

Penyediaan Stok Ikan Demersal Sebagai Keberlanjutan Perikanan Karang Dengan Penerapan Terumbu Buatan dari Bahan Bambu (*Bambooreef*) di Perairan Pesisir Malalayang Dua Kota Manado.

Alex D. Kambey, Anneke V. Lohoo

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi Manado
Jalan Kampus Bahu Manado, 95115
e-mail : alex_dk@unsrat.ac.id

Dibiayai Oleh : Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Direktorat Jendral Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. Sesuai dengan Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2017

Abstract

Efforts to maintain and prepare the fish stock availability, coastal resources management in Malalayang Dua waters was carried out through coral reef rehabilitation in public fisheries zone, artificial reef "*BambooReef*" placement as an effort of innovation creation to prepare an alternative artificial reef model. In 1 -2 years, new habitat is expected to be present, could increase the fish biomass, and create the area to be able to supply reef fish stock in Malalayang Dua waters and its surroundings.

The artificial reef "*bambooReef*" was laid around the natural coral reefs at the depth of 5 to 7 m. Data collected were presence and attraction of the coral fish (no. species and density).

Results showed that there were 15 species found around the "*BambooReef*", with the highest recorded as mayor species group (13 species), followed by indicator species, and 1 target species. Total number was 137 individuals and the density was 8.56 ind./m² or 85.625 ind/ha. The fifteen species of coral fish did not, in general, belong to optimum size for fishing. Nevertheless, this study reflects that the artificial reef placement has created new habitat for the coral fish.

Keywords: Artificial reef, bambooreef, bamboo, demersal.

Abstrak

Upaya untuk menjaga, memelihara dan sekaligus mempersiapkan penyediaan stok ikan di perairan, dibuatkan pengelolaan sumberdaya wilayah pesisir di Kelurahan Malalayang Dua dengan konsep pengelolaan melalui perbaikan kondisi terumbu karang zona perikanan masyarakat, dengan konsep rehabilitasi tempat hidup dan berkembang ikan yaitu peletakan terumbu buatan dari bahan dasar bambu "*BambuReef*", sebagai upaya menciptakan inovasi bahkan menciptakan model terumbu buatan alternatif (baru). Diharapkan dalam waktu dalam waktu 1-2 Tahun akan tercipta habitat baru, meningkatkan biomassa ikan, menciptakan daerah yang dapat menyediakan stock ikan karang di perairan pantai Kelurahan Malalayang Dua dan sekitarnya.

Terumbu buatan "*bambooReef*" diletakkan pada daerah sekitar terumbu karang alami di perairan pesisir Malalayang Dua Kota Manado, pada kedalaman 5 s/d 7 meter. Data yang diperoleh dari peletakan/penerapan terumbu buatan "*BambooReef*" adalah kehadiran dan ketertarikan jenis ikan karang (jumlah jenis dan kepadatannya),

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada 15 spesies yang ditemukan di sekitar terumbu buatan "*BambooReef*" dimana tertinggi termasuk pada kelompok

spesies mayor (13 jenis), kemudian diikuti spesies indikator berjumlah 1 jenis, dan spesies target 1 jenis, dengan jumlah 137 individu, serta kepadatan 8,56 indv/m² atau sebesar 85.625 individu per hektar. 15 jenis ikan karang yang ditemukan umumnya belum dalam ukuran optimum untuk ditangkap. Namun demikian hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penempatan terumbu buatan telah memberikan habitat baru bagi ikan karang.

Kata kunci: Terumbu buatan, bambooreef, bambu, demersal.

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan mempunyai garis pantai yang panjang dengan luas karang lebih 3,1 juta km², yang terdiri dari 0,3 juta km² perairan teritorial dan 2,8 juta km² perairan nusantara. Wilayah pesisir dan laut Indonesia mempunyai kekayaan dan keanekaragaman hayati (biodiversity) terbesar di dunia, yang tercermin pada keberadaan ekosistem pesisir seperti hutan mangrove, terumbu karang, padang lamun dan berjenis-jenis ikan, baik ikan hias maupun ikan konsumsi (Anonymous. 2000).

Sementara itu produksi perikanan tangkap dunia sudah mencapai level off sehingga terjadi gap antara permintaan dan pasokan. Oleh karena itu sudah saatnya untuk mengembangkan inovasi dalam rangka meningkatkan ketersediaan sumberdaya ikan di Perairan menggunakan suatu metode yang sementara berkembang seperti Rehabilitasi terumbu karang dengan penerapan teknologi terumbu buatan/*Artificial Reef* (Wasilun dan Murniyati, 1997).

Mengacu pada kondisi existing, permasalahan dan dalam rangka menjaga, memelihara dan sekaligus mempercepat peningkatan hasil dari bentuk pengelolaan sumberdaya wilayah pesisir, maka perlu dikembangkan konsep pengelolaannya daripada hanya konsep perlindungan (protection) menjadi kombinasi perlindungan dan rehabilitasi (protection and Rehabilitation Concept).

Dengan demikian perlu diaplikasikan yaitu konsep Rehabilitasi

Berbasis Masyarakat yaitu dengan peletakan terumbu buatan seperti yang sudah dilakukan di berbagai tempat misalnya *Bioreeftek*, dan menciptakan inovasi untuk memodifikasi bahkan menciptakan model terumbu buatan alternatif (baru).

Bambu adalah bahan dasar pembuat rumpon yang sudah digunakan sejak lama, bahkan sampai dengan saat ini bagi masyarakat Sulawesi Utara pada umumnya, dan memiliki daya tahan yang cukup lama di dalam air, dimana salah satu metoda pengawetan bambu adalah direndam dalam air laut (Sulistyowati, 1996). Hal ini menjadi salah satu pertimbangan digunakannya bambu sebagai bahan pembuatan artificial reef.

Hasil penelitian ini akan membawa terobosan baru bidang perikanan khususnya dalam bidang penyediaan stok ikan di sekitar terumbu buatan *BambooReef*. Dimana metode ini diharapkan memberikan kontribusi yang signifikan bagi perairan sekitarnya terutama penyediaan stok daerah yang dijadikan tempat penangkapan ikan oleh masyarakat dan tersedianya bahan baku bagi industri perikanan pada umumnya.

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab pertanyaan apakah *BambooReef* dapat dijadikan tempat bertumbuhnya karang yang di transplant, dan menjadi tempat hidup ikan dan organisme lainnya sehingga menjadi habitat baru di daerah pesisir yang kondisi terumbu karang telah terdegradasi oleh berbagai faktor.

Dengan demikian maka tujuan utama Penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi jenis-jenis ikan yang tertarik dan menempati terumbu buatan *BambooReef*.
2. Menganalisis Keanekaragaman dan kepadatan untuk mengetahui keberadaan di terumbu buatan *BambooReef*.

Terumbu buatan didefinisikan oleh *European Artificial Reef Research Network* (EARRN) sebagai suatu struktur yang dengan sengaja ditempatkan di dasar perairan, dan meniru beberapa karakteristik terumbu karang alami (Pickering et al. 1998; Baine, 2001). Polovina (1991) menyampaikan bahwa habitat buatan dapat berfungsi dalam tiga cara, yaitu: dapat mendistribusikan kembali *exploitable biomass*, meningkatkan *exploitable biomass* dengan mengumpulkan biomasa yang tidak tereksploitasi sebelumnya, serta memberikan *new production* melalui peningkatan kemampuan survival dan pertumbuhan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada di perairan terumbu karang Kelurahan Malayang Dua Kecamatan Malayang Kota Manado (Gambar 03).

Prosedur pelaksanaan pekerjaan rehabilitasi terumbu karang di Kelurahan Malayang Dua dibagi dalam tiga tahapan :

1. Pembuatan Bambooreef (Terumbu buatan dari bahan bamboo)
 2. Penempatan/peletakan Bambooreef di daerah sekitar terumbu karang alamiah
 3. Monitoring dan pengamatan kehadiran ikan karang
- Langkah-langkah Pembuatan Bambooreef (Terumbu buatan dari bahan bamboo) :
- Langkah Pertama*, menyiapkan bahan yang akan digunakan, yaitu :
- Bambu Jawa
 - Paku
 - Tali nylon
 - Cableties

Langkah Kedua,

- a). Membuat media rangka dasar substrat AHFR.

Media rangka dasar substrat dengan ukuran 200 cm (P) x 200 cm (L) x 50 cm (T). Pada setiap sisi rangka dasar substrat di letakkan potongan bambu yang letaknya dibuatkan sejajar, dan pada bagian tengah setiap sisi rangka media substrat terdapat bagian yang kosong sebagai daerah keluar masuknya ikan dari media terumbu buatan tersebut. Pada setiap potongan bambu diberikan lubang-lubang kecil sebagai tempat untuk mengikatkan karang yang akan di transplant. pada bagian atas diletakkan satu unit berbentuk bidang trapesium.



Gambar 1. Media bambu reef yang siap untuk diletakkan di perairan

Analisis Data

Analisis data adalah proses penyederhanaan data ke dalam bentuk yang lebih mudah dibaca dan diinterpretasikan. Data yang sudah dikumpulkan dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan perhitungan matematik.

Menganalisis ketertarikan ikan di daerah Bambooreef adalah untuk melihat Potensi sumberdaya ikan karang yang menggambarkan perikanan terumbu karang dapat dilihat dengan menghitung kepadatan ikan digunakan persamaan (modifikasi dari English et al. 1994)

$$d = \frac{c}{A} \times 10.000$$

dimana:

d = kepadatan (ekor/Ha)

c = jumlah ikan karang yang terhitung dalam pengamatan

A = luas daerah pengamatan;
10.000 = konversi hektar ke meter.

Untuk menganalisis keanekaragaman jenis (Genus) ikan karang mengikuti Formulasi Shannon-Wiener (Krebs 1989 in Bengen 2000) :

$$H' = - \sum_{i=1}^n \frac{n_i}{N} \log \frac{n_i}{N}$$

dimana :

H' = Indeks keanekaragaman

N = Total jumlah individu

n_i = Jumlah individu dalam jenis ke-i.

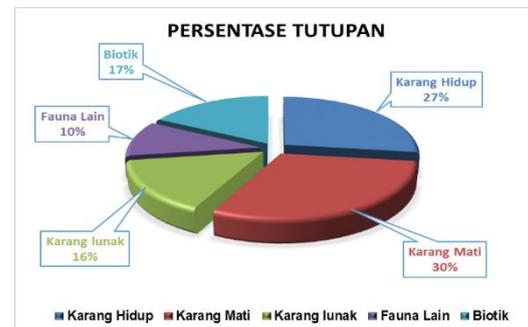
HASIL DAN PEMBAHASAN

Wilayah Pesisir Pantai Kelurahan Malalayang Dua dikelilingi oleh ekosistem terumbu karang. Bentuk topografi pantainya pada umumnya berbentuk landai (*Slope*). Terumbu karang yang ada di Kelurahan Malalayang Dua khususnya yang termasuk dalam zona penangkapan ikan karang yang dilakukan secara manta diving (*pengamatan kualitatif*) menggambarkan bahwa kondisi terumbu karang secara umum adalah **buruk** sampai dengan **cukup baik** dan pada umumnya dalam kondisi buruk.

Hasil pengambilan data menggunakan metode LIT, diperoleh bahwa stasiun ini memiliki persentase tutupan karang batu yang masih hidup sebesar 27 %, yang dapat dikategorikan dalam kondisi **cukup**. Namun demikian dengan memperhatikan komponen lainnya seperti karang mati (30 %) yang lebih tinggi dari komponen karang hidup, menunjukkan bahwa terumbu karang di zona penangkapan ikan Kelurahan Malalayang Dua berada dalam status rusak dan memerlukan suatu tindakan konservasi/perlindungan.

Terumbu karang zona penangkapan ikan karang Kelurahan Malalayang Dua ditemukan tutupan karang lunak yang cukup tinggi yaitu sebesar 38,52%. Tutupan karang lunak di lokasi ini merupakan yang tertinggi dari semua stasiun yang diteliti. Dengan tutupan karang mati yang cukup kecil yaitu

sebesar 5,5% maka lokasi ini dapat dikatakan memiliki kondisi ekologi yang cukup baik.



Gambar 1. Persentase tutupan komponen penyusun terumbu karang Kelurahan Malalayang Dua.

Selain itu dalam setiap tahapan pengambilan data dilakukan pengukuran terhadap beberapa parameter lingkungan perairan (Tabel 03).

1. Peletakan Terumbu Buatan Bambooreef

Terumbu buatan dari bahan bambu ini telah ditempatkan pada tahun 2015. Berdasarkan penempatannya, terumbu buatan bambu berada dekat dengan terumbu karang alami (± 12 meter). Adapun jenis-jenis karang yang di transplant telah bertumbuh, demikian juga dengan keadaan bahan bambu yang telah di tempati berbagai jenis algae sehingga terumbu buatan tersebut menjadi tempat hidup bagi organisme pemakan karang maupun algae yang menempel pada terumbu buatan tersebut.

Setelah 8 bulan penempatan terumbu buatan Bambooreef, maka kondisi terumbu buatan tersebut dapat dilihat pada (gambar 2)

2. Distribusi Ikan Karang di Daerah Terumbu Buatan.

Selanjutnya Ikan karang yang ditemukan pada terumbu buatan dari bahan bambu (Bambooreef) yang di letakan di Perairan Malalayang Dua diperoleh berjumlah 15 jenis dimana jumlah jenis tertinggi termasuk pada

kelompok spesies mayor (13 jenis), kemudian diikuti spesies indikator berjumlah 1 jenis, dan spesies target 1 jenis, dengan jumlah 137 individu (Tabel 1; Gambar 3). Dari 15 jenis ikan karang yang ditemukan pada umumnya belum dalam ukuran optimum untuk ditangkap.



Gambar 2. Terumbu buatan "Bambooreef" dalam pengamatan. Sumber: foto lapangan

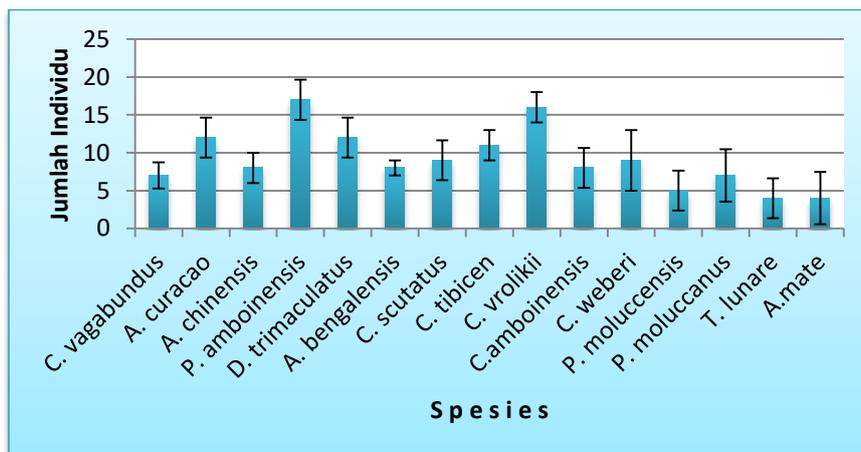
Namun demikian dengan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penempatan terumbu buatan ini telah memberikan habitat yang baru bagi ikan karang dan dalam periode selanjutnya wilayah ini diharapkan akan menjadi daerah penangkapan ikan yang potensial bagi masyarakat nelayan. Berdasarkan perhitungan analisis data

yang dilakukan maka diperoleh nilai kepadatan tertinggi adalah jenis *Pomacentrus amboinensis* dengan 1.0625 indv/m² dan terendah adalah *Thalassoma lunare* dan *Atule mate* dengan nilai 0.25 indv/m². Demikian halnya dengan nilai keanekaragaman diperoleh $H' = 1.14013$ menunjukkan nilai yang rendah, hal ini dapat dikatakan kondisi terumbu buatan tersebut belum stabil mengingat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi yang baik bagi terumbu buatan masih dalam tahap penyesuaian dengan perairan dimana beberapa penelitian, menunjukkan karang akan tumbuh baik bila salinitas antara 29 – 35 ppt dan flutuasi tidak boleh kurang dari 2 ppt (Suharsono, 1999).

Kondisi lingkungan perairan mempengaruhi segala bentuk kehidupan yang ada di dalamnya, baik secara langsung maupun tidak langsung. Nilai parameter lingkungan perairan Malalayang Dua dan nilai baku mutu air laut menurut KepMen LH No. 51. Tahun 2004 tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 1. Jenis ikan karang yang ditemukan pada bulan ke delapan mencakup tiga kelompok ikan karang (indikator, mayor dan ikan target).

No	Nama Spesies Ikan	Pengamatan		
		Bulan ke 4	Bulan ke 6	Bulan ke 8
1	<i>Chaetodon vagabundus</i>	2	4	7
Spesies Mayor				
2	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>			12
3	<i>Aulostomus cinensis</i>	3	7	8
4	<i>Pomacentrus amboinensis</i>		10	17
5	<i>Dascyllus trimaculatus</i>		12	12
6	<i>Abudefduf bengalensis</i>	8	5	8
7	<i>Centriscus scutatus</i>		6	9
8	<i>Centropyge tibicen</i>			11
9	<i>Centropyge vrolikii</i>		18	16
10	<i>Chromis amboinensis</i>	4	7	8
11	<i>Chromis weberi</i>	5	10	9
12	<i>Pomacentrus moluccensis</i>			5
13	<i>Pseudodax moluccanus</i>		3	7
14	<i>Thalassoma lunare</i>	2	2	4
Spesies Target				
15	<i>Atule mate</i>		2	4
Total individu		24	86	137



Gambar 3. Nama Spesies dan jumlah individu (vertikal bar adalah standar deviasi) pada pengamatan setelah delapan bulan peletakan Terumbu buatan “Bambooreef”

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Kualitas Lingkungan Perairan Malalayang Dua

No	Parameter	Alat Ukur	Baku Mutu Air Laut Untuk Biota**	Hasil pengukuran		
				n-1	n-2	n-3
1	Suhu (°C)	U-50	28 - 30	28,52	27,79	27,43
2	pH	MWQC*	7 - 8,5	7,21	7,06	7,04
3	Turbiditas (NTU)		< 5	3	3	2
4	DO		> 5	17,28	15,83	15,54
5	Salinitas (ppt)		33 - 34	32,6	33,3	33,1

* U-50 Multiparameter Water Quality Checker

** KepMen LH No. 51. Tahun 2004

Suhu perairan berkisar antara 27.43 °C dan 28,52 °C di Perairan Malalayang Dua. Kondisi ini masih memperlihatkan keadaan yang normal atau bersifat alami bagi kehidupan biota laut. Seperti tercantum dalam baku mutu air laut yang dikeluarkan oleh pemerintah, suhu perairan alami yang baik untuk kehidupan organisma adalah 28.00 – 30.00 °C.

Nilai salinitas yang terukur di lokasi pengamatan berkisar antara 32,6-33,7 ‰. Jika mengacu pada kisaran salinitas menurut baku mutu air laut berdasarkan KepMen LH No. 51. Tahun

2004 dengan kisaran 33 – 34 ‰, hal ini berhubungan dengan sifat dari suatu pesisir yang dinamis karena dipengaruhi oleh adanya pasang surut. Bila dibandingkan dengan nilai baku mutu maka kadar salinitasnya masih berada pada kisaran yang alami. Nybakken (1992) menyatakan bahwa daerah pesisir (litoral) merupakan perairan yang dinamis, yang menyebabkan variasi salinitas tidak begitu tinggi. Organisme yang hidup di perairan pesisir cenderung mempunyai toleransi terhadap perubahan salinitas sampai dengan 15 ‰.

Derajat keasaman merupakan gambaran jumlah atau aktifitas ion hydrogen dalam perairan. Untuk perairan pH dengan nilai 7 netral, lebih kecil 7 asam dan lebih besar 7 basa. Nilai pH asam atau terlalu basa akan berbahaya bagi kehidupan plankton karena akan menyebabkan berbagai gangguan metabolisme dan respirasi yang pada gilirannya akan mempengaruhi produktifitas primer dalam perairan tersebut. pH yang optimal bagi kehidupan organisme akuatik berkisar antara 7 – 8,5 berdasarkan KepMen LH No. 51. Tahun 2004 tentang baku mutu perairan untuk biota, dan pada pengukuran di lokasi berkisar antara 7,04 dan 7,2. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi perairan masih sangat normal karena tidak ada pengaruh masukan bahan organik dari daratan, walaupun ada mungkin sangat kecil dan tidak terdeteksi. Bila ada bahan organik yang masuk dari daratan atau disumbangkan oleh kegiatan pemukiman (rumah tangga) akan dapat terlihat dari rendahnya pH.

Oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua makhluk hidup untuk pernapasan, proses metabolisme untuk energy dan pertumbuhan, selain itu juga oksigen dibutuhkan untuk oksidasi dalam proses aerobik. Oksigen terlarut dalam suatu perairan dihasilkan oleh adanya proses fotosintesa oleh tumbuhan air (lamun, alga, phytoplankton), disamping adanya interaksi permukaan air dan atmosfer.

Turbidity di perairan Malalayang Dua yaitu ada pada kisaran 2 NTU dan 3 NTU. Kisaran ini masih berada pada nilai yang relatif rendah jika dibandingkan dengan baku mutu air bagi kelangsungan biota yaitu < 5. Dengan demikian proses fotosintesis di wilayah ini masih bisa berlangsung dengan baik karena penyerapan cahaya matahari masih bisa berlangsung.

Kondisi lingkungan perairan yang demikian mendukung organisme karang dapat berkembang dengan baik, namun masih membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai kondisi terumbu

karang alami baik bagi organisme karang yang di transplant, jenis-jenis moluska yang hidup menempel pada substrat bambu seperti jenis *limpets*, jenis-jenis *algae*, maupun ketertarikan ikan pada terumbu buatan tersebut, mengingat umur terumbu buatan tersebut masih berkisar 8 bulan.

Pada dasarnya terumbu buatan (bambooreef) di perairan Malalayang Dua menunjukkan peluang untuk menjadi model untuk dijadikan rumah ikan (tempat hidup, mencari makan, bereproduksi dan tempat berkembang) dan bermanfaat untuk berperan sebagai penyedia stok ikan bagi daerah perairan pantai yang telah mengalami degradasi akibat kerusakan terumbu karang, dan juga dapat dijadikan bentuk pengembangan penyedia stok ikan untuk perairan sekitarnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Kehadiran ikan demersal karang pada terumbu buatan dari bahan bambu menunjukkan bahwa terumbu buatan tersebut cukup baik untuk dikembangkan dalam rangka keberlanjutan perikanan karang di daerah yang telah mengalami degradasi.
2. Keanekaragaman jenis diperoleh $H' = 1.14013$ dan kepadatan tertinggi $1,0625 \text{ indv/m}^2$. Kondisi menunjukkan bahwa Terumbu buatan dari bahan bamboo (BambooReef) dapat menjadi bagian dari proses penyediaan stok ikan demersal suatu perairan dengan $8,56 \text{ indv/m}^2$ atau sebesar 85.625 individu per hektar

Saran

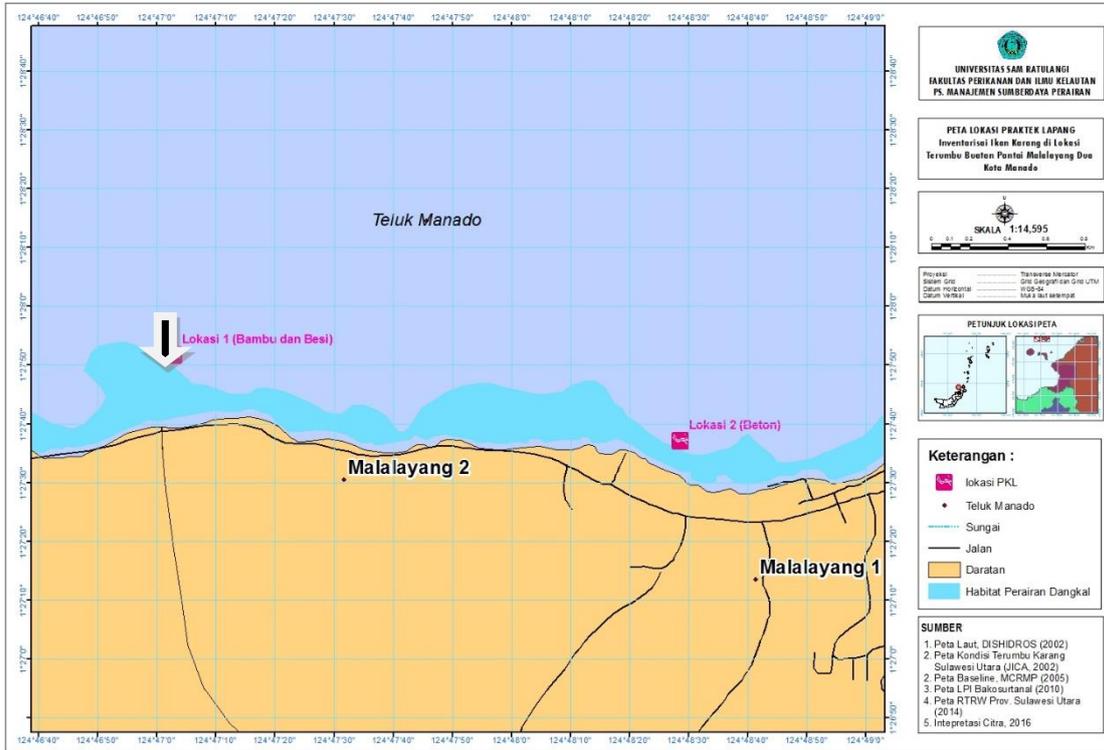
Penting untuk dilakukan penelitian lanjutan untuk memanfaatkan terumbu buatan dari bahan bambu sebagai rumah ikan dalam rangka menunjang kegiatan keberlanjutan perikanan khususnya perikanan

demersal karang, dan sebagai daerah penyedia stok ikan bagi perairan sekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2000. Konsep kebijakan, strategi dan rancang tindak pengelolaan terumbu karang. Kerjasama PKSPL-IPB dan Puslitbang LIPI. 33 hal.
- Baine, M. 2001. Artificial reefs: a review of their design, application, management and performance. *Ocean and Coastal Management*. 44: 241 – 259.
- Cesar, H. 1996. Economic analysis of Indonesian coral reefs. Environment Department. Work in progress Toward environmentally and socially sustainable development. The World Bank. 97 p.
- Cesar, H. 1998. Indonesia coral reefs: A precious but threatened resources. In Hatzilos, M.E., Hooten, A.J. and M. Fodor (Eds.), *Coral Reefs: Challenges and opportunities for sustainable management*. Proceedings of an associated event of the fifth annual World Bank Conference on Environmentally and Socially Sustainable Development. The World Bank. Washington DC. p. 163 – 171.
- Chou, L.M. 2000. Southeast Asian Reefs – Status Update: Bangladesh, Indonesia, Malaysia, Philippines, Singapore, Thailand and Vietnam. In: Wilkinson, C. (Ed.). *Status of coral reefs of the world*. GCRMM. Australian Institute of Marine Science. 117 – 129 p.
- FAO and INBAR. 2005. Global Forest Resources Assessment Update 2005. Indonesia. Country Report on Bamboo Resources. Forest Resources Assessment Programme Working Paper (Bamboo). Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO), Forestry Department and International Network for Bamboo and Rattan (INBAR), Jakarta, May, 2005.
- Grove, R.S., C.J. Sonu and M. Nakamura. 1991. Design and engineering of manufactured habitats for fisheries enhancement (109 – 152). In Seaman, W. Jr. and L.M. Sprague (eds). *Artificial habitats for marine and freshwater fisheries*. Academic Press, San Diego.
- Nybakken, J.W. 1992. Biologi Laut suatu pendekatan ekologis. Penerbit PT. Gramedia: Jakarta. 367 hal.
- Polovina, J.J. 1991. A global perspective on artificial reefs and fish aggregation devices. IPFC, Paper presented at the Symposium on Artificial reefs and fish aggregating device as tools for the management and enhancement of marine fishery resources, Colombo, Sri Lanka. RAPA Report: 1991/11 p. 251 – 257.
- Rondonuwu, 2011. Penempatan Terumbu Buatan Bioreeftek Di Pantai Kalasey Di Pantai Kalasey Kecamatan Pineleng Kabupaten Minahasa. Kerjasama dengan Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Utara.
- Seaman, W. Jr. and A.C. Jensen. 2000. Purposes and practices of artificial reef evaluation (1 – 19). In Seaman, W. Jr. *Artificial reef evaluation, with application to natural marine habitats*. CRC Press New York.
- Suharsono. 1999. Condition of coral reef resources in Indonesia. P3O-LIPI. Indonesia.
- Sungthong, S. 1988. Evaluation of artificial reef installed in Rayong, Thailand. In: Report of the Workshop on Artificial Reefs

- Development and Management. 13-18 Sept. 1988. Penang Malaysia. pp. 135 – 148.
- Sulastiningsih I.M dan Adi Santoso. 2012. Pengaruh jenis bambu, waktu kempa dan perlakuan pendahuluan bilah bambu terhadap sifat papan bambu lamina. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* Vol. 30 No. 3, September 2012: 199-207 ISSN: 0216-4329 Terakreditasi: A No.: 443/AU2/P2MI-LIPI/08/2012
- Sulistiyowati C. Any. 1996. Pengawetan Bambu. *WACANA edisi 5 / Nop - Des 1996*
- Supriharyono. 2000. Pengelolaan terumbu karang. Djambatan. 118 hal.
- White, A.T., L.Z. Hale, Y. Renard and L. Cortesi. (Eds.). 1994. The need for community-based coral reef management. Collaborative and community-based management of coral reefs. Lessons from experience. Kumarian Press. 1 – 18 p.
- Bengen, D.G., 2000. Teknik Pengambilan Contoh dan Analisis Data Biofisik Sumberdaya Pesisir. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. 88 hlm.
- Wasilun dan Murniyati., 1997. Pengembangan Terumbu Karang Buatan Sebagai Alternatif Teknologi Rehabilitasi Kerusakan Terumbu Karang. *Penelitian Perikanan Indonesia, Warta* Vol. III., No. 2. Hal. 10-14.
- Widjaya, E.A. 2001. Identikit jenis-jenis bambu di Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi, LIPI, Balai Penelitian Botani, Herbarium Bogoriense, Bogor, Indonesia.
- UNEP, 1993. Monitoring Coral Reefs For Global Change. Regional Seas. Reference Methods For Marine Pollution Studies No. 61. Australian Institute Of Marine Science. 72pp.



Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian

ejournal.unsrat.ac.id