didominasi oleh keberadaan *dead coral* atau karang mati yang disebabkan

akibat adanya aktivitas manusia atau faktor antropogenik yang dapat merusak ekosistem terumbu karang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Burke et al. (2011) bahwa terumbu karang di dunia dalam kondisi terancam oleh aktivitas manusia melalui polusi, perubahan habitat dan ancaman terhadap terumbu karang di Indonesia antara lain disebabkan oleh penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan, pencemaran dan kerusakan yang berasal dari laut, pembangunan pesisir, dan pencemaran yang berasal dari daerah aliran sungai, sehingga hal tersebut menyebabkan terbentuknya *dead coral* atau karang mati.



Gambar 3. Grafik persentase penutupan karang

Rata-rata persentasi penutupan karang keras di Kepulauan Anambas berkisar antara 5,10% hingga 63,33%. Persen penutupan karang terendah terdapat di Stasiun 20 (zona pemanfaatan), sementara penutupan karang tertinggi terdapat di Stasiun 7 (zona inti). Stasiun 20 memiliki nilai persentase penutupan karang hidup terendah yaitu 5,10% dan termasuk dalam kategori karang rusak. Banyak faktor yang menyebabkan kerusakan karang pada lokasi tersebut, salah satunya faktor antropogenik atau aktivitas manusia.

Pada lokasi tersebut termasuk dalam zona pemanfaatan dimana dapat dimanfaatkan oleh umum terutama masyarakat setempat dalam kegiatan sehari-hari yaitu menangkap ikan karang untuk konsumsi, bahkan karang-karang diambil untuk digunakan sebagai bahan bangunan. Dalam kegiatan penangkapan ikan karang, masyarakat tidak memikirkan hal mengenai kerusakan ekosistem karang sehingga kebanyakan dari mereka menggunakan cara penangkapan yang dapat merusak ekosistem terumbu karang. Seperti misalnya dengan

menggunakan peledak, kerusakan akibat terkena jangkar kapal, hingga minyak dari buangan mesin kapal-kapal yang melintas yang tentunya dapat merubah kondisi perairan tersebut.

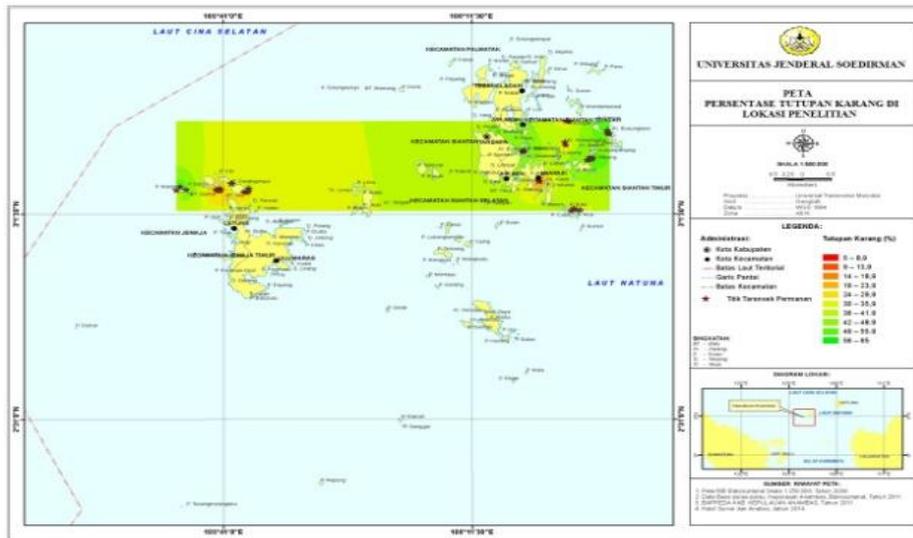
Pada stasiun 7 yaitu sebesar 63.33% dan nilai ini menunjukkan bahwa stasiun tersebut masuk kedalam kategori karang baik. Hal ini sesuai dengan baku mutu yaitu Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 4 tahun 2004, luas tutupan terumbu karang hidup dengan nilai 50-74,9% termasuk kedalam kategori karang baik. Besarnya nilai persentase tutupan karang hidup dipengaruhi oleh interaksi alami yang terdapat di ekosistem perairan sekitar, aktivitas manusia dan parameter fisik kimia perairan tersebut yang dalam penelitian menunjukkan hasil atau nilai yang cukup optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang.

Kondisi terumbu karang di 34 lokasi penelitian terdistribusi dari kondisi buruk hingga baik. Hanya terdapat 5 lokasi penelitian yang memiliki terumbu karang dengan kondisi baik (Stasiun 5, 6, 7, 21 dan

29), terdapat 17 lokasi penelitian dengan kondisi sedang, dan 12 stasiun lainnya dalam kondisi buruk (Stasiun 1, 3, 10, 11, 17, 20, 22, 24, 30, 31, 32, 33). Penutupan karang keras pada stasiun yang diamati di zona inti berkisar antara 9,23% hingga 63,33% dengan rata-rata 33,89%. Sedangkan penutupan karang keras pada stasiun yang diamati pada zona pemanfaatan berkisar antara 5,10% hingga 59,73% dengan rata-rata 29,52%. Nilai rata-rata persentase penutupan karang pada kedua zona tersebut termasuk kedalam kategori sedang atau masih baik.

Persentase tersebut menunjukkan bahwa daerah penelitian dalam kondisi cukup baik dan masih terjaga dari kerusakan alami atau faktor fisika, kimia dan biologi laut bagi kehidupan terumbu karang. Faktor yang menjadi penghambat pertumbuhan karang adalah faktor fisika kimia perairan dan faktor antropogenik. Terlebih lagi kawasan Taman

Wisata Perairan Kepulauan Anambas merupakan tempat ekowisata bahari dimana banyak terdapat aktivitas atau kegiatan dari masyarakat sekitar maupun pendatang (wisatawan) secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi ekosistem terumbu karang di sekitar serta perubahan faktor fisika kimia perairan yang semakin menurun dan kurang baik untuk pertumbuhan ekosistem terumbu karang. Sarwono (1993) mengungkapkan bahwa pengolahan terumbu karang harus cenderung lebih banyak ditekankan pada pengambilan karang atau aktivitas manusia seperti penangkapan ikan dengan bahan peledak, racun dan yang lainnya secara tidak langsung dapat merusak ekosistem terumbu karang. Adapun hasil persentase penutupan karang yang dapat dilihat dalam bentuk peta seperti pada **Gambar 4** berikut:

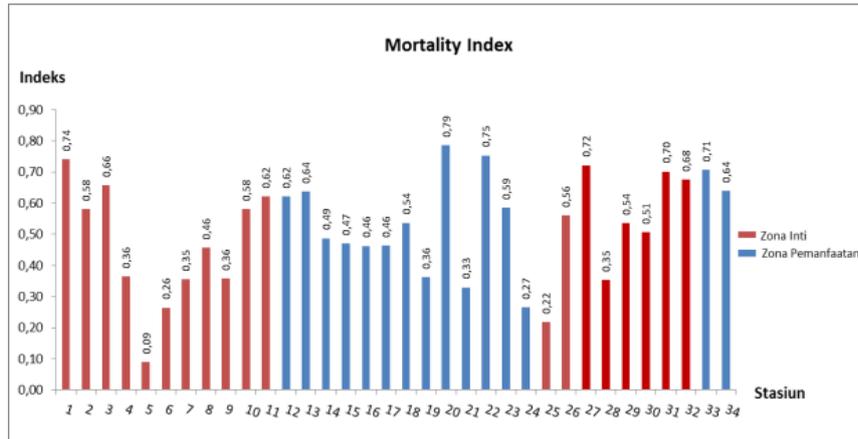


Gambar 4. Peta persentase tutupan karang di lokasi penelitian

Berdasarkan peta di atas, dapat dilihat bahwa persebaran nilai persentase penutupan karang pada 34 stasiun digambarkan dengan warna kuning dan hijau, yaitu pada rentang nilai 30-65%. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada lokasi penelitian ada dalam kondisi karang sedang maupun karang baik.

3.3. Indeks mortalitas karang (IMK)

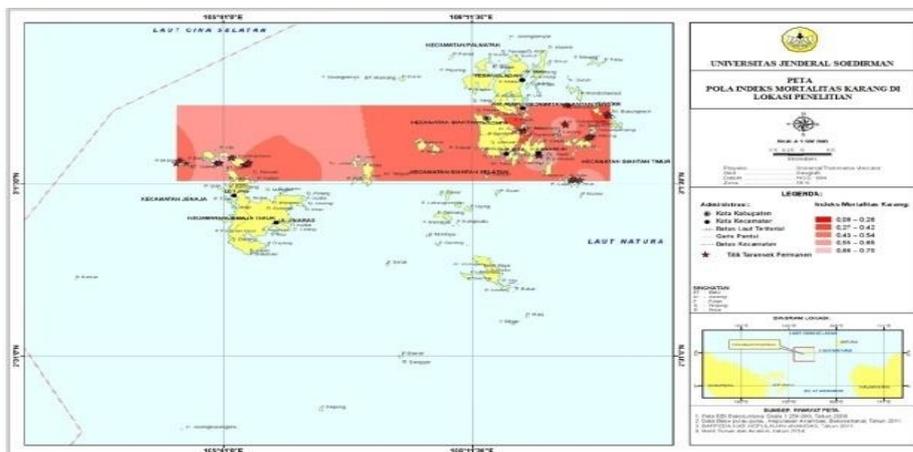
Hasil analisis indeks mortalitas karang dapat dilihat pada **Gambar 6** berikut:



Gambar 5. Grafik Indeks Mortalitas Karang

Rata-rata indeks kematian karang (*mortality index*) dari 34 lokasi penelitian di kawasan TWP Kepulauan Anambas mencapai 0,51 atau kematian karang mencapai 51%. Persentase kematian karang berkisar antara 9 sampai 79%, dimana persentase kematian karang terkecil terdapat di Stasiun 5 sedangkan persentase kematian karang terbesar terdapat di Stasiun 20 (Gambar 5). Persentase kematian karang pada stasiun penelitian di zona inti berkisar antara 9% hingga 74% dengan rata-rata 48%. Sedangkan persentase kematian karang pada stasiun penelitian di zona pemanfaatan

berkisar antara 27% hingga 79% dengan rata-rata 55%. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan kematian karang pada wilayah penelitian yaitu upaya penangkapan ikan karang yang tidak ramah lingkungan sehingga menyebabkan kematian karang. Di samping itu belum adanya fasilitas buoy untuk tambatan kapal menyebabkan kapal-kapal yang akan menambatkan kapalnya dengan membuang jangkar dapat menyebabkan kematian karang. Adapun hasil dari pola indeks mortalitas karang dalam bentuk peta yang ditunjukkan pada Gambar 6, berikut:



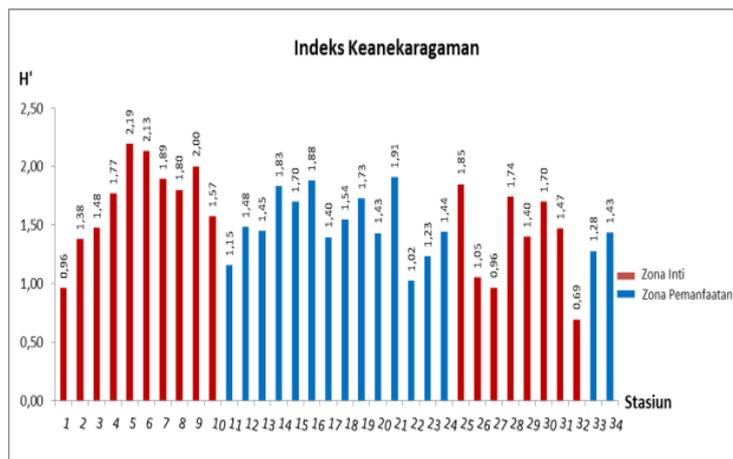
Gambar 6. Peta pola indeks mortalitas karang di lokasi penelitian

Berdasarkan gambar di atas, dapat dilihat bahwa peta tersebut menunjukkan pola indeks mortalitas karang dengan rentang warna merah tua sampai merah muda yang terdiri dari 5 golongan warna dengan rentang nilai mulai dari 0,09-0,70 yang berarti mulai dari mendekati nol sampai mendekati 1. Apabila nilai indeks mortalitas karang mendekati 0 maka tidak ada perubahan yang

berarti bagi karang hidup, tetapi jika mendekati 1 maka terjadi perubahan berarti dari karang hidup menjadi karang mati.

3.4. Indeks keragaman

Hasil analisis indeks keragaman dapat dilihat pada Gambar 7 berikut:



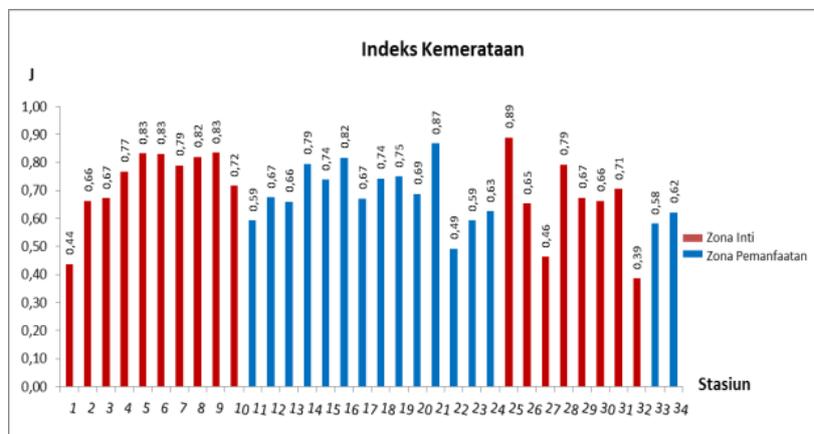
Gambar 7. Grafik Indeks Keanekaragaman

Kekayaan jenis atau jumlah jenis bentuk tumbuh (*life form*) karang pada setiap stasiun penelitian berbeda-beda, hal ini dikarenakan beberapa faktor, diantaranya kondisi fisik perairan yang berbeda sehingga mempengaruhi pula kekayaan jenis *life form* karang di wilayah tersebut. Dari hasil data penelitian pada 34 stasiun penelitian, indeks keanekaragaman jenis *life form* karang berkisar antara 0,69 sampai 2,19, dengan indeks rata-rata 1,53 (Gambar 7). Indeks ini menunjukkan bahwa rata-rata keanekaragaman jenis *life form* karang pada lokasi penelitian tergolong pada kriteria sedang. Di antara stasiun penelitian yang ada, tidak terdapat satu stasiunpun yang memiliki keanekaragaman spesies tinggi. Pada stasiun 1, 27 dan 32 termasuk kedalam kategori rendah, sedangkan stasiun lainnya ada pada kategori sedang. Hal tersebut disebabkan karena ada jenis *life form* yang mendominasi pada ketiga lokasi ini, sementara tidak ada *life form* yang mendominasi pada lokasi yang lainnya.

Masing-masing lokasi penelitian ditemukan 5 - 13 jenis *life form* dengan jumlah penutupan karang yang berbeda-beda. Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan Wilh dalam Siagian (2004) yang menyatakan bahwa apabila $H' \leq 1$: perairannya belum tercemar, maka sebaran individu tidak merata (keragaman rendah) berarti lingkungan perairan tersebut telah mengalami gangguan (tekanan) yang cukup besar atau struktur komunitas organisme di perairan tersebut tidak baik. Dan $1 < H' < 3$: tingkat pencemarannya sedang, maka sebaran individu sedang (keragaman sedang) berarti perairan tersebut mengalami tekanan atau gangguan yang sedang atau struktur komunitas organisme yang ada sedang.

3.5. Indeks pemerataan

Hasil analisis indeks pemerataan dapat dilihat pada Gambar 8 berikut:



Gambar 8. Grafik Indeks Pemerataan

Secara umum, nilai indeks kemerataan *life form* karang di lokasi penelitian memiliki perbedaan yang relatif tidak berbeda. Dari hasil data penelitian pada 34 stasiun penelitian, secara umum memiliki indeks keseragaman yang tergolong tinggi atau rata-rata 0,69 (**Gambar 8**). Hal ini berarti bahwa komunitas karang di lokasi penelitian bersifat stabil atau tidak mengalami tekanan dan sesuai dengan referensi menurut Weber dalam Siagian (2004) bahwa apabila nilai E mendekati 1 berarti keseragaman organisme dalam suatu perairan berada dalam keadaan seimbang berarti tidak terjadi persaingan baik terhadap tempat maupun makanan. Akan tetapi, terdapat 1 stasiun yang memiliki indeks kemerataan yang rendah, yaitu Stasiun 32. Hal ini berarti lokasi penelitian tersebut memiliki komunitas karang yang mengalami tekanan. Dari keseluruhan nilai indeks kemerataan karang di lokasi survey menggambarkan bahwa di setiap lokasi memiliki kondisi komunitas yang berbeda-beda, yakni kondisi komunitas tertekan, kondisi komunitas labil, dan kondisi komunitas stabil. Lokasi penelitian dengan nilai indeks

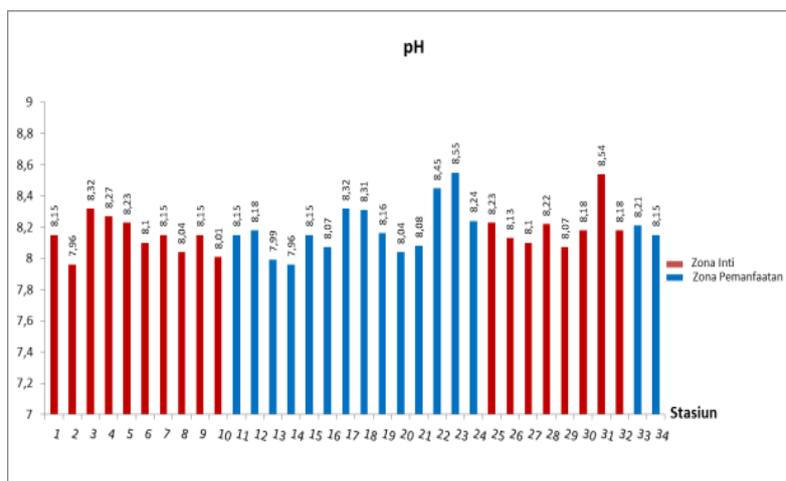
keseragaman terendah yaitu terdapat di Stasiun 32 dengan nilai 0,39 yang menggambarkan wilayah tersebut memiliki kondisi komunitas karang yang tertekan. Hal ini disebabkan karena pada ketiga lokasi ini memiliki jenis *life form* yang dominan. Sementara pada lokasi lainnya tidak terdapat jenis *life form* yang dominan sehingga struktur komunitas karang bersifat lebih stabil.

3.6. Karakteristik parameter kualitas air

Pertumbuhan terumbu karang dipengaruhi oleh kualitas perairan karena terumbu karang memiliki rentang optimum untuk dapat tumbuh, berkembangbiak dan bertahan hidup. Parameter kualitas air yang digunakan dalam penelitian ini yaitu derajat keasaman (pH), kecerahan, salinitas dan oksigen terlarut (DO).

Derajat keasaman (pH)

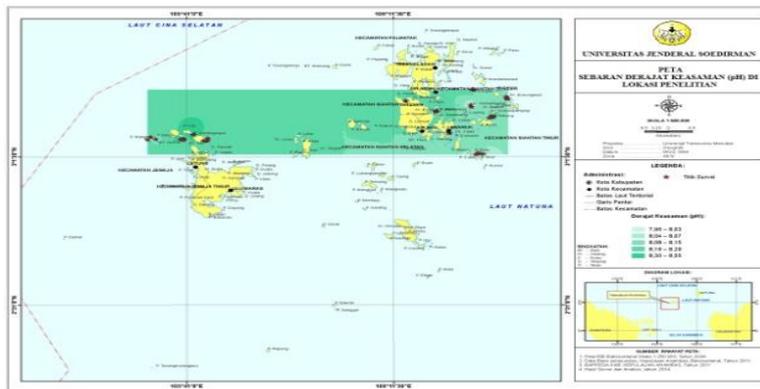
Hasil analisis derajat keasaman (pH) dapat dilihat pada **Gambar 9** berikut:



Gambar 2. Grafik derajat keasaman pH

Derajat keasaman (pH) menunjukkan jumlah ion hidrogen dalam air laut yang dinyatakan dalam aktivitas hidrogen. Derajat keasaman ini mempunyai peranan penting terhadap proses-proses biologis dan kimia dalam perairan. Derajat keasaman (pH) di stasiun pengamatan berkisar antara 7,96 – 8,55 (**Gambar 9**). Hal ini sesuai dengan Tarto (1988) yang menyatakan bahwa pH

permukaan air laut Indonesia bervariasi antara 6,0 – 8,5. Dengan demikian pH perairan ini tergolong normal dan cukup produktif serta ideal untuk kehidupan biota perairan. pH optimum bagi kehidupan karang yaitu berkisar antara 8,2 - 8,5 (Tomasick et al., 1997). Adapun hasil dari persebaran pH dalam bentuk peta yang ditunjukkan pada **Gambar 10**, sebagai berikut:



Gambar 103. Peta sebaran derajat keasaman (pH) di lokasi penelitian

Berdasarkan peta di atas, dapat dilihat bahwa pada lokasi penelitian ada pada rentang nilai pH mulai dari 7,96-8,55. Terbagi dalam 5 golongan warna hijau mulai dari hijau muda sampai hijau yang lebih tua dan nilai tersebut dapat dikatakan sebagai pH optimal bagi pertumbuhan terumbu karang.

Kecerahan

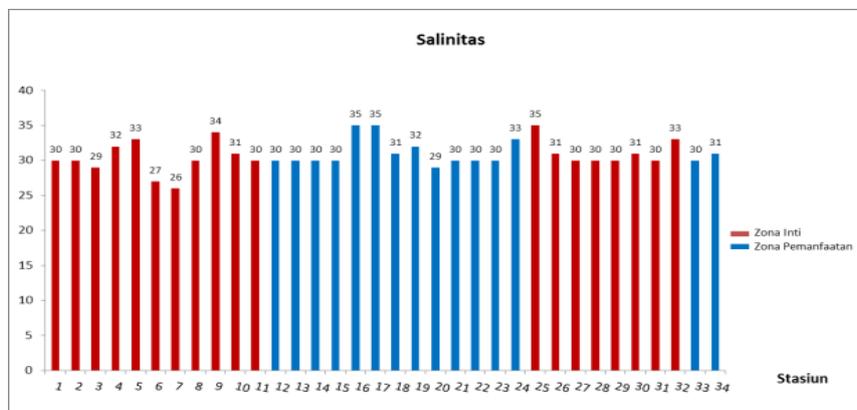
Kecerahan menunjukkan intensitas cahaya matahari yang dapat menembus lapisan-lapisan air. Makin keruh airnya, makin kecil intensitas sinar yang dapat masuk ke dalam air. Berdasarkan hasil pengukuran kecerahan bahwa rata-rata tingkat kecerahan di stasiun penelitian adalah 10,6 m. Artinya, kondisi perairan yang ada cukup jernih sehingga memungkinkan cahaya matahari dapat menembus sampai kedalaman kurang lebih 10,6 m, atau bisa menembus sampai dasar perairan bila kedalaman perairan tersebut kurang dari 10,6 m. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan akan sinar matahari di dalam kawasan ini dapat terpenuhi sehingga sangat menunjang proses kehidupan di dalam perairan, termasuk

kehidupan terumbu karang. Kebutuhan dan adaptasi sinar pada terumbu karang seperti untuk kepentingan memelihara laju maksimum dari pengkapuran dan fotosintesis adalah dapat dipertahankan hingga di bawah kedalaman 20 m dalam kondisi perairan bersih (Falkowski *et al.*, 1990).

Kecerahan perairan berhubungan dengan ketersediaan intensitas cahaya matahari yang dapat digunakan oleh *zooxanthellae* untuk melangsungkan fotosintesis secara optimal sehingga mendukung pertumbuhan karang (Supriharyono, 2000). Selama masih ada substrat untuk melekat, maka sampai kedalaman lebih dalam lagi, organisme seperti terumbu karang, lamun, dan lain-lain dapat melangsungkan kehidupannya. Berdasarkan data yang ada, diduga pengukuran kecerahan dilakukan pada kedalaman maksimum (dasar perairan).

Salinitas

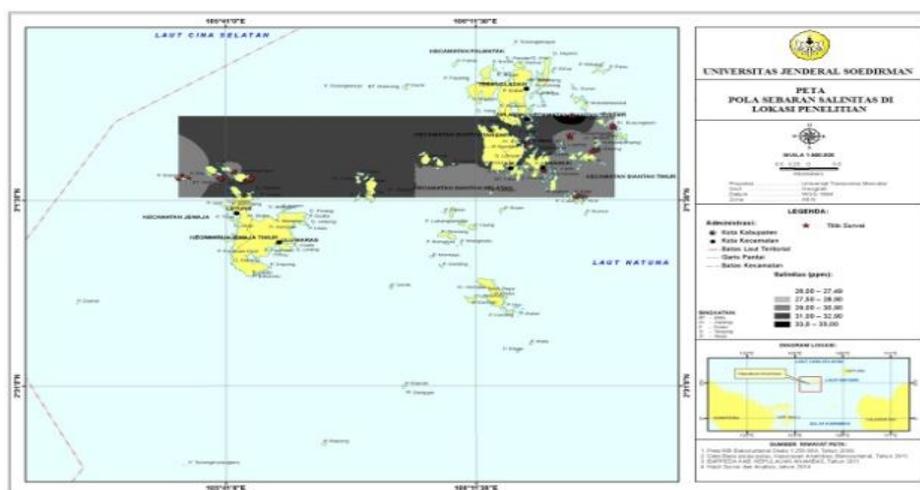
Hasil analisis salinitas dapat dilihat pada Gambar 11 berikut:



Gambar 4. Grafik Salinitas

Kadar garam (salinitas) menunjukkan gram zat (material) terlarut dalam 1 kilogram air laut, dengan anggapan bahwa semua karbonat diubah menjadi Oksida, Bromida, dan Iodida diganti oleh Klorida dan semua bahan organik teroksidasi dengan sempurna (Ilahude, 1999). Tinggi rendahnya kadar salinitas ini tergantung oleh berbagai faktor antara lain: sirkulasi, penguapan, curah hujan, dan aliran sungai. Kisaran salinitas air laut adalah $>17\%$, sedangkan di laut lepas berkisar antara 30 – 34‰ (Nontji, 1993). Salinitas mempengaruhi kehidupan hewan karang karena adanya tekanan osmosis pada jaringan hidup. Salinitas optimum bagi

kehidupan karang berkisar antara 30 – 33 ‰, oleh karena itu karang jarang ditemukan hidup di muara-muara sungai besar, bercurah hujan tinggi, atau perairan berkadar garam tinggi (Direktorat KTNL, 2006). Kondisi salinitas pada masing-masing stasiun penelitian berkisar antara 26 - 35‰ (**Gambar 11**). Hal ini menunjukkan bahwa salinitas di kawasan tersebut masih dalam keadaan optimum bagi kehidupan terumbu karang karena salinitas optimum bagi kehidupan terumbu karang berkisar 30 – 35 ppt. Adapun hasil dari sebaran salinitas dalam bentuk peta yang ditunjukkan pada **Gambar 12**, sebagai berikut:



Gambar 5. Peta pola sebaran salinitas di lokasi penelitian

Berdasarkan peta di atas, menunjukkan bahwa pada lokasi penelitian memiliki nilai salinitas optimal bagi pertumbuhan terumbu karang yaitu mulai dari 26-35‰. Terbagi dalam 5 golongan warna mulai dari abu muda sampai hitam.

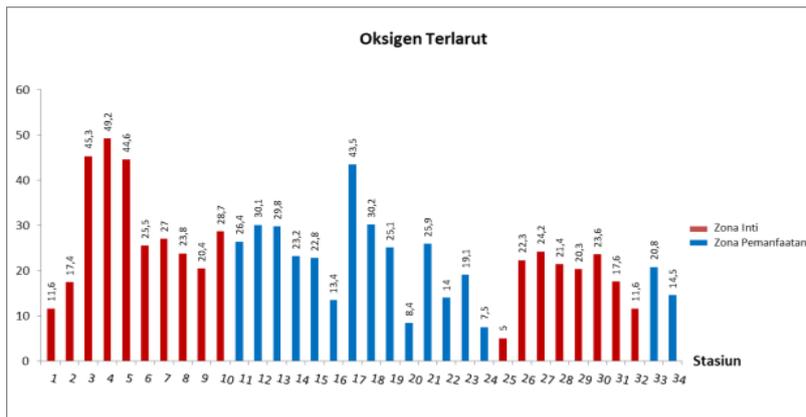
Oksigen terlarut (DO)

Hasil analisis oksigen terlarut (DO) dapat dilihat pada **Gambar 13**.

Oksigen terlarut menunjukkan besarnya kadar oksigen dalam perairan. Parameter ini sangat mempengaruhi kehidupan biota laut karena biota tersebut sangat membutuhkan oksigen untuk kelangsungan hidupnya. Berdasarkan hasil pengukuran kecerahan bahwa rata-rata tingkat oksigen terlarut di stasiun penelitian sangat bervariasi mulai dari 5 – 49,2 mg/L (**Gambar 13**). Kadar oksigen terlarut paling rendah terdapat pada Stasiun

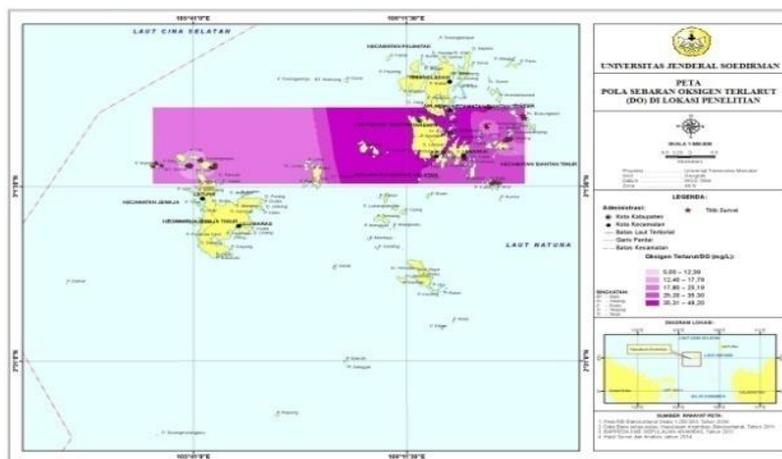
25, sedangkan kadar oksigen terlarut paling tinggi terdapat pada Stasiun 4. Variasi kadar oksigen terlarut pada masing-masing stasiun penelitian mempengaruhi variasi kondisi terumbu karang yang ada.

Menurut Tomascik *et al.* (1997) kandungan oksigen dipengaruhi oleh aktivitas metabolisme partikel karbon dalam reaksi kimia dalam proses fotosintesis. Raymonth (1963) menyatakan bahwa kecepatan masuknya oksigen dari udara tergantung pada beberapa faktor antara lain kejenuhan air, suhu, salinitas, serta pergerakan massa air dan udara seperti arus, gelombang, dan pasang surut. Menurut Sutarna (1986) kelarutan oksigen pada badan air tergantung pada seberapa besar proses pengadukan air permukaan, akibat proses fisik air laut seperti tiupan angin, keadaan arus, ombak, dan gelombang.



Gambar 6. Grafik Oksigen Terlarut (DO)

Adapun hasil dari oksigen terlarut (DO) dalam bentuk peta yang ditunjukkan pada Gambar 14, sebagai berikut:



Gambar 7. Peta pola sebaran oksigen terlarut (DO) di lokasi penelitian

Gambar diatas menunjukkan pola persebaran oksigen terlarut (DO) pada ke-34 stasiun penelitian. Dapat dilihat bahwa, rentang nilai sebaran oksigen terlarut (DO) dimulai dari 5,00-49,20. Terdiri dari 5 golongan warna yaitu ungu muda sampai ungu tua.

3.7. Hubungan struktur komunitas terumbu karang dengan kualitas air

Hasil analisis hubungan struktur komunitas terumbu karang dengan kualitas air dapat dilihat menggunakan analisis regresi linier berganda.

3.7.1. Hubungan penutupan karang keras dengan kualitas air

Hasil analisis hubungan penutupan karang keras dengan kualitas air dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan tabel diatas, ketiga variable bebas yang diuji tidak berpengaruh

nyata terhadap penutupan karang keras dengan nilai *p-value*, karena nilai oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH) dan salinitas kurang dari 0,1. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi kualitas perairan pada lokasi penelitian masih dalam kisaran optimum sehingga karang dapat tumbuh dengan baik tanpa dipengaruhi oleh kualitas perairan. Akan tetapi, penutupan karang dipengaruhi oleh faktor lain, seperti faktor antropogenik misalnya penangkapan ikan menggunakan bahan peledak, pengambilan karang untuk bahan bangunan dan kerusakan akibat adanya kegiatan *snorkeling* maupun *diving*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sarwono (1993) mengungkapkan bahwa pengolahan terumbu karang harus cenderung lebih banyak ditekankan pada pengambilan karang atau aktivitas manusia seperti penangkapan ikan dengan bahan peledak, racun dan yang lainnya secara tidak langsung dapat merusak ekosistem terumbu karang.

Tabel 1. Nilai hubungan penutupan karang keras dengan kualitas air

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	183	163	1.13	0.269	
DO	0.448	0.272	1.65	0.110	1.02
pH	-14.3	20.0	-0.72	0.479	1.04
Salinitas	-1.44	1.42	-1.02	0.318	1.02

Ket: $p\text{-value} > 0,1$,berpengaruh tidak nyata (tn)
 $p\text{-value} \leq 0,1$ berpengaruh nyata (**)

3.7.2. Hubungan indeks mortalitas karang dengan kualitas air

Hasil analisis hubungan mortalitas karang dengan kualitas air dapat dilihat pada **Tabel 2** sebagai berikut:

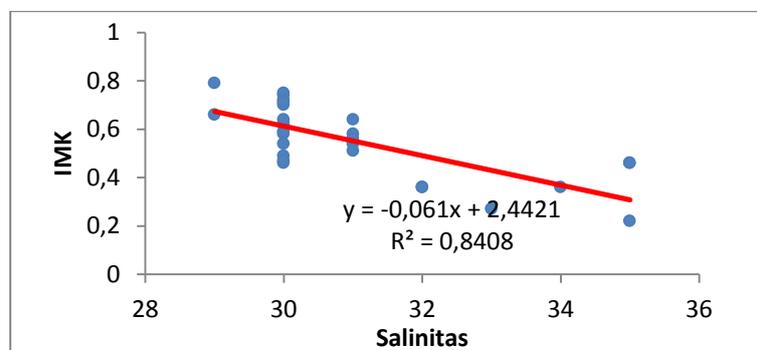
Tabel 2. Nilai hubungan indeks mortalitas karang dengan kualitas air

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	0.49	1.65	0.30	0.768	
DO	-0.00438	0.00275	-1.59	0.123	1.02
pH	0.122	0.203	0.60	0.552	1.04
Salinitas	-0.0283	0.0144	-1.97	0.058**	1.02

Ket: $p\text{-value} > 0,1$ berpengaruh tidak nyata (tn)
 $p\text{-value} \leq 0,1$ berpengaruh nyata (**)

Berdasarkan **Tabel 2**, dapat dilihat bahwa nilai $p\text{-value}$ oksigen terlarut (DO) sebesar 0,123; derajat keasaman (pH) sebesar 0,552 dan salinitas sebesar 0,058. Hal ini menunjukkan bahwa tidak adanya hubungan antara indeks mortalitas karang dengan oksigen terlarut (DO) dan hubungan antara indeks mortalitas karang dengan

derajat keasaman (pH) karena nilai $p\text{-value} > 0,1$, sedangkan indeks mortalitas karang dengan salinitas dapat dinyatakan berhubungan karena $p\text{-value} < 0,1$. Adapun grafik yang menunjukkan adanya hubungan antara indeks mortalitas karang dengan salinitas, sebagai berikut:



Gambar 8. Grafik hubungan salinitas terhadap mortalitas karang

Terumbu karang mempunyai toleransi terhadap salinitas sekitar 27 – 40 ppt. Pada **Gambar 15** dapat dilihat apabila salinitas

meningkat maka mortalitas karangnya juga meningkat. Hal tersebut terjadi karena nilai salinitas yang tinggi dapat memberikan

tekanan bagi pertumbuhan karang sehingga karang dapat mati dan menunjukkan bahwa nilai salinitas sangat mempengaruhi keberlangsungan hidup karang dan pertumbuhan karang.

Banyak spesies terumbu karang yang peka terhadap perubahan salinitas yang besar. Salinitas perairan dimana karang dapat hidup adalah pada kisaran 27 - 40‰ dengan kisaran optimum untuk pertumbuhan karang adalah 34 - 36‰ (Nybakken 1988; Thamrin 2006). Nilai baku mutu air laut untuk biota laut yang ditetapkan oleh Kepmen LH No. 51 tahun 2004 yaitu 33 - 34‰, dan menurut

Dahuri *et al.* (2008), umumnya terumbu karang tumbuh dengan baik di sekitar areal pesisir pada salinitas 30 - 35‰. Meskipun terumbu karang mampu bertahan pada salinitas diluar kisaran tersebut, namun pertumbuhannya kurang baik dibandingkan pada salinitas normal.

3.7.3. Hubungan indeks keragaman dengan kualitas air

Hasil analisis hubungan indeks keragaman dengan kualitas air dapat dilihat pada **Tabel 3** sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai hubungan indeks keragaman dengan kualitas air

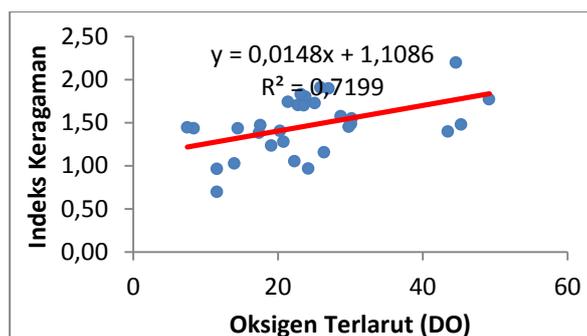
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	4.95	3.44	1.44	0.160	
DO	0.01097	0.00574	1.91	0.066**	1.02
pH	-0.516	0.423	-1.22	0.231	1.04
Salinitas	0.0175	0.0300	0.59	0.563	1.02

Ket: $p\text{-value} > 0,1$
 $p\text{-value} \leq 0,1$

berpengaruh tidak nyata (tn)
berpengaruh nyata (**)

Berdasarkan **Tabel 3**, dapat dilihat bahwa nilai $p\text{-value}$ oksigen terlarut (DO) sebesar 0,066; derajat keasaman (pH) sebesar 0,231 dan salinitas sebesar 0,563. Hal ini menunjukkan bahwa tidak adanya hubungan antara indeks keragaman dengan derajat keasaman (pH) dan hubungan antara

indeks keragaman dengan oksigen terlarut (DO) karena nilai $p\text{-value} > 0,1$. Sedangkan indeks keragaman dengan salinitas dapat dinyatakan berhubungan karena $p\text{-value} < 0,1$. Adapun grafik yang menunjukkan adanya hubungan antara indeks keragaman dengan oksigen terlarut (DO), sebagai berikut:



Gambar 9. Grafik hubungan oksigen terlarut (DO) terhadap keragaman

Pada **Gambar 16** dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai oksigen terlarut (DO), maka semakin banyak keragamannya. Hal tersebut terjadi karena kadar oksigen di perairan kadarnya dipengaruhi oleh proses fotosintesis fitoplankton dan tumbuhan air yang lainnya berlangsung optimal karena ketersediaan

cahaya matahari yang cukup. Proses lainnya yang mendukung tingginya kadar oksigen terlarut di perairan adalah di daerah pantai air dasar perairan yang mengandung banyak nutrisi mudah teraduk ke badan air yang lebih atas sehingga nutrisi dapat dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk berfotosintesis (Sukarno, 1995).

Berdasarkan Kepmen LH No. 51 tahun 2004, nilai kisaran optimum oksigen terlarut bagi pertumbuhan karang yaitu > 5 mg/L. Organisme laut memerlukan oksigen terlarut untuk kegiatan metabolismenya. Oksigen tersebut digunakan dalam proses metabolisme tubuh untuk pertumbuhan dan berkembang biak. Adanya hubungan yang erat (simbiosis) antara hewan karang dan *zooxanthellae*, karena hewan karang menyediakan tempat berlindung bagi *zooxanthellae* dan memasok secara rutin kebutuhan bahan-bahan anorganik yang

diperlukan untuk fotosintesis. Sedangkan hewan karang diuntungkan dengan tersedianya oksigen dan bahan-bahan organik dari *zooxanthellae* sehingga terjadinya keragaman yang tinggi apabila oksigen terlarutnya juga tinggi.

3.7.8. Hubungan indeks kemerataan dengan kualitas air

Hasil analisis hubungan indeks kemerataan dengan kualitas air dapat dilihat pada **Tabel 4** sebagai berikut:

Tabel 4. Nilai hubungan indeks kemerataan dengan kualitas air

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	1.93	1.21	1.60	0.121	
DO	0.00332	0.00202	1.64	0.111	1.02
pH	-0.195	0.149	-1.31	0.200	1.04
Salinitas	0.0090	0.0105	0.85	0.401	1.02

Ket: $p\text{-value} > 0,1$
 $p\text{-value} \leq 0,1$

berpengaruh tidak nyata (tn)
 berpengaruh nyata (**)

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bahwa nilai $p\text{-value}$ oksigen terlarut (DO) sebesar 0,111; derajat keasaman (pH) sebesar 0,200 dan salinitas sebesar 0,401. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang nyata antara indeks kemerataan dengan oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH) dan salinitas karena nilai $p\text{-value} > 0,1$. Nilai tersebut menunjukkan kondisi kualitas perairan pada lokasi penelitian masih dalam kisaran optimum, sehingga karang dapat tumbuh dengan baik tanpa dipengaruhi oleh kualitas perairan tersebut. Organisme laut memerlukan oksigen terlarut dalam proses metabolisme tubuh untuk pertumbuhan dan berkembangbiak.

Menurut Rahayu (1991), konsentrasi oksigen terlarut yang selalu rendah akan mengakibatkan ikan dan hewan lainnya yang membutuhkan oksigen akan mengalami kematian. Banyak spesies karang peka terhadap perubahan salinitas yang besar (Dahuri, 2003). Atkinson et al. (1995) mengungkapkan bahwa terjadi pertumbuhan karang yang baik pada pH yang rendah dan nutrisi yang tinggi. Ketiga pernyataan tersebut menunjukkan bahwa oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH) dan salinitas memiliki kisaran nilai untuk pertumbuhan karang, sehingga indeks kemerataan karang dapat dipengaruhi oleh ketiganya meskipun pengaruhnya tidak nyata.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa struktur komunitas terumbu karang di Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas meliputi: persentase tutupan karang, mortalitas karang, keragaman dan kemerataan. Persentase tutupan karang masuk kedalam kategori sedang; indeks mortalitas karang mendekati 1 yaitu terjadinya perubahan yang berarti dari karang hidup menjadi karang mati. Indeks keragaman tergolong pada kriteria sedang dan indeks kemerataan tergolong tinggi atau dalam keadaan seimbang. Kondisi kualitas perairan di Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas secara keseluruhan ada pada kisaran optimum bagi pertumbuhan terumbu karang. Terdapat hubungan yang nyata antara salinitas dengan mortalitas karang dan DO dengan keragaman.

Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai hubungan struktur komunitas terumbu karang dengan struktur komunitas ikan karang sehingga memberikan informasi data yang lebih lengkap guna pengembangan, pemanfaatan, dan pengelolaan Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas dapat berlangsung secara berkelanjutan.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Loka Kawasan Konservasi Perairan Nasional (KKPN) Pekanbaru atas fasilitas serta data-data yang digunakan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Atkinson M. J., Carlson, B., Crow, G.L. 1995. Coral Growth in High Nutrient, Low pH Seawater: a Case Study of Corals Cultured at the Waikiki Aquarium, Honolulu, Hawaii in *Coral Reefs* **14(4)**, 215–223.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. Air dan air limbah – Bagian 23: Cara uji suhu dengan termometer. SNI 06-6989.23. ICS No. 13.060.01
- Bengen, D.G. 2002, Sinopsis Ekosistem Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut serta Prinsip Pengelolaannya, Bogor, Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor.
- Birkeland, C. 1997. *Life and death of coral reefs*. Chapman and Hall. International Thomson Publishing, New York, Washington.
- Carlson, R.E. 1997. *The Secchi Disk in Black and White*. *Lake Line*. **17**: 14-15, 58-59.
- Nordstrom. D.K., Alpers, C.N., Ptacek, C.J., Blowes, D.W. 2000. Negative pH and Extremely Acidic Mine Waters from Iron Mountain, California. *Environmental Science & Technology* **34 (2)**, 254-258
- Dahuri, R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 412 hal.
- Dahuri, R. 2008. Pengelolaan Sumber daya wilayah pesisir dan lautan secara terpadu. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Danoedoro, P. 2004. Informasi Penggunaan Lahan Multidimensional: Menuju Sistem Klasifikasi Penggunaan Lahan Multiguna Untuk Perencanaan Wilayah dan Pemodelan Lingkungan. Sains Informasi Geografis: dari Perolehan dan Analisis Citra Hingga Pemetaan dan Pemodelan Spasial. Fakultas Geografi. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Davies-Colley, R.J. 1988. Measuring water clarity with a black disk. *Limnology and Oceanography* **33**, 616-623.
- Edinger, E.N. 1998. Effect of Land Based Pollution on Indonesia Coral Reefs : Biodiversity, Growth Rates, Bioerosion, and Applications to The Fossil Record. McMaster University. (PhD Thesis). 297 pp.
- English, S., Wilkinson, C., Baker, V. 1994. *Survey Manual For Tropical Marine Resources*. ASEAN-Australia Marine Science Project: Living Coastal Resources. Australia Institute of Marine Science. Townsville.
- Falkowski, P.G., Jokiel, P.L., Kinzie, R.A. 1990. Irradiance and Corals. In: *Coral Reefs: Ecosystem of the world* 25. Z. Dubinski (Ed.). Elsevier, Amsterdam. pp. 89-107.
- Gomez, E.D., Yap, H.T. 1984. Monitoring Reef Condition. In: *Coral Reef Management Handbook*, R.A. Kenchington and B.E.T. Hudson (Eds). Unesco Publisher, Jakarta.
- Hendro, G. M., Adji, T. B., Setiawan, N. A. 2012. Penggunaan Metodologi Analisa Komponen Utama (PCA) untuk Mereduksi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyakit Jantung Koroner. *Seminar Nasional "Science, Engineering and Technology"*.
- Houch, J.E. 1977. The Respons of Coral Growth rate and Sceletal SterntiumContent to.Light Intensity and Water Temperature. Proc. 3 d int. symp. Coral Reef edTaylor, D. L. School of Marine and Atmospheric Scince University of Miami. 2, 425–431.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut*. Jakarta.
- Kurniawan, D. 2008. *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Levinton, J.S. 1982. *Marine Ecology*. Practice Hall Inc.. Engloweed Cliffs, New Jersey. 526 p.

- Lovejoy, T.E. 2006. Protected areas: A prism for a changing world. *Trends in Ecology and Evolution* **21**, 329–333.
- Nontji, A. 1993. *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta, 367 hal.
- Nybakken, J.W. 1988. Biologi laut: suatu pendekatan ekologis (terjemahan). PT. Gramedia. Jakarta.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut: suatu pendekatan ekologis*. Diterjemahkan oleh H. M. Eidman, Koesobiono, D. G. Bengen, M. Hutomo, dan S. Sukardjo. PT Gramedia. Jakarta. Xv + 459 h.
- Rahayu, S. 1991. Penelitian Kadar Oksigen Terlarut (DO) dalam Air bagi Kehidupan Ikan. BPPT No.XL V/1991. Jakarta.
- Raymonth, J. E. G. 1963. Plankton and Productivity in the Oceans. Pengaman Press. Oxford. 660 p.
- Sarwono, K. 1993. Terumbu Karang yang paling terancam. *Harian Umum Kompas* tanggal 2 September 1993.
- Sukarno, R. 1995. *Ekosistem Terumbu Karang dan Masalah Pengelolaannya*. Materi Pendidikan dan Pelatihan Metodologi Penelitian Penentuan Kondisi Terumbu Karang. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI dan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Supriharyono. 2000. *Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Sutarna, I.N. 1986. *Terumbu Karang Sebagai Taman Wisata Bahari*. Lonawarta, LON-LIPI, Ambon.
- Syofyan, I., Jhonerie, R., dan Kasman. 2009. Aplikasi Sistem Informasi Geografis Dalam Penentuan Daerah Pengoperasian Alat Tangkap Gombang Di Perairan Selat Bengkalis Kecamatan Bengkalis Kabupaten Bengkalis Propinsi Riau. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan* **14** (2), 128-134.
- Thamrin. 2006. Karang; biologi reproduksi dan ekologi. Penerbit Minamandiri Press. Pekanbaru. 260 hal.
- Tomascik, T., A. J. Mah, A. Nontji, dan M. K. Moosa. 1997. *The Ecology of The Indonesian Seas*. Periplus Edition. Singapore.