

WAKATOBI SEA BAMBOO, TEKNOLOGI RESTORASI BAMBU LAUT MULTI LOKASI

WAKATOBI SEA BAMBOO, MULTI LOCATION SEA BAMBOO RESTORATION TECHNOLOGY

Sunarwan Asuhadi¹, Oce Astuti², Rahmadani³ dan Andi Besse Amir⁴

^{1,4}Loka Perekayasaan Teknologi Kelautan (LPTK) BalitbangKP Kementerian Kelautan dan Perikanan

^{2,3}Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo

Email Korespondensi : (*sunarwan_asuhadi@yahoo.com ; oce_fish@yahoo.com ;
rahmamustafa47@gmail.com ; andibesse.amir@gmail.com)

Abstrak - Penelitian ini dilakukan untuk menguji kemampuan teknologi hasil rancang bangun teknologi restorasi bambu laut (*Isis hippuris*) yang disebut dengan Wahana Perekayasaan Teknologi Konservasi Biota Sea Bamboo disingkat Wakatobi Sea Bamboo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Teknologi Wakatobi Sea Bamboo dapat digunakan untuk memperbaiki metode dan teknik restorasi bambu laut sebelumnya. Dengan teknologi ini, restorasi bambu laut dapat diimplementasikan secara multi lokasi, baik secara ex-situ dan in-situ maupun di perairan tenang dan yang mendapatkan pengaruh ombak dan arus kencang. Pertumbuhan bambu laut melalui metode ini mencapai 2,5 – 3 cm per tahun dengan survival rate > 90%.

Kata Kunci : Teknologi Multi Lokasi, Wakatobi Sea Bamboo, Restorasi

Abstract - This research was conducted to test the technological capabilities of the design and construction of sea bamboo (*Isis hippuris*) restoration technology, which is called Wahana Perekayasaan Teknologi Konservasi Biota Sea Bamboo Technology, abbreviated as Wakatobi Sea Bamboo. The results showed that the Wakatobi Sea Bamboo Technology could be used to improve the sea bamboo restoration methods and techniques. With this technology, sea bamboo restoration can be implemented in a multi-location manner, both ex-situ and in-situ as well as in calm waters and which are affected by strong waves and currents. The growth of marine bamboo through this method reaches 2.5 - 3 cm per year with a survival rate of > 90%.

Keywords : Multi Locations Technology, Wakatobi Sea Bamboo, Restoration

I. PENDAHULUAN

Bambu laut termasuk dalam suku Gorgonacea yang merupakan kelompok dari karang lunak (Octocorallia), dimana karang lunak adalah salah satu unsur penyusun terumbu karang. Gorgonacea ini umumnya tersebar luas di perairan Indo-Pasifik dan beberapa tempat lainnya, terutama di daerah tropis.

Sebagai unsur penyusun terumbu karang, diketahui bahwa karang lunak merupakan komponen terbesar kedua setelah karang batu, bahkan di beberapa daerah yang kondisi terumbu karangnya rusak, karang lunak merupakan unsur utama penyusun terumbu karang (Manuputty, 2002).

Bentuk oktokoral pada umumnya seperti pohon, muncul dari substrat/melekat di dasar perairan yang keras. Fauna ini termasuk kelompok gorgonia dengan tekstur tubuh kokoh karena disangga oleh kerangka yang keras.

Bambu laut (*Isis hippuris*) adalah salah satu jenis oktokoral yang hidup di perairan tropis Indo – Pasifik yang saat ini masuk dalam target konservasi.

Konservasi menurut Pasal 57 ayat (2) UU No. 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, meliputi kegiatan: perlindungan sumber daya alam, pengawetan sumber daya alam, dan pemanfaatan secara lestari sumber daya alam. Rincian lebih detail mengenai kegiatan konservasi (sumber

daya alam hayati) diatur secara spesifik melalui UU No. 5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya.

Kegiatan restorasi/rehabilitasi menurut Perpres No. 121 Tahun 2012 tentang Rehabilitasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil adalah proses pemulihan dan perbaikan kondisi ekosistem atau populasi yang telah rusak walaupun hasilnya dapat berbeda dari kondisi semula.

Pada pasal 2 dinyatakan bahwa rehabilitasi wajib dilakukan apabila pemanfaatan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil mengakibatkan kerusakan ekosistem atau populasi yang melampaui kriteria kerusakan ekosistem atau populasi. kerusakan ekosistem yang dimaksud meliputi laju penurunan populasi melebihi kemampuan alam untuk pulih, bisa juga dengan adanya penurunan dan/atau hilangnya daerah pemijahan (spawning ground), daerah pembesaran (nursery ground), serta daerah pencarian ikan (feeding ground).

Perbaikan habitat dilakukan melalui: pencegahan dan/atau penghentian kegiatan yang dapat merusak habitat; penggunaan/penerapan konstruksi bangunan yang sesuai prinsip ekologi; penggunaan/penerapan teknis perbaikan habitat; transplantasi; dan/atau pembuatan habitat buatan.

Terkait dengan perlindungan bambu laut telah diatur melalui Permen KP No 46 tahun 2014 tentang perlindungan terbatas bambu laut (*Isis spp*). Perlindungan kerusakan terumbu karang, khususnya Bambu Laut, menurut Ilmuwan bahwa budidaya bisa menjadi alternatif untuk pemecahan masalah kerusakan Bambu Laut.

Berdasarkan data Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Bone Provinsi Sulawesi Selatan, pada tahun 2005 sudah tercatat 2.000 ton *Isis hippuris* diekspor ke luar negeri (Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Bone, Unpublich).

Salah satu alasan dilakukan pemeliharaan secara in situ dan ex situ

adalah karena tingginya permintaan pasar dan mudahnya didapatkan bambu laut mengakibatkan sumber daya tersebut banyak diburu dan diperdagangkan oleh masyarakat. bahkan pada beberapa tempat, tingkat pemanfaatannya sudah berlebihan dan membahayakan ekosistem khususnya terumbu karang. Disebut merusak karena metode pengambilannya dilakukan dengan mencungkil substrat sehingga merusak terumbu karang di bawahnya.

Salah satu jenis kegiatan yang dikembangkan adalah pemeliharaan bambu laut *Isis hippuris* yang dilakukan pada media alam (in-situ) dan media terkontrol (ex-situ) yang mana kegiatan ini masih bersifat uji coba dan terus dikembangkan sebagai salah satu upaya konservasi.

Untuk mengatasi kelemahan-kelemahan teknologi transplantasi terdahulu tersebut, melalui inovasi ini telah ditemukan suatu metode dan alat untuk budidaya Bambu laut dengan metode integrasi ex-situ dan in-situ (Migrasi), dimana penumbuhan Bambu laut dilakukan di dua lokasi secara terintegrasi, pada fase awal dilakukan di lokasi laboratorium (ex-situ), setelah dianggap stabil penempelan polipnya pada mini substrat, selanjutnya bibit bambu laut ditumbuhkan di lokasi in-situ..

II. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Wakatobi, pengambilan data dilakukan di lokasi LPTK BRSDM KP, Perairan Sousu Desa Matahora, dan Perairan Desa Waha-Desa Koroe Onowa. Adapun waktu pelaksanaannya sejak April s.d. September tahun 2019.

2.2 Teknik pengumpulan Data

Pengumpulan data meliputi; (1) pembuatan substrat dan mini substrat, (2) transplantasi bambu laut di lokasi ex-situ dan in-situ, dan (3) pengamatan terhadap

kondisi pertumbuhan bambu laut, baik di lokasi ex-situ maupun in-situ.

2.3 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan perspektif alternatif dalam upaya merestorasi bambu laut, baik terkait lokasi (habitat), desain substrat, maupun metode transplantasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Lokasi In-Situ

Level kedalaman penempatan substrat dan bibit bambu laut di lokasi Perairan Ou Ntooge Desa Waha-Desa

Koroe Onowa bervariasi pada kedalaman 4 m, 5 m, 6 m, 7 m, 8 m, dan 9 m.

Kualitas air di Perairan Ou Ntooge Desa Waha – Koroe Onowa Kec. Wangi-Wangi, Wakatobi untuk parameter fisik, kimia, dan biologi sesuai Kepmen LH 51/MENLH/2004 (Peruntukan wisata dan biota laut) masih dalam keadaan baik, sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Kondisi Perairan Laut Ou Ntooge Desa Waha – Koroe Onowa

No	Parameter	Satuan	Hasil	Spesifikasi Metode
1.	Kebauan	-	Tidak berbau	Visual
2.	Kekeruhan	NTU	1,93	Nephelometrik
3.	Suhu	⁰ C	27	Thermometer
4.	TSS	mg/l	10	Gravimetri
5.	pH	-	6,10	IKM/II/01/BLK-KDI (SNI 06-6989.11-2004)
6.	Amonia	mg/l	0,03	Spektrofotometrik
7.	Nitrat	mg/l	1,25	Spektrofotometrik
8.	Arsen	mg/l	0,0114	AAS
9.	Kromium	mg/l	0,0142	AAS
10.	Sianida	mg/l	0,008	Spektrofotometrik
11.	Raksa	mg/l	0,0001	AAS
12.	Phosphat	mg/l	0,158	AAS
13.	DO	mg/l	2,93	Titrimetri
14.	BOD	mg/l	9,20	BOD Meter
15.	Minyak Lemak	mg/l	0,5	Gravimetri
16.	Deterjen	mg/l	0,369	Spektrofotometrik
17.	Pestisida	mg/l	0,468	Gas Cromatografi
18.	Sulfida	mg/l	0,009	Spektrofotometrik
19.	Salinitas	mg/l	30	Refractometer
20.	Total Coliform	MPN/100 mL	0	Tabung Ganda
21.	Coli tinja	MPN/100 mL	0	Tabung Ganda
22.	E. Coli	-	Negatif (-)	Isolasi dan Identifikasi

Sumber: Hasil Pemeriksaan UPTD Balai Labkesda Dinkes PemProv Sultra (2018)

Lokasi Perairan Ou Ntooge Desa Waha – Koro Onowa sendiri pada dekade 1980-an s.d. 1990-an, merupakan lokasi yang akrab dengan kegiatan *destructive fishing*, khususnya pengeboman. Namun, seiring dengan berubahnya status kawasan perairan kepulauan Wakatobi sebagai Taman Nasional, maka kegiatan *destructive fishing* semakin berkurang.

3.2 Eksploitasi Bambu Laut

Oktokoralian (*Isis hippuris*) adalah jenis yang masuk kelompok Gorgonian dan merupakan biota laut bagian dari terumbu karang. Bambu laut dikenal sebagai salah satu jenis karang lunak (*octocorallia*) yang hidup di perairan tropis Indo Pasifik.

Bambu laut dikenal sebagai salah satu jenis karang lunak (*octocorallia*) yang hidup di perairan tropis Indo Pasifik. Di Indonesia sendiri, jenis ini mendominasi perairan Indonesia bagian timur, terutama perairan Sulawesi, NTT, Maluku dan Papua.

Eksploitasi Oktokoralian (Bambu Laut) untuk memenuhi permintaan pasar meningkat selama tahun 2012 dan 2013. Bambu laut banyak digunakan sebagai bahan baku obat-obatan, komestik, enzim dan antioksidan, tetapi juga dengan kebutuhan-kebutuhan lain dengan kriteria perhiasan, ornamen dan bahkan bahan bangunan (Nagib dan Suman, 2013).

Tahun 2011 ekspor Oktokoralian sebesar 230 ton kering, tahun 2012 dan 2013 masing-masing meningkat menjadi 440 ton dan 420 ton kering (Karantina KKP pusat).

Walaupun regulasi perlindungan bambu laut sudah ditetapkan sebagai perlindungan penuh, di lapangan masih saja ditemukan pemanfaatannya secara ilegal. Pada April 2020 saja, tercatat KKP mengamankan barang bukti dugaan tindak pidana pemanfaatan bambu laut sebanyak 422 karung dengan total berat kurang lebih 20 ton di Pelabuhan Pantoloan, Palu, Sulawesi Tengah.

Atas alasan meningkatnya eksploitasi bambu laut di sejumlah tempat, KKP

menerbitkan KepmenKP No. 8 Tahun 2020 tentang Perlindungan Penuh Bambu Laut (*Isis spp.*), padahal sebelumnya KKP telah menerbitkan KepmenKP No. 46/KEPMEN-KP/2014 tentang Penetapan Status Perlindungan Terbatas Bambu Laut (*Isis spp.*)

Perubahan Status Bambu Laut diimplementasikan berdasarkan Kriteria Perlindungan (PermenKP No. 35 Tahun 2013 tentang Tata Cara Penetapan Status Jenis Ikan Dilindungi). Dalam PermenKP tersebut, disebutkan ada 5 kriteria, yakni:

1. Kriteria terancam punah, meliputi faktor alami dan manusia. Faktor alami, disebabkan perubahan komponen ekosistem, dan Bencana Alam. Sedangkan faktor manusia adalah overfishing, *destructive fishing*, spesies pendatang, dan habitat rusak.
2. Kriteria langka, yakni populasi sangat kecil/kelimpahan stok terbatas, meliputi: populasi terbatas pada suatu habitat, kematangan seksual pertama sangat lama, dan laju pertumbuhan lambat/berumur panjang.
3. Kriteria daerah penyebaran terbatas (endemik), terdiri atas: sebaran geografis alami terbatas/karakteristik ekosistem tertentu, terdapat pada lingkungan hidup sempit (sungai, rawa, dll), dan pola hidup khusus sesuai karakteristik lingkungannya.
4. Kriteria penurunan jumlah individu, terdiri atas: berkurangnya individu jenis ikan dalam jumlah besar dan dalam kurun waktu paling lama 1 (satu) tahun, dan penurunan hasil tangkapan atau pengambilan per satuan upaya.
5. Kriteria Reproduksi yang rendah, terdiri atas: fekunditas rendah, berpasangan tetap, dan mortalitas alami tinggi dan jumlah yang hidup sampai dewasa secara alami rendah.

3.3 Permasalahan Utama Bambu Laut

Dari 5 kriteria di atas terkait penetapan status biota dilindungi sebagaimana diatur pada PermenKP No. 35 Tahun 2013

tentang Tata Cara Penetapan Status Jenis Ikan Dilindungi, maka dapat disimpulkan bahwa tekanan yang paling tinggi terhadap ketersediaan populasi bambu laut adalah kriteria terancam punah oleh karena faktor manusia (antropogenik), baik melalui overfishing, destructive fishing, dan kerusakan habitat.

Dari permasalahan bambu laut tersebut, maka diperlukan langkah solutif untuk penanganannya. Upaya penanganan yang dianggap relevan untuk perlindungan spesies bambu laut, di antaranya adalah solusi regulasi, penindakan, dan restorasi.

Dalam upaya melakukan penanganan terhadap permasalahan bambu laut, pemerintah melalui Direktorat Jenderal Penataan Ruang Laut KKP, telah menerbitkan sejumlah panduan teknis restorasi bambu laut, yakni:

1. Rencana Aksi Nasional Konservasi Bambu Laut (RAN Bambu Laut) 2016 – 2020.

2. Pedoman Rehabilitasi Bambu Laut (Isis hippuris) Dengan Metode Transplantasi
3. Pedoman Umum Monitoring Bambu Laut

3.4 Refleksi Restorasi Bambu Laut

Panduan Rehabilitasi Bambu Laut (Isis hippuris) Dengan Metode Transplantasi, yang diterbitkan oleh Direktorat KKHL Dirjen PRL KKP tahun 2016, memuat beberapa arahan teknis, terkait metode, lokasi, teknik, dan wahana. Implementasi Panduan Rehabilitasi Bambu Laut tersebut memiliki beberapa kelemahan.

Uraian teknis dan kelemahan Panduan Rehabilitasi Bambu Laut (Isis hippuris) tersebut, sebagaimana ditunjukkan pada tabel 1 berikut.

Tabel 2. Uraian Teknis dan Kelemahan Panduan Rehabilitasi Bambu Laut

Uraian	Panduan	Kelemahan
Metode	Patok, jaring, jaring-substrat, jaring-rangka, & jaring-rangka-substrat	Tidak relevan di lokasi yang mendapatkan pengaruh ombak dan arus kuat
Lokasi	Terlindung dari gelombang dan arus kencang	Hanya relevan di perairan tenang
Teknik	Fragmen diikat pada substrat	Fragmen karang rentan lepas dari substrat (lokasi berombak)
Wadah/Wahana	Berbentuk meja	Efek perlindungan pada biota lain rendah

Sejumlah kelemahan teknis implementasi Panduan Rehabilitasi Bambu Laut (Isis hippuris) tersebut merupakan bagian penting yang hendak dijawab dalam pengembangan teknologi Wakatobi Sea Bamboo. Teknologi Wakatobi Sea Bamboo terdiri dari 2 wahana, yakni Wahana ex-situ dan in-situ.

3.5 Wahana Ex-Situ Wakatobi Sea Bamboo

Wahana ex-situ Wakatobi Sea Bamboo, terdiri atas: aquarium saltwater, media substrat, dan listrik solar panel.

Instalasi aquarium saltwater, meliputi: inventarisasi bahan terapan, perakitan media pemeliharaan, perakitan saluran pengeluaran air, perakitan filter utama, perakitan penampungan air, perakitan mesin air, perakitan saluran pemasukan air,

perakitan blower, perakitan selang blower, perakitan batu aerasi, perakitan arah pengaliran air masuk, perakitan arah pengaliran air keluar, dan perakitan lampu.

Media mini substrat (mini substrate) dibuat dengan ukuran $9 \times 9 \times 3 \text{ cm}^3$ yang berfungsi sebagai media penumbuhan bibit bamboo laut sekaligus berfungsi sebagai proxy antara lingkungan ex-situ dan in-situ, oleh karena mini substrat dalam waktu 4 bulan akan dipindahkan dari lokasi ex-situ (aquarium saltwater) ke lokasi perairan laut (in-situ).

Untuk kebutuhan pengikatan bibit bambu laut pada mini substrat, maka pada bagian tengah mini substrat ditanami pipa dengan panjang 6,5 cm, ditanam sedalam 2 cm sehingga panjang pipa di atas permukaan mini substrat seukuran 4,5 cm.

Listrik solar panel merupakan green energy yang menggerakkan operasionalisasi aquarium pada lokasi ex-situ dengan kapasitas sebesar 48 KWh. Dengan penggunaan energi ini, maka mengurangi ketergantungan terhadap energi listrik diesel.

3.6 Wahana In-Situ Wakatobi Sea Bamboo

Wahana ex-situ terdiri atas: substrat utama untuk colokkan mini substrat, mini substrat, dan dudukan substrat.

Pembuatan media substrat utama (main substrate) dilakukan berdasarkan

pertimbangan design agar kompatibel terhadap kondisi lingkungan perairan, khususnya yang mendapatkan pengaruh ombak dan arus. Media tanam yang dibuat merupakan sebuah beton bertulang yang mudah untuk dibongkar pasang dengan ukuran $P \times L \times T$ adalah $40 \times 40 \times 3 \text{ cm}^3$ dengan empat sisi yang dibuatkan celah dengan ukuran $P \times L \times T$ adalah $8,5 \times 8,5 \times 3 \text{ cm}^3$, sedangkan pada bagian permukaannya dibuatkan lubang colokan dengan ukuran $9 \times 9 \times 3 \text{ cm}^3$.

Lubang $8,5 \times 8,5 \times 3 \text{ cm}^3$ berfungsi untuk pengait yang nantinya akan digunakan dalam deployment alat di perairan. Sedangkan lubang colokan dengan ukuran $9 \times 9 \times 3 \text{ cm}^3$ berfungsi sebagai tempat colokkan mini substrat.

Setelah bibit bambu laut ditumbuhkan pada mini substrat di wadah aquarium selama 120 hari, maka nampak pertumbuhan sklerit pada media pipa dan mini substrat. Setelah itu mini substrat yang berisi bibit bambu tersebut dipindahkan ke lokasi in-situ.

Pada lokasi in-situ, mini substrat dicolokkan ke substrat utama. Substrat utama terdiri dari 2 jenis, yakni: substrat utama yang berfungsi sebagai dudukan (i) dan substrat utama yang digunakan untuk penanaman mini substrat/bibit, sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut.



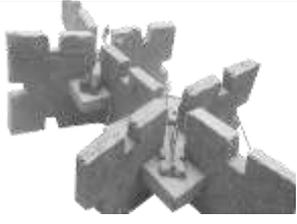
Gambar 1. Substrat Teknologi Wakatobi Sea Bamboo

3.7 Perubahan Teknologi Wakatobi Sea Bamboo

Perubahan teknologi substrat Wakatobi Sea Bamboo, telah memiliki

beberapa perubahan, mulai dari versi 1, versi 2 (proxy), dan versi 3. Perbedaan bentuk substrat tersebut, sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Perubahan Teknologi Substrat Wakatobi Sea Bamboo

Versi 1	Versi 2 (Proxy)	Versi 3
		
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Struktur kuat (substrat beton rakit) ❖ Ada ruang perlindungan biota ❖ Aneka formasi substrat ❖ Bibit mudah lepas 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Struktur dan formasi rigid ❖ Tidak ada ruang perlindungan biota ❖ Bibit relatif bertahan 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Struktur kuat (substrat beton rakit) ❖ Ada ruang perlindungan biota ❖ Aneka formasi substrat ❖ Bibit lebih tahan ❖ Relevan untuk lokasi berombak dan berarus

3.8 Pemeliharaan dan Pemantauan Bambu laut di Lokasi In-Situ

Dilakukan perawatan secara rutin pada bambu laut di lokasi in-situ. Pemeliharaan tersebut, meliputi: pembersihan bambu laut dan substrat (substrat utama dan mini substrat) secara manual dari gangguan epifit, dan penggantian bibit yang rusak atau hilang saat melakukan pengontrolan.

Pengamatan kualitas air di area restorasi merupakan bagian penting yang dilakukan untuk menggambarkan kondisi kualitas air di wilayah perairan deployment. Kondisi tersebut akan sangat berpengaruh terhadap respon pertumbuhan bambu laut.

Pengamatan terhadap peubah kualitas perairan dilakukan dengan dua cara yaitu dengan pengamatan secara langsung di lapangan (in-situ) dan pengukuran di laboratorium (eks-situ), sesuai dengan baku mutu perairan untuk peruntukan budidaya pada PermenLH No 51 tahun 2004.

Kegiatan pemeliharaan dilakukan secara berulang (repeated measurement). Pertumbuhan bambu laut dipantau dengan cara melakukan pengukuran panjang.

Pertumbuhan bambu laut pada lokasi in-situ berkisar 2,5 – 3 cm per tahun, dengan survival rate mencapai > 90%.

3.9 Kelebihan Teknologi Wakatobi Sea Bamboo

Teknologi Wakatobi Sea Bamboo memiliki empat keuntungan, yaitu:

1. Wahana restorasi bambu laut ex-situ sebagai laboratorium riset. Rancang bangun restorasi bambu laut di lokasi ex-situ menggunakan wadah aquarium. Melalui wadah aquarium ini dilakukan sejumlah variabel perlakuan untuk mengetahui respon pertumbuhan bambu laut. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan oleh bagian polip bambu laut untuk tumbuh mengelilingi media pertumbuhannya pada mini substrat, yang diikatkan melalui pipa, yakni mencapai 4 bulan. Masa pertumbuhan tersebut dianggap sebagai waktu yang tepat untuk memindahkan bambu laut ke lokasi in-situ, karena sudah dianggap stabil. Dengan demikian, wadah aquarium

- menjadi media yang tepat untuk mensimulasikan metode dan teknik untuk memperbaiki teknologi restorasi bambu laut, khususnya di lingkungan ex-situ.
2. Wahana budidaya bambu laut ex-situ sebagai eduwisata. Wadah aquarium ex-situ merupakan media yang sangat baik untuk menggambarkan proses-proses riset dan perancangan, dalam hal ini yang berhubungan dengan bambu laut. Gambaran kondisi karang (bambu laut) dalam wadah aquarium merupakan obyek yang sangat menarik untuk wisata edukasi yang bisa dimanfaatkan oleh khalayak umum, khususnya anak sekolah.
 3. Wahana restorasi bambu laut in-situ sebagai laboratorium lapangan. Kegiatan rancang bangun restorasi bambu laut di lokasi in-situ memanfaatkan lokasi perairan Ou Ntooge. Pindahan bambu laut dari lokasi ex-situ menggunakan mini substrat. Kegiatan restorasi bambu laut di lokasi in-situ memerlukan kegiatan riset dan perancangan lanjutan, berupa pengamatan terkait survival rate, laju pertumbuhan, serta pemeliharaan substrat. Dengan demikian, lokasi in-situ menjadi lokasi yang tepat untuk mensimulasikan metode dan teknik untuk memperbaiki teknologi pembudidayaan bambu laut, khususnya di lingkungan in-situ. Selain itu, teknologi bambu laut yang diimplementasikan pada lokasi di Perairan Ou Ntooge Desa Waha – Koroe Onowa, dengan pengaruh kecepatan angin dan tinggi gelombang mencapai skala 7 (Beaufort), kecepatan angin dengan kategori kuat (10,8-13,9 m/s), serta ombak mencapai 3-4 m (Musim Barat), menunjukkan bahwa Teknologi Wakatobi Sea Bamboo merupakan teknologi restorasi multi lokasi.
 4. Wahana budidaya bambu laut in-situ sebagai eko-eduwisata. Wahana budidaya bambu laut in-situ merupakan lokasi yang sangat baik untuk memvisualisasikan hasil rancang bangun

restorasi bambu laut, yang berasosiasi dengan sejumlah karang. Gambaran kondisi karang (bambu laut) di lokasi Ou Ntooge merupakan obyek yang sangat menarik untuk wisata ekologi dan edukasi yang bisa dimanfaatkan untuk khalayak umum.

IV. KESIMPULAN

Teknologi Wakatobi Sea Bamboo merupakan teknologi restorasi bambu laut multi lokasi, yakni dapat diimplementasikan pada lokasi ex-situ dan in-situ, juga pada kondisi perairan tenang dan perairan berombak maupun berarus kencang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada Kepala Loka Perencanaan Teknologi Kelautan Wakatobi yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam penyelesaian karya tulis ini, juga ucapan terima kasih kepada para pegawai dan staf dari lembaga/instansi yang telah menjadi mitra atas segala bantuannya secara teknis sehingga penelitian dan penulisan jurnal ini dapat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- COREMAP II. 2007. Pedoman Umum Pengelolaan Berbasis Masyarakat COREMAP. Ditjen Kelautan, Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta
- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut, Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Direktorat Konservasi dan Keanekaragaman Hayati Laut Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2016. Pedoman Rehabilitasi Bambu Laut (*Isis hippuris*) Dengan Metode Transplantasi.

- Effendie, M.I. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Cetakan Pertama. Yayasan Dewi Sri, Bogor
- Ghufran, H.M., Kordi, K. 2010. *Ekosistem Terumbu Karang: Potensi, Fungsi dan Pengelolaan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 46/KEPMEN-KP/2014 tentang Penetapan Status Perlindungan Terbatas Bambu Laut (*Isis spp.*)
- Keputusan Presiden Nomor 43 Tahun 1978 tentang Convention on International Trade In Endangered Species of Wild Fauna and Flora.
- Loka Perekayasaan Teknologi Kelautan (LPTK) Balitbang KP. Laporan Akhir Tahun Kegiatan Rancang Bangun Sistem Aquarial Untuk Konservasi Karang (MARC) Tahun 2016.
- Loka Perekayasaan Teknologi Kelautan (LPTK) Balitbang KP. Laporan Akhir Tahun Kegiatan Rancang Bangun Teknologi Restorasi Bambu Laut Tahun 2016.
- Loka Perekayasaan Teknologi Kelautan (LPTK) BRSDM KP. Laporan Akhir Tahun Kegiatan Perekayasaan Teknologi Restorasi Sumber Daya Laut Tahun 2017.
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor PER.03/MEN/2010 tentang Tatacara Penetapan Status Perlindungan Jenis Ikan sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor PER.35/MEN/2014.
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor PER.04/MEN/2010 tentang Tatacara Pemanfaatan Jenis Ikan dan Genetik Ikan.
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor PER.06/MEN/2010 tentang Rencana Strategis Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor PER.07/MEN/2005 tentang Organisasi dan Tata Kerja Departemen Kelautan dan Perikanan sebagaimana telah diubah terakhir dengan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor PER.04/MEN/2009.
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 21/PERMEN-KP/2017 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor PER.40/MEN/2011 tentang Organisasi dan Tata Kerja Loka Perekayasaan Teknologi Kelautan.
- Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2007 tentang Konservasi Sumberdaya Ikan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 134, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4779).
- Suharsimi, A. 2006. *Prosedur penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Suharsono. 2001. Regional distribution patterns of acropora and their use in the conservation of coral reefs in Indonesia. *J. Pesisir dan Lautan*. Vol. 4 No. 1: 40 – 58.
- Supriharyono. 2000. *Pengelolaan terumbu karang*. Djambatan. 118 hal.
- Surat Edaran Bupati Sinjai Nomor 660/943/SET tanggal 23 Juni 2005 tentang Pelarangan Pengambilan Bambu Laut dan Sejenisnya.
- Surat Edaran No. S.23/596/DISKANLUT yang berisi larangan eksploitasi bambu laut di wilayah Provinsi Sulawesi Tengah.
- Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007.
- Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan sebagaimana telah diubah dengan Perubahannya Undang-Undang No. 45 Tahun 2009 tentang Perubahan atas Undang-Undang No. 31 Tahun 2004.