

**ANALISIS KEBERLANJUTAN PENGELOLAAN EKOSISTEM
TERUMBU KARANG DI KAWASAN KONSERVASI LAUT DAERAH
BINTAN TIMUR KEPULAUAN RIAU**

*(Sustainability Analysis of Coral Reef Ecosystem Management in Regional
Marine Conservation Area Bintan Timur, Riau Islands)*

Adriman¹⁾, Ari Purbayanto²⁾, Sugeng Budiharso³⁾ dan Ario Damar⁴⁾

¹⁾ Dosen Jurusan Manajemen Sumberdapa Perairan Faperika Universitas Riau

²⁾ Guru Besar Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perairan FPIK IPB

³⁾ Dosen Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan IPB

⁴⁾ Dosen Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan FPIK IPB

Diterima : 2 Februari 2012 Disetujui : 10 Maret 2012

ABSTRACT

Coral reef ecosystem management in Regional Marine Conservation Area (RMCA) Bintan Timur is still a sectoral and not based on the consideration of multi-sectoral and multi-dimensional, so that it can cause environmental damage and social problems. The objectives of this study are: (1) to analyze the index and sustainability status of coral reef management in RMCA Bintan Timur, and (2) to analyze the key factors for sustainable management of coral reef ecosystems. Sustainability analysis conducted by the method of Multi Dimensional Scaling (MDS) approach with Rap-Insus COREMAG techniques (Rapid Appraisal-Index Sustainability of Coral Reef Management). Analysis of key factors of sustainability management performed a prospective analysis of the sensitivity factors (*leverage factor*) of the MDS and the factors from the analysis of stakeholders' needs. The results showed that the status of sustainability of coral reef management in RMCA Bintan Timur was quite sustainable with a multidimensional index of 55.02. There were ten key factors that influence to the sustainability, namely the condition of coral reefs, protected area, the public revenue, tourism employment, human resource availability, government policies, coordination among stakeholders, community compliance, environmental legal counseling, and surveillance infrastructure.

Keywords: *Bintan Timur, coral reef ecosystem management, multi-dimensional scaling, sustainability analysis*

PENDAHULUAN

Ekosistem terumbu karang merupakan bagian dari ekosistem laut yang penting dan memiliki peran strategis bagi pembangunan Indonesia saat ini dan dimasa mendatang. Indonesia memiliki sekitar 50.000 km² ekosistem terumbu karang yang tersebar di seluruh wilayah pesisir dan lautan nusantara. Potensi lestari sumberdaya perikanan yang terkandung di dalamnya diperkirakan sebesar 80.802 ton/km²/tahun, meliputi berbagai jenis ikan karang, udang karang, alga, teripang, dan kerang mutiara. Terumbu karang yang masih utuh juga memberikan nilai pemandangan yang sangat indah. Keindahan tersebut merupakan potensi wisata bahari yang belum dimanfaatkan secara optimal (Dahuri *et al.*, 1996).

Kabupaten Bintan merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Kepulauan Riau yang terdiri dari 240 pulau-pulau kecil serta memiliki sumberdaya pesisir dan laut yang sangat potensial. Wilayah pesisir Kabupaten Bintan memiliki ekosistem terumbu karang seluas 17.394,83 ha (DKP, 2007). Ditemukan 14 famili dan 78 jenis karang dengan kondisi buruk sampai sedang (LIPI, 2007).

Ekosistem terumbu karang di Kabupaten Bintan telah sejak lama dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan ekonomi, seperti lokasi penangkapan ikan dan wisata bahari dengan melibatkan banyak pemangku kepentingan (*stakeholders*). Pemanfaatan ekosistem terumbu karang sebagai lokasi penangkapan ikan dan wisata bahari ini telah berdampak positif terhadap ekonomi. Namun sayangnya dalam pemanfaatan sebagai lokasi penangkapan ikan sering dilakukan secara destruktif. Sektor perikanan merupakan mata pencaharian utama bagi sebagian besar masyarakat pesisir Bintan, dimana pada tahun 2007 tercatat sebanyak 8.243 RTP, sebagian besar (96,3%) bergerak di bidang penangkapan ikan (BPS Kabupaten Bintan, 2007).

Sebagai upaya untuk menjaga kelestarian ekosistem terumbu karang dan pemanfaatan sumberdaya hayati yang terkandung di dalamnya secara berkelanjutan, sejak tahun 2006 pemerintah telah menetapkan kawasan pesisir timur Pulau Bintan sebagai salah satu lokasi COREMAP (*Coral Reef Rehabilitation and Management Program*). Secara administrasi lokasi Coremap ini berada pada dua kecamatan, yaitu Kecamatan Gunung Kijang dan Kecamatan Bintan. Selanjutnya Pemerintah Kabupaten Bintan telah menetapkan kawasan pesisir timur Pulau Bintan ini sebagai Kawasan Konservasi Laut Daerah (KKLD) Kabupaten Bintan dengan SK Bupati Bintan No. 261/VIII/2007 dengan luas kawasan 116.000 ha.

Meningkatnya kegiatan pembangunan di pesisir Bintan Timur ini telah meningkatkan tekanan terhadap sumberdaya perairan pesisir termasuk ekosistem terumbu karang. Saat ini terdapat berbagai institusi, baik pemerintah, pemerintah daerah maupun swasta yang mengelola bagian-bagian wilayah pesisir Bintan Timur secara sendiri-sendiri dengan mekanisme yang tumpang tindih. Kegiatan pembangunan di wilayah pesisir dan laut Bintan Timur ini meliputi kegiatan pertambangan, pariwisata (hotel dan restoran), permukiman, dan pertanian, pelabuhan, dan transportasi laut, penangkapan ikan, dan pariwisata bahari. Semua

kegiatan pembangunan tersebut belum menunjukkan keterpaduan sebagaimana persyaratan pembangunan wilayah pesisir sebagai suatu ekosistem yang kompleks.

Solusi dari permasalahan pengelolaan ekosistem terumbu karang yang kompleks di atas memerlukan suatu pendekatan yang bersifat multidimensi sehingga konsep pembangunan berkelanjutan dapat diwujudkan. Permasalahan pokok dalam penelitian ini adalah pengelolaan ekosistem terumbu karang di KKLD Bintan Timur hingga saat ini masih bersifat sektoral dan belum didasarkan atas pertimbangan multi sektoral dan multi dimensi. Kondisi ini menimbulkan kerugian ganda berupa hilangnya penerimaan negara, kerusakan lingkungan dan masalah sosial.

Berdasarkan permasalahan di atas maka penelitian ini dilakukan untuk (1) menganalisis indeks dan status keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang di KKLD Bintan Timur dari dimensi ekologi, ekonomi, sosial budaya, teknologi-infrastruktur, serta hukum dan kelembagaan; (2) menganalisis faktor penentu (faktor dominan) terhadap keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di KKLD Bintan Timur Kepulauan Riau. KKLD Bintan Timur secara administrasi berada di wilayah Kecamatan Gunung Kijang dan Kecamatan Bintan Pesisir. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2010-September 2011.

Data yang diperlukan adalah data primer dan sekunder yang terkait dengan atribut-atribut dimensi pembangunan keberlanjutan yaitu: dimensi ekologi, ekonomi, sosial, teknologi dan infrastruktur serta hukum dan kelembagaan. Data primer diperoleh hasil pengamatan langsung di lokasi penelitian dan dari responden serta pakar yang terpilih, sedangkan data sekunder diperoleh dari sumber kepustakaan dan dokumen beberapa instansi yang terkait dengan penelitian. Data primer diperoleh melalui pengamatan lapangan, wawancara dengan masyarakat dan tokoh masyarakat, pengusaha pariwisata, kelompok konservasi, dan aparat pemerintah. Diskusi mendalam dilakukan dengan pakar mencakup akademisi, lembaga swadaya masyarakat, aparat pemerintah dan tokoh masyarakat. Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber antara lain Bintan Dalam Angka, Kecamatan Gunung Kijang Dalam Angka, Kecamatan Bintan Pesisir Dalam Angka, dokumen RT/RW Kabupaten Bintan, dan hasil penelitian LIPI di Kabupaten Bintan.

Analisis Indeks dan Status Keberlanjutan Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang

Analisis keberlanjutan pengelolaan terumbu karang dilakukan dengan metode pendekatan *Multi Dimensional Scaling* (MDS) dengan teknik Rap-Insus COREMAG (*Rapid Appraisal-Index Sustainability of Coral Reef Management*) yang telah dimodifikasi dari program RAPPFISH (Kavanagh, 2001; Pitcher and Preikshot, 2001 Fauzi dan Anna, 2002). Metode MDS merupakan teknik analisis statistik berbasis komputer dengan menggunakan perangkat lunak SPSS, yang melakukan transformasi terhadap setiap dimensi dan multidimensi keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang di KKLD Bintan Timur Kepulauan Riau. Penentuan atribut pada masing-masing dimensi ekologi, ekonomi, sosial budaya, teknologi dan infrastruktur serta hukum dan kelembagaan mengacu pada indikator dari Rappfish (Kavanagh, 2001); Tesfamichael dan Pitcher (2006); Charles (2000); Nikijuluw (2002) dan Arifin (2008) yang dimodifikasi.

Atribut setiap dimensi dan kriteria baik atau buruk mengikuti konsep RAPPFISH (Kavanagh, 2001) dan *judgement knowledge* pakar/stakeholder. Setiap atribut diperkirakan skornya, yaitu skor 3 untuk kondisi baik (*good*), 0 berarti buruk (*bad*) dan di antara 0-3 untuk keadaan di antara baik dan buruk. Skor definitifnya adalah nilai *modus*, yang dianalisis untuk menentukan titik-titik yang mencerminkan posisi keberlanjutan relatif terhadap titik baik dan buruk dengan teknik ordinasi statistik MDS. Skor perkiraan setiap dimensi dinyatakan dengan skala terburuk (*bad*) 0% sampai yang terbaik (*good*) 100%, yang dikelompokkan ke dalam empat kategori, yaitu: 0-25% dikategorikan buruk (tidak berkelanjutan), 25,01-50% (kurang berkelanjutan), 50,01-75% (cukup berkelanjutan) dan 75,01-100% dikategorikan baik (sangat berkelanjutan).

Teknik ordinasi atau penentuan jarak di dalam MDS didasarkan pada *Euclidian Distances* yang dalam ruang berdimensi n dapat ditulis sebagai berikut:

$$d = \sqrt{\left(|x_1 - x_2|^2 + |y_1 - y_2|^2 + |z_1 - z_2|^2 + \dots\right)}$$

Konfigurasi atau ordinasi dari suatu obyek atau titik di dalam MDS kemudian diaproksimasi dengan meregresikan jarak *Euclidian* (d_{ij}) dari titik i ke titik j dengan titik asal (σ_{ij}) sebagaimana persamaan berikut:

$$d_{ij} = \alpha + \beta \sigma_{ij} + \varepsilon$$

Teknik yang digunakan untuk meregresikan persamaan di atas adalah Algoritma ALSCAL (Alder *et al.*, 2000 dalam Fauzi dan Anna, 2005), merupakan metode yang paling sesuai untuk *Rappfish* dan mudah tersedia pada hampir setiap *software* statistika (SPSS dan SAS). Metode ALSCAL mengoptimisasi jarak

kuadrat (*square distance* = d_{ijk}) terhadap data kuadrat (titik asal = o_{ijk}), yang dalam tiga dimensi (i, j, k) ditulis dalam formula yang disebut *S-Stress* sebagai berikut:

$$s = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \left[\frac{\sum_i \sum_j (d_{ijk}^2 - o_{ijk}^2)^2}{\sum_i \sum_j o_{ijk}^4} \right]}$$

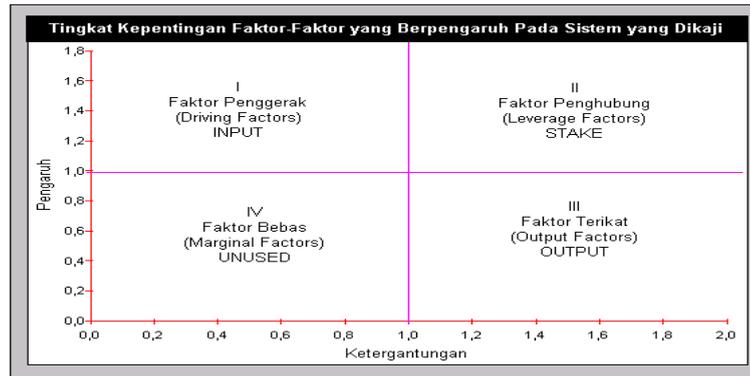
Jarak kuadrat merupakan jarak *Euclidian* yang dibobot atau ditulis:

$$d^2 = \sum_{\alpha=i}^r w_{ka} (x_{ia} - x_{ja})^2$$

Goodness of fit dalam MDS dicerminkan dari besaran nilai *S-Stress* yang dihitung berdasarkan nilai S di atas dan R^2 . Nilai stres yang rendah menunjukkan *good fit*, sedangkan nilai S yang tinggi menunjukkan sebaliknya. Di dalam *Rapfish*, model yang baik ditunjukkan oleh nilai stres yang lebih kecil dari 0,25 ($S < 0,25$), sedangkan nilai R^2 yang baik adalah yang nilainya mendekati 1 (Malhotra, 2006). Evaluasi pengaruh galat acak (*Error*) digunakan analisis *Monte Carlo* untuk mengetahui: (a) pengaruh kesalahan pembuatan skor atribut, (b) pengaruh variasi pemberian skor, (c) stabilitas proses analisis MDS yang berulang-ulang, (d) kesalahan pemasukan atau hilangnya data (*missing data*), dan (e) nilai *stress* dapat diterima apabila $< 20\%$ (Pitcher and Preikshot, 2001).

Analisis Faktor Penentu (Faktor Dominan) Terhadap Keberlanjutan Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang

Analisis faktor-faktor penentu keberlanjutan pengelolaan terumbu karang dilakukan dengan menggunakan analisis prospektif dari faktor-faktor sensitif (*leverage factor*) MDS dan dari faktor-faktor hasil analisis kebutuhan *stakeholders* (Bourgeois and Jesus, 2004). Analisis prospektif dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu *tahap pertama*, penentuan faktor-faktor kunci pada kondisi saat ini (*existing condition*) dari hasil MDS; *tahap kedua*, penentuan faktor-faktor kunci hasil analisis kebutuhan (*need analysis*) dari *stakeholders* dengan teknik *Participatory Rural Appraisal* (PRA) dan wawancara dengan pakar; *tahap ketiga*; penentuan faktor kunci dari hasil analisis gabungan antara hasil tahap pertama dan tahap kedua atau gabungan antara *existing condition* dan *need analysis*. Hasil analisis prospektif terlihat dalam diagram empat kuadran yang menggambarkan tingkat kepentingan faktor-faktor yang berpengaruh pada sistem yang dikaji, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Tingkat kepentingan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap obyek penelitian.

Menurut Bourgeois and Jesus (2004), faktor penentu atau penggerak (*driving factors*) adalah faktor-faktor yang mempunyai pengaruh kuat tetapi ketergantungannya kurang kuat, sehingga termasuk ke dalam kategori faktor paling kuat dalam sistem yang dikaji. Faktor penghubung (*leverage factors*), yaitu faktor yang menunjukkan pengaruh dan ketergantungan yang kuat, sehingga faktor-faktor ini sebagian dianggap sebagai faktor atau peubah yang kuat. Faktor terikat (*output factors*), yaitu faktor yang mewakili output, faktor yang pengaruhnya kecil tetapi ketergantungannya tinggi. Faktor bebas (*marginal factors*), yaitu faktor yang pengaruh maupun tingkat ketergantungannya rendah, sehingga dalam sistem bersifat bebas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks dan Status Keberlanjutan Dimensi Ekologi

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan MDS terhadap sembilan atribut yang berpengaruh terhadap dimensi ekologi menunjukkan bahwa nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi adalah 63,00. Analisis *leverage* dilakukan untuk melihat atribut-atribut yang sensitif memberikan pengaruh terhadap nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi. Berdasarkan analisis *leverage* tersebut diperoleh enam atribut yang sensitif, yaitu (1) kondisi perairan, (2) substrat perairan, (3) spesies yang dilindungi, (4) keragaman ikan karang, (5) luas area yang dilindungi, dan (6) tutupan karang hidup. Perubahan terhadap ke-6 *leverage factor* ini akan mudah berpengaruh terhadap kenaikan atau penurunan nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi.

Kondisi perairan sangat 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*. Kecerahan perairan di lokasi pengamatan terumbu karang pada saat penelitian dilakukan berkisar 3,10 – 8,10 m.

Unsur hara nitrat dan fosfor merupakan faktor yang paling menentukan kerusakan terumbu karang (Tomascik, 1991). Hasil pengukuran nitrat dan fosfat di lokasi penelitian cukup bervariasi antar stasiun, yaitu masing-masing berkisar antara 0,069 – 0,351 mg/l dan 0,009–0,027 mg/l. 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.

Indeks dan Status Keberlanjutan Dimensi Ekonomi

Hasil analisis MDS terhadap delapan atribut yang berpengaruh pada dimensi ekonomi menunjukkan bahwa nilai indeks keberlanjutan dimensi ekonomi adalah 57,48. Analisis leverage dilakukan untuk mengetahui atribut yang sensitif terhadap keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang pada dimensi ekonomi. Berdasarkan analisis leverage terhadap 8 atribut dimensi ekonomi diperoleh empat atribut yang sensitif, yaitu (1) kunjungan wisatawan, (2) jumlah obyek wisata, (3) penyerapan tenaga kerja pariwisata, dan (4) ketersediaan modal nelayan. Perubahan terhadap ke-4 *leverage factor* ini akan mudah berpengaruh terhadap kenaikan atau penurunan nilai indeks keberlanjutan dimensi ekonomi.

Kunjungan wisatawan ke Kabupaten Bintan sangat berpengaruh terhadap perekonomian daerah, namun juga berpengaruh kepada ekosistem terumbu karang. Kunjungan wisatawan mancanegara ke Kabupaten Bintan pada tahun 2009 tercatat 296.229 orang, sedangkan kunjungan wisatawan nusantara sebanyak 100.294 orang (Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kabupaten Bintan, 2008). Hampir 70% wisman yang berkunjung ke Kabupaten Bintan melakukan kegiatan wisata bahari, seperti *snorkling*, *diving*, memancing di terumbu karang dan lain sebagainya.

Banyaknya kunjungan wisatawan ke Kabupaten Bintan tidak terlepas dari banyaknya obyek wisata yang menarik, baik wisata alam, wisata budaya dan

minat khusus terutama terdapat di Bintan Timur. Secara keseluruhan terdapat 12 lokasi potensial sebagai obyek wisata baik yang sudah dikembangkan maupun yang sedang dikembangkan. Kunjungan wisman ke obyek wisata di wilayah pesisir Bintan akan dapat membuka peluang kerja dan usaha sektor informal bagi masyarakat pesisir, sehingga akan mengurangi waktu pemanfaatan terumbu karang untuk menangkap ikan. Namun sampai saat ini serapan tenaga kerja pariwisata masih tergolong rendah.

Ketersediaan modal bagi nelayan, baik armada penangkapan maupun alat tangkap merupakan suatu yang penting dalam keberlanjutan sosial ekonomi mereka dan untuk mengurangi kerusakan terumbu karang. Ketersediaan armada penangkapan dan alat tangkap yang memadai, para nelayan dapat menjangkau daerah penangkapan yang lebih luas dan tidak terkonsentrasi di sekitar terumbu karang perairan pantai. Dengan demikian pendapatan nelayan bisa meningkat dan potensi kerusakan terumbu karang akibat penangkapan, baik oleh penempatan alat tangkap atau oleh labuh jangkar perahu atau kapal nelayan dapat diminimalkan.

Indeks dan Status Keberlanjutan Dimensi Sosial

Hasil analisis menggunakan MDS terhadap sembilan atribut yang berpengaruh terhadap dimensi sosial budaya menunjukkan bahwa nilai indeks keberlanjutan dimensi sosial budaya adalah 52,03. Analisis *leverage* terhadap 9 atribut dimensi sosial budaya diperoleh empat atribut yang sensitif, yaitu (1) nilai estetika, (2) pertumbuhan jumlah nelayan, (3) mata pencaharian alternatif non perikanan, dan (4) potensi konflik pemanfaatan. Perubahan terhadap ke-4 *leverage factor* ini akan mudah berpengaruh terhadap kenaikan atau penurunan nilai indeks keberlanjutan dimensi sosial budaya.

Wilayah pesisir Bintan Timur mempunyai obyek atau tempat yang bernilai estetika tinggi, seperti pantai pasir putih, ekosistem terumbu karang serta panorama laut lainnya. Dalam RTRW Kabupaten Bintan kawasan Pesisir Bintan Timur telah ditetapkan sebagai daerah pengembangan pariwisata bahari dan perikanan berkelanjutan. Obyek atau tempat-tempat ini telah menjadi daya tarik tersendiri bagi wisatawan sebagai obyek wisata. Bila masyarakat tempatan diberdayakan untuk ikut berpartisipasi dalam pengelolaan, maka akan menjadi mata pencaharian alternatif yang sangat potensial untuk meningkatkan pendapatan masyarakat.

Mata pencaharian sebagai nelayan merupakan mata pencaharian utama bagi sebagian besar masyarakat pesisir Kabupaten Bintan, khusus masyarakat pesisir Bintan Timur. Walaupun tingkat pertumbuhan jumlah nelayan secara keseluruhan di Kabupaten Bintan tergolong rendah (8,8%), namun lebih dari 30% masyarakatnya berprofesi sebagai nelayan. Mata pencaharian sebagai nelayan merupakan mata pencaharian secara turun temurun diwariskan antar generasi, sehingga secara sosial sangat sulit untuk dikurangi. Kondisi ini diperburuk oleh tingkat pendidikan masyarakat yang rendah, sehingga kemampuan mereka untuk

mencari mata pencaharian selain sektor perikanan sangat terbatas. Oleh karena itu pemberdayaan masyarakat dengan berbagai program perlu diwujudkan.

Adanya program pemberdayaan masyarakat pesisir secara baik dan merata di setiap desa akan dapat meningkatkan kemampuan masyarakat pesisir dalam pemanfaatan potensi sumberdaya alam yang ada, sehingga dapat meningkatkan kesejahteraannya. Dengan demikian ketergantungan terhadap hasil penangkapan ikan di laut dapat dikurangi, sehingga tekanan terhadap ekosistem terumbu karang juga dapat dikurangi.

Mengingat pemanfaatan wilayah pesisir Bintan Timur melibatkan berbagai *stakeholders* (pemerintah berbagai level, dunia usaha, masyarakat, perguruan tinggi, LSM) maka potensi konflik cukup tinggi. Potensi konflik tersebut dapat dibagi atas tiga kelompok, yaitu (1) potensi konflik antara masyarakat dengan pemerintah (biasanya menyangkut ketidakadilan dalam distribusi bantuan, kebijakan yang lebih berpihak pada investor dibanding berpihak kepada masyarakat bila terjadi konflik), (2) potensi konflik antara masyarakat dengan pengusaha (biasanya konflik lahan, terganggu dan tertutup akses masyarakat melewati pantai, gangguan wisata bahari terhadap aktivitas penangkapan nelayan), dan (3) potensi konflik antara masyarakat dengan masyarakat (biasanya konflik daerah penangkapan, kecemburuan sosial penerimaan tenaga kerja lokal di perusahaan, dan masih adanya nelayan luar daerah melakukan penangkapan dengan alat destruktif pada waktu-waktu tertentu) (Trismades-P2O LIPI, 2010). Potensi konflik yang tinggi ini dapat mengganggu keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang bila tidak diselesaikan sejak dini.

Indeks dan Status Keberlanjutan Dimensi Teknologi dan Infrastruktur

Hasil analisis MDS terhadap sembilan atribut yang berpengaruh terhadap dimensi teknologi dan infrastruktur menunjukkan bahwa nilai indeks keberlanjutan dimensi teknologi dan infrastruktur adalah 52,18. Berdasarkan hasil analisis leverage terhadap 9 atribut teknologi dan infrastruktur diperoleh dua atribut yang sensitif terhadap tingkat keberlanjutan dari dimensi teknologi dan infrastruktur, yaitu (1) transplantasi karang, dan (2) efek alat tangkap terhadap karang. Perubahan terhadap ke-2 *leverage factor* ini akan mudah berpengaruh terhadap kenaikan atau penurunan nilai indeks keberlanjutan dimensi teknologi dan infrastruktur.

Rehabilitasi ekosistem terumbu karang dengan transplantasi merupakan atribut paling sensitif dalam penentuan nilai indeks keberlanjutan pada dimensi teknologi dan infrastruktur. Edwards & Gomez (2008) melaporkan bahwa transplantasi karang merupakan salah satu teknologi yang dapat diterapkan untuk memulihkan dan meningkatkan tutupan karang hidup. Di KKLK Bintan Timur kegiatan transplantasi karang dapat diterapkan di daerah yang tutupan karang sangat rendah terutama daerah yang dulunya tutupan karangnya bagus.

Pengoperasian alat tangkap bubu oleh nelayan di ekosistem terumbu karang juga dapat berdampak dan merusak terumbu karang bila tidak dilakukan secara

hati-hati. Begitu juga jangkar kapal atau perahu nelayan dapat merusak terumbu karang. Kerusakan terumbu karang akibat alat tangkap dan jangkar ini hanya dapat diminimalkan bila kesadaran masyarakat terutama nelayan sudah tinggi.

Indeks dan Status Keberlanjutan Dimensi Hukum dan Kelembagaan

Hasil analisis MDS terhadap delapan atribut yang berpengaruh terhadap dimensi hukum dan kelembagaan menunjukkan bahwa nilai indeks keberlanjutan dimensi hukum dan kelembagaan adalah 49,91. Hasil analisis *leverage* terhadap delapan atribut hukum dan kelembagaan diperoleh empat atribut yang sensitif terhadap tingkat keberlanjutan dari dimensi hukum dan kelembagaan, yaitu (1) tingkat kepatuhan masyarakat, (2) penyuluhan hukum lingkungan, (3) koordinasi antar *stakeholders*, dan (4) pelaksanaan pemantauan dan pengawasan. Perubahan terhadap ke-4 *leverage factor* ini akan mudah berpengaruh terhadap kenaikan atau penurunan nilai indeks keberlanjutan dimensi hukum dan kelembagaan.

Dalam konteks pengelolaan ekosistem terumbu karang secara berkelanjutan kepatuhan masyarakat pesisir merupakan faktor kunci keberhasilan pengelolaan. Hal ini tentu ditunjang dengan meningkatnya pengetahuan dan kesadaran masyarakat akan pentingnya kelestarian ekosistem terumbu karang. Peran penyuluhan hukum lingkungan sangatlah penting untuk meningkatkan pengetahuan dan menyadarkan masyarakat. Kesadaran masyarakat akan melahirkan partisipasi aktif untuk ikut serta dalam sistem pengawasan masyarakat (siswasmas) dalam Pokwasmas terhadap Daerah Perlindungan Laut (DPL) yang telah dibentuk pada masing-masing desa.

Koordinasi antar *stakeholders* dalam pengelolaan ekosistem terumbu karang dalam suatu kawasan merupakan faktor yang sangat penting. Keterlibatan banyak pihak dalam pembangunan atau pemanfaatan sumberdaya wilayah pesisir (termasuk terumbu karang) di Bintan Timur membutuhkan kesamaan pandang (visi) untuk melestarikan ekosistem terumbu karang. Oleh karena itu koordinasi dan kemitraan yang baik perlu diwujudkan guna meningkatkan kinerja kebijakan yang telah dibuat. Disamping itu masing-masing sektor mengerti dan faham mengenai tugas pokok dan fungsi (tupoksi).

Hasil analisis *leverage* menghasilkan 20 atribut penting sebagai faktor pengungkit (*leverage factor*) yang berpengaruh terhadap tingkat keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang di KKLD Bintan Timur (Tabel 1). Faktor pengungkit ini akan menjadi informasi penting dalam menyusun formulasi kebijakan pengelolaan ekosistem terumbu karang di KKLD Bintan Timur untuk keberlanjutan fungsi-fungsinya.

Tabel 1. Atribut sensitif keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang di KKLD Bintang Timur

Dimensi/Aspek		Atribut	RMS
A. Ekologi	1	Kondisi perairan	5,64
	2	Substrat perairan	5,29
	3	Spesies yang dilindungi	5,18
	4	Keragaman ikan karang	4,91
	5	Luas area yang dilindungi	3,47
	6	Tutupan karang hidup	2,93
B. Ekonomi	1	Kunjungan wisman	11,54
	2	Jumlah obyek wisata	11,25
	3	Penyerapan tenaga kerja pariwisata	9,17
	4	Ketersediaan modal nelayan	7,88
C. Sosial budaya	1	Nilai estetika	7,79
	2	Tingkat pertumbuhan jumlah nelayan	7,11
	3	Mata pencaharian alternatif non perikanan	5,58
	4	Potensi konflik pemanfaatan	5,49
D. Teknologi dan Infrastruktur	1	Transplantasi karang	4,56
	2	Efek alat tangkap terhadap karang	
E. Hukum dan Kelembagaan	1	Tingkat kepatuhan masyarakat	0,12
	2	Penyuluhan hukum lingkungan	0,12
	3	Pemantauan dan pengawasan	0,07
	4	Koordinasi antar <i>stakeholders</i>	0,07

Keterangan :

Faktor pengungkit = faktor dengan nilai *root mean square* (RMS) di tengah s/d tertinggi

Indeks dan Status Keberlanjutan Multidimensi

Hasil analisis Rap-Insus COREMAG multidimensi keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang diperoleh nilai 55,02 dan termasuk kedalam status cukup berkelanjutan. Nilai ini diperoleh berdasarkan penilaian 43 atribut yang mencakup dimensi ekologi, ekonomi, sosial, teknologi dan infrastruktur serta hukum dan kelembagaan.

Analisis Monte Carlo menunjukkan bahwa nilai indeks keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang pada taraf kepercayaan 95% memperlihatkan bahwa hasil analisis Rap-Insus COREMAG antara analisis MDS dengan Monte Carlo tidak mengalami perbedaan yang signifikan (Tabel 2). Kecilnya perbedaan hasil dua analisis tersebut menunjukkan bahwa; (1) kesalahan dalam pembuatan skor dalam atribut relatif kecil, (2) ragam pemberian skor akibat perbedaan opini relatif kecil, (3) proses analisis yang dilakukan secara berulang relatif stabil, (4) kesalahan dalam pemasukan data dan data yang hilang dapat dihindari.

Tabel 2. Hasil analisis Monte Carlo untuk nilai Rap-Insus COREMAG pada selang kepercayaan 95 %

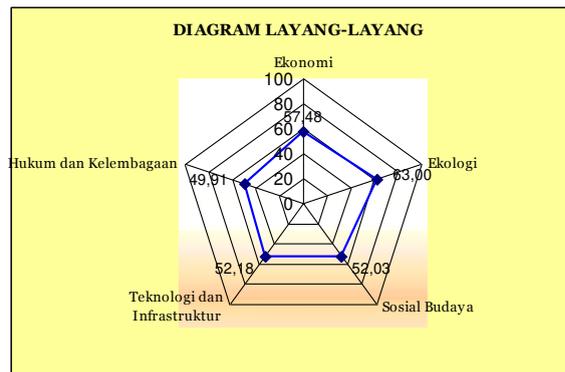
Dimensi	MDS	Analisis Monte Carlo	Perbedaan (MDS-MC)
Ekologi	63,00	61,73	1,27
Ekonomi	57,48	55,75	1,73
Sosial Budaya	52,03	51,79	0,24
Teknologi dan Infrastruktur	52,18	52,19	0,01
Hukum dan Kelembagaan	49,91	49,99	0,08

Hasil analisis Rap-Insus COREMAG menunjukkan bahwa semua atribut yang dikaji terhadap status keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang di KKLD Bintan Timur cukup akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai stress yang dibawah angka 0,25 dan nilai koefisien determinasinya (R^2) 0,94. Hal ini sesuai dengan pendapat Fauzi dan Anna (2005) yang menyatakan bahwa hasil analisis cukup memadai apabila nilai stress lebih kecil dari 0,25 (25 %) dan nilai koefisien determinasinya mendekati nilai 1,0 (Tabel 3)

Tabel 3. Nilai stress dan koefisien determinasi pada Rap-Insus COREMAG pengelolaan ekosistem terumbu karang di KKLD Bintan Timur

Dimensi	Nilai indeks keberlanjutan	Stress	R^2	Iterasi
Ekologi	63,00	0,13	0,95	2
Ekonomi	57,48	0,13	0,93	2
Sosial Budaya	52,03	0,13	0,94	2
Teknologi dan Infrastruktur	52,18	0,13	0,94	2
Hukum dan Kelembagaan	49,91	0,16	0,93	5

Nilai indeks masing-masing dimensi disajikan pada Gambar 2 berikut. Pada Gambar 1 tersebut terlihat bahwa dimensi ekologi memiliki indeks yang paling tinggi yaitu 63,00, kemudian disusul dimensi ekonomi dengan nilai indeks 57,48, dimensi teknologi dan infrastruktur dengan nilai indeks 52,18 dan dimensi sosial budaya dengan indeks 52,03 dan indeks yang paling rendah adalah dimensi hukum dan kelembagaan yaitu 49,91. Atas dasar analisis tersebut maka dimensi yang memiliki status cukup berkelanjutan ialah dimensi ekologi, ekonomi, teknologi dan infrastruktur serta dimensi sosial budaya, sedangkan dimensi hukum dan kelembagaan statusnya kurang berkelanjutan. Artinya kebijakan pengelolaan berkelanjutan ekosistem terumbu karang di KKLD Bintan Timur ditekankan pada pengelolaan atribut sensitif pada dimensi hukum dan kelembagaan yang nilai indeksnya rendah atau statusnya kurang berkelanjutan. Namun demikian, atribut sensitif pada dimensi lainnya perlu mendapatkan perhatian guna meningkatkan status keberlanjutan dalam pengelolaan.



Gambar 2. Diagram layang analisis indeks dan status keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang di KKLD Bintang Timur.

Faktor-Faktor Penentu (Faktor Dominan) Terhadap Keberlanjutan Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang

Diperoleh sepuluh atribut kunci yang sangat berpengaruh terhadap keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang di KKLD Bintang Timur, yaitu enam atribut dari hasil analisis prospektif terhadap 20 atribut sensitif dari MDS dan empat atribut dari hasil analisis prospektif terhadap 15 atribut hasil analisis kebutuhan *stakeholders*. Adapun ke sepuluh atribut kunci tersebut adalah (1) tutupan karang hidup, (2) luas area yang dilindungi, (3) penyerapan tenaga kerja pariwisata, (4) koordinasi antara *stakeholders*, (5) kepatuhan masyarakat, (6) penyuluhan hukum lingkungan, (7) kebijakan pemerintah, (8) pendapatan masyarakat, (9) ketersediaan SDM, dan (10) ketersediaan sarpras pengawasan.

Tingkat keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang di KKLD Bintang Timur dapat ditingkatkan dari kondisi eksisting saat ini. Dengan melakukan perubahan pada atribut kunci (sensitif) pada setiap dimensi akan mampu meningkatkan nilai indeks keberlanjutan.

Strategi pengelolaan ekosistem terumbu karang ditentukan oleh peran atribut kunci (dominan) yang memberikan peningkatan nilai indeks keberlanjutan. Interaksi antar atribut kunci akan menjadi pertimbangan dalam penentuan strategi pengelolaan dimasa yang akan datang. Peningkatan SDM dan pemberdayaan masyarakat serta penyuluhan hukum lingkungan menjadi komponen yang perlu dipertimbangkan dalam pengelolaan terumbu karang berbasis masyarakat (*community based management*) yang akan melahirkan kesadaran dan kepatuhan masyarakat dalam menjaga kelestarian ekosistem terumbu karang. Koordinasi antara *stakeholders*, peningkatan serapan tenaga kerja pariwisata, peningkatan mutu sarpras pengawasan perlu diupayakan melalui kebijakan pemerintah, dunia usaha dan partisipasi masyarakat. Dengan demikian akan dapat meningkatkan pendapatan masyarakat serta mengurangi tekanan terhadap ekosistem terumbu karang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Status keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang di KKLD Bintang Timur saat ini adalah cukup berkelanjutan.
2. Ada sepuluh atribut utama atau faktor kunci yang berpengaruh terhadap keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang di KKLD Bintang Timur, yaitu, yaitu kondisi terumbu karang, luas area dilindungi, pendapatan masyarakat, penyerapan tenaga kerja pariwisata, ketersediaan SDM, kebijakan pemerintah, koordinasi antar *stakeholders*, kepatuhan masyarakat, penyuluhan hukum lingkungan, dan sarpras pengawasan.

Saran

Untuk meningkatkan keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang di KKLD Bintang Timur perlu dilakukan perbaikan atribut kunci terutama pada dimensi hukum dan kelembagaan yang kurang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, T. 2008. Akuntabilitas dan Keberlanjutan Pengelolaan Kawasan Terumbu Karang di Selat Lembeh, Kota Bitung. [Disetasi], Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor : 173 hal.
- BPS Kabupaten Bintan. 2007. Kabupaten Bintan Dalam Angka.
- Bourgeois, R. and Jesus, F. 2004. Participatory Prospective Analysis, Exploring and Anticipating Challenges with Stakeholders. Center for Alleviation of Poverty through Secondary Crops Development in Asia and The Pacific and French Agricultural Research Center for International Development. *Monograph* (46) : 1 – 29.
- Charles, A.T. 2000. Sustainability Fishery Systems. Sain Mary's University Halifax, Nova Scotia, Canada. 370 p.
- Connell, D.W. and Hawker, D.W (Ed). 1992. Pollution in Tropical Aquatic System. CRC Press, Inc. London
- Dahuri, R., Rais, Y., Putra, S.G., and Sitepu, M. J. 1996. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kabupaten Bintan. 2008. Penyusunan Rencana Induk Pengembangan Pariwisata Daerah (RIPDA) Kabupaten Bintan.
- DKP. 2007. Penyusunan Rencana Tata Ruang Gugus Pulau Untuk Pengembangan Investasi di Gugus Pulau Bintan dan Nipah. Direktorat Jenderal Kelautan Pesisir dan Pulau-pulau Kecil, Direktorat Tata Ruang Laut, Pesisir dan Pulau-pulau Kecil. Jakarta.

- Edwards, A. J. dan Gomez, E.D. 2008. Konsep dan Panduan Restorasi Terumbu: Membuat Pilihan Bijak di Antara Ketidakpastian. Terj. dari Reef Restoration Concepts and Guidelines: Making Sensible Management Choices in the Face of Uncertainty. Oleh: Yusri S, Estradivari, NS Wijoyo & Idris. Yayasan TERANGI, Jakarta.
- Fauzi, A. dan Anna, Z. 2005. Pemodelan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan. Untuk Analisis Kebijakan. Jakarta, Gramedia.
- Kavanagh, P. 2001. Rapid Appraisal of Fisheries (RAPFISH) Project. University of British Columbia, Fisheries Centre.
- LIPI. 2007. Studi Baseline Ekologi di Kabupaten Bintan Kepulauan Riau. Coremap II – LIPI. Jakarta.
- Malhotra, N. K. 2006. Riset Pemasaran: Pendekatan Terapan. PT Indeks Gramedia. Jakarta.
- Nikijuluw, V.P.H. 2002. Rezim Pengelolaan Sumberdaya Perikanan. PT. Pustaka Cidesindo. Jakarta.
- Pitcher, T.J. and Preikshot, D.B. 2001. Rapfish: A Rapid Appraisal Technique to Evaluate the Sustainability Status of Fisheries. *Fisheries Research* 49(3): 255-270
- Soekarno, Hutomo, M., Moesa, M.K. dan Darsono, P. 1981. Terumbu Karang di Indonesia. Sumberdaya, Permasalahan dan Pengelolaannya. Proyek Penelitian Potensi Sumberdaya Alam Indonesia. Lembaga Oseanografi Nasional - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Supriharyono. 2007. Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang. Penerbit Djambatan. 129 halaman.
- Tesfamichael, D. and Pitcher, T. J. 2006. Multidisciplinary Evaluation of the Sustainability of Red Sea Fisheries Using Rapfish. *Fisheries Research* 78: 277-235
- Tomascik, T. 1991. Coral Reef Ecosystem. Environmental Management Guidelines. Kantor Menteri Negara KLH. 166 hal.
- Trismades-P2O LIPI. 2010. Rencana Pengembangan Pariwisata Berkelanjutan dan Penataan Ruangnya di Pesisir Timur Pulau Bintan. Kerjasama dengan Bappeda Kabupaten Bintan.