



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SAM RATULANGI
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Alamat : Kampus UNSRAT Manado
Telp.(0431) 827560, Fax. (0431) 827560
Email : lppm@unsrat.ac.id Laman : <http://lppm.unsrat.ac.id>

SURAT TUGAS

Nomor : 1800/UN12.13/LT/2019

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Sam Ratulangi
Manado, dengan ini menugaskan kepada :

1. Nama : RIGNOLDA DJAMALUDDIN (Ketua)
NIP : 196703211991031006
Jabatan : Lektor Kepala
2. Nama : ISROJATY JOHANES PARANSA (Anggota)
NIP : 196611121993032001
Jabatan : Lektor Kepala
3. Nama : DJONI HATIDJA (Anggota)
NIP : 196907161995031001
Jabatan : Lektor Kepala

Untuk melaksanakan Penelitian Skim RISET TERAPAN UNGGULAN UNSRAT, yang di
danai oleh dana Institusi tahun 2019 dengan judul : "EXPLORASI DAN ANALISIS
KONDISI EKOSISTEM TERUMBU KARANG DI TELUK MANADO UNTUK
PENGEMBANGAN KONSERVASI DAN PENGELOLAAN BERKELANJUTAN".

Demikian surat tugas ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Manado, 03 Mei 2019

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian
Kepada Masyarakat



Prof. Dr. Ir. Charles L. Kaunang, MS
NIP : 195910181986031002

Bidang Fokus/Unggulan**): Kemaritiman
Fakultas: Perikanan dan Ilmu Kelautan

LAPORAN AKHIR

RISET TERAPAN UNGGULAN UNSRAT)



JUDUL

**EXPLORASI DAN ANALISIS KONDISI EKOSISTEM TERUMBU KARANG DI
TELUK MANADO UNTUK PENGEMBANGAN KONSERVASI DAN
PENGELOLAAN BERKELANJUTAN**

Ketua/Anggota Tim

Dr. Ir. Rignolda Djamaluddin, M.Sc (NIDN: 00210036704)
Ir. Isrojaty J.Paransa, M.Sc (NIDN: 0012116604)
Djoni Hatidja, S.Si, M.Si (NIDN: 0016076903)

**UNIVERSITAS SAM RATULANGI
OKTOBER 2019**

Dibiayai oleh:
Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Sam Ratulangi
Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi
Nomor: SP DIPA - 042.01.2.400959/2019 tanggal 5 Desember 2018



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SAM RATULANGI
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Alamat : Kampus UNSRAT Manado
Telp : (0431) 827560, Fax. (0431) 827560
Email : lppm@unsrat.ac.id Laman : http://lppm.unsrat.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR
RTUU

Judul Kegiatan : EXPLORASI DAN ANALISIS KONDISI EKOSISTEM TERUMBU KARANG DI TELUK MANADO
UNTUK PENGEMBANGAN KONSERVASI DAN PENGELOLAAN BERKELANJUTAN

Ketua Peneliti

Nama Lengkap : RIGNOLDA DJAMALUDDIN
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi
NIP/NIK : 196703211991031006
NIDN : 0021036704
Jab. Fungsional : Lektor Kepala
Unit Kerja : Manajemen Sumberdaya Perairan
Nomor HP : 085256658559
Alamat Email : rignolda@unsrat.ac.id
Usulan Biaya : 60.000.000
Biaya Maksimum : 51.000.000
Lama Penelitian : 6 bulan

Anggota Peneliti (1)

Nama Lengkap : ISROJATY JOHANES PARANSA
NIP : 196611121993032001
NIDN : 0012116604
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi

Anggota Peneliti (1)

Nama Lengkap : DJONI HATIDJA
NIP : 196907161995031001
NIDN : 0016076903
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi

Mengetahui
Dekan

Farnis B. Boneka
NIP 195712291985031004

Menyetujui
Ketua LPPM Universitas Sam Ratulangi

Charles Lodwilk Kaunang
NIP 195910181986031002

Manado, 18 Oktober 2019
Ketua Peneliti

RIGNOLDA DJAMALUDDIN
NIP 196703211991031006

RINGKASAN

Ekosistem terumbu karang di Teluk Manado sangat unik karena tumbuh di wilayah dengan sistem teluk yang mendapat masukan air tawar dan sedimen yang berasal dari lima sungai besar yang bermuara di Teluk ini. Secara fisik, pesisir pantai teluk ini telah mengalami perubahan sejak tahun 1990an dengan adanya konstruksi jalan Boulevard dan kemudian diikuti dengan reklamasi.

Terumbu karang di Teluk Manado memiliki peran yang sangat penting dalam melindungi wilayah pantai dari hempasan gelombang besar terutama saat musim angin yang bertiup dari Utara dan Barat. Selain itu, terumbu karang tentu berperan penting dalam menopang produktivitas perairan Teluk Manado yang menjadi lokasi penangkapan nelayan tradisional. Beberapa lokasi di wilayah pantai Malalayang juga menjadi target penyelaman bagi turis lokal maupun manca Negara.

Eksplorasi terumbu karang di Teluk Manado yang telah berlangsung sejak awal tahun 2019 mengindikasikan bahwa ekosistem terumbu karang Teluk Manado sangat bervariasi sejalan dengan kondisi morfometri kawasan pantai setiap lokasi. Kondisi dan keanekaragaman karang bervariasi. Kondisi tutupan karang sekitar Tugu Boboca relatif lebih baik dibandingkan terumbu karang yang ada hingga batas Sungai Malalayang. Keanekaragaman karang yang tinggi ditemukan pada lokasi Malalayang 2 depan wilayah pantai yang dikenal dengan nama Barracuda. Pengamatan secara khusus di Napo Toto, samping kiri Muara Sungai Sario ke arah laut, terumbu karang menyebar secara berkelompok pada kedalaman antara 10 – 40 m. Makro-bentos (ikan karang, moluska, krustasea, holoturoida, dan nudibanchia) ditemukan cukup beragam. Proses identifikasi masih terus berlangsung, begitu juga dengan observasi pada beberapa lokasi (Napo Keranjang dan Site 8 di sisi utara Teluk Manado).

Ada indikasi bahwa tekanan terutama sedimentasi dan peningkatan aktivitas (baik oleh nelayan dan penyelaman) meningkat di sejumlah titik tertentu. Upaya perlindungan ekosistem terumbu karang harus ditingkatkan untuk memastikan keberlangsungan keanekaragaman hayati ekosistem terumbu karang di Teluk Manado.

PRAKATA

Kondisi terumbu karang secara nasional sangat memprihatinkan dimana kita telah kehilangan begitu besar terumbu karang dan hanya menyisahkan sedikit terumbu karang dalam kondisi sangat baik. Berbagai upaya pelestarian dan restorasi harus terus dilakukan untuk memastikan bahwa kondisi dan kualitas ekosistem terumbu karang kita tetap bisa dipulihkan. Riset secara terpadu dan berkualitas penting dilakukan untuk menopang upaya-upaya pengelolaan ekosistem terumbu karang secara berkelanjutan.

Riset eksploratif dan analisis yang dilakukan di Teluk Manado ini menjadi sebuah contoh bagaimana perhatian perguruan tinggi melibatkan diri dalam upaya pelestarian melalui kegiatan saintifik. Data dan informasi yang didapat dari riset ini menjadi bahan penting yang harus dipertimbangkan oleh pembuat kebijakan dalam merespon kondisi kekinian terumbu karang di Teluk Manado. Tak bisa dipungkiri bahwa kegiatan riset bawah air sangat mahal dan beresiko tinggi. Oleh karena itu, pelaksanaan riset ini benar-benar dilakukan secara efektif dan sistematis dengan tanpa meninggalkan aspek keselamatan. Riset ini juga mengembangkan metode-metode baru yang disesuaikan dengan ketersediaan sumberdaya manusia dan peralatan pendukung. Menjadi harapan kiranya riset ini bisa diselesaikan sesuai rencana agar hasilnya bisa mewakili keseluruhan kondisi terumbu karang di Teluk Manado.

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| LEMBAR PERSETUJUAN | ii |
| RINGKASAN | iii |
| PRAKATA | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL | vi |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN | viii |
| | |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| | |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1 Klasifikasi | 3 |
| 2.2 Morfologi | 3 |
| 2.3 Reproduksi dan Siklus Hidup | 3 |
| 2.4 Distribusi dan Habitat | 4 |
| 2.5 Status Terumbu Karang Indonesia | 5 |
| | |
| BAB 3. METODE PENELITIAN | 6 |
| 3.1 Deskripsi Lokasi Penelitian | 6 |
| 3.2 Pengumpulan Data | 7 |
| | |
| BAB 4. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI | 8 |
| 4.1 Hasil | 8 |
| A. Morfometri dan Batimetri Lingkungan Pantai Teluk Manado | 8 |
| B. Kondisi Terumbu Karang | 11 |
| C. Koleksi Spesimen Karang | 11 |
| D. Koleksi Makro-bentos di Terumbu Karang | 13 |
| 4.2 Luaran Yang Dicapai | 14 |
| | |
| BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN | 16 |
| | |
| DAFTAR PUSTAKA | 17 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1 | Jenis makro-bentos yang terdokumentasi berasosiasi dengan terumbu karang | 13 |
| 2. | Luaran Penelitian. | 15 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|----------|
| Gambar | |
| 1 Peta Teluk Manado dan lokasi/site pengamatan | 6 |
| 2 Peta batimetri pantai Malalayang II | 9 |
| 3 Peta batimetri Site 3 | 10 |
| 4 Peta batimetri Napo Toto (Site 5) | 10 |
| 5 Persentase tutupan karang keras, karang lunak dan Karang mati di Site 1 dan Site 2 | 11 |
| 6 Koleksi spesimen rataan terumbu depan Tugu Boboca | 12 |
| 7 Koleksi terumbu karang di Napo Toto | 12 |

BAB 1. PENDAHULUAN

Ekosistem terumbu karang di Teluk Manado sangat unik karena tumbuh di wilayah dengan sistem teluk yang mendapat masukan air tawar dan sedimen yang berasal dari lima sungai besar yang bermuara di Teluk ini. Secara fisik, pesisir pantai teluk ini telah mengalami perubahan sejak tahun 1990an dengan adanya konstruksi jalan Boulevard dan kemudian diikuti dengan reklamasi. Perkembangan pembangunan Kota Manado yang begitu pesat juga berkontribusi terhadap peningkatan masukan bahan-bahan pencemar ke dalam Teluk Manado.

Beberapa studi telah dilakukan terkait karang dan terumbu karang di Teluk Manado dan salah satu laporan yang terpublikasi yaitu oleh Manginsela dkk. (2016). Hampir semua studi yang sudah dilakukan bersifat parsial, tidak dirancang untuk pengamatan jangka panjang sehingga sulit untuk melakukan evaluasi perubahan kondisi ekosistem. Berbagai catatan lain terkait terumbu karang di Teluk Manado yaitu adanya berbagai kegiatan transplantasi karang yang dilakukan berbagai pihak, meskipun kebanyakan bersifat seremonial.

Terumbu karang di Teluk Manado memiliki peran yang sangat penting dalam melindungi wilayah pantai dari hempasan gelombang besar terutama saat musim angin yang bertiup dari Utara dan Barat. Selain itu, terumbu karang tentu berperan penting dalam menopang produktivitas perairan Teluk Manado yang menjadi lokasi penangkapan nelayan tradisional. Beberapa lokasi di wilayah pantai Malalayang juga menjadi target penyelaman bagi turis lokal maupun manca Negara.

Eksplorasi terumbu karang di Teluk Manado belum pernah dilakukan secara terintegrasi dan komprehensif. Data dan informasi tentang kondisi terumbu karang masih sangat terbatas. Sementara itu, tekanan terhadap ekosistem ini cenderung meningkat terutama karena perombakan wilayah daratan yang kemudian menyebabkan terlepasnya sedimen yang kemudian terbawa sungai dan masuk ke dalam Teluk, bertambahnya limbah padat terutama plastik dan limbah cair dari berbagai sumber di daratan, dan penimbunan wilayah pantai untuk berbagai tujuan. Hingga kini, tidak diketahui berapa banyak spesies karang yang ada di Teluk Manado, begitu pula dengan kondisi ekosistem terumbu karang – apakah lebih baik atau semakin buruk. Secara umum, terpantau bahwa sejumlah lokasi yang sebelumnya merupakan habitat terumbu karang telah hilang akibat reklamasi, dan bahwa pembangunan di wilayah pantai Teluk Manado belum menjadikan

kehadiran terumbu karang sebagai pertimbangan penting. Oleh karena itu, melalui penelitian ini diharapkan dapat terungkap kondisi terumbu karang sehingga data dan informasi yang diperoleh dapat dijadikan sebagai database untuk kepentingan evaluasi dan monitoring, dan juga digunakan sebagai dasar pertimbangan upaya-upaya konservasi dan pengembangan konsep pengelolaan secara berkelanjutan.

BAB 3. TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Klasifikasi

Karang termasuk biota laut bersengat (Cnidaria). Cnidaria dibagi ke dalam dua golongan yaitu Anthozoa dan Hydrozoa, yaitu jenis hewan yang memiliki rangka skeleton. Kelompok Anthozoa yang umum dikenal yakni: Stolonifera, Stenotechallia, Scleractinia. Scleractinia merupakan jenis-jenis karang pembentuk terumbu yang utama, dimana klasifikasinya menurut Suharsono (2008) yakni:

| | |
|-----------|----------------|
| Kerajaan | : Animalia |
| Filum | : Cnidaria |
| Kelas | : Anthozoa |
| Sub-kelas | : Hexacorallia |
| Bangsa | : Scleractinia |

Menurut Woesik (2003), Ordo Scleractinia terdiri dari 15 suku, yakni: Acroporidae, Musidae, Pectiniidae, Siderastreidae, Fafiidae, Oculinidae, Dendrophylliidae, Astrocoeinidae, Poritidae, Agariciidae, Merulinidae, Trachiphylliidae, Pocilloporidae, Fungiidae, Euphyllidae.

1.2 Morfologi

Karang Kelas Anthozoa umumnya hidup sebagai polip dengan bentuk tubuh seperti batang (Mutaqien, 2017). Karang dengan bentuk tubuh seperti batang memiliki mulut di bagian atas. Mulut pada karang berfungsi untuk makan sekaligus sebagai anus. Untuk menangkap makanan, karang memiliki tentakel di sekeliling mulutnya (Sadarin dkk. 2006). Bentuk tubuh karang bervariasi. Tujuh bentuk pertumbuhan karang yakni: bercabang (branching), Masif (Massive), meja (tabulate), lembaran (foliose), soliter (free living), sub-masif (submassive), mengerak (encrusting).

1.3 Reproduksi dan Siklus Hidup

Reproduksi karang terjadi aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual terjadi melalui proses pertunasan, fragmentasi, polip bail-out, dan parthenogenesis. Reproduksi seksual terjadi melalui peleburan inti gamet jantan dan betina. Karang umumnya bersifat gonochoris (sel gamet jantan dan betina dihasilkan individu berbeda) meskipun beberapa spesies bersifat hermaphrodit (sel gamet jantan dan betina dihasilkan oleh individu yang sama) (Rusandi dkk. 2016).

Timotius (2003) menjelaskan bahwa proses reproduksi aseksual adalah sebagai berikut:

1. Pertunasan secara intratentakular adalah satu polip membelah menjadi dua polip, polip yang baru tumbuh dari polip lama. Pertunasan ekstratentakular yaitu tumbuhnya polip baru di antara polip lama.
2. Fragmentasi yaitu koloni baru tumbuh dari patahan karang. Patahan koloni yang lepas dapat menempel di dasar perairan serta membentuk tunas dan koloni baru. Hal ini biasa terjadi pada karang bercabang yang memiliki pertumbuhan cepat.
3. Polip bail out adalah pembentukan polip dan koloni dari koloni yang telah mati. Pada karang yang mati sering jaringan yang masih hidup meninggalkan skeletonnya dan terbawa oleh air. Jika jaringan yang masih hidup tersebut menempel pada substrat yang tepat maka jaringan tersebut dapat membentuk polip dan koloni baru. Menurut Summarco (1982) proses ini pada *Seriatophora hystrix* merupakan respon terhadap stress sekaligus proses reproduksi. Individu polip yang menempel pada rangka yang lama terlepas dan selanjutnya terbawa arus dan menempel pada substrat yang baru.
4. Parthenogenesis adalah pertumbuhan larva karang dari sel telur yang tidak terbuahi.

Berdasarkan proses pertemuan antara sel gamet jantan dan betina terdapat dua reproduksi seksual yaitu pembuahan internal (brooding) dan eksternal (spawning). Pada tipe pembuahan internal, sel telur dan sperma tidak dilepaskan ke air tetapi zigot berkembang menjadi planula dalam polip induk, selanjutnya planula dilepaskan ke dalam air. Proses reproduksi seperti ini terjadi pada *Pocilopora damicornis* dan *Stylophora* sp. Pada tipe pembuahan eksternal, ovum dan sperma dilepaskan ke air dan fertilisasi terjadi beberapa jam kemudian, dan dapat berlangsung beberapa hari dan bulan. Tipe reproduksi ini sering terjadi secara masal (mass spawning), contohnya pada *Favia* (Timotius, 2003).

Karang yang melakukan pembuahan internal juga disebut pengeram (brooder) sedangkan yang menjalani fertilisasi eksternal disebut pemijah (broadcast spawner). Karang pengeram biasanya menghasilkan telur lebih sedikit dari karang pemijah, mungkin disebabkan karena energy yang lebih besar dibutuhkan untuk mengandung embrio (Harison dan Wallace, 1990).

1.4 Distribusi dan Habitat

Terumbu karang tersebar luas di daerah pantai tropis dan sub-tropis antara 32° LU dan 32° LS. Ekosistem terumbu karang sebagian besar terdapat di perairan tropis pada perairan dangkal hingga kedalaman sekitar 50 m yang masih mendapat cahaya matahari. Beberapa tipe karang dapat

tumbuh hingga ke perairan dalam tanpa cahaya matahari dan mereka tidak bersimbiosis dengan *Zooxanthella* dan tidak membentuk karang (Castro dan Huber, 2005).

Karang tumbuh baik di daerah pulau-pulau yang tidak terpengaruh oleh sedimentasi atau di sebelah barat benua yang tidak terpengaruh oleh arus dingin Kutub Selatan. Terdapat tiga wilayah sebaran terumbu karang dunia yaitu Karibia, Samudera Hindia dan Pasifik. Jenis karang yang tumbuh di Laut Karibia umumnya berbeda dengan dua wilayah lainnya, dan hanya terdiri dari 30 marga dan 32 spesies. Sementara itu, karang bertumbuh baik di Samudera Pasifik dengan jumlah marga mencapai 80 marga (Suharsono, 2008).

Karang di Indonesia tersebar di hampir seluruh wilayah pantai secara tidak merata. Karang tumbuh baik dan mencapai puncaknya di sekitar perairan Sulawesi, Maluku, Halmahera, Pulau-pulau Aru dan Kei, Pulau-pulau di Raja Ampat dan Papua Barat. Perairan Indonesia diyakini sebagai pusat keragaman spesis karang dunia. Laut sekitar Sulawesi dipercaya sebagai pusat keanekaragaman karang dunia dan menjadi salah satu lokasi asal-usul karang yang ada di dunia saat ini. Karang yang ditemukan di Indonesia sebanyak 590 spesies dalam 80 marga (Veron, 2002).

1.5 Status Terumbu Karang Indonesia

Global Coral Reefs Network melaporkan bahwa selama kurun waktu antara 2004 hingga 2008 luasan daerah terumbu karang berkurang. Sebanyak 19% terumbu karang dunia hilang, sebanyak 15% terancam hilang dalam 15 – 20 tahun mendatang, dan sebanyak 20% luasan terancam hilang dalam 20 – 40 tahun selanjutnya. Di Indonesia, kondisinya lebih parah karena 34 berada dalam kondisi sangat buruk, 42% agak baik, hanya 21% dalam keadaan sehat dan 3% sangat sehat.

Laporan Reef Check tahun 2002 menempatkan Indonesia sebagai Negara dengan kondisi terumbu karang paling terancam. Selama 50 tahun terakhir, terjadi penurunan dari 10% hingga 50%. Status terumbu karang Indonesia tahun 2015 berdasarkan kompilasi data sejak tahun 1993 di 93 daerah dan 1259 lokasi, yakni 5% sangat baik, 27% kondisi baik, 38% sedang, 30% buruk.

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berlokasi di Teluk Manado dan dibatasi antara Tugu Boboca di Kelurahan Malalayang II hingga Tanjung Pisok di Kelurahan Tongkeina. Lokasi penelitian dibagi atas 8 bagian berdasarkan karakter khusus setiap bagian (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Teluk Manado dan lokasi/site pengamatan.

4.2 Pengumpulan Data

Suvei akustik dilakukan untuk memetakan batimetri lingkungan pantai Teluk Manado. Pengukuran kedalaman menggunakan fish finder, dan GPS digunakan untuk menentukan titik pengukuran kedalaman. Kawasan pantai yang disurvei mencakup kedalaman 1 hingga 50 m. hasil survey ditampilkan dalam peta batimetri.

Metode Manta Tow digunakan untuk menggambarkan kondisi terumbu karang berdasarkan parameter tutupan karang, tipe-tipe habitat, dan “benthic life-forms”. Data detail terkait struktur komunitas bentik dinilai menggunakan Line Intercept Transect (LIT) yang dikombinasikan dengan metode “camera video recording”. Hasil pengamatan Manta Tow digunakan sebagai dasar untuk menentukan keterwakilan transek pada LIT. Transek diletakkan pada dua kedalaman berbeda di ratahan terumbu (reef flat) dan satu pada reef slope untuk tipe terumbu tepian (fringe

reefs) (Observation Areas No. 1, 2, 3, 4, 7, 8). Pada *Napo Toto* dan *Napo Karanjang* (Observation Area No. 5 and 6), lokasi transek disesuaikan dengan kondisi lapangan bentuk formasi kedua terumbu.

Untuk tujuan pengumpulan spesimen digunakan photography dan video recording sebagai alat bantu. Sejumlah lokasi pada setiap site dipilih berdasarkan informasi yang diperoleh melalui Manta Tow maupun LIT dan dilakukan pemotretan dan recording dengan cara menjelajah lokasi yang telah ditentukan. Sebanyak tiga orang photographer melakukan pemotretan sesuai tugas masing-masing. Photographer 1 memotret koloni karang. Photograprer 2 memotret bagian-bagian koloni karang. Photographer 3 memotret dengan kamera macro untuk mendapatkan gambar detail berupa polip karang, formasi koralin, dll. Selanjutnya, hasil pemotretan dikelompokkan dan dilakukan proses identifikasi menggunakan beberapa buku panduan taksonomi karang (Veron dan Picon, 1982; Veron, 1986, 1993, 2000, 2002; Suharsono, 2008).

BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1 Hasil

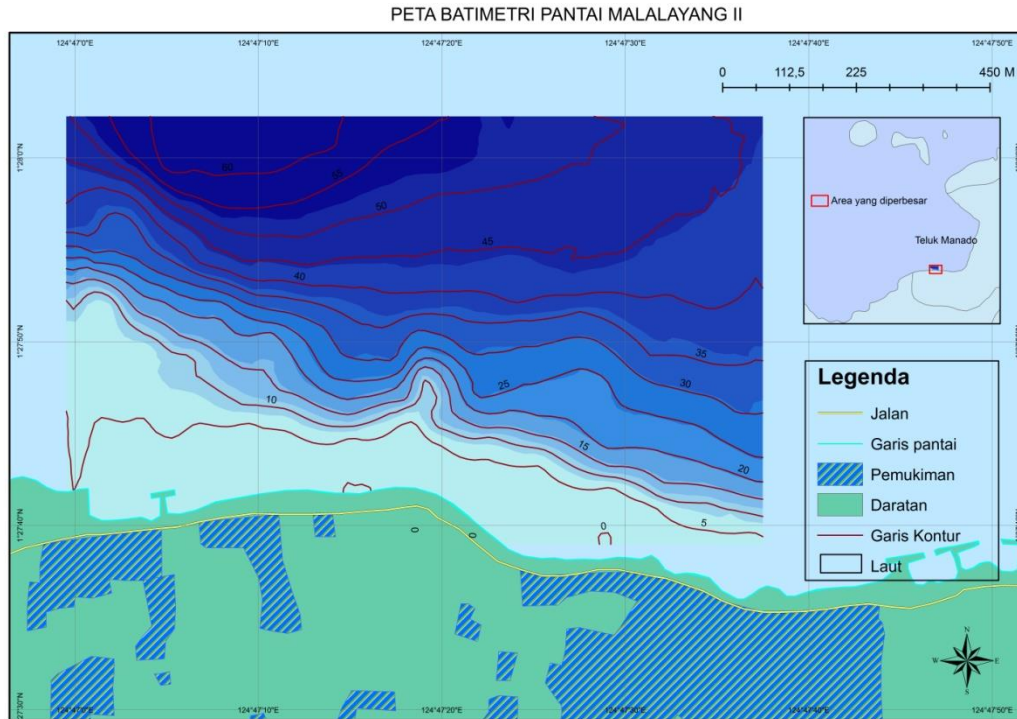
A. Morfometri dan Batimetri Lingkungan Pantai Teluk Manado

Secara umum, morfometri kawasan pantai Teluk Manado yang dibatasi dari Tugu Boboca hingga Tanjung Pisok dapat dibagi atas tiga bagian yakni: (1) pantai terabrasi - sisi bagian selatan, 2) pantai ratahan terumbu tepian dengan kombinasi mangrove sepanjang garis pantai – sisi bagian utara, 3) pantai hasil reklamasi dan deposisi – sisi bagian dalam. Proses marin, daratan, dan aktivitas manusia merupakan tiga faktor penting yang mempengaruhi morfometri dan kondisi kawasan pantai di Teluk Manado.

Dalam studi ini, Site 1 mencirikan bentuk pantai berupa terumbu tepian (fringing reef) dengan kondisi garis pantai berupa dinding tebing berbatu yang rendah. Secara umum, wilayah kawasan pantai ini mengalami proses erosi. Terdapat masukan air tawar yang berasal dari kawasan Terminal Malalayang di wilayah ini, mengangkut sedimen dari wilayah daratan sekitar yang terus berkembang. Site 2 menampilkan bentuk lahan pantai berupa terumbu karang tepian yang lebih landai dan pada beberapa bagian telah direklamasi sehingga menyebabkan perubahan pada garis pantai. Site 3 terletak pada bagian pojok kiri Teluk Manado dengan tipe pantai berupa terumbu tepian dengan garis pantai melengkung. Kawasan ini mendapat pengaruh masukan air dan sedimen dari Sungai Malalayang, dan bagian daratannya terdapat populasi yang padat. Aliran-aliran sungai kecil juga memasuki wilayah ini. Site 4 hingga Site 7 merupakan tipe pantai yang dahulunya berupa gisik dengan sedimen pasir berwarna hitam. Wilayah ini sangat dipengaruhi oleh masukan air tawar dan sedimen dari tiga sungai besar yakni: Sungai Malalayang di sisi sebelah Selatan, Sungai Sarion di bagian tengah, dan Sungai Tondano di bagian Utara. Tipe terumbu tepian tidak berkembang di wilayah ini, dan pada dua lokasi (Site 5 dan 6) terdapat terumbu karang yang oleh masyarakat dinamai *Napo Toto* (Site 5) dan *Napo Karanjang* (Site 6). Khusus untuk Napo Karanjang, sebagian besar wilayahnya telah ditimbun saat reklamasi. Site 8 yang terletak di sisi sebelah Utara Teluk Manado merupakan tipe pantai lantai dengan terumbu tepian yang dangkal dan mangrove di sepanjang garis pantai. Wilayah ini termasuk dalam kawasan Taman Nasional Bunaken.

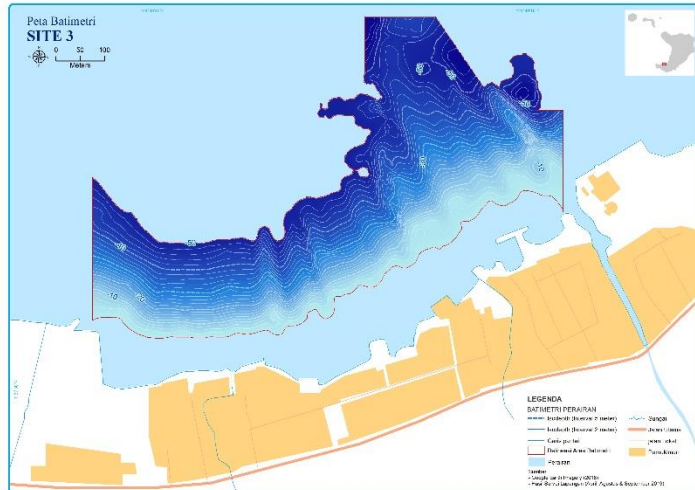
Pada Gambar 2 ditampilkan bathimetri kawasan pantai (litoral dan sub-litoral) di wilayah Malalayang II (sisi bagian selatan, Site 1 dan 2). Nampak dari peta ini bahwa batimetri di wilayah

ini cenderung landai ke arah timur. Perubahan kedalaman yang cepat terjadi antara kedalaman 10 – 40 meter, menunjukkan kemiringan lereng yang relatif miring (slope), kecuali di sisi sebelah timur yang landai (reef flat yang lebar).



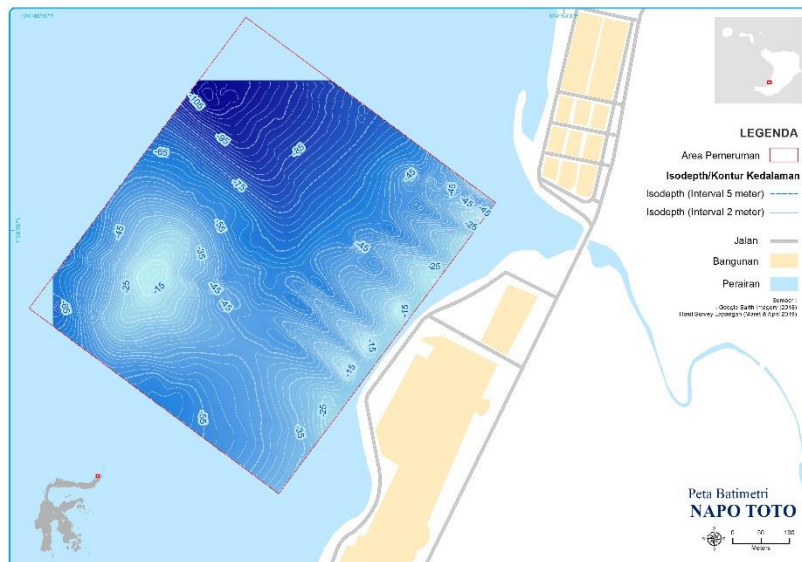
Gambar 2. Peta batimetri pantai Malayang II (Site 1 dan 2).

Pada Gambar 3 ditampilkan peta batimetri Site 3, sisi sebelah kiri Sungai Malayang. Dapat dilihat pada Gambar ini bahwa kontur perairan pantai di wilayah ini cukup curam dengan kecenderungan melandai di sisi samping kiri Sungai Malayang ke arah laut. Rataan terumbu karang di wilayah ini relatif memiliki lebar yang sama.



Gambar 3. Peta batimetri Site 3.

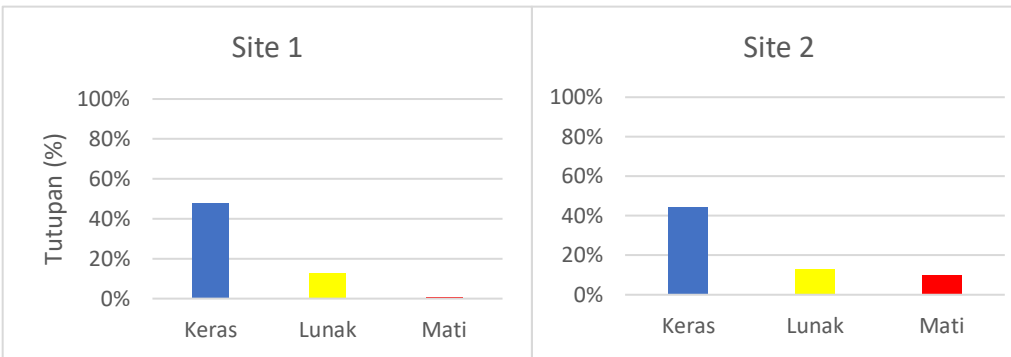
Pada Gambar 4 ditampilkan kondisi batimetri terumbu karang di Napo Toto (Site 5). Terumbu karang di lokasi ini berada jauh dari garis pantai dengan bentuk menonjol yang puncaknya sekitar 15 m saat pemeruman. Sisi timur laut berbatasan dengan bagian laut yang dalam dengan dinding yang terjal. Kemiringan lereng terumbu nampak sedikit berbentuk elips memanjang dari arah barat daya ke timur laut.



Gambar 4. Peta batimetri Napo Toto (Site 5).

B. Kondisi Terumbu Karang

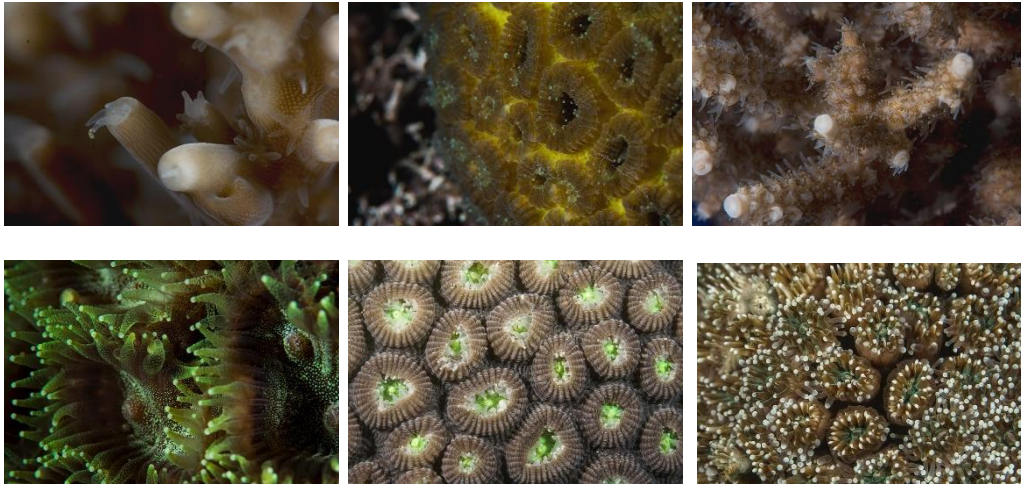
Hasil pengamatan menggunakan metode manta tow pada 2 site yang sudah dilakukan (Site 1 dan 2) menunjukkan bahwa persentase tutupan karang keras pada kedua lokasi kurang dari 50%, yaitu masing-masing 48% pada Site 1 dan 43% pada Site 2. Persentase tutupan karang lembut (soft coral) di kedua site terukur sama, 13%. Tutupan karang mati terpantau lebih banyak di Site 2 (10%) dibandingkan dengan Site 1 sebanyak 1%. Secara umum, dapat dikatakan bahwa kondisi terumbu karang di Site 1 masih lebih baik dibandingkan Site 2. Persentase tutupan karang di kedua Site dapat ditampilkan seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Persentase tutupan karang keras, karang lunak dan karang mati di Site 1 dan Site 2.

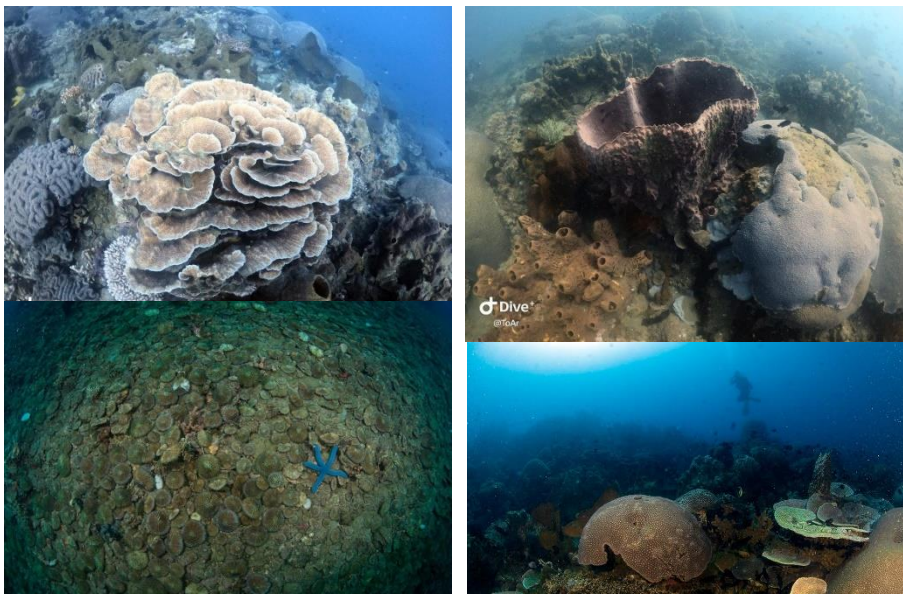
C. Koleksi Spesimen Karang

Jenis koloni karang pada ratahan terumbu (kedalaman rata-rata 5 m) yang ditemukan di lokasi perairan depan Tugu Boboca (Site 1) berupa karang dengan bentuk pertumbuhan padat (*massive*), bercabang (*branching*), lembut (*soft*), kerak (*encrusting*). Penyebarannya mengelompok dan sporadis sepanjang ratahan terumbu di lokasi tersebut. Identifikasi spesimen yang berhasil dikoleksi sedang berlangsung, dan sejumlah koleksi yang penting ditampilkan seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Koleksi spesimen rata-rata terumbu depan Tugu Boboca.

Jenis karang di Napo Toto (Site 5) mewakili terumbu karang “*undeveloped barrier reef*” cukup bervariasi. Koloni karang tersebar mulai dari kedalaman terendah 10 m hingga 40 m secara mengelompok. Koloni karang dengan pola pertumbuhan padat (*massive*), bercabang (*branching*), lembut (*soft*), kerak (*encrusting*) ditemukan di lokasi ini. Pada Gambar 7 ditampilkan koleksi koloni karang yang berhasil didokumentasi.














Gambar 7. Koleksi terumbu karang di Napo Toto.

D. Koleksi Makro-bentos di Terumbu Karang

Meskipun penelitian ini tidak difokuskan pada pengumpulan sebanyak mungkin spesimen makro-bentos (moluska, krustasea, ikan, dll.) yang hidup di terumbu karang, tim dokumentasi bawah air berupaya melakukan pendokumentasian terhadap specimen yang dijumpai dan dianggap perlu untuk didokumentasikan. Jenis makro-bentos yang berhasil terdokumentasi dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Jenis makro-bentos yang terdokumentasi berasosiasi dengan terumbu karang.

| No | Spesies | Nama Umum | Foto |
|----|--------------------------------|--------------------|--|
| 1. | <i>Pomacentrus alleni</i> | Neon Damselfish |  |
| 2. | <i>Pomacentrus mollucensis</i> | Lemon Damselfish |  |
| 3. | <i>Amphiprion sandaracinos</i> | Orange Anemonefish |  |
| 4. | <i>Ptereleotris evides</i> | Twotone Dartfish |  |
| 5. | <i>Eviota atriventris</i> | Neon Dwarfgoby |  |
| 6. | <i>Paracheilinus</i> spp. | - | |

| | | | |
|-----|-----------------------------------|------------------------|--|
| | | |  |
| 7. | <i>Doriprismatica sibogae</i> | Black-edged nudibranch |  |
| 8. | - | - |  |
| 8. | - | - |  |
| 9. | <i>Periclimenes brevicarpalis</i> | Anemon shrimp |  |
| 10. | <i>Sepia</i> spp. | Cuttlefish |  |

5.2 Luaran Yang Dicapai

Seiring pelaksanaan penelitian ini berbagai luaran telah dicapai, beberapa yang lain sedang dipersiapkan untuk dipublikasi akhir tahun 2019. Adapun berbagai luaran dari penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Luaran Penelitian.

| No . | Bentuk Luaran | Judul/Link | Status |
|------|-----------------|---|---------|
| 1. | Berita | http://beritakawanua.com/berita/lingkungan/3-foto-scientific-exploration-buktikan-sehatnya-terumbu-karang-di-perairan-pantai-sekitar-tugu-boboca/45166#sthash.Mm3UFn4e.dpbs | Selesai |
| | | https://manado.tribunnews.com/2019/02/17/terumbu-karang-di-perairan-sekitar-tugu-boboca-sehat-dan-cantik-hasil-foto-scientific-exploration | Selesai |
| | | https://www.liputan6.com/tag/teluk-manado | |
| | | https://www.mongabay.co.id/2019/02/18/eksplorasi-terumbu-karang-teluk-manado-itu-telah-dimulai/ | |
| 2. | Poster/Flier | Coral Reefs, Transplanted Corals and Coral Fishes in Manado Bay | Selesai |
| 3. | Film/Video | https://www.facebook.com/370970672913531/videos/422792631675050/ | Selesai |
| | | Scientific Exploration Video 1mp4 | Selesai |
| | | Scientific Exploration Video 2mp4 | Selesai |
| | | VID-20191008-WA0039.mp4 | Selesai |
| 4. | Buletin, Jurnal | Kisah Explorasi Teluk Manado (Buletin Scientific Exploration, Edisi 1/2019) | Selesai |
| | | Batimetri Perairan Pantai dan Sub-Litoral Teluk Manado | Draft |
| | | Diversity and condition of corals and macrobenthos of Manado Bay | Draft |
| 5. | Buku | The ecosystem of coral reefs in Manado Bay | Draft |

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

Hingga laporan ini dibuat, keseluruhan spesimen karang dan makro-bentos belum selesai diidentifikasi, sehingga data jumlah spesies belum bisa dilaporkan untuk menghindari kesalahan. Secara umum, kondisi terumbu karang di wilayah yang sudah diobservasi menunjukkan bahwa kondisi terumbu karang di wilayah sekitar Tugu Boboca relatif lebih baik dari kondisi karang di wilayah lain. Semua tipe koloni karang ditemukan dengan pola distribusi mengelompok dan tersebar secara acak. Meskipun bukan menjadi target utama penelitian ini, keragaman makro-bentos terumbu karang yang telah diobservasi cukup beragam dan merepresentasikan berbagai jenis-jenis ikan, moluska, krustasea, holoturoida, siput, dll.

Sebagai saran, penelitian yang bersifat eksploratif ini harus dilanjutkan mengingat data dan informasi yang akan dihasilkan sangat bermanfaat baik secara saintifik maupun kepentingan pengelolaan. Upaya perlindungan sumberdaya terumbu karang di Teluk Manado harus terus didorong sehingga kondisi dan keanekaragaman spesies karang maupun makro-bentos yang berasosiasi dengan karang bisa terpelihara dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Rusandi, A., Suharsono, Wiadnyana, M., dan Yusri, S. 2016. Rencana Aksi Nasional (RAN) Karang Periode I 2017 – 2021. Direktorat Konservasi dan Keanekaragaman Hayati Laut, Kementerian Kelautan dan Perikanan RI.
- Veron, J.E.N. and M. Pichon, 1982. Scleractinian of Eastern Australia. IV. Families Poritidae. Aus. Ins. Mar. Sci. Monogr. ser. 5 : 159 pp.
- Veron, J.E.N., 1986. Corals of Australia and the Indo-Pacific, August Robertson. Publish. 644 pp.
- Veron, J.E.N. 1993. Corals of Australia and the Indo-Pacific. Univ. Hawaii. Press. Honolulu. 643.
- Veron, J.E.N. 2000. Corals of the World. AIMS. Australia. Vol. I, II, III.
- Veron, J.E.N. 2002. Reef corals of the Raja Ampat Islands, Papua Province, Indonesia. Part I Overview of Scleractinia. A marine Rapid Assessment of the Raja Ampat Islands, Papua Province, Indonesia. 26-36.
- Timotius, S. 2003. Biologi Karang. Makalah Training Course: Karakteristik Biologi Karang, PSK UI, Yayasan Terangi.
- Summarco, P.W. 1982. Polip Bail-out: An escape response to environmental stress and a new means of reproduction in corals. Marine Ecology Progress Series 10.
- Suharsono. 2008. Jenis-jenis Karang di Indonesia. COREMAP PROGRAM LIPI.
- Harrison, P.L and Wallace, C.C. 1990. Reproduction, dispersal, and recruitment of Scleractinian corals. Dalam Dubinzy, Z (Ed.) Coral Reefs. Elsevier Science Publisher, Amsterdam.
- Woesik, R.V. 2013. Scleractinian taxonomy. [www. My.fit.edu.../taxonomy](http://www.My.fit.edu.../taxonomy).
- Castro, P and Hubber, M.E. Coral reef and climate change. University of Queensland, Brisbane.
- Mutaqien, A.F. 2012. Tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan karang trasplantasi jenis *Acropora humilis* (Dana 1846), *Acropora bruggemanni* (Brook 1893), dan *Acropora austera* (Dana 1846) di Perairan Pulau Kelapa, Kepulauan Seribu, Jakarta. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, Bogor.
- Manginsela, F.B., Rondo, M., Rondonuwu, A.B., Kambey, A.D., Lumuindong, F. 2016. Ekologi Teluk Manado. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK Unsrat. FPIK Unsrat, Manado.