

PELESTARIAN HUTAN MANGROVE DI TELUK BENOA BALI: TINJAUAN DARI ASPEK EKONOMI LINGKUNGAN

I GUSTI BAGUS MADE WIRADHARMA DAN MADE ANTARA

Sekolah Tinggi Ilmu Sosial Wira Bakti Denpasar dan

Jurusan Sosek, Fakultas Pertanian Unud

ABSTRACT

Indonesia is known as the archipelago country, in which the islands are connected by the sea. As the archipelago country Indonesia has a lot of good nature resources both in land including coastal area and in the sea, so that Indonesia is also known as maritime country. However, because the society does not have enough knowledge in managing them many of the nature resources become damaged. This is also caused by the people in their own activities for earning a living do not take care of the sustainability of the living and non living resources and their ecosystem.

The mountaineering area of Mangrove in Teluk Benoa Bali having the status as the forest preserve or protected forest named TAHURA Ngurah Rai, cannot avoid the pressures caused by the changes and the conversion. The mangrove forest tends to give benefits for little society, but those societies actually decrease its support and its capacity such as; making fishpond, garbage disposal, housing, reclamation, fuel pipeline, etc. This situation, of course, decreases the better function and advantages of the mangrove forest in Teluk Benoa. It needs an analysis to determine the social benefits and economic value of the forest mangrove itself so that if it is conserved with the conservation scenario, which is in the future can be used by the policy maker for determining the management option, it will be known if the land conversion of the mangrove can be done or allowed to happen continuously?

Then through the analysis of economic for environment by using investment, that is Net Present Value/NPV, B-C Ratio (also by considering the changes of condition of sensitivity analysis) and total economic value especially for the purpose of preservation with the conservation scenario it is concluded that the preservation of the mangrove forest give social benefit of Rp. 94.288.557,59 per hectare a year and the increase investment cost and routine is 10% and the decrease of the price is 5% giving social benefit of Rp. 93.003.794,32 and Rp. 88.931.748,08. In normal condition the increase investment cost and routine is 10% and the decrease of the price is 5% giving NPV in a row; Rp. 831.903.896, 27; Rp. 818.526.222, 18 and Rp. 783.619.864,41 per hectare per year. The same condition like above gives B-C Ratio in a row; 7,22; 6,56 and 6,86. This shows that in any kind of condition the preservation of the mangrove forest in Teluk Benoa Bali is suitable to do. The total value of the economic also shows the yearly asset value of the society in the form of nature resources/ mangrove forest of this area (1,373,5 hectare) is in the three conditions; Rp.129.505.333.853,32; Rp.127.740.711.499,67 and Rp..147.755.983,83 a year.

According to those conclusion it can suggested that the function of mangrove forest in Teluk Benoa Bali can be managed accordingly so that the environmental function can run well. Besides, economic value can be used as the reference for coastal management to sustainability.

Keywords: Preservation, Conservation, Social Benefit, Total Economic Value, Sustainability

PENDAHULUAN

Ditinjau dari berbagai macam peruntukan, wilayah pesisir dan lautan merupakan wilayah yang sangat produktif, seperti untuk estuaria, *hutan mangrove*, padang lamun dan terumbu karang. Tingginya produktivitas primer di wilayah pesisir memungkinkan tingginya produktivitas sekunder seperti ikan dan hewan-hewan laut lainnya, sehingga wilayah ini mampu menyumbangkan devisa yang tidak sedikit kepada negara. Di balik potensi tersebut, secara realistis pembangunan juga dikembangkan di wilayah pesisir, sehingga di samping dampak positif dari pembangunan itu sendiri, juga sering menimbulkan dampak negatif terhadap potensi sumber daya di sekitarnya (Supriharyono, 2000).

Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya degradasi ekosistem pesisir dan laut di Indonesia. Salah satu faktor terpenting adalah model perencanaan, pembuat keputusan dan pelaksana pembangunan dari sektor publik dan swasta yang *kurang memperhatikan strategi dan nilai ekonomi total* yang terdapat dalam ekosistem tersebut. Dengan kata lain mereka hanya merasa memiliki sebagian kecil barang yang dapat diperoleh dari ekosistem pesisir yang disebut nilai penggunaan langsung, seperti kayu mangrove, ikan, dan organisme yang secara langsung dapat diambil dari kawasan mangrove tersebut. Padahal kenyataannya dalam ekosistem pesisir, seperti ekosistem mangrove memiliki banyak nilai dan fungsi lain yang sangat penting bagi ekosistem pesisir sekitarnya. Hal ini menunjukkan bahwa ekosistem pesisir merupakan “*common property/public goods*” yang sangat penting dipertahankan eksistensinya.

Ekosistem mangrove di Teluk Benoa Bali memiliki nilai strategis yaitu: (1) Terletak di antara tiga Tourist Resort yang utama di Bali yaitu Sanur, Kuta dan Nusa Dua, yang masing-masing dihubungkan oleh jalur jalan By Pass Ngurah Rai yang melalui kawasan Hutan Taman Raya Ngurah Rai; (2) Terletak di dua pintu gerbang utama Pulau Bali, yaitu Bandara Ngurah Rai sebagai pelabuhan udara internasional dan pelabuhan laut Benoa yang merupakan pintu masuk ke Pulau Bali melalui laut.

Melihat letak mangrove Teluk Benoa Bali yang demikian strategis, maka kawasan-kawasan di sekitarnya mengalami perkembangan pembangunan sangat pesat, yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan tekanan terhadap lingkungan hutan mangrove itu sendiri. Berdasarkan laporan survei arahan penggunaan kawasan hutan Prapat Benoa tahun 1987, area hutan mangrove Teluk Benoa dalam perkembangannya dimanfaatkan oleh berbagai pihak dan sebagian besar (162,42 ha) dimanfaatkan sebagai tambak. Selain itu, selama 10 tahun terakhir telah terjadi pengalihan fungsi hutan

mangrove untuk kepentingan lain, yaitu reklamasi Pulau Serangan, yang mengikis sekitar 103 ha hutan mangrove di pulau tersebut, pembangunan *Estuary Dam* di muara sungai Badung, pembangunan fasilitas air bersih, tempat pembuangan limbah minyak dari kapal, alih fungsi menjadi pabrik dan perbengkelan, pembuatan jalan pintas ke Tanjung Benoa, dan perluasan landasan pacu bandara, serta lainnya.

Pertumbuhan dan perkembangan ekonomi seringkali menjadi alasan klasik untuk menghalalkan perubahan peruntukan ataupun konversi terhadap lahan Hutan Mangrove. Namun di balik itu keberlanjutan dari pertumbuhan dan perkembangan ekonomi tersebut dalam jangka panjang sangatlah kurang mendapatkan perhatian, sehingga hal tersebut berlangsung dan dapat dinikmati dalam jangka pendek saja. Di samping itu studi kelayakan yang dilakukan cenderung melihat hanya dari sudut pengusaha yang berorientasi *Profit* melalui Analisis Finansial (*Financial Analysis*), dan sangatlah kurang memperhitungkan kelayakan dari sudut manfaat yang dapat dinikmati oleh masyarakat secara luas (*social benefit*).

Dengan demikian untuk mengetahui kelayakan pelestarian Hutan Mangrove di Teluk Benoa, diperlukan analisis ekonomi yang berpihak pada kepentingan masyarakat luas. Untuk itu Rumusan Masalah di bawah ini akan menjadi landasan di dalam mengkaji fenomena-fenomena di atas.

Adapun tujuan penelitian untuk mengetahui hal-hal berikut:

- 1). Nilai manfaat sosial (*social benefit*) yang terkandung dalam ekosistem hutan mangrove di Teluk Benoa Bali;
- 2). Nilai ekonomi total (*total economic value*) yang terdapat pada kawasan hutan mangrove di Teluk Benoa Bali.

METODOLOGI PENELITIAN

Kerangka Pemikiran

Secara kualitatif dapat dijelaskan bahwa penelitian ini diawali oleh latar belakang yakni adanya fenomena yang terjadi terhadap sumber daya alam yang terdapat di wilayah pesisir dan lautan yang belakangan ini mengalami tekanan sebagai akibat dari aktivitas manusia, baik di darat maupun di lautan. Salah satu sumber daya yang menjadi perhatian dalam penelitian ini adalah Kawasan Hutan Mangrove di Teluk Benoa Bali, disebabkan karena kawasan tersebut mempunyai letak yang strategis menimbulkan terjadinya konversi lahan yang tidak terkendali dan cenderung memberikan keuntungan bagi individu-individu atau kelompok yang hanya sebagian kecil dari masyarakat serta

merugikan masyarakat luas, sehingga mengganggu kelangsungan hidup ekosistem di kawasan itu. Oleh karena itu diperlukan suatu analisis yang hasilnya nanti dapat dipergunakan oleh pihak-pihak yang mempunyai otoritas dalam pengambilan keputusan sebagai dasar di dalam membuat kebijakan-kebijakan dalam upaya pengelolaan potensi sumber daya di kawasan hutan mangrove, khususnya di Teluk Benoa Bali agar dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Menggunakan teori-teori Ekonomi Lingkungan, maka dapat diidentifikasi dan dinilai secara moneter manfaat sosial ekosistem hutan mangrove secara komunal (tanpa identifikasi manfaat secara individual dari masing-masing spesies dari flora dan fauna yang terdapat dan hidup di kawasan hutan mangrove tersebut). Terdapat dua variabel pokok pokok yang diperlukan untuk kepentingan analisis, yaitu variabel manfaat sosial (*social benefit*) dan variabel biaya sosial (*social costs*). Dalam variabel manfaat sosial di dalamnya terkandung enam komponen variabel yang secara ekonomis dapat diklasifikasikan ke dalam tiga nilai penggunaan, yakni sebagai nilai terhadap penggunaan baik secara langsung (*direct use value*) maupun penggunaan secara tidak langsung (*indirect use value*), kemudian nilai penggunaan alternatif (*option use value*) dan nilai keberadaan (*existence value*).

Menggunakan kriteria investasi Nilai Sekarang Bersih (*Net Present Value*), Rasio Manfaat dengan Biaya Sosial (*B-C Ratio*) dan perhitungan Nilai Total Ekonomi (*Total Economic Value*) dalam mana diperhitungkan pula kemungkinan-kemungkinan jika terjadi adanya kekeliruan dalam dasar-dasar penilaian seperti kenaikan dari unsur-unsur biaya (*cost overrun*) dan kemungkinan turunnya harga pada komponen-komponen manfaat, maka dilakukan analisis rencana pelestarian dengan skenario konservasi hutan mangrove di Teluk Benoa Bali. Pada akhirnya akan dapat disimpulkan nilai manfaat sosial yang terkandung di dalam ekosistem hutan mangrove di Teluk Benoa Bali, kelayakan rencana skenario pelestarian dan nilai total ekonomi kawasan hutan tersebut. Kemudian berdasarkan simpulan yang diperoleh dirumuskan rekomendasi yang dapat digunakan sebagai landasan membuat kebijakan dalam mengatasi fenomena yang terjadi terhadap sumber daya alam, khususnya hutan mangrove di Teluk benoa Bali.

Lokasi dan waktu Penelitian

Lokasi penelitian di kawasan Hutan Mangrove Teluk Benoa Bali/Taman Hutan Raya Ngurah Rai, yang representatif dan potensial dalam kondisi lestari yang ditunjukkan

oleh kondisi pertumbuhan vegetasi yang baik. Untuk itu observasi dan pengamatan lapangan secara fisik dilakukan pada areal di sekitar pusat informasi mangrove, dengan batas-batas sebagai berikut: sebelah Barat adalah Estuari Dam, sebelah Utara adalah Jalan By-pas Ngurah Rai, sebelah Timur adalah Jalan menuju Pelabuhan Benoa, dan sebelah Selatan adalah Perairan Teluk Benoa

Taman Hutan Raya/Tahura Ngurah Rai ini sebagai suatu kawasan berada pada dua wilayah administratif, yaitu wilayah Kota Denpasar dan Kabupaten Badung. Di wilayah Kota Denpasar yang tersebar pada lima wilayah desa administratif, yaitu Pemogan, Pedungan, Sanur, Sidakarya dan Serangan. Sedangkan di wilayah Kabupaten Badung meliputi Benoa, Tuban, Jimbaran dan Kuta.

Sumber Data

Berdasarkan sumbernya data yang dikumpulkan terdiri atas data primer dan data skunder, sebagai berikut:

- a. *Dara Primer*, yaitu data yang dikumpulkan secara langsung dari sumber data pertama melalui prosedur dan teknik pengambilan data yang dapat dipertanggung jawabkan. Dalam hal ini data primer yang diperlukan adalah data yang menyangkut pengetahuan, pandangan dan kesediaan membayar (*willingness to pay*) masyarakat terhadap penggunaan alternatif (*option use*) dan keberadaan (*existence*) hutan mangrove di Teluk benoa Bali, terutama barang lingkungan yang tidak dipasarkan (*non marketable*). Disamping itu data primer yang diperlukan adalah harga pasar dari barang-barang lingkungan yang dapat dipasarkan (*marketable*).
- b. *Data Sekunder*, yaitu data yang diperoleh dari sumber tidak langsung yang telah atau data yang diperoleh dari dokumen-dokumen dan arsip-arsip resmi, seperti peta geografis dan demografis dari suatu daerah tertentu, data produktivitas atau volume tegakan hutan mangrove dan informasi lainnya yang telah dikumpulkan oleh lembaga terkait, bentuknya berupa gambar, buku, laporan dan sejenisnya.

Tahapan Penelitian

Sebelum dijelaskan lebih jauh tentang variabel-variabel perlu dikemukakan yang menjadi tahapan kegiatan dalam penelitian ini. Adapun tahapan kegiatan penelitian ini meliputi substansi sebagai berikut

1. Mengidentifikasi jenis manfaat dan biaya sosial (*social benefit and cost*), baik yang bersifat langsung maupun tidak langsung dalam rangka pelestarian dengan skenario konservasi Hutan Mangrove di Teluk Benoa Bali.
2. Memberikan penilaian secara moneter terhadap komponen-komponen manfaat dan biaya sosial berdasarkan teknik penilaian dan pendekatan-pendekatan pada ekonomi lingkungan yang diuraikan pada kajian pustaka.
3. Melakukan analisis dengan menggunakan model-model analisis manfaat-biaya (*Benefit-Cost Analysis*) dengan kriteria kelayakan investasi yang melekat pada model-model analisis tersebut, kemudian menghitung nilai total ekonomi (*total economic value*) dari kawasan hutan mangrove di Teluk Benoa Bali.

Identifikasi dan Definisi Variabel

Variabel-variabel dari penelitian ini terdiri atas manfaat sosial (*benefit social*) yang dalam analisis dilambangkan dengan **Bt** dan Biaya sosial (*Social Cost*) yang dilambangkan dengan **Ct**. Masing-masing variabel tersebut terdiri atas beberapa komponen variabel. Sebelum dilakukan penilaian secara moneter, baik terhadap komponen variabel Manfaat Sosial maupun komponen variabel Biaya Sosial yang dapat diinventarisasikan dalam penelitian ini, maka perlu dikemukakan landasan-landasan yang dipergunakan dalam penilaian moneter tersebut. Untuk itu di bawah ini dijelaskan masing landasan penilaian dan asumsi-asumsi yang diterapkan pada penilaian komponen Manfaat dan Biaya Sosial.

a. Identifikasi dan Landasan Penilaian secara Moneter Terhadap Manfaat Sosial

Dari identifikasi yang dilakukan, maka manfaat sosial yang dapat diinventarisasi dikelompokkan menjadi enam, yang merupakan penjabaran dari *actual use value*, *option value* dan *existence value* (lihat Odum dan Johannes, 1975; Soegiarto dan Polunin, 1982) , sebagai berikut:

1. Tegakan dari vegetasi hutan mangrove (*Standing stock Forest*), yaitu manfaat langsung yang diperoleh dari vegetasi hutan mangrove, tanpa memandang dari variabilitas spesies. Dalam penelitian ini dinilai dengan harga kayu bakar untuk menilai tegakan (*stock*) vegetasi hutan mangrove (tanpa harus melakukan penebangan/ panen secara khusus). Meskipun masih terdapat manfaat secara individu dari spesies vegetasi dari hutan mangrove itu sendiri, seperti manfaat batang selain sebagai kayu bakar juga dapat dijadikan obat, konstruksi bangunan, dan lain-lain, demikian pula manfaat dari

akar, bunga, buah dan daunnya, manfaat-manfaat individu spesies tersebut tidak dibahas dalam penelitian ini.

2. Manfaat dari satwa air/ *perikanan* yang merupakan spesies air yang berada diperairan dibawah kanopi hutan mangrove, mengingat fungsi hutan mangrove sebagai tempat pemijahan ikan (*spawning ground*) dan tempat pengasuhan (*nursey ground*);
3. Manfaat dari keberadaan *satwa liar*. Dalam hal ini dapat diidentifikasi dua jenis spesies, yaitu di kanopi atas terdapat *burung* sebagai representasi dari jenis spesies lainnya (seperti kelelawar atau binatang bersayap lainnya), yang hidup di kanopi atas dari hutan mangrove, dan *reptil* sebagai representasi dari spesies yang berasosiasi di bawah kanopi hutan mangrove;
4. Manfaat *fisik* dari hutan mangrove sebagai perangkap sedimen, memperlambat kecepatan arus, dan mencegah erosi pantai, sehingga dapat mencegah terjadinya abrasi;
5. Manfaat dari nilai penggunaan alternatif (*option value*) yaitu : sebagai sesuatu yang perlu diwariskan kepada generasi mendatang, merupakan tempat berlindungnya satwa liar (*wildlife preservation*), dapat digunakan sebagai tempat rekreasi/ Taman Nasional (*National Park*) dan berfungsi untuk menjaga kualitas udara (*air quality*);
6. Manfaat dari keberadaan hutan mangrove yang mempunyai nilai (*existence value*) sebagai tempat yang potensial dalam mensuplai barang-barang lingkungan (*environment goods*), sebagai tempat sumber daya hayati dengan berbagai spesies (*biodiversitas*) dan sebagai hutan tropis yang perlu dilindungi.

Di dalam penilaian secara moneter masing masing komponen variabel manfaat tidak menggunakan tehnik pendekatan yang sama. Namun secara prinsip dapat digolongkan menjadi dua, yakni terhadap barang-barang lingkungan yang dapat dipasarkan (*marketable*) nilai moneterinya didapatkan dengan tehnik pendekatan nilai pasar dan produktivitas, yaitu dengan cara mengalikan tingkat produktivitas masing-masing unsur manfaat dengan harga pasarnya. Penilaian dengan cara ini dilakukan terhadap komponen variabel manfaat dari Vegetasi Hutan Mangrove, Satwa Air/perikanan dan satwa liar yang berasosiasi dalam ekosistem hutan mangrove. Sedangkan untuk barang-barang yang tidak dipasarkan (*non-marketable*) secara langsung, dinilai melalui pendekatan-pendekatan yang tidak termasuk dalam tehnik nilai pasar dan produktivitas, yang dalam hal ini digunakan tehnik survai, yaitu dengan menggunakan *Contingent Value Method*, dalam mana dilakukan wawancara dengan menggunakan instrumen daftar pertanyaan/kuesioner yang di dalamnya dengan pertimbangan efektifitas dan efisiensi dipersiapkan beberapa opsi nilai satuan uang yang dapat dipilih oleh responden, sehingga dapat menunjukkan kesediaan

membayar dari seseorang untuk membayar barang lingkungan jika ada tindakan-tindakan yang dapat menjaga kualitas dari barang lingkungan itu sendiri. Proporsi masing-masing interval pilihan dari responden dipergunakan untuk memprediksi kesediaan membayar (*willingness to pay*) dari populasi yang potensial untuk memanfaatkan barang lingkungan. Untuk itu karena adanya berbagai keterbatasan yang tidak memungkinkan dilakukannya wawancara terhadap seluruh orang yang potensial memanfaatkan barang lingkungan (populasi), maka pertanyaan-pertanyaan tersebut diajukan kepada sebagian kecil dari orang-orang (sampel) yang potensial untuk memanfaatkan barang lingkungan. Hal ini diaplikasikan di dalam menilai barang lingkungan yang diklasifikasikan kedalam *option value* dan *existence value*.

Penilaian terhadap hutan mangrove dalam fungsinya sebagai perangkap sedimen, memperlambat kecepatan arus dan mencegah erosi pantai yang merupakan manfaat fisik, dinilai dengan pendekatan pasar pengganti (*surrogate market*), yaitu dengan mengadopsi nilai dari barang-barang lain yang mempunyai fungsi yang sama dan dapat saling menggantikan (*substitut*) satu sama lain. Dalam hal ini dengan nilai sebuah konstruksi tertentu seperti nilai bangunan *tetrapod*, tanggul/senderan (*repetment*) di bibir pantai pada satuan tertentu yang ekuivalen dengan suatu satuan luas hutan mangrove.

Semua nilai manfaat dianggap terjadi pada akhir tahun. Jadi aliran kas masuk (*cash-inflow*) yang terjadi pada/selama tahun ke-1 diasumsikan terjadi pada akhir tahun ke-1, yang terjadi pada tahun ke-2 diasumsikan terjadi pada tahun ke-2, dan demikian pula halnya untuk tahun-tahun seterusnya, kemudian didiskontokan untuk tahun itu pula.

b. Identifikasi dan Landasan Penilaian secara Moneter Terhadap Biaya Sosial

Penilaian moneter terhadap komponen variabel biaya (*cost*), disesuaikan dengan jenis biaya dan waktu (tahun) biaya tersebut dikeluarkan. Dalam penelitian ini dapat diidentifikasi jenis biaya yang terdiri atas sebagai di bawah ini

1. Biaya Investasi (*Investment*), yang dikeluarkan pada tahun ke nol dari proyek pelestarian hutan mangrove. Asumsi yang dianut adalah tahun awal proyek ditandai sebagai tahun ke-0. Meskipun Dixon & Meister (*dalam Reksohadiprojo, 1993*) memberikan kebebasan menurut kebiasaan dalam pemakaian istilah tahun ke-0 atau tahun ke-1 dalam penentuan tahun dasar, asalkan tahun dasar dinyatakan dengan jelas, maka untuk itu tahun dasar yang dipergunakan dalam penelitian ini sebagai tahun ke-0 adalah tahun 2003.

2. Jenis biaya-biaya tahunan (*annual cost*), yang terdiri atas biaya langsung untuk keperluan Perlindungan Hutan mangrove (termasuk di dalamnya biaya penebangan, penjarangan dan biaya-biaya pemeliharaan lainnya), dalam rangka menjaga kelestarian hutan mangrove.
3. Biaya tidak langsung yang berkaitan dengan pemeliharaan ekosistem di dalam hutan mangrove, yaitu biaya yang terkait dengan perikanan dan biaya perlindungan spesies Satwa Liar (seperti spesies burung dan reptil).

Semua biaya dianggap terjadi pada akhir tahun. Dengan demikian aliran kas keluar (*cash-outflow*) yang terjadi pada/ selama tahun ke-1 diasumsikan terjadi pada akhir tahun ke-1, yang terjadi pada tahun ke-2 diasumsikan terjadi pada tahun ke-2, demikian pula halnya untuk tahun-tahun seterusnya, yang kemudian didiskontokan untuk tahun itu.

Mengenai aplikasi pendekatan dalam penilaian manfaat dan Biaya Sosial Hutan Mangrove di Teluk Benoa Bali disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Pendekatan dalam Penilaian Manfaat dan Biaya Sosial Hutan Mangrove di Teluk Benoa Bali

Komponen Manfaat dan Biaya Sosial	Pendekatan dalam penilaian Komponen Manfaat dan Biaya Sosial
Komponen Manfaat Sosial 1. Tegakan Vegetasi Hutan Mangrove (<i>Standing Stock Forest</i>) 2. Satwa air/ Perikanan 3. Satwa Liar 4. Fisik Pencegah Abrasi 5. Penggunaan Alternatif (<i>Option Use</i>) 6. Keberadaan (<i>Existence</i>)	1. Harga Pasar/ Produktivitas 2. Harga Pasar/ Produktivitas 3. Harga Pasar/ Produktivitas 4. Harga Pasar Pengganti 5. Teknik Survai (<i>Contingent Valuation Method</i>) 6. Teknik Survai (<i>Contingent Valuation Method</i>)
Komponen Biaya Sosial 1. Investasi 2. Biaya Pemeliharaan dan perlindungan Hutan mangrove 3. Biaya penangkapan Ikan 4. Biaya Perlindungan Satwa Liar	1. Biaya Ganti Rugi 2. Biaya Ganti Rugi 3. Biaya Ganti Rugi 4. Biaya Proyek Bayangan

Sampel dan Instrumen Penelitian.

Instrumen penelitian disesuaikan dengan jenis data, sumber data dan metode pengumpulan data. Terhadap data primer yang menggunakan sampel sebagai bagian dari

populasi yang karakteristiknya hendak diselidiki dan dianggap dapat mewakili populasi memerlukan instrumen sesuai dengan karakteristik dari data yang diperlukan. Dalam hal ini ada dua jenis sampel sebagai berikut:

1. *Sampel Area (Area sampling)*, yaitu menentukan lokasi penelitian, dilanjutkan dengan observasi dan pengamatan, kemudian mengidentifikasi komponen variabel penelitian, baik yang termasuk dalam variabel manfaat sosial maupun variabel biaya sosial untuk kebutuhan analisis. Dalam observasi dan pengamatan dipergunakan instrumen yang terdiri atas panduan observasi, lembar dan panduan pengamatan serta daftar cocok (*checklist*).
2. *Sampel responden Accidental*, yaitu *Stakeholders* hutan Mangrove Teluk Benoa, Bali yang terdiri atas: nelayan, pengusaha, unsur pemerintah dan komponen masyarakat umum lainnya yang kebetulan dijumpai di desa-desa sekitar kawasan hutan mangrove di Teluk Benoa Bali dan kemudian ditanyakan beberapa hal tentang hutan mangrove dengan instrumen daftar pertanyaan termasuk menanyakan kesediaan untuk membayar (*willingness to pay*) barang lingkungan, utamanya mengenai lingkungan lestari kawasan Hutan Mangrove Teluk Benoa Bali. Hal yang sama juga digunakan di dalam memperoleh harga pasar dari barang-barang yang dipergunakan untuk menilai barang-barang lingkungan yang terdapat di Hutan Mangrove Teluk benoa Bali.

Tehnik Analisis Data

1. Net Present Value (NPV)

NPV atau nilai sekarang bersih adalah jumlah nilai sekarang dari manfaat bersih, yang dirumuskan (lihat Kadariah, dkk, 1978; Gittinger, 1982) sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{Bi - Ci}{(1 + r)^i}$$

Keterangan:

B= Manfaat per tahun

C= Biaya

r = *Discount rate* per tahun

i = Jangka waktu umur proyek

Keputusan :

- Jika $NPV > 0 \rightarrow$ layak
- Jika $NPV < 0 \rightarrow$ tidak layak

2. Benefit-Cost Ratio (B-C Ratio)

Adalah rasio jumlah nilai sekarang dari manfaat dan biaya. Dengan rumus (lihat Kadariah, dkk, 1978; Gittinger, 1982) sebagai berikut:

$$\text{B-C Ratio} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

Keterangan :

B = Manfaat per tahun

C = Biaya

r = *Discount rate* per tahun

t = Jangka waktu umur proyek

Keputusan :

- Jika BCR > 1 → layak
- Jika BCR < 1 → tidak layak

3. Total Economic Value (lihat Dixon and Hufschmidt, 1986; Munasinghe, 1993; Pearce and Kerry, 1990) sebagai berikut:

$$\text{TEV} = \text{UV} + \text{NUV} = (\text{DUV} + \text{IUV} + \text{OV}) + \text{EV}$$

Keterangan :

TEV = *Total ekonomi value*

UV = *Use value*

NUV = *Non use value*

DUV = *Direct use value*

IUV = *Indirect use value*

OV = *Option value*

EV = *Existence value*

4. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengantisipasi jika ada suatu perubahan dalam dasar-dasar perhitungan biaya sosial (*social cost*) atau manfaat sosial (*social benefit*) pada perhitungan pada NPV, *B-C Ratio* dalam menentukan kelayakan terhadap

pelestarian dengan skenario konservasi hutan mangrove di Teluk Benoa Bali. Adapun asumsi-asumsi yang diterapkan yaitu:

- 1). Terjadinya kenaikan biaya (*Cost overrun*) sebesar 10 % pada komponen-komponen biaya sosial.
- 2). Penurunan harga komponen manfaat sebesar 5 % dengan tingkat produktivitas yang tetap.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Manfaat Sosial pada Hutan Mangrove di Teluk Benoa Bali.

Komponen manfaat yang dapat diidentifikasi dan dirumuskan dalam penelitian ini terdiri atas: (1) manfaat berupa tegakan Vegetasi Hutan Mangrove; (2) Manfaat dari Satwa air/perikanan di sekitar hutan mangrove; (3) Manfaat dari satwa liar; (4) Manfaat fisik hutan mangrove sebagai pencegah abrasi; (5) Manfaat dari penggunaan alternatif (*option use*); dan (6) Manfaat dari keberadaan (*existence*).

Dari identifikasi dan perhitungan penilaian komponen manfaat sosial (*social benefit*) dalam pelestarian hutan mangrove di Teluk Benoa dengan menggunakan berbagai metode dan pendekatan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat diketahui nilai manfaat sosial masing-masing komponen pada tahun ke 1 sampai dengan tahun ke 9 sebagaimana nampak pada Tabel 2; nilai manfaat sosial tahun ke 10 sampai dengan tahun ke 14 pada Tabel 3, kemudian nilai manfaat sosial tahun ke 15 hingga tahun ke 19 nampak pada Tabel 4 dan untuk nilai manfaat sosial tahun ke 20 sebagaimana nampak pada Tabel 5.

Tabel 2. Jenis Manfaat dan Nilai Moneter Hutan Mangrove di Teluk Benoa Bali per hektar per Tahun, Tahun ke 1 sampai dengan Tahun ke 9

No.	Jenis manfaat	Nilai manfaat
1	Tegakan Vegetasi Hutan Mangrove	Rp. 0,00
2	Satwa Air/ perikanan	Rp. 34.221.178,16
3	Satwa Liar	Rp. 251.010,00
4	Nilai Penggunaan Alternatif (<i>Option Value</i>)	Rp. 35.731.795,00
5	Nilai Fisik	Rp. 16.000.000,00
6	Nilai Keberadaan (<i>Existence Value</i>)	Rp. 33.796.230,00

	Jumlah	Rp. 120.000.213,16
--	--------	--------------------

Sumber : Diolah dari Primer

Tabel 3. Jenis Manfaat dan Nilai Moneter Hutan Mangrove di Teluk Benoa Bali per Hektar per Tahun, Tahun ke 10 sampai dengan Tahun ke 14

No.	Jenis manfaat	Nilai manfaat
1.	Tegakan Vegetasi Hutan Mangrove	Rp. 25.794.666,48
2.	Satwa Air/ perikanan	Rp. 34.221.178,16
3.	Satwa Liar	Rp. 251.010,00
4.	Nilai Alternatif (<i>Option Value</i>)	Rp. 35.731.795,00
5.	Nilai Fisik	Rp. 16.000.000,00
6.	Nilai Keberadaan (<i>Existence Value</i>)	Rp. 33.796.230,00
	Jumlah	Rp. 145.794.879,64

Sumber : Diolah dari Primer

Tabel 4. Jenis Manfaat dan Nilai Moneter Hutan Mangrove di Teluk Benoa Bali per Hektar per Tahun, Tahun ke 15 sampai dengan Tahun ke 19

No.	Jenis manfaat	Nilai manfaat
1.	Tegakan Vegetasi Hutan Mangrove	Rp. 39.825.333,04
2.	Satwa Air/ perikanan	Rp. 34.221.178,16
3.	Satwa Liar	Rp. 251.010,00
4.	Nilai Penggunaan Alternatif (<i>Option Value</i>)	Rp. 35.731.795,00
5.	Nilai Fisik	Rp. 16.000.000,00
6.	Nilai Keberadaan (<i>Existence Value</i>)	Rp. 33.796.230,00
	Jumlah :	Rp. 159.825.546,20

Sumber : Diolah dari Primer

Tabel 5. Jenis Manfaat dan Nilai Moneter Hutan Mangrove di Teluk Benoa Bali per Hektar per Tahun, Tahun ke 20

No.	Jenis manfaat	Nilai manfaat
1.	Tegakan Vegetasi Hutan Mangrove	Rp. 62.283.466,21
2.	Satwa Air/ perikanan	Rp. 34.221.178,16
3.	Satwa Liar	Rp. 251.010,00
4.	Nilai Alternatif (<i>Option Value</i>)	Rp. 35.731.795,00
5.	Nilai Fisik	Rp. 16.000.000,00
6.	Nilai Keberadaan (<i>Existence Value</i>)	Rp. 33.796.230,00
	Jumlah :	Rp. 182.283.679,37

Sumber : Diolah dari Primer

Biaya Sosial Hutan Mangrove di Teluk Benoa Bali.

Biaya sosial terdiri atas biaya investasi (yang dikeluarkan pada awal tahun proyek, yaitu pada tahun ke-0 dan biaya rutin tahunan yang terdiri atas biaya penjarangan sebagai bagian dari Perlindungan Hutan dan biaya-biaya lainnya.

Komponen biaya investasi dan nilai moneternya terdiri atas biaya pembibitan per hektar diperoleh atas 5.000 bibit x Rp. 28.296.000,00: 5.400 bibit, yaitu Rp.26.200.000,00 dan biaya penanaman baik secara *direct planting* maupun secara *pot planting*, masing-masing sebesar Rp. dan Rp. 49.000,00 Dalam hal ini bibit yang ditanam pada lahan per hektar sebanyak 5000 bibit dengan jarak 1m x 1m, sedangkan kapasitas pembibitan adalah 5.400 bibit.

Rekapitulasi biaya tahunan per hektar lahan hutan mangrove di Teluk Benoa Bali nampak seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Komponen Biaya Tahunan dan Nilai Moneternya per Hektar per Tahun

No.	Komponen Biaya Tahunan	Nilai
1	Biaya Pemeliharaan Vegetasi Hutan Mangrove	Rp. 636.000,00
2	Biaya pemanfaatan Satwa Air/ perikanan	Rp. 13.728.000,00
3	Biaya perlindungan Satwa Liar	Rp. 26.269,62
	Jumlah	Rp. 14.390.269,62

Sumber : Diolah dari Primer

Dari Tabel 2 sampai 6 dapat direkapitulasi nilai manfaat sosial (*social benefit*) dan biaya sosial (*social cost*) dari hutan mangrove di Teluk Benoa Bali sebagai berikut:

Tabel 7. Rekapitulasi Nilai Manfaat Sosial, Nilai Biaya Sosial per Hektar per Tahun dan Nilai Biaya Investasi pada Tahun ke 0

Periode manfaat	Jumlah
1. Nilai Manfaat Sosial per hektar/tahun :	
a. Tahun ke 1 s/d. 9	Rp. 87.841.597,66
b. Tahun ke 10 s/d.14	Rp. 113.636.264,14
c. Tahun ke 15 s/d. 19	Rp. 127.666.930,70
d. Tahun ke 20	Rp. 150.125.063,87
2. Biaya Sosial per hektar/tahun :	Rp. 14.390.269,62
3. Biaya Investasi per hektar pada tahun ke 0	Rp. 26.291.500,00

Sumber : Diolah dari Tabel 2 sampai dengan 6

Langkah selanjutnya adalah mendiskotokan nilai manfaat sosial (*social benefit*) dan biaya sosial (*social cost*) dengan tingkat bunga diskonto (*discount rate*) 12 %, kemudian akan dapat dihitung *Net Present Value/NPV*; *Benefit-Cost Ratio* dan Nilai Ekonomi Total. (*Total Economic Value*), sehingga masing-masing nilainya dapat diketahui sebagai dasar penarikan kesimpulan.

Net Present Value Hutan Mangrove di Teluk Benoa Bali

Dengan mengurangi nilai manfaat dengan yang telah didiskotokan, maka akan dapat dihitung Net Present Value sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{Bi - Ci}{(1 + r)^t}$$

$$NPV = Rp.965.680.637,14 - Rp. 133.776.740,87$$

$$NPV = Rp. 831.903.896,27$$

Jadi dari hasil perhitungan diperoleh nilai $NPV > 0$ atau sebesar Rp. 31.903.896,27, yang berarti manfaat sosial yang diperoleh dari usaha pelestarian hutan mangrove di Teluk Benoa lebih besar dari pada biaya sosial yang dikeluarkan selama umur proyek. Hal ini berarti pelestarian hutan mangrove di Teluk Benoa layak untuk dilaksanakan.

Benefit-Cost Ratio Hutan Mangrove di Teluk Benoa Bali

$$\text{B-C Ratio} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

$$\begin{aligned} \text{B-C Ratio} &= \frac{\text{Rp. 965.680.637,14}}{\text{Rp. 133.776.740,87}} \\ &= 7,22 \end{aligned}$$

Hasil pembagian arus benefit dengan arus biaya yang telah didiskontokan diperoleh B-C Ratio > 1 atau sebesar 7,22, berarti bahwa manfaat sosial yang diperoleh adalah 7,22 kali terhadap biaya sosial yang dikeluarkan untuk pelaksanaan proyek selama umur proyek tersebut. Ini menunjukkan pelestarian hutan mangrove melalui skenario konservasi layak untuk dilaksanakan.

Manfaat bersih (*Net Benefit*) yang merupakan selisih antara Nilai manfaat sosial dengan biaya sosial per hektar/ tahun setelah didiskontokan dengan tingkat diskonto (*discount rate*) 12 %, menunjukkan bahwa pemanfaatan kawasan hutan mangrove untuk pembangunan dengan melakukan *konversi* terhadap lahan hutan mangrove di Teluk Benoa Bali, memberikan *eksternalitas* sebesar Rp. 94.288.557,59 untuk setiap hektar kerusakan hutan mangrove per tahun, yaitu nilai manfaat bersih pada tahun pertama. Dengan demikian apabila terjadi kerusakan hutan mangrove tersebut sebagai akibat aktivitas manusia, maka pelaku pengerusakan (*polluter*) dapat dibebani biaya minimal sebesar itu per tahunnya.

Nilai Ekonomi Total Kawasan Hutan Mangrove di Teluk Benoa Bali

Perhitungan Nilai Ekonomi Total (*Total Economic Value*) Kawasan Hutan Mangrove di Teluk Benoa Bali menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{TEV} = \text{UV} + \text{NUV} = (\text{DUV} + \text{IUV} + \text{OV}) + \text{EV}$$

Keterangan :

TEV = *Total ekonomi value*

UV = *Use value*

NUV = *Non use value*

DUV = *Direct use value*

IUV = *Indirect use value*

OV = *Option value*

EV = *Existence value*

Use Value terdiri atas tegakan dari Vegetasi di Hutan Mangrove, hasil perikanan dan hasil pemanfaatan satwa liar. Sedangkan *non use value* terdiri atas nilai fungsi fisik, *option value* dan *existence value*. Atau *direct use value* terdiri atas tegakan dari Vegetasi di Hutan Mangrove, hasil perikanan dan hasil pemanfaatan satwa liar, sedangkan *indirect use value* adalah nilai manfaat fisik. Sesuai dengan rumusan tersebut diatas bila *use value* dan *non-use value*/ atau *direct use value* dan *indirect use value* dijumlahkan bersama dengan *option value* dan *existence value*, kemudian dikurangkan dengan biaya sosial pada skala satuan hektar lahan, akan menunjukkan nilai manfaat sosial bersih per hektar. Sedangkan untuk mengetahui nilai ekonomi total (*Total Economic Value*) kawasan hutan mangrove dengan luas 1.373,5 hektar, dapat diketahui dengan mengalikan luas kawasan tersebut dengan nilai manfaat bersih (*Net benefit*) per hektar pada tahun pertama, setelah didiskontokan dengan *discount rate* yang dipergunakan.

Jadi Nilai Ekonomi Total (*Economic Total Value*) diperoleh dari hasil perkalian antara *Net Benefit* ($\sum B_t - \sum C_t$) / hektar per tahun (setelah didiskonto dengan *discount factor* pada tingkat bunga 12 % = Rp. 94.288.557,59) dengan luas kawasan hutan mangrove (1.373,5 hektar). Dengan demikian nilai ekonomi total dari kawasan hutan mangrove di Teluk Benoa adalah Rp. 129.505.333.853,32 yang sekaligus menunjukkan nilai asset dari sumber daya hutan mangrove di Teluk Benoa per tahun.

Analisis Sensitivitas

Untuk melihat apa yang akan terjadi dengan analisis proyek pelestarian hutan mangrove di Teluk Benoa Bali jika ada sesuatu kesalahan atau perubahan dalam dasar-dasar perhitungan manfaat dan biaya, maka analisis sensitivitas (*sensitivity analysis*) perlu dilakukan, dengan dasar-dasar asumsi utamanya terkait dengan kemungkinan terjadinya kenaikan biaya (*cost overrun*) dan penurunan tingkat harga komponen-komponen manfaat dari hutan mangrove itu sendiri.

Dengan adanya *cost overrun* sebesar 10 %, di mana menimbulkan kenaikan nilai moneter pada komponen-komponen biaya sosial (*social cost*), maka ternyata masih memberikan *Net Present Value* Rp. 818.526.222,18 ($NPV > 0$) dan *Benefit Cost Ratio* sebesar 6,56 ($B-C \text{ Ratio} > 1$). Hal ini mengindikasikan pelestarian hutan mangrove di Teluk Benoa Bali dengan skenario konservasi meskipun terjadi kenaikan pada biaya sosial (*social cost*) sebesar 10 % dari keadaan sebelumnya/ normal masih layak untuk dilakukan (Tabel 8).

Dengan adanya penurunan harga komponen manfaat sebesar 5 %, dimana menimbulkan penurunan nilai moneter pada komponen-komponen manfaat sosial (*social benefit*), maka ternyata masih memberikan *Net Present Value* sebesar Rp. 783.619.864,41 ($NPV > 0$) dan *Benefit Cost Ratio* sebesar 6,86 ($B-C \text{ Ratio} > 1$). Hal ini mengindikasikan pelestarian hutan mangrove di Teluk Benoa Bali, dengan skenario konservasi meskipun terjadi penurunan pada harga komponen manfaat sosial (*social benefit*) sebesar 5 % dari keadaan sebelumnya/ normal masih layak pula untuk dilakukan (Tabel 8).

Terkait dengan analisis sensitivitas maka Nilai Ekonomi Total (*Total Economic Value*) juga mengalami perubahan dengan adanya perubahan-perubahan pada nilai moneter manfaat sosial (*social benefit*) dan biaya sosial (*social cot*). Perubahan perubahan tersebut adalah sebagai berikut: (a) Terjadinya *cost overrun* sebesar 10 %, dalam mana terjadi kenaikan nilai moneter pada komponen-komponen biaya sosial (*social cost*), maka Nilai Total Ekonomi kawasan Hutan Mangrove di Teluk Benoa Bali menjadi Rp. 127.740.711.499,67 per tahun, yaitu hasil perkalian 1.373,5 dengan Rp. 93.003.794,32. (b) Kemudian dengan penurunan harga pada komponen manfaat sosial (*social benefit*) sebesar 5 % maka Nilai Total Ekonomi kawasan Hutan mangrove adalah $1.373,5 \times \text{Rp. } 88.931.748,08$ yaitu sebesar Rp. 122.147.755.983,83 per tahun (Tabel 8).

Tabel 8. Rekapitulasi NPV, B-C Ratio dan TEV serta Perbandingan Hasil Analisis Sensitivitas, dalam Keadaan normal, Cost Over Run 10% dan Penurunan Harga Komponen Manfaat 5%

Parameter Penilaian	Dalam Keadaan Normal	Dengan Kenaikan Cost Over Run (10 %)	Dengan Penurunan Harga Komponen Manfaat (5 %)
NPV	Rp. 831.903.896,27	Rp. 818.526.222,18	Rp. 783.619.864,41
B-C Ratio	7,22	6,56	6,86
TEV	Rp.129.505.333.853,32	Rp 127.740.711.499,67	Rp. 122.147.755.983,83

Sumber : Diolah dari Primer

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dari pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pelestarian sebagai *management option* dalam pengelolaan hutan mangrove di Teluk Benoa Bali, memberikan nilai manfaat sosial (*social benefit*) sebesar Rp. 94.288.557,59 per hekta per tahun. Terjadinya kenaikan biaya-biaya 10 %, nilai manfaat sosial adalah Rp. 93.003.794,32 dan penurunan harga komponen manfaat sebesar 5 % memberikan nilai manfaat sosial sebesar Rp. 88.931.748,08. Analisis manfaat-biaya menyangkut pelestarian hutan mangrove Teluk Benoa Bali dengan skenario konservasi memberikan *Net Present Value* sebesar Rp. 831.903.896,27 dan perubahan-perubahan kondisi seperti tersebut di atas berturut-turut memberikan NPV Rp. 818.526.222,18 dan Rp. 783.619.864,41. Sedangkan *Benefit Cost Ratio* dalam ketiga kondisi tersebut masing-masing adalah 7,22; 6,56 dan 6,86. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi normal dan terjadinya perubahan kondisi baik terjadinya kenaikan nilai pada komponen-komponen biaya (*cost overrun*) maupun terjadinya penurunan harga komponen manfaat, pelestarian Hutan Mangrove di Teluk Benoa Bali dengan skenario konservasi layak untuk dilaksanakan.
2. Nilai Ekonomi Total (*Total Economic Value*) sekaligus menunjukkan Nilai Asset sumber daya dalam bentuk kawasan hutan mangrove di Teluk Benoa seluas 1.373,5 hektar sebesar Rp. 129.505.333.853,32 per tahun. Dengan analisis sensitivitas, nilai tersebut akan berubah jika terjadi perubahan kondisi pada komponen manfaat dan biaya sosial, di mana kenaikan biaya (*cost overrun*) 10 % memberikan Nilai Ekonomi Total Rp 127.740.711.499,67 dan terjadinya penurunan tingkat produktivitas 5 % memberikan Nilai Ekonomi Total Rp. 122.147.755.983,83

Saran

Berdasarkan simpulan di atas dapat disarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Dalam pemanfaatan hutan mangrove di Teluk Benoa Bali harus dikelola sedemikian rupa dan dijaga kelestariannya agar keseimbangannya secara alamiah (*ekologis*) tidak terganggu, sehingga fungsi lingkungan hidup (daya dukung dan daya tampung) hutan mangrove sebagai salah satu sumber daya di daerah pesisir dan lautan dapat berfungsi dengan baik;

2. Penilaian ekonomi sumber daya perlu dipergunakan sebagai acuan dalam pengelolaan dan pembangunan wilayah pesisir dan lautan secara rasional untuk dapat berlanjutnya (*sustainability*) pembangunan itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Dixon, John, A. and Hufschmidt Maynard M., 1986, *Economic Valuation Techniques for The Environmental : A Case Study Workbook*. The Johns Hopkins University Press, Copyright by the East-West Center, East-West Environment and Policy Institute.
- Gittinger, J. P. 1982. *Economic Analysis of Agricultural Projects*, Baltimore; Johns Hopkins University Press.
- Kadariah, Lien Karlina, Clive Gray, (1978), *Pengantar Evaluasi Proyek*, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia.
- Munasinghe, Mohan. 1993. *Environmental Economics and Sustainable Development*. The World Bank, 1818 H Street, N.W, Washington, DC, USA.
- Odum, W. E., and E.J. Heald, 1975, *The response of mangrove to man-induced environmental stress.*, pp : 52-62. In Ferguson Wood, E.J., and R.E. Johannes (eds.) *Tropical marine pollution*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Pearce David, W. and Turner R. Kerry, 1990, *Economic of Natural Resources and The Environment*, Harvester Wheatsheaf New York London, Toronto Sydney Tokyo.
- Reksohadiprodjo Sukanto dan Andreas Budi P.B, 1997, *Ekonomi Lingkungan*, Suatu Pengantar, Edisi Pertama, Cetakan kelima, BPFE, Yogyakarta.
- Soegiarto, A., and N. Pollunin, 1982, *The Marine Environment of Indonesia*, Dept. Zoology, University of Cambridge.