



LAPORAN AKHIR

Penyusunan Peta Kepekaan Lingkungan Pesisir dan Laut Teluk Benoa, Bali



Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Republik Indonesia
2015

KATA PENGANTAR

Laporan Akhir ini disusun untuk melaporkan pekerjaan yang telah dilakukan dalam kegiatan *Pembuatan Peta Kepekaan Lingkungan Pesisir dan Laut Teluk Benoa*. Laporan Pendahuluan ini terdiri dari: Bab 1 Pendahuluan, Bab 2 Tinjauan Umum Terkait Tumpahan Minyak dan Indeks Kepekaan Lingkungan, Bab 3 Metodologi, Bab 4 Gambaran Umum Wilayah Studi, Bab 5 Hasil dan Pembahasan, dan Bab 6 Kesimpulan dan Rekomendasi

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Pesisir dan Laut - Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang telah memberikan kepercayaan dan tanggung jawab kepada kami dalam pelaksanaan kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada pihak-pihak terkait yang ikut membantu dalam pelaksanaan kegiatan ini.

Kami menyadari bahwa Laporan Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Untuk itu, saran dan kritik yang membangun dari semua pihak yang terkait sangat diharapkan untuk perbaikan laporan ini.

Surabaya, Desember 2015

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1. Latar Belakang.....	1-1
1.2. Tujuan dan Sasaran.....	1-4
1.3. Wilayah Studi.....	1-4
1.4. Sistematika Pembahasan.....	1-6
BAB 2 TINJAUAN UMUM TUMPAHAN MINYAK DAN INDEKS KEPEKAAN LINGKUNGAN.....	2-1
2.1. Tumpahan Minyak.....	2-1
2.2. Kerusakan Lingkungan akibat Tumpahan Minyak.....	2-1
2.3. Kerugian Sosial-Ekonomi akibat Tumpahan Minyak.....	2-4
2.4. Analisa Indeks Kepekaan Lingkungan (IKL).....	2-6
2.4.1. Klasifikasi Tipe Pantai.....	2-6
2.4.2. Ekosistem-Ekosistem Spesifik di Wilayah Pesisir dan Laut.....	2-10
2.4.3. Perhitungan dalam Analisis Indeks Kepekaan Lingkungan (IKL).....	2-14
BAB 3 METODOLOGI.....	3-1
3.1. Pengumpulan Data.....	3-3
3.2. Analisis Data.....	3-4
3.3. Analisis Indeks Kepekaan Lingkungan (IKL).....	3-4
3.4. Analisis Spasial/Proses Pemetaan.....	3-10

BAB 4 GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI	4-1
4.1. Kondisi Bentang Alam	4-1
4.1.1. Letak Geografi dan Administrasi	4-1
4.1.2. Geomorfologi	4-3
4.1.3. Hidrologi.....	4-5
4.2. Sosial, Ekonomi dan Budaya	4-8
4.2.1. Kependudukan	4-8
4.2.2. Sosial Ekonomi	4-9
4.2.3. Sosial Budaya.....	4-9
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN	5-1
5.1. Profil Lingkungan Wilayah Studi	5-1
5.1.1. Tipe Pantai di Teluk Benoa.....	5-1
5.1.2. Kemiringan Pantai	5-3
5.1.3. Energi Gelombang dan Pasut.....	5-4
5.1.4. Ekosistem Mangrove di Teluk Benoa	5-5
5.1.5. Ekosistem Lamun di Teluk Benoa.....	5-20
5.1.6. Ekosistem Terumbu Karang di Teluk Benoa.....	5-23
5.1.7. Perairan Terbuka (Perikanan Tangkap dan Perikanan Budidaya)...5-27	
5.1.8. Habitat Hewan Laut Dilindungi	5-30
5.1.9. Wisata.....	5-30
5.1.10. Pelabuhan	5-32
5.1.11. Pemukiman	5-34
5.2. Analisis Indeks Kepekaan Lingkungan di Wilayah Studi.....	5-35
6.1. Kesimpulan dan Rekomendasi	6-1
6.1. Kesimpulan	6-1
6.2. Rekomendasi	6-2
BAB 7 DAFTAR PUSTAKA	7-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta Wilayah Administrasi Teluk Benoa	1-2
Gambar 1.2. Peta Unit Analisis Indeks Kepekaan Lingkungan di Wilayah Studi.	1-6
Gambar 3.1. Tahapan Kegiatan dalam Pembuatan Peta Kepekaan Lingkungan Pesisir dan Laut Teluk Benoa	3-2
Gambar 4.2. Peta Daerah Aliran Sungai di Teluk Benoa.....	4-7
Gambar 5.1. Salah satu pantai bermangrove di pesisir Teluk Benoa yang terletak di Kelurahan Jimbaran.....	5-3
Gambar 5.2. Famili mangrove sejati yang mendominasi area Teluk Benoa, Bali (a) Famili Sonneratiaceae (b) Famili Rhizophoraceae	5-8
Gambar 5.3. Jenis <i>Ceriops decandra</i> yang ditemukan pada pesisir Pemogan, Kota Denpasar.....	5-8
Gambar 5.4. Dokumentasi jenis mangrove komponen tambahan di Teluk Benoa, Bali: <i>Xylocarpus granatum</i> (atas) dan <i>Aegyceras</i> sp. (bawah)	5-11
Gambar 5.5. Jenis asosiasi mangrove yang terdapat di Teluk Benoa, Bali: jenis <i>Derris trifoliata</i> (atas) dan jenis <i>Sesuvium portulacastrum</i> (bawah)	5-12
Gambar 5.6. Jenis burung yang teramati di Teluk Benoa, Bali: (a) Spesies <i>Pandion haliaetus</i> , (b) Spesies <i>Egretta garzetta</i> , (c) Spesies <i>Phalacrocorax melanoleucos</i> , dan (d) Spesies <i>Numenius arquata</i>	5-18
Gambar 5.7. Jenis burung yang teramati di Teluk Benoa, Bali: (a) Spesies <i>Alcedo coerulescens</i> , dan (b) Spesies <i>Egretta intermedia</i>	5-19
Gambar 5.8. Padang lamun yang terdapat di unit analisis 8	5-22
Gambar 5.9. Jenis alga yang ditemukan di pesisir Benoa dan Tanjung Benoa: (a) Jenis <i>Ulva</i> sp. yang ditemukan di pesisir Benoa; (b) Jenis <i>Ulva</i> sp. dan <i>Euclima</i> sp. yang ditemukan di pesisir Tanjung Benoa; (c) Jenis <i>Padina</i> sp. yang ditemukan di pesisir Tanjung Benoa;	

dan (d) Jenis <i>Ulva</i> sp. yang ditemukan di pesisir Tanjung Bena bersama dengan lamun	5-24
Gambar 5.10. Peta Status Kondisi Terumbu Karang di Perairan Sekitar Teluk Bena dan WP3K Bali.....	5-26
Gambar 5.11. Terumbu karang yang terdapat di pesisir Tanjung Bena.....	5-27
Gambar 5.12. Aktivitas nelayan tradisonal di wilayah Teluk Bena.....	5.28
Gambar 5.13. Biota penyu di kawasan Pulau Pudut, Teluk Bena, Bali	5-30
Gambar 5.14. Peta Indeks Kepekaan Lingkungan di Kawasan Teluk Bena.....	5-37

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Unit Analisis di Wilayah Studi.....	1-5
Tabel 4.1 Desa/Kelurahan di Sekitar Teluk Benoa disertai Komposisi Luas Wilayah (dalam Ha).....	4-2
Tabel 4.2 Komposisi penduduk berdasarkan mata pencahariannya.....	4-9
Tabel 5.1. Panjang dan tipe pantai di wilayah Teluk Benoa	5-2
Tabel 5.2. Sebaran Hutan Mangrove di Kawasan Teluk Benoa	5-6
Tabel 5.3. Jenis dan kerapatan mangrove di wilayah studi	5-9
Tabel 5.4. Jenis asosiasi mangrove di kawasan Teluk Benoa, Bali.....	5-13
Tabel 5.5. Jenis-jenis Burung di Kawasan Teluk Benoa, Bali.....	5-16
Tabel 5.6. Jenis lamun dan persentase tutupan di wilayah Teluk Benoa	5-22
Tabel 5.7. Obyek Wisata di Kawasan Teluk Benoa	5-31

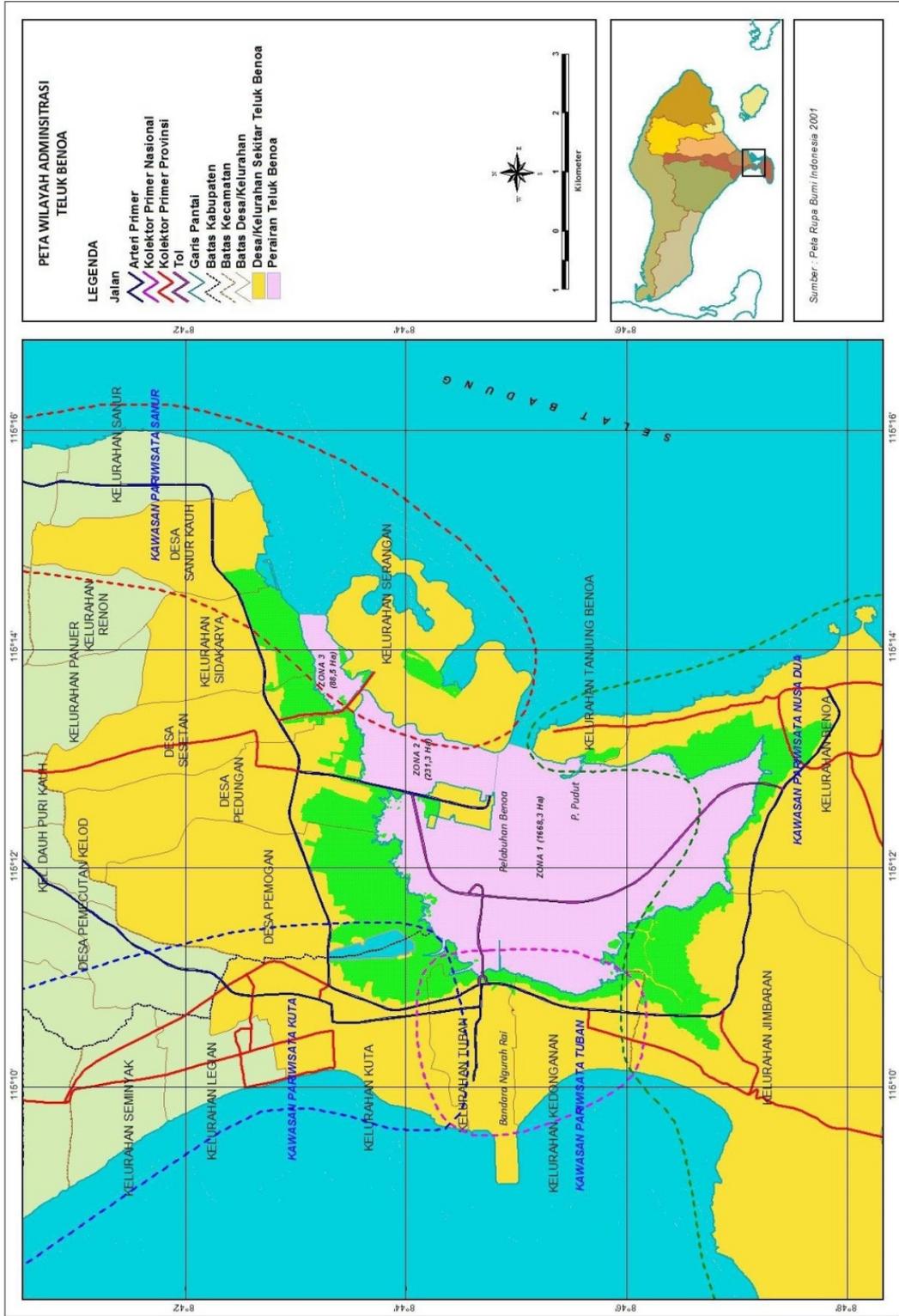
BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Wilayah pesisir dan laut memiliki arti penting karena kaya akan sumberdaya alam dan pengembangan jasa-jasa lingkungan. Intensitas pemanfaatan sumberdaya pesisir dan laut yang tinggi dapat menimbulkan dampak negatif yang mengakibatkan degradasi kualitas lingkungan pesisir dan laut, salah satu diantaranya adalah akibat pencemaran minyak. Pencemaran minyak di lingkungan perairan laut dapat berasal dari kegiatan industri di daratan maupun aktivitas di perairan, seperti kecelakaan tanker, operasi normal tanker (seperti pencucian kapal dan *ballasting*), kegiatan bongkar muat minyak, aktivitas pelabuhan, kebocoran dan semburan dari proses produksi dan eksplorasi lepas pantai, *river run off*, kilang minyak di darat, ataupun limbah kota.

Kawasan Teluk Benoa (Gambar 1.1), yang terletak di sisi tenggara pulau Bali, merupakan kawasan pesisir dan perairan laut yang relatif padat dengan berbagai kegiatan manusia, terutama kegiatan yang berhubungan dengan kepariwisataan dan kepelabuhanan. Beberapa diantara pelabuhan-pelabuhan yang terletak tidak jauh dari kawasan tersebut disinggahi kapal-kapal besar, termasuk juga kapal tanker yang memuat pasokan minyak sebagai bahan penggerak pembangkit listrik di kawasan tersebut. Oleh karena itu, kawasan pesisir Teluk Benoa merupakan salah satu daerah pesisir yang rawan terkena pencemaran minyak.



Gambar 1.1. Peta Wilayah Administrasi Teluk Benoa, Bali

Untuk itu, perlu adanya strategi pengelolaan yang tepat untuk mencegah dan mengantisipasi berbagai kemungkinan tercemarnya lingkungan, khususnya dari tumpahan minyak, di kawasan pesisir Teluk Benoa. Langkah pertama yang perlu dilakukan dalam strategi pengelolaan ini adalah melakukan pemetaan secara menyeluruh terhadap seluruh sumberdaya dan aktifitas yang ada di kawasan tersebut. Pemetaan ini penting dilakukan sebagai input dasar lokasi keberadaan sumberdaya dan aktifitas di kawasan tersebut. Langkah kedua adalah menentukan lokasi prioritas penanganan apabila terjadi tumpahan minyak. Lokasi prioritas ini dapat ditentukan dengan menganalisa nilai sensitifitas/kepekaan masing-masing sumberdaya dan aktifitas yang ada. Seluruh rangkaian pengelolaan di atas dapat dilakukan dengan menyusun Peta Kepekaan Lingkungan berbagai tipe sumberdaya dan habitat/ekosistem serta aktifitas ekonomi di kawasan tersebut.

Peta Kepekaan Lingkungan sangat berperan dalam perencanaan ICZM (*Integrated Coastal Zone Management*), seperti sebagai dasar perencanaan kebijakan pemeliharaan lingkungan pesisir, konservasi dan perlindungan habitat/sumberdaya pesisir, pengendalian pencemaran dan perencanaan mitigasi untuk menghadapi bencana laut, rehabilitasi dan restorasi lingkungan, serta untuk pengkajian dampak lingkungan yang strategis. Saat ini, pemetaan tingkat kepekaan lingkungan banyak memanfaatkan teknologi SIG (Sistem Informasi Geografis) karena mampu untuk menangani, menangkap, menyimpan, mengedit, mengambil, menganalisis, meng-*update*, menampilkan dan mereproduksi informasi geografis.

1.2. Tujuan dan Sasaran

Tujuan dari kegiatan “Pembuatan Peta Kepekaan Lingkungan Pesisir dan Laut Teluk Benoa” ini adalah:

1. Mengidentifikasi habitat dan ekosistem serta aktifitas/fungsi ekonomi di daerah pesisir dan laut kawasan Teluk Benoa dan kemudian menampilkannya dalam bentuk informasi spasial.
2. Menganalisis tingkat kepekaan lingkungan (Indeks Kepekaan Lingkungan/ IKL) untuk setiap entitas di pesisir dan laut kawasan Teluk Benoa, seperti tipe pantai, vegetasi mangrove atau non mangrove, padang lamun, terumbu karang, perikanan tangkap, perikanan budidaya (*mariculture*), *wildlife*, permukiman, industri/pelabuhan dan wisata.
3. Melakukan proyeksi informasi atribut IKL tersebut ke dalam bentuk informasi spasial (peta).

Secara umum, Peta Kepekaan Lingkungan disusun untuk mengetahui tingkat karakteristik dan kepekaan/sensitivitas serta kerentanan/vulnerabilitas sumberdaya yang ada di pesisir. Untuk itu, sasaran dari kegiatan “Pembuatan Peta Kepekaan Lingkungan Pesisir dan Laut Teluk Benoa” ini adalah :

1. Sebagai bahan pertimbangan dalam penyusunan rekomendasi untuk perencanaan, penataan dan pengelolaan pesisir serta prioritas perlindungan lingkungan pesisir.
2. Sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan strategi yang tepat dalam mengendalikan dan menanggulangi dampak tumpahan minyak.

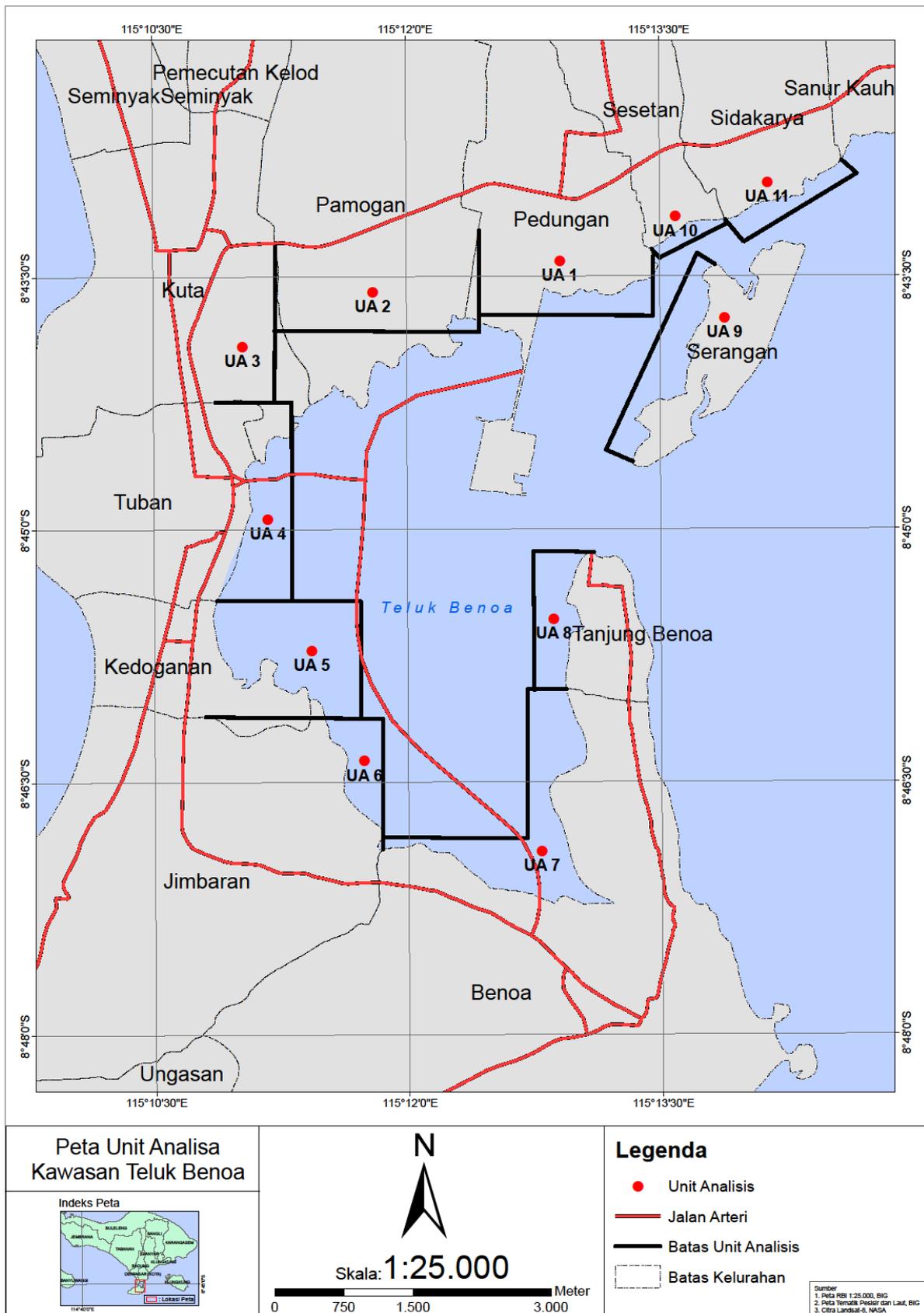
1.3. Wilayah Studi

Kegiatan studi IKL dilakukan di sekitar wilayah pesisir dan laut Teluk Benoa, seperti ditunjukkan pada peta unit analisis pada Gambar 1.2 dan Tabel 1.1. Peta unit analisis ini dibuat untuk memudahkan analisis dalam kegiatan “Pembuatan Peta Kepekaan Lingkungan Pesisir dan Laut Teluk Benoa”. Unit Analisis,

selanjutnya disebut dengan UA, di wilayah studi meliputi wilayah pesisir Teluk Benoa yang terdapat pada lima desa/kelurahan di Kota Denpasar Selatan yaitu Kelurahan Serangan, Kelurahan Sidakarya, Desa Sesetan, Desa Pedungan, dan Desa Pemogan, serta enam kelurahan di Kabupaten Badung yaitu Kelurahan Kuta, Kelurahan Tuban, Kelurahan Kedonganan, Kelurahan Jimbaran, Kelurahan Benoa, dan Kelurahan Tanjung Benoa.

Tabel 1.1. Unit Analisis di Wilayah Studi

Unit Analisis (UA)	Nama Unit Analisis (Desa/Kelurahan)
UA1	Pedungan
UA2	Pemogan
UA3	Kuta
UA4	Tuban
UA5	Kedonganan
UA6	Jimbaran
UA7	Benoa
UA8	Tanjung Benoa
UA9	Serangan
UA10	Sesetan
UA11	Sidakarya



Gambar 1.2. Peta Unit Analisis Indeks Kepekaan Lingkungan di Wilayah Studi

1.4. Sistematika Pembahasan

Dalam Laporan Akhir "Pembuatan Peta Kepekaan Lingkungan Pesisir dan Laut Teluk Benoa" ini, sistematika laporan yang disusun adalah sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini berisi pembahasan mengenai latar belakang, tujuan dan sasaran, wilayah studi, serta sistematika Laporan Akhir "Pembuatan Peta Kepekaan Lingkungan Pesisir dan Laut Teluk Benoa".

BAB 2. TINJAUAN UMUM TUMPAHAN MINYAK DAN INDEKS KEPEKAAN LINGKUNGAN

Bab ini berisikan informasi terkait peristiwa tumpahan minyak secara umum serta dampak yang ditimbulkan, baik dari aspek lingkungan maupun sosial ekonomi. Selain itu, pada bab ini juga diberikan gambaran mengenai analisis indeks kepekaan lingkungan terkait tumpahan minyak.

BAB 3. METODOLOGI PELAKSANAAN KEGIATAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metode dan rencana kegiatan dengan substansi pembahasan yaitu pendekatan studi dan metode pelaksanaan kegiatan "Pembuatan Peta Kepekaan Lingkungan Pesisir dan Laut Teluk Benoa".

BAB 4. GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI

Bab ini berisi gambaran umum wilayah Teluk Benoa meliputi karakteristik geografis, geomorfologi, dan hidrologi, serta karakteristik sosial, ekonomi, dan budaya masyarakat di sekitar Teluk Benoa.

BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan profil lingkungan, mulai dari profil tipe pantai, ekosistem spesifik pesisir Teluk Benoa, perikanan tangkap dan budidaya, tempat wisata, pemukiman, serta pelabuhan dan industri di kawasan Teluk Benoa. Selanjutnya juga disajikan hasil analisis indeks kepekaan lingkungan di kawasan Teluk Benoa dan penyajiannya dalam bentuk peta.

BAB 6. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Pada bab ini disajikan kesimpulan dan rekomendasi dari kegiatan “Pembuatan Peta Kepekaan Lingkungan Pesisir dan Laut Teluk Benoa”.

BAB 2

TINJAUAN UMUM TERKAIT TUMPAHAN MINYAK & INDEKS KEPEKAAN LINGKUNGAN

2.1. Tumpahan Minyak

Minyak merupakan senyawa kimia yang kompleks, lebih dari separuh bagiannya terdiri dari hidrokarbon dan turunannya. Ketika minyak tumpah di laut, interaksinya dengan air laut menghasilkan berbagai jenis proses yang dapat mengubah komposisi dan karakteristik minyak di lingkungan laut, seperti adveksi, difusi, dispersi, sedimentasi, emulsi, penguapan, pelarutan, degradasi mikroba dan fotokimia (Mukhtasor, 2007 dan Burns, K.A., 1993).

Posisi Indonesia yang sangat strategis bagi lalu lintas perdagangan melalui laut dan juga banyaknya industri minyak dan gas yang berada di laut menyebabkan potensi terjadinya pencemaran tumpahan minyak. Peristiwa ini dapat menurunkan kualitas air laut, baik karena efek langsung (*short term effect*) maupun efek dalam jangka panjang (*long term effect*). Peristiwa ini juga akan menghasilkan dampak dan kerugian secara ekonomi.

2.2. Kerusakan Lingkungan akibat Tumpahan Minyak

Laut yang tercemar oleh tumpahan minyak akan membawa pengaruh negatif bagi berbagai organisme laut. Pencemaran air laut oleh minyak juga berdampak terhadap beberapa jenis burung. Air yang bercampur minyak juga akan mengganggu ekosistem spesifik yang ada di perairan pesisir dan laut, seperti terumbu karang, hutan mangrove dan juga rusaknya wisata pantai. Tumpahan

minyak juga akan menghambat/mengurangi transmisi cahaya matahari ke dalam air laut karena diserap oleh minyak dan dipantulkan kembali ke udara.

Respon lingkungan terhadap tumpahan minyak sangat kompleks, dapat tergantung pada jumlah minyak yang tumpah, tipe exposure, tipe minyak, lokasi dan waktu kejadian minyak tumpah, densitas tumpahan minyak dan kepekaan (sensitivitas) ekosistem terhadap minyak (Mukhtasor, 2007; Ko & Day, 2004). Secara umum, sensitivitas terhadap minyak meningkat dari invertebrata tingkat rendah ke tingkat invertebrata yang lebih tinggi, dan kemudian ke ikan. Hal ini disebabkan ikan mempunyai kemampuan untuk berenang dan menghindari area yang terkontaminasi minyak. Tahap larva umumnya paling sensitif terhadap minyak dibandingkan dengan yang lainnya.

Keragaman dan densitas populasi komunitas bentik juga mengalami penurunan signifikan pada area yang terkontaminasi minyak. Komunitas bentik dan nekton adalah organisme kunci, baik secara ekologis maupun ekonomis, pada ekosistem laut. Komunitas bentik bersifat sensitif terhadap paparan petroleum hidrokarbon (Ko & Day, 2004). Komunitas bentik merupakan jalur penting pada transfer kontaminan dari sedimen pada level tropik yang lebih tinggi. Secara umum, dampak dari tumpahan minyak dapat berupa penurunan pertumbuhan, penurunan produksi, perubahan sistem metabolisme dan biomagnifikasi hidrokarbon.

Selain tumpahan minyak itu sendiri, masalah lain yang juga kompleks adalah pembersihan tumpahan minyak (*clean-up*) karena dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan pada komunitas lahan basah termasuk penurunan tingkat pertumbuhan tanaman dan penurunan populasi organisme bentik (Ko & Day, 2004). Sejumlah studi mengenai dampak tumpahan minyak terhadap organisme laut, ekosistem dan lingkungan laut telah dilakukan (Castanedo, S., dkk., 2009; Alvarez, C.A., 2007; Boehm, P.D., dkk., 2007; Ko & Day, 2004; McCay, D.F., dkk., 2004; Jewett, S.C., dkk., 2002; Reed, M., dkk., 1989).

Tumpahan minyak akan memberikan dampak yang signifikan pada lingkungan laut. Kerugian secara biologi dapat diestimasi dari kematian organisme dewasa dan hilangnya produktivitas (*short-term*) dan kematian larva dan juvenil serta hilangnya pertumbuhan akibat kematian organisme dewasa (*long-term*) (Reed, M., dkk., 1989). Efek jangka panjang mungkin terjadi selama beberapa tahun sebelum pemulihan ekosistem. Tumpahan bahkan bisa membawa perubahan permanen dalam ekosistem sebagaimana dibuktikan dengan munculnya spesies baru atau perbedaan flora dan fauna sebelum dan sesudah terjadi tumpahan minyak.

Secara umum, akibat yang ditimbulkan dari terjadinya pencemaran minyak di laut adalah:

1. Rusaknya estetika pantai akibat bau dari material minyak. Residu berwarna gelap yang terdampar di pantai akan menutupi batuan, pasir, tumbuhan dan hewan. Gumpalan tar yang terbentuk dalam proses pelapukan minyak akan hanyut dan terdampar di pantai.
2. Kerusakan biologis, bisa merupakan efek letal dan efek subletal. Efek letal yaitu reaksi yang terjadi saat zat-zat fisika dan kimia mengganggu proses sel ataupun subset pada makhluk hidup hingga kemungkinan terjadinya kematian. Sedangkan efek subletal akan mempengaruhi kerusakan fisiologis dan perilaku namun tidak mengakibatkan kematian secara langsung. Terumbu karang akan mengalami efek letal dan subletal dimana pemulihannya memakan waktu lama dikarenakan kompleksitas komunitasnya.
3. Pertumbuhan fitoplankton laut akan terhambat akibat keberadaan senyawa beracun dalam komponen minyak bumi, juga senyawa beracun yang terbentuk dari proses biodegradasi. Jika jumlah fitoplankton menurun, maka populasi ikan, udang dan kerang juga akan menurun. Padahal hewan-hewan tersebut dibutuhkan manusia karena memiliki nilai ekonomi dan kandungan protein yang tinggi.

4. Penurunan populasi alga dan protozoa akibat kontak dengan racun *slick* (lapisan minyak di permukaan air). Selain itu, dapat juga terjadi kematian burung-burung laut. Hal ini dikarenakan *slick* membuat permukaan laut lebih tenang dan menarik burung untuk hinggap di atasnya ataupun menyelam mencari makanan. Saat kontak dengan minyak, terjadi peresapan minyak ke dalam bulu dan merusak sistem kekedapan air dan isolasi, sehingga burung akan kedinginan dan pada akhirnya mati.

2.3. Kerugian Sosial-Ekonomi akibat Tumpahan Minyak

Komponen minyak yang bertahan di permukaan atau yang telah terlarut di badan air merupakan bahan beracun (*toxic*) yang membahayakan kelestarian lingkungan laut dan mengganggu fungsi peruntukan laut lokasi terjadinya tumpahan. Tumpahan minyak menyebabkan kerusakan fisik lingkungan laut dan menurunkan nilai keindahannya. Secara keseluruhan, tumpahan minyak menyebabkan kerugian ekonomi, baik secara langsung (misalnya kerusakan fisik dan biologis) maupun secara tidak langsung (misalnya turunnya potensi pariwisata).

Valuasi ekonomi dampak lingkungan merupakan proses kuantifikasi dan pemberian nilai ekonomi terhadap dampak lingkungan setelah terlebih dahulu dilakukan identifikasi. Valuasi ekonomi diperlukan dalam upaya menunjukkan bahwa aspek lingkungan bukan sebagai halangan bagi pembangunan tetapi merupakan potensi penting untuk jangka panjang. Dengan demikian upaya untuk mendekati nilai lingkungan tersebut perlu dilakukan untuk mengingatkan para pengambil keputusan akan pentingnya dampak yang timbul dari sebuah kegiatan terhadap lingkungan hidup (Pearce, 1987 dalam Kay dan Alder, 1999).

Garza-Gil dkk. (2006) menyatakan bahwa penilaian biaya sosial dari tumpahan minyak dihubungkan dengan penilaian kerusakan yang komprehensif untuk tujuan kompensasi. Hal ini dapat dilakukan dengan pendekatan biaya privat dan

biaya publik/kolektif. Biaya privat biasanya dibatasi pada beberapa kelompok atau individu yang terkena dampak pencemaran (ada aktivitas ekonomi dimana nilai pasar tersedia), misalnya pada sektor perikanan dan turisme. Sedangkan biaya publik/kolektif sering diidentifikasi dengan analisa pasar/*marketed*, seperti *clean up* atau restorasi; dan analisa non pasar/*non marketed*, seperti rekreasi (*active use*) dan biodiversitas (*passive use*).

Range kerusakan akibat tumpahan minyak, baik langsung atau tidak langsung, sangatlah lebar, seperti pengaruhnya pada daerah perairan yang produktif, perikanan atau rekreasi, sehingga lingkungan laut mengalami perubahan yang signifikan. Penilaian terhadap kerusakan yang dihasilkan tumpahan minyak tersebut selanjutnya digunakan untuk mengestimasi dampak secara ekonomi. Dampak ekonomi juga dapat diestimasi dari kerugian ekonomi secara global yang dihubungkan dengan kegiatan perikanan, turisme, aktivitas pelabuhan dan rekreasi (Castanedo, S., dkk, 2009). Pada sektor perikanan, estimasi dampak ekonomi tumpahan minyak dapat diprediksi dari faktor-faktor seperti hubungan antara spesies dengan substratum, sensitivitas spesies terhadap minyak, cara memangsa (*prey*) dan usaha perikanan itu sendiri (Negro Garcia, M.C., dkk., 2009).

Sebuah analisis biaya-dampak membutuhkan perbandingan perubahan kesejahteraan dari semua pihak yang terkena dampak pencemaran. Karena itu diperlukan informasi tingkat kesejahteraan sebelum dan sesudah pencemaran terjadi. Ini membutuhkan model yang dapat memprediksi besarnya dampak yang akan ditimbulkan oleh pencemaran yang terjadi pada setiap pihak dalam masyarakat. Dalam tahap ini dihitung kerugian yang diderita oleh semua pihak akibat pencemaran yang terjadi, terutama memperkirakan dampak kehidupan ekonomi masyarakat yang tergantung pada lokasi perairan di sekitar terjadinya tumpahan minyak.

2.4. Analisis Indeks Kepekaan Lingkungan (IKL)

National Oceanic and Atmospheric Administration/NOAA (2002) memberikan analisis Indeks Kepekaan Lingkungan terhadap tumpahan minyak yang terdiri atas tiga komponen utama, yaitu:

1. Klasifikasi tipe pantai yang diranking berdasarkan skala tingkat kepekaannya, kemampuan merespon minyak dan kemudahan dalam pembersihan.
2. Sumberdaya biologi yang mencakup biota sensitif, dan habitat bagi biota sensitif terhadap tumpahan minyak seperti sumberdaya ikan, mangrove, padang lamun, terumbu karang, daerah spawning ground, daerah migrasi biota laut dan sejenisnya.
3. Sumberdaya yang digunakan oleh manusia seperti pariwisata, budidaya perikanan, permukiman, industri, budidaya pertanian di pantai dan berbagai aktifitas ekonomi manusia lainnya seperti situs budaya dan arkeologis.

2.4.1. Klasifikasi Tipe Pantai

Pantai merupakan pertemuan antara daratan dan lautan. Secara fisik, kondisi pantai serta wilayah pesisir dan laut akan dipengaruhi oleh siklus hidrologi, hidrodinamika, topografi wilayah pesisir dan laut, tata ruang (zonasi), dan intensitas kegiatan pemanfaatan sumber daya alam, serta teknologi yang dipakai dalam kegiatan tersebut. Kondisi ini selanjutnya akan mempengaruhi sifat, pola, dan intensitas pencemaran yang mungkin akan terjadi di wilayah pesisir dan laut (Mukhtasor, 2007). Dalam kaitannya dengan skala tingkat kepekaan, kemampuan merespon dan kemudahan dalam pembersihan minyak, maka penjelasan akan difokuskan pada kemiringan pantai (*slope*) dan aspek hidrodinamika, yaitu arus dan pasang surut.

a. Kemiringan Pantai (Slope)

Pengukuran kemiringan pantai dilakukan untuk mengetahui jenis pantai dan penyebab terbentuknya pantai. Hasil pengukuran dapat digunakan sebagai pedoman pelestarian dan pemanfaatan pantai selanjutnya. Kemiringan pantai diukur berdasarkan jarak antara vegetasi yang mewakili batas daratan hingga bibir pantai sebagai batas lautan. Menurut Saribun (2001), kemiringan dapat dinyatakan dalam derajat maupun persen. Dua titik yang berjarak horizontal 100 m yang mempunyai selisih tinggi 10 m membentuk kemiringan 10%.

Kemiringan garis pantai merupakan sudut antara kedalaman air terendah dengan kedalaman tertentu sepanjang jarak tertentu. Kemiringan garis pantai dihitung dari data kontur batimetri. Metode yang digunakan adalah TIW (Triangular Irregular Work). Hasil dari model kemiringan TIW ini kemudian diklasifikasikan lagi ke dalam kelas yang telah ditetapkan untuk parameter kemiringan garis pantai dan diberi peringkat. Untuk menguji hasil dari model TIW dengan metode spasial dilakukan perhitungan normal.

Sumber data yang digunakan untuk mendapatkan kemiringan pantai (*slope*) adalah dengan data batimetri dan topografi. Nilai kemiringan diekstrak menggunakan *surface analysis tools* dengan konfigurasi luaran adalah *slope* dengan satuan persen (%). Sedangkan untuk nilai variabel *slope* pada tiap garis pantai dapat dianalisis dengan *statistic tool*. Pengekstraksian nilai *slope* ini dilakukan pada daerah pantai berjarak 1 km ke arah laut maupun darat (*seaward/landward*) dari garis pantai yang ada pada tiap grid.

b. Arus Laut

Menurut Hutabarat dan Evans (1986), arus laut adalah pergerakan massa air secara vertikal dan horizontal sehingga menuju keseimbangannya, atau gerakan air yang sangat luas yang terjadi di seluruh lautan dunia. Sedangkan menurut Nontji (1987), arus laut merupakan gerakan mengalir suatu massa air yang dikarenakan tiupan angin atau perbedaan densitas atau pergerakan gelombang panjang.

Menurut Hutabarat (1986) terjadinya arus laut dipengaruhi banyak faktor, di antaranya: (1) Bentuk topografi dasar lautan dan pulau-pulau yang ada di sekitarnya. Beberapa sistem lautan utama di dunia dibatasi oleh massa daratan dari tiga sisi dan pula oleh arus equatorial counter di sisi yang keempat. Batas-batas ini menghasilkan sistem aliran yang hampir tertutup dan cenderung membuat aliran mengarah dalam suatu bentuk bulatan; (2) Gaya coriolis dan arus ekman. Gaya coriolis memengaruhi aliran massa air, di mana gaya ini akan membelokkan arah mereka dari arah yang lurus. Gaya coriolis juga yang menyebabkan timbulnya perubahan-perubahan arah arus yang kompleks susunannya yang terjadi sesuai dengan semakin dalamnya kedalaman suatu perairan; (3) Perbedaan densitas serta upwelling dan sinking. Perbedaan densitas menyebabkan timbulnya aliran massa air dari laut yang dalam di daerah kutub selatan dan kutub utara ke arah daerah tropik.

Untuk arus di sekitar pesisir (*nearshore current*), gelombang yang datang menuju pantai membawa massa air dan momentum, searah dengan penjalaran gelombangnya. Hal ini yang menyebabkan terjadinya arus di sekitar kawasan pantai. Penjalaran gelombang menuju pantai akan melintasi daerah-daerah lepas pantai (*offshore zone*), daerah gelombang pecah (*surf zone*), dan daerah deburan

ombak di pantai (*swash zone*). Diantara ketiga daerah tersebut, Bambang Triatmodjo (1999) menjelaskan bahwa karakteristik gelombang di daerah *surf zone* dan *swash zone* adalah yang paling penting di dalam analisis proses pantai.

c. Pasang Surut

Pasang surut terbentuk oleh gaya tarik menarik antara bumi dengan matahari dan bulan. Meskipun matahari memiliki massa yang jauh lebih besar dari pada bulan, tetapi karena bulan jauh lebih dekat terhadap bumi maka gaya tarik bulan lebih besar dua kali dibanding matahari. *Spring tide* terjadi jika bumi, bulan, dan matahari saling sejajar. Sedangkan *neap tide* terjadi saat posisi bumi, bulan, dan matahari tegak lurus. *Spring tide* bertepatan dengan bulan baru dan bulan penuh, *neap tide* bertepatan dengan seperempat pertama dan seperempat terakhir bulan.

Periode pasang surut adalah waktu yang diperlukan dari posisi muka air pada muka air rerata ke posisi yang sama berikutnya. Periode pasang surut bisa 12 jam 25 menit atau 24 jam 50 menit, ini tergantung pada tipe pasang surut. Periode pada muka air naik disebut pasang, sedang pada saat muka air turun disebut periode surut. Tinggi pasang surut adalah jarak vertikal antara air tertinggi (puncak air pasang) dan air terendah (lembah air surut) yang berurutan, jarak vertikal antara ketinggian pasang surut disebut *tidal range*. *Tidal range* juga dipengaruhi bentuk konfigurasi batimetri dasar laut (Pinet, 1999).

Variasi muka air menimbulkan arus pasang surut yang mengangkut massa air dalam jumlah yang sangat besar. *Slack tide* merupakan titik jeda antara arus pasang dan arus surut dimana pada kondisi jeda ini

tidak ada gerakan air yang terjadi atau kecepatan arus sama dengan nol. Fase jeda ini bervariasi lamanya. Variasi waktu *slack tide* inilah yang mempengaruhi perbedaan pasang surut tiap harinya.

Terdapat empat tipe pasang surut. (1) Semidiurnal tide, pasang surut harian ganda dimana dalam satu hari terdapat dua kali pasang dan dua kali surut dengan periode masing-masing 12 jam 25 menit, yang didetailkan pada Gambar 2.1 (2) Diurnal tide, pasang surut tipe harian tunggal dengan periode 24 jam 50 menit, (3) Pasang surut tipe campuran condong harian ganda, dimana dalam satu hari mengalami dua kali pasang dan dua kali surut, tetapi dengan tinggi serta periode berbeda, (4) Pasang surut tipe campuran condong harian tunggal, terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari, namun kadang untuk sementara terjadi dua kali pasang dan dua kali surut, dengan tinggi dan periode berbeda.

2.4.2. Ekosistem-Ekosistem Spesifik di Wilayah Pesisir dan Laut

Dilihat dari sudut ekologi, wilayah pesisir dan laut merupakan tempat hidup beberapa ekosistem yang unik dan saling terkait, dinamis, dan produktif. Beberapa ekosistem utama di wilayah pesisir dan laut adalah hutan mangrove, terumbu karang, dan padang lamun. Masing-masing ekosistem ini bukan merupakan suatu entitas yang terpisah, tetapi saling berinteraksi antara ekosistem satu dengan yang lainnya. Interaksi antara ketiga ekosistem tersebut, menurut Ogden dan Gladfelter (1983) dalam Bengen (2004b) ada dalam lima macam tipe, yaitu (1) interaksi fisik, (2) bahan organik terlarut, (3) bahan organik partikel, (4) migrasi fauna, dan (5) dampak manusia.

a. Hutan Mangrove

Hutan mangrove, yang sering juga disebut sebagai hutan payau atau hutan pasang surut, merupakan suatu ekosistem peralihan antara darat dan laut. Terdapat di daerah tropik atau sub tropik di sepanjang pantai yang terlindung dan di muara sungai. Hutan mangrove merupakan ciri khas ekosistem daerah tropis dan sub tropis dan merupakan ekosistem utama pendukung kehidupan yang penting di wilayah perairan pesisir. Menurut Supriharyono (2000), empat faktor utama yang mempengaruhi penyebaran tumbuhan mangrove yaitu: (a) frekuensi arus pasang; (b) salinitas tanah; (c) air tanah; dan (d) suhu air. Ke empat faktor tersebut akan menentukan dominasi jenis mangrove yang ada di tempat yang bersangkutan.

Vegetasi hutan mangrove umumnya terdiri dari jenis-jenis yang selalu hijau (evergreen plant) dari beberapa famili. Menurut Bengen (2004b), hutan mangrove dapat meliputi beberapa jenis tanaman seperti *avicennia*, *sonneratia*, *rhizophora* (disebut juga dengan pohon bakau), *ceriops*, *bruguiera*, *xylocarpus*, *lumnitzera*, *laguncularia*, *aegiceras*, *aegiatilis*, *snaaeda*, dan *conocarpus*. Untuk adaptasi terhadap kondisi habitat lingkungan yang ekstrim, jenis-jenis tersebut mempunyai perakaran yang khusus. *Sonneratia* spp, *avicennia* spp dan *xylocarpus* spp mempunyai akar horizontal; *bruguiera* spp dan *lumnitzera* spp berakar tunjang, sedangkan *ceriops* spp akarnya terbuka dan bagian bawah mempunyai lenti sel yang besar (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2011).

Secara ekologis hutan mangrove telah dikenal mempunyai banyak fungsi dalam kehidupan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Ekosistem mangrove bagi bermacam biota perairan (ikan, udang, dan kerang-kerangan) berfungsi sebagai tempat mencari makan, memijah, memelihara juvenil, dan berkembang biak. Hutan

mangrove merupakan habitat berbagai jenis satwa, baik sebagai habitat pokok maupun sebagai habitat sementara, penghasil sejumlah detritus, dan perangkat sedimen. Dari segi ekonomis, vegetasi ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber penghasil kayu bangunan, bahan baku pulp dan kertas, kayu bakar, bahan arang, alat tangkap ikan dan sumber bahan lain, seperti tannin dan pewarna. Mangrove juga mempunyai peran penting sebagai pelindung pantai dari hempasan gelombang air laut serta penyerap logam berat dan pestisida yang mencemari laut.

b. Terumbu Karang

Terumbu karang (coral reefs) merupakan organisme yang hidup di dasar laut daerah tropis dan dibangun oleh biota laut penghasil kapur khususnya jenis-jenis karang dan alga penghasil kapur (CaCO_3). Terumbu karang juga merupakan ekosistem yang cukup kuat menahan gaya gelombang laut. Berdasarkan geomorfologinya, ekosistem terumbu karang dapat dibagi menjadi tiga tipe yaitu terumbu karang tepi (fringing reef), terumbu karang penghalang (barrier reef), dan terumbu karang cincin (atolls).

Ekosistem terumbu karang terdapat di lingkungan perairan yang agak dangkal. Untuk mencapai pertumbuhan maksimumnya, terumbu karang memerlukan perairan yang jernih, dengan suhu yang hangat, gerakan gelombang yang besar, serta sirkulasi yang lancar dan terhindar dari proses sedimentasi. Pertumbuhan karang dan penyebaran terumbu karang tergantung pada kondisi lingkungannya. Kondisi ini pada kenyataannya tidak selalu tetap, akan tetapi seringkali berubah karena adanya gangguan, baik yang berasal dari alam atau aktivitas manusia.

Terumbu karang merupakan ekosistem laut yang paling produktif dan memiliki keanekaragaman hayati paling tinggi. Supriharyono (2000) mengemukakan bahwa karena produktivitas yang tinggi tersebut memungkinkan terumbu karang menjadi tempat pemijahan, pengasuhan, dan mencari makan dari kebanyakan ikan. Oleh karena itu, secara otomatis produksi ikan di daerah terumbu karang sangat tinggi. Kerangka hewan karang berfungsi sebagai tempat berlindung atau tempat menempelnya biota laut lainnya. Sejumlah ikan pelagis bergantung pada keberadaan terumbu karang pada masa larvanya. Terumbu karang juga merupakan habitat bagi banyak spesies laut. Selain itu, terumbu karang dapat berfungsi sebagai pelindung pantai dari erosi.

c. Padang Lamun

Lamun (sea grass) adalah tumbuhan berbiji tunggal dari kelas angiospermae (tumbuhan berbunga) yang sudah sepenuhnya menyesuaikan diri untuk hidup di bawah permukaan air laut (Bengen, 2004b). Tumbuhan ini hidup di perairan dangkal agak berpasir, dan sering juga dijumpai di ekosistem terumbu karang. Sama halnya dengan rerumputan di daratan, lamun juga membentuk padang yang luas di dasar laut yang masih terjangkau oleh sinar matahari dengan tingkat energy cahaya yang memadai bagi pertumbuhannya. Lamun tumbuh tegak, berdaun tipis yang bentuknya seperti pita dan berakar jalar. Tunas-tunas tumbuh dari rhizome, yaitu bagian rumput yang tumbuh menjalar di bawah permukaan dasar laut.

Secara ekologis, padang lamun mempunyai beberapa fungsi penting bagi wilayah pesisir dan laut, yaitu antara lain menangkap sedimen, menstabilkan substrat dasar dan menjernihkan air, produktivitas primer, sumber makanan langsung kebanyakan hewan, habitat

beberapa jenis hewan air yang bernilai komersial tinggi, seperti ikan dan udang (Supriharyono, 2000)

Pencemaran laut yang terjadi dapat mempengaruhi kehidupan lamun secara langsung. Seperti misalnya tumpahan minyak yang menyebabkan adanya lapisan minyak pada daun lamun yang dapat menghalangi proses fotosintesa. Pencemaran yang terjadi pada ekosistem padang lamun tidak hanya berpengaruh pada padang lamun saja, melainkan juga aktivitas biologi makhluk hidup/ organisme laut yang hidupnya bergantung pada ekosistem padang lamun. Termasuk juga kehidupan di luar daerah padang lamun, karena sirkulasi air laut akan dapat mengangkut hasil metabolisme lamun ke luar daerah padang lamun. Selain itu, akumulasi polutan pada padang lamun melalui proses biomagnifikasi dapat terjadi akibat pencemaran limbah industri (terutama logam berat) dan limbah pertanian (pestisida/ senyawa organoklorin)

2.4.3. Perhitungan dalam Analisis Indeks Kepekaan Lingkungan (IKL)

Perhitungan tiga komponen (elemen) utama dalam analisis indeks kepekaan lingkungan, seperti yang telah disebutkan sebelumnya, akan menghasilkan masing-masing nilai yaitu Nilai Kerentanan (NK), Nilai Ekologis (NE) dan Nilai Sosial-Ekonomi (NS). Selanjutnya, IKL merupakan fungsi dari ketiga elemen tersebut. Persamaan dasar dalam analisis IKL ini didasarkan kepada teknik yang digunakan oleh PKSPL-IPB (2009), yang merupakan hasil pengembangan dari teknik serupa oleh NOAA (2002). Khusus untuk kriteria Nilai Kerentanan (NK), digunakan kriteria yang dikembangkan oleh Sloan (1993). Selanjutnya, integrasi nilai-nilai tersebut direpresentasikan pada persamaan (2.1).

$$IKL_i = IK * IE * IS \quad (2.1)$$

dimana:

IKL_i = Gabungan/komposit dari indeks kepekaan lingkungan setiap variabel i lingkungan,

NIK = Nilai Indeks Kerentanan,

NIE = Nilai Indeks Ekologis,

NIS = Nilai Indeks Sosial, yang terdiri dari nilai ekonomi (E) dan nilai sosial (S).

Setiap komponen, yaitu kerentanan, ekologi dan sosial memiliki nilai antara 1 (minimum = yang Paling Tidak Peka) sampai 5 (maksimum = yang Paling Peka). Kemudian nilai Komposit IKL (KIKL_i) adalah hasil perkalian antara komponen-komponen tersebut, dimana nilainya berkisar dari 1 (yang paling Tidak Peka) hingga 125 (yang Paling Peka). Formula ini dikembangkan oleh PKSPL-IPB (2009) yang terinspirasi dari NOAA (2000), dan khusus untuk kriteria Indeks Kerentanan, digunakan kriteria yang dikembangkan oleh Sloan (1993).

Kategori Lingkungan Sangat Peka atau Paling Peka merupakan kawasan yang sangat peka terhadap pencemaran minyak, yaitu wilayah dengan sumberdaya pesisir yang mudah rusak akibat tercemar minyak. Selain itu sumberdaya alamnya memiliki produktivitas yang tinggi dan memiliki kontribusi besar terhadap ekosistem dan masyarakat di sekitarnya. Kategori Lingkungan Peka merupakan sumberdaya pesisir yang peka terhadap pencemaran minyak, yaitu sumberdaya yang mudah rusak dan memerlukan waktu yang lama untuk memperbaharainya, sehingga perlu mendapat respon tinggi apabila terkena pencemaran minyak. Sedangkan kategori Lingkungan Kurang Peka merupakan kawasan yang kurang peka terhadap akibat pencemaran minyak. Kategori ini umumnya dicirikan oleh tipe penutupan non mangrove dan pemukiman.

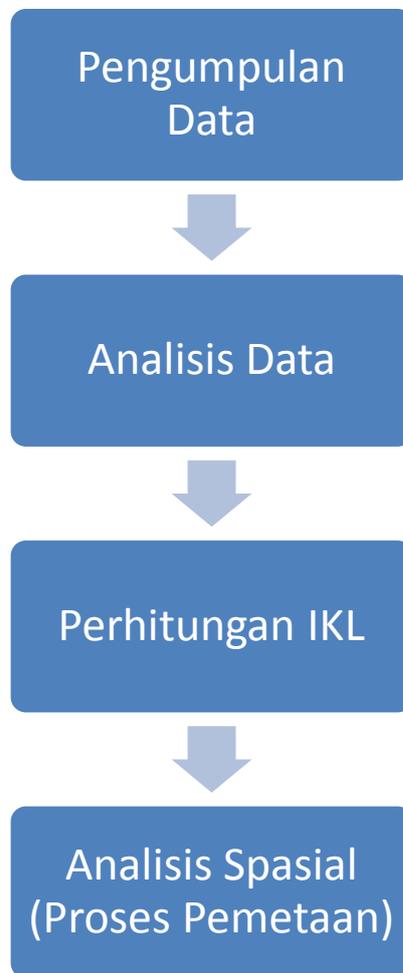
BAB 3

METODOLOGI

Kegiatan “Pembuatan Peta Kepekaan Lingkungan Pesisir dan Laut Teluk Benoa” ini akan dilakukan dengan berbagai pendekatan, perkiraan (estimasi), dan analisis mendalam serta komprehensif terhadap berbagai aspek, antara lain: aspek sumberdaya alam dan lingkungan, sumberdaya manusia, serta sosial ekonomi. Pendekatan studi dari kegiatan ini dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu:

1. Kompilasi data sekunder *time series* dan terbaru yang diterbitkan berbagai lembaga tentang perkembangan kondisi wilayah pesisir dan laut di wilayah studi beserta segenap aspek pengelolaannya termasuk interpretasi citra satelit yang tersedia.
2. Analisis sistem informasi geografis untuk menghasilkan peta unit analisis dalam hal ini untuk memudahkan analisis.
3. Analisis hasil survei lapang dan tabulasi data sekunder, digunakan untuk menghasilkan profil lingkungan dan dijadikan masukan bagi analisis sistem informasi geografis untuk menghasilkan peta-peta tematik sumberdaya pesisir dan laut.
4. Analisis IKL untuk menentukan tingkat kepekaan masing-masing sumberdaya dan ekosistem pesisir dan laut.

Secara umum, metodologi yang digunakan digambarkan pada tahapan pekerjaan yang diberikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Tahapan Kegiatan dalam Pembuatan Peta Kepekaan Lingkungan Pesisir dan Laut Teluk Benoa

3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan baik secara primer dengan metode survei, maupun dengan studi literatur melalui penelusuran data dari berbagai instansi pemerintah, lembaga penelitian, perguruan tinggi, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) dan stakeholder lainnya.

Data yang dikumpulkan meliputi aspek:

1. Aspek geologi, fisik-kimia, dan biologi, antara lain: tipe pantai, kawasan habitat, ekosistem pesisir, sumberdaya perikanan dan sumberdaya hayati lainnya, daerah konservasi, oseanografi, dan lain-lain.
2. Aspek sosial ekonomi budaya, antara lain: demografi/kependudukan, aktivitas ekonomi, adat istiadat, kesehatan, dan lain-lain.
3. Isu-isu pengelolaan, antara lain: degradasi lingkungan, pemanfaatan lahan, kelembagaan, dan sebagainya.
4. Penyusunan IKL ini berbasiskan data spasial, sehingga dibutuhkan data-data spasial seperti peta rupa bumi, peta batimetri, citra satelit, dan lainnya.

Pengumpulan data dilakukan berdasarkan tema seperti tipe pantai, mangrove, lamun atau terumbu karang, estuari, perairan terbuka (perikanan tangkap dan budidaya laut), budidaya tambak ikan/udang, pemukiman, pelabuhan, wisata, kebun/sawah, industri dan sosial ekonomi. Dengan melihat kondisi sumber pencemar (tumpahan minyak) berasal dari laut, maka cakupan studi adalah meliputi wilayah daratan yang berbatasan langsung dengan laut, dan wilayah lautan sampai 12 mil laut sebagai konsentrasi aktivitas nelayan tradisional.

3.2. Analisis Data

Hasil dari pengumpulan data sekunder dan primer selanjutnya dianalisis untuk digunakan dalam penyusunan database kepekaan lingkungan dan selanjutnya diterjemahkan menjadi penggambaran profil lingkungan area studi. Untuk menyusun database kepekaan lingkungan, terdapat 2 (dua) tipe data spasial yang digunakan, yaitu peta dasar dan peta tematik. Peta dasar terdiri dari antara lain garis pantai, jaringan jalan, sungai, dan batas administrasi. Sedangkan peta tematik disusun berdasarkan data karakteristik sumberdaya pada wilayah pesisir, ekosistem buatan dan pemanfaatan lahan lainnya.

3.3. Analisis Indeks Kepekaan Lingkungan (IKL)

IKL menggambarkan nilai kepekaan lingkungan relatif dari masing-masing daerah yang dihitung dan ditampilkan sebagai sebuah peta. Daerah yang diuraikan pada peta kepekaan merupakan integrasi dari tiga komponen utama yaitu Nilai Kerentanan (NK), Nilai Ekologis (NE) dan Nilai Sosial-Ekonomi (NS). Selanjutnya, untuk menentukan tingkat kepekaan lingkungan pesisir terhadap pencemaran tumpahan minyak dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.1).

Parameter-parameter atau kriteria yang dipakai dalam konsep model untuk pemetaan kepekaan lingkungan yang digunakan dalam kegiatan “Pembuatan Peta Kepekaan Lingkungan Pesisir dan Laut Teluk Benoa” diberikan pada Tabel 3.1. Konsep pemetaan tingkat kepekaan lingkungan di wilayah pesisir Teluk Benoa ini disusun berdasarkan data-data yang terkumpul serta mempertimbangkan konsep model yang pernah disusun dan dikembangkan sebelumnya (NOAA, 2000; PKSPL IPB, 2009).

Tabel 3.1. Kriteria kepekaan lingkungan dalam analisis indeks kepekaan lingkungan pesisir dan laut Teluk Benoa

Kriteria	Nilai Kepekaan				
	1	2	3	4	5
Nilai Kerentanan					
Tipe pantai ^a	Pantai bertebing		Pantai berpasir putih		Pantai bermangrove
Kemiringan pantai (%) ^a	> 15.1	10.1 - 15.0	5.1 - 10.0	2.1 – 5.0	< 2
Tingkat pengaruh energi gelombang dan arus pasut ^b	Gelombang laut tinggi (h>1m) dan arus pasut kuat sepanjang musim		Gelombang laut dan arus pasut mampu-nyai pola musiman		Gelombang laut dan arus pasut terlindung morfologi pantai
Nilai Ekologis					
Kerapatan mangrove (Ind/Ha) ^c	<600	600 - <900	900 - <1200	1200 -1500	>1500
Dominasi spesies mangrove ^d	<i>Bruguiera</i>	<i>Lumnitzera, Xylocarpus, Scyphiphora</i>	<i>Rhizophora, Ceriops</i>	<i>Sonneratia, Excoeceria</i>	<i>Avicennia</i>
Tutupan lamun ^e	0-<6,25	6,25-12,5	12,5-25	25-50	50-100
Tutupan terumbu karang ^f	0-10	11-30	31-50	51-75	76-100
Habitat hewan laut dilindungi ^g	Tidak ada				Ada
Nilai Sosial-Ekonomi					
Tempat bernilai penting ^a	Dermaga/ Pelabuhan	Pemukiman	Budidaya	Penangkapan Ikan	Wisata

Sumber:

^aModifikasi dari Sloan (1993)

^bHayes, et.al. (1992)

^cKepmen LH No. 201 Tahun 2004

^dDamar (2008) dalam Wardhani (2011)

^eKepmen LH No. 200 tahun 2004

^fKepmen LH No. 04 Tahun 2001

^gDamar, dkk. (2013)

a. Tipe Pantai

Secara umum tipe pantai dapat dibedakan berdasarkan tipe substrat yang membentuk hamparan pantainya, yaitu pantai berpasir, pantai berlumpur dan pantai berbatu (Hutabarat *et al.* 2009). Tipe substrat atau sedimen menentukan tingkat kemudahan penetrasi minyak ke dalam substrat, sehingga organisme yang ada dapat terkena dampak lebih lama. Penetrasi dan penguburan minyak lebih potensial terjadi pada sedimen yang lepas-lepas daripada yang kompak dan solid (Halls J. dkk. 1997).

b. Kemiringan Pantai

Kemiringan pantai atau lereng merupakan ukuran kecuraman kawasan intertidal antara garis pasang tertinggi dan surut terendah (Halls J. dkk, 1997). Selanjutnya disebutkan juga bahwa kemiringan lereng menentukan kepekaan lingkungan pesisir karena adanya efek pemantulan dan pemecahan gelombang yang dapat mempercepat proses pembersihan alami.

c. Tingkat ekspose gelombang dan pasut

Tingkat dampak tumpahan berkaitan erat dengan tingkat ekspose gelombang dan pasut (Hayes dkk, 1992). Faktor flux energi gelombang dan pasut, adalah faktor utama yang menentukan tingkat energi hidrodinamis pada pesisir. Flux energi gelombang merupakan fungsi tinggi gelombang rata-rata, yang diukur minimal dalam satu tahun. Wilayah pesisir yang terekspose gelombang dan pasut yang kuat lebih cepat pulih, karena wilayah tersebut dapat terbersihkan secara alami oleh kedua flux energi tersebut.

d. Mangrove

Sloan (1993) mengemukakan bahwa minyak secara serius dapat merusak hutan mangrove dan habitat yang berada di dalamnya. Kerusakan yang ditimbulkan oleh tumpahan minyak ini bersifat jangka panjang. Tingkat kerusakan yang ditimbulkan dari cemaran tersebut didasarkan pada tipe sistem perakaran tiap spesies mangrove. Setiap jenis pohon hutan mangrove memberikan respon yang berbeda terhadap pencemaran minyak. Hal ini menjadi salah satu pertimbangan ketika menilai tingkat kerentanan hutan mangrove terhadap bahan pencemar minyak.

Spesies mangrove yang memiliki sistem perakaran paling sensitif jika terjadi tumpahan minyak adalah *Avicennia marina*. Hal ini dikarenakan spesies tersebut memiliki sistem perakaran yang dilengkapi dengan akar nafas (*pneumatofora*). Minyak akan menutupi akar tunjang dan akar nafas sehingga menghalangi transfer oksigen dan mematikan pohon. Walaupun minyak di daerah tropik relatif cepat terurai, tetapi jika terbenam dengan cepat di bawah sistem mangrove, kemungkinan akan tidak terurai selama puluhan tahun dalam lumpur yang halus.

Di sisi lain, Bengen (2004) menyatakan perakaran dengan tipe cakar ayam dilengkapi akar nafas untuk mengambil oksigen dari udara (*Avicennia sp*, *Xylocarpus sp*, dan *Sonneratia spp*) dan tipe perakaran berbentuk penyangga/tongkat yang memiliki lenti sel untuk mengambil oksigen dari udara (*Rhizophora sp*) menjadikan jenis-jenis mangrove tersebut menjadi sangat sensitif dibanding dengan jenis mangrove yang memiliki sistem perakaran papan (*Ceriops spp*) dan jenis mangrove dengan sistem perakaran lutut (*Bruguiera spp*) yang kurang rentan terhadap adanya tumpahan

minyak.

e. Lamun

Pencemaran laut yang terjadi dapat mempengaruhi kehidupan lamun secara langsung. Adanya peristiwa tumpahan minyak dapat menyebabkan adanya lapisan minyak pada daun lamun yang dapat menghalangi proses fotosintesa. Selain itu, tumpahan minyak juga dapat mengakibatkan struktur ekosistem lamun tidak stabil. Jika habitat biota laut tersebut mengalami kerusakan dan berkurang kemungkinan akan terjadi pula penurunan jumlah dan keanekaragaman biota laut dalam jangka waktu tertentu.

f. Terumbu Karang

Pada peristiwa tumpahan minyak di laut, minyak yang tertumpah akan mengalami absorpsi, pertukaran ion, penguapan dan pengendapan. Selain itu, tumpahan minyak akan tersebar di permukaan air laut. Ikawati (2001) mengemukakan bahwa sebagian tumpahan minyak di permukaan akan terseret ke pantai oleh karena adanya arus ataupun gelombang, sedangkan yang melekat pada sedimen akan tenggelam ke dasar laut dan mengenai karang.

Tumpahan minyak tersebut dapat menghentikan proses pembentukan larva pada brooding spesies atau mengecilkan ukuran gamet. Selain itu tumpahan minyak tersebut juga dapat merusak atau menyebabkan kematian karang. Meskipun demikian, tumpahan minyak ini tidak dapat melekat begitu saja pada karang, melainkan tergantung pada efektifitas reaksi pembersihan karang (jenis karang).

g. Habitat hewan dilindungi

Penetapan jenis hewan atau satwa yang dilindungi adalah yang memiliki populasi kecil, penurunan jumlah yang tajam pada jumlah individu di alam, dan persebaran terbatas (endemik) (Tandjung, 1999). Analisis indeks kepekaan lingkungan di wilayah pesisir Teluk Benoa didasarkan pada ada tidaknya habitat hewan yang dilindungi, di luar habitat mangrove, lamun dan terumbu karang.

h. Tempat-tempat bernilai penting

Faktor lain yang juga penting diperhatikan dalam penentuan tingkat kerentanan suatu kawasan terhadap tumpahan minyak adalah terkait dengan sosial-ekonomi. Faktor tersebut adalah tempat-tempat bernilai penting yang sangat berhubungan erat dengan aktivitas sehari-hari masyarakat karena pentingnya peranan yang dimilikinya.

Penentuan tingkat kepekaan lingkungan dari parameter ini terutama didasarkan pada tata guna lahan yang ada. Besarnya skor ditentukan pada tinggi rendahnya nilai sosial ekonomi dari tiap penggunaan lahan. Semakin tinggi nilai sosial ekonominya maka semakin besar skor yang diberikan untuk tingkat kepekaannya terhadap adanya pencemaran.

3.4. Analisis Spasial/Proses Pemetaan

Hasil perhitungan komponen-komponen utama pada analisis kepekaan lingkungan yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya akan ditampilkan pada sebuah peta dengan mengaplikasikan analisis keruangan (spasial) dengan menggunakan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG).

Melalui perancangan database spasial, seluruh sumberdaya alam dan sumberdaya buatan (profil lingkungan) yang terdapat di lokasi studi disusun menjadi beberapa peta tematik. Selanjutnya, dengan menggunakan software Sistem Informasi Geografis, seluruh peta tematik tersebut di-*overlay* sehingga menjadi suatu peta komposit kepekaan lingkungan untuk diinterpretasikan sensitivitasnya berdasarkan kriteria kepekaan lingkungan yang ditetapkan.

Hasil sebaran tingkat kepekaan sumberdaya di wilayah pesisir disajikan pada peta digital dan analog. Klasifikasi tingkat kepekaan digunakan sebagai legenda utama pada Peta Kepekaan Lingkungan ini. Dengan adanya Peta Kepekaan Lingkungan ini maka prioritas penanggulangan kejadian pencemaran minyak akan difokuskan pada area dengan tingkat kepekaan secara berurutan mulai dari “Sangat Peka” hingga “Tidak Peka”.

BAB 4

GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI

4.1. Kondisi Bentang Alam

Teluk Benoa merupakan perairan pasang surut, terletak di belahan selatan pulau Bali. Perairan Benoa paska reklamasi Pulau Serangan merupakan tipologi teluk semi tertutup karena mulut teluk yang menyempit hingga 75%. Secara teoritis, Conservation Internasional Indonesia membagi luas perairan Teluk Benoa yang diukur pada sisi terluar garis pantai adalah 1.988,1 Ha, ke dalam 3 zona yaitu zona 1 (zona dengan garis mulut teluk ditarik dari dermaga Pelabuhan Benoa dan Tanjung Benoa) seluas 1668,3 Ha, zona 2 (zona antara Pelabuhan Benoa dan Pulau Serangan) seluas 231,3 Ha, dan zona 3 (zona antara Suwung Kangin dan Pulau Serangan) seluas 88,5 ha (Conservation International Indonesia (CII), 2013 dalam Suantika, 2014).

4.1.1. Letak Geografi dan Administrasi

Secara administratif, Teluk Benoa terletak di perairan lintas Kabupaten/Kota yaitu Kota Denpasar dan Kabupaten Badung. Kota Denpasar merupakan ibu kota Propinsi Bali terletak di antara 08°35'31" – 08°44'49" Lintang Selatan dan 115°10'23' - 115°16'27" Bujur Timur dengan luas lahan 12.778 Ha atau 2,18% Propinsi Bali. Sedangkan Kabupaten Badung terletak di antara 08° 14'20" - 08° 50'48" Lintang Selatan dan 115° 05'00" - 115° 26'16" Bujur Timur dengan luas area 418,52 km² atau 7,43% Propinsi Bali. Wilayah Teluk Benoa termasuk ke dalam tiga kecamatan yaitu Denpasar Selatan, Kuta dan Kuta Selatan.

Perairan Teluk Benoa dikelilingi oleh 12 desa/kelurahan, masing-masing 6 desa/kelurahan di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung. Desa Benoa yang terletak di Kecamatan Kuta Selatan merupakan desa terluas, sedangkan Sanur Kauh yang terletak di Kecamatan Denpasar Selatan memiliki wilayah tersempit hanya 386 Ha (Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Desa/Kelurahan di Sekitar Teluk Benoa disertai Komposisi Luas Wilayah (dalam Ha)

No	Desa/ Kelurahan	Kecamatan	Luas (Ha)	No	Desa/ Kelurahan	Kecamatan	Luas (Ha)
A	Kota Denpasar			B	Kabupaten Badung		
1	Sanur Kauh	Denpasar Selatan	386	1	Tanjung Benoa	Kuta Selatan	239
2	Sidakarya	Denpasar Selatan	389	2	Benoa	Kuta Selatan	2.828
3	Sesetan	Denpasar Selatan	739	3	Jimbaran	Kuta Selatan	2.030
4	Pedungan	Denpasar Selatan	749	4	Kedonganan	Kuta	191
5	Pemongan	Denpasar Selatan	971	5	Tuban	Kuta	268
6	Serangan	Denpasar Selatan	481	6	Kuta	Kuta	782

Sumber: BPS Provinsi Bali (2012) dalam CII (2013) dalam Suantika (2014)

Ditinjau dari aspek geo-ekonomi, Teluk Benoa berada pada posisi sangat strategis, yakni pada episentrum segitiga emas perekonomian Bali, meliputi kawasan Sanur – Kuta – Nusa Dua sebagai kawasan pariwisata yang sudah berkembang dan maju sebagai pusat pertumbuhan ekonomi berbasis pariwisata, perdagangan dan jasa. Infrastruktur pendukung kawasan Teluk Benoa juga dapat dikatakan paripurna karena mencakup infrastruktur yang sudah lengkap di darat, laut dan udara yakni mencakup jaringan arteri primer dan tol di darat,

Pelabuhan Laut Internasional Teluk Benoa di laut, dan insfastruktur Bandara Internasional Ngurah Rai. Teluk Benoa juga dilengkapi penunjang utilitas yang lain yang lengkap meliputi: jaringan pelayanan energi listrik dari PLTD Pesanggaran, prasarana pengelolaan sampah Sarbagita, jaringan pelayanan air bersih dari IPA Muara Nusa Dua dan termasuk instalasi pengelolaan air limbah dari DSDP (CII, 2013 dalam Suantika, 2014)

Kawasan Perairan Teluk Benoa adalah kawasan ekosistem yang unik karena merupakan kawasan ekosistem estuaria dangkal, dimana sejumlah sungai (Tukad Punggawa, Tukad Balian, Tukad Badung, Tukad Mati, Tukad Soma, Tukad Mumbul dan Tukad Bualu) bermuara di perairan Teluk Benoa. Kondisi esturia ini menciptakan tipologi yang berbeda dengan perairan pantai dangkal lainnya, dimana pada kawasan Teluk Benoa hidup sejumlah komunitas strategis, khususnya komunitas mangrove, padang lamun, makrozoobenthos dan komponen infauna dengan kelimpahan dan keanekaragaman yang tinggi.

4.1.2. Geomorfologi

Berdasarkan Peta Geologi yang dikeluarkan oleh Badan Inventarisasi dan Tata Guna Hutan tahun 1985 (dalam CII, 2013 dalam Suantika, 2014), kawasan pasang surut di dalam dan sekeliling Teluk Benoa dibentuk oleh batuan sedimen aluvium dengan jenis batuan undak dan terumbu karang, dengan jenis tanah Regosol coklat kelabu, aluvial Hidromorf yang tersebar luas di sekeliling teluk dan barat Tukad Loloan, Pesanggaran, Suwung Kauh, Kelan, Jimbaran, Mumbul, Bualu, sampai Tengkulung, serta tanah Mediteran Coklat yang terdapat di kawasan Tukad Nangka dan Tukad Jantung yang memanjang ke arah timur sampai Bualu. Dasar laut Teluk benoa berupa pasir yang bercampur dengan fraksi dan karang.

Sedimen di dalam Teluk Benoa di bagian utara terdiri atas tanah liat hitam dan pasir berendapan sedimen, mencerminkan masukan aluvium terestrial dari sungai-sungai yang mengalir ke teluk. Ada beranekaragam sedimen yang mengalir ke teluk, ada yang berupa pasir sekasar kerikil sampai pasir berendapan sedimen di pesisirnya. Deposit material dalam teluk sebanyak 55 juta m³ (PT Pelindo III, 1999 dalam CII 2013 dalam Suantika 2014).

Berdasarkan hasil penelitian CII (2013) dalam Suantika (2014), Teluk Benoa merupakan daerah pengendapan sedimen liat dan pasir yang produktif terlebih setelah Reklamasi Pulau Serangan. Sedimentasi liat terakumulasi pada beberapa tempat yaitu bagian barat jalan ke Pelabuhan Benoa dan sebelah selatan TPA Suwung. Sedangkan sedimentasi pasir terakumulasi di sebelah barat pantai Mertasari.

Geologi regional Bali Selatan tersusun oleh beberapa formasi batuan (Purbo Hadiwidjojo, 1972; Danaryanto, 1991; Dinas Pertambangan, 1998 dalam LPPM Unud, 2013 dalam Suantika, 2014) menunjukkan urutan dari tertua ke muda sebagai berikut : 1) Formasi Ulakan, litologi penyusun berupa breksi vulkanik, lava, tufa dengan sisipan lempung napal dan batu gamping, 2) Formasi Selatan, litologi penyusun berupa batu gamping keras dan massif, 3) Formasi Palasari, litologi penyusun berupa konglomerat, batu pasir, bata lanau serpih dan batu gamping, 4) Batuan Vulkanik Kwartir, litologi penyusun berupa tufa, lahar, breksi, kerikil, pasir, debu yang belum kompak, dan 5) Endapan Aluvial, litologi penyusun berupa aluvium. Endapan aluvial menutupi lapisan bagian atas, dengan butiran kasar-halus sehingga cepat dapat meloloskan air. Pada kedalaman lebih 10 m batuan telah berubah susunannya, materi penyusunnya berupa material lepas dari berbagai ukuran butir.

4.1.3. Hidrologi

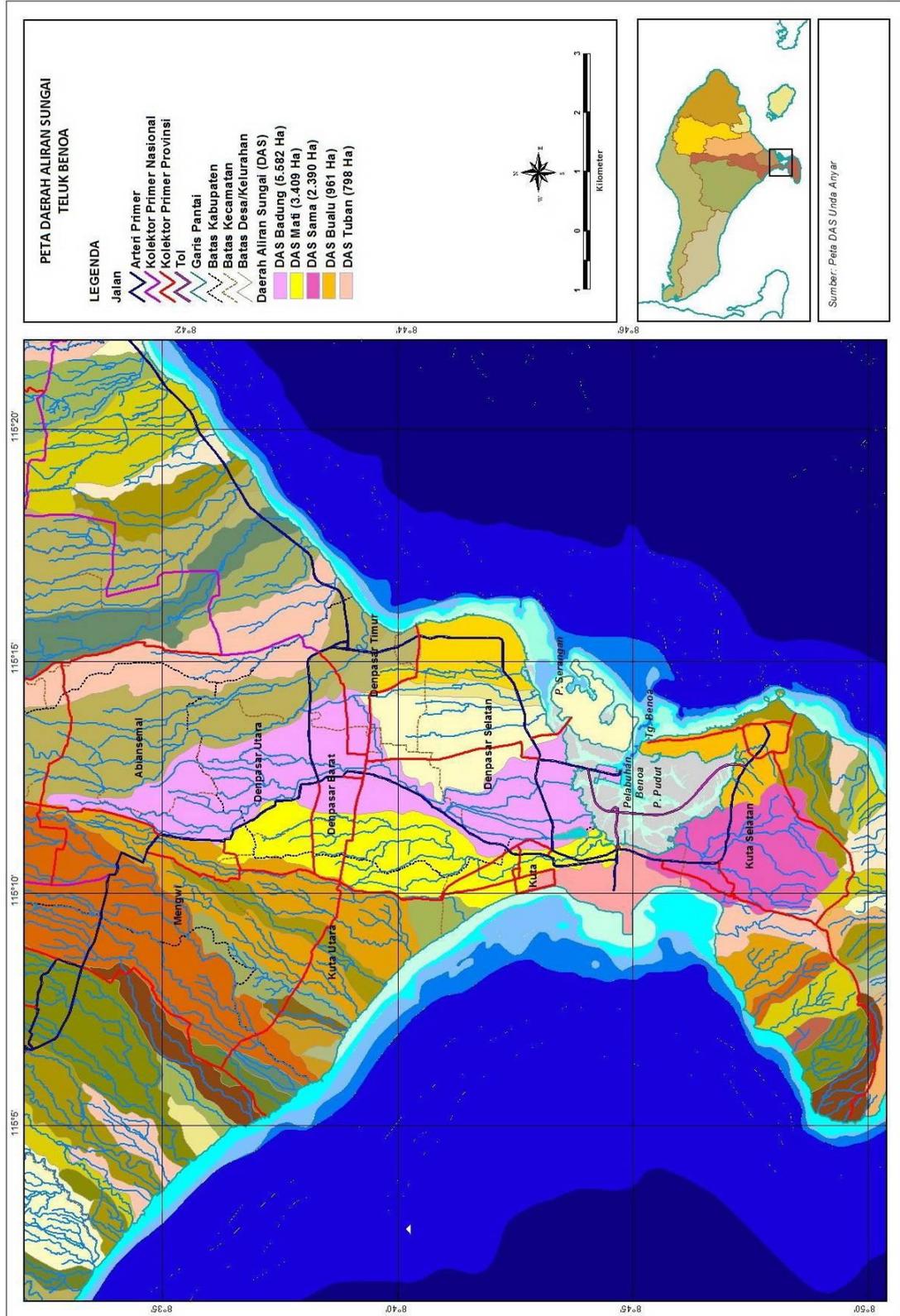
Teluk Benoa merupakan reservoir atau tampungan banjir aliran permukaan daerah sekitarnya. Ada 3 sub aliran sungai utama yang bermuara di Teluk Benoa yakni : 1) Sungai (Tukad) Badung, yang melintasi wilayah Kabupaten Badung dan Kota Denpasar. Sungai ini memiliki panjang 19 km dan luas daerah aliran sungai (DAS) adalah 22,55 km². Sungai Badung yang melintasi Kota Denpasar melalui Kelurahan Ubung, Br. Lumintang, Kel. Dauh Puri, Pemecutan, Pedungan dan Pemogan, 2) Sungai (Tukad) Mati, mempunyai panjang aliran lebih kurang 10,5 km² yang melintasi Kota Denpasar, melalui Desa Padang Sambian Kaja, Desa Tegal Harum dan Desa Padang Sambian Kelod, dan 3) Sungai (Tukad) Teba dengan hulu di Kelurahan Ubung melintasi Desa Pemecutan Kaja, Desa Tegal Kerta, dan Desa Pemecutan Kelod (Gambar 4.1). Panjang DAS Teba lebih kurang 7,5 km mulai dari Kelurahan Ubung yang dianggap sebagai segmen/bagian hulu, kemudian melintasi Desa Tegal Kerta, Monang-maning yang dianggap sebagai segmen tengah dan Pemecutan Kelod sebagai segmen hilir.

Disamping tiga DAS utama tersebut juga terdapat 3 yang lain yang bermuara di Teluk Benoa yakni: DAS Tuban dengan luas 7,98 km², yang meliputi wilayah kelurahan Kuta, Tuban dan Kedonganan, DAS Sama yang memiliki Tukad Sama sebagai sungai utama yang merupakan sungai interintermitten yang mengalir dari daerah perbukitan di Kelurahan Jimbaran, Benoa, Ungasan dan Kutuh dengan luas DAS 23,90 km², dan DAS Bualu memiliki sungai Bualu sebagai sungai utama sebagai sungai intermiten yang mengalir di daerah Kelurahan Benoa dan Tanjung Benoa dengan luas DAS 9, 61 km² (CII, 2013 dalam Suantika, 2014).

Perairan Teluk Benoa Bali merupakan ekosistem pesisir yang unik, karena merupakan ekosistem estuaria dangkal, dimana sejumlah sungai (Tukad Punggawa, Tukad Balian, Tukad Badung, Tukad Mati, Tukad Soma, Tukad Mumbul dan Tukad Bualu) bermuara di perairan Teluk Benoa. Kondisi esturia ini menciptakan tipologi habitat yang berbeda perairan pantai dangkal lainnya, dimana dikawasan Teluk Benoa hidup sejumlah komunitas strategis, khususnya komunitas mangrove, padang lamun, makrozoobenthos dan komponen infauna

dengan kelimpahan dan keragaman yang tinggi. Ekosistem Teluk Benoa merupakan kawasan strategis karena secara dimensi ekologis fungsional sebagai tempat mencari makanan dan daerah asuhan bagi beberapa komoditi penting perikanan (udang, kepiting, ikan kakap, dan lain-lain) (LPPM Unud, 2013 dalam Suantika, 2014).

Selain sungai-sungai yang bermuara langsung di dalam teluk, terdapat lagi beberapa sungai yang mempengaruhi Teluk Benoa di sisi luar bagian utara sebagai sungai yang berasal dari alur rawa yakni: Tukad Loloan, Tukad Ngenjung, Tukad Punggawa, dan Tukad Buaji. Tukad Loloan memiliki panjang 3,75 km, mengalir sekitar Belanjong Sanur dan Suwung Kangin yang bermuara di pantai perbatasan antara Sanur Kauh dan Sidakarya. Sedangkan Tukad Ngenjung memiliki panjang 2,15 km, mengalir di sebelah barat Tukad Loloan di Suwung Kangin dan bermuara di pantai selatan. Tukad Punggawa memiliki panjang 6,55 km, mengalir sekitar Suwung Kangin dan bermuara di perbatasan antara Sidakarya dan Ssetan. Tukad Buaji, mengalir di daerah perbatasan antara Sidakarya dan Ssetan dan bermuara di Tukad Punggawa sekitar jalan by pass Ngurah Rai (CII, 2013 dalam Suantika, 2014).



Gambar 4.2. Peta Daerah Aliran Sungai di Teluk Benoa (Sumber: Conservation National Indonesia, 2014)

4.2. Sosial, Ekonomi dan Budaya

Komponen sosial ekonomi dan budaya didasarkan kepada data sekunder dari kecamatan Kuta dalam Angka (2010), Kecamatan Kuta Selatan dalam Angka (2010), dan Kecamatan Denpasar Barat dalam Angka (2010) dengan wilayah meliputi tujuh desa/kelurahan, yaitu Kelurahan Benoa, Tanjung Benoa, dan Jimbaran di Kecamatan Kuta Selatan; Kelurahan Kedonganan, Kuta dan Tuban di Kecamatan Kuta; dan Kelurahan Pedungan di Kecamatan Denpasar Selatan.

4.2.1. Kependudukan

Berdasarkan data Kecamatan Kuta Selatan Dalam Angka (2010), Kecamatan Kuta Dalam Angka (2010) dan Kecamatan Denpasar Selatan Dalam Angka (2010), komposisi penduduk adalah sebagai berikut: kelurahan yang paling luas wilayahnya adalah Kelurahan Benoa yaitu seluas 28,28 km² dengan jumlah penduduk 21.388 jiwa dengan kepadatan penduduk paling rendah, yaitu 756 jiwa/km². Kelurahan yang paling sempit adalah Kelurahan Kedonganan yaitu seluas 1,91 km², namun kepadatan penduduk jauh melebihi Kelurahan Benoa, yaitu 2.952 jiwa/km².

Kelurahan yang penduduknya paling padat adalah Kelurahan Tuban. Bila dilihat dari komposisi penduduk berdasarkan kelompok umur, dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu kelompok usia produktif dan usia non produktif. Kelompok usia produktif adalah penduduk dengan usia 25-64 tahun, sedangkan kelompok non produktif adalah penduduk dengan usia 0-14 tahun dan pada usia diatas 64 tahun. Dari data tersebut di atas dapat diketahui jumlah penduduk pada usia produktif dari seluruh kelurahan yang ditinjau adalah 75.135 jiwa, sedangkan usia non produktif (0-14 tahun dan diatas 64 tahun) adalah 29.367 jiwa. Dari data tersebut angka ketergantungan, yaitu setiap 100 orang pada usia produktif harus menanggung 26-44 orang usia non produktif.

4.2.2. Sosial Ekonomi

Sesuai dengan data Kecamatan Kuta, Kuta Selatan dan Denpasar Selatan Dalam Angka (2010), komposisi penduduk berdasarkan mata pencahariannya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Komposisi penduduk berdasarkan mata pencahariannya

No	Desa/ Kelurahan	Kedonganan	Tuban	Kuta	Benoa	Tanjung Benoa	Jimbaran	Pedungan
1	Pertanian	-	-	50	10.864	2.846	17.786	157
2	Peternakan	30	18	-	1447	123	987	428
3	Perikanan	1.852	-	-	-	-	-	-
4	Perkebunan	-	-	-	-	-	-	-
5	Perdagangan	1.455	-	-	-	-	-	-
6	Industri	167	-	-	-	-	-	-
7	Pertambangan	-	-	-	-	-	-	-
8	Angkutan	65	-	-	-	-	-	-
9	Pemerintah	13	100	55	3877	408	779	987
10	Lainnya	51	355	32	186	28	67	733

Sumber: Kecamatan Kuta dalam Angka (2010) ; Kecamatan Kuta Selatan dalam Angka (2010); Kecamatan Denpasar Selatan dalam angka (2010)

4.2.3. Sosial Budaya

1. Sistem Kepercayaan, Tata Nilai dan Sikap Masyarakat Terhadap Lingkungan

Berdasarkan kajian LPPM Unud (2013) dalam Suantika (2014) dapat diketahui bahwa sistem kepercayaan di wilayah sekitar Teluk Benoa secara tegas menganut ajaran-ajaran agama Hindu. Sistem kepercayaan yang dianut adalah Panca Sradha yang terdiri dari Brahman (Percaya adanya Tuhan Yang Maha Esa); Atman (percaya akan adanya atman); Kamaphala (percaya akan adanya karma atau buah dari perbuatan); Samsara (percaya akan adanya reinkarnasi); dan

Moksa (percaya terhadap adanya penyatuan kembali dengan sumbernya, yaitu Tuhan dengan alam semesta).

Struktur tata ruang tradisional yang dimiliki masyarakat desa/kelurahan di wilayah sekitar Teluk Benoa tidak berbeda dengan masyarakat Bali lainnya yang membedakan kawasan yang bernilai utama di hulu, madya di tengah, dan nista di hilir atau disebut dengan istilah teben. Susunan ini berpola Tri Mandala yang didasari konsep Tri Hita Karana.

Norma-norma yang berlaku di semua desa/kelurahan di wilayah sekitar Teluk Benoa berupa norma-norma adat telah tertulis dalam bentuk peraturan desa pekraman dalam bentuk awig-awig dengan perarem, maupun yang tidak tertulis, masih secara kuat mengikat tingkah laku dan perbuatan masyarakat. Norma-norma yang dimiliki yang bersumber pada agama Hindu sangat berperan dalam menjaga segala pikiran, perkataan dan perbuatan manusia (LPPM Unud, 2013 dalam Suantika, 2014).

Masyarakat Bali pada umumnya menganggap makro-cosmos (alam semesta) sebagai sumber kehidupan dan lingkungan hidup yang sesuai dan serasi dengan manusia sebagai penghuninya. Karena itu masyarakat di dalam membangun lingkungan hidup buaatannya berusaha agar sejalan dengan makro cosmos. Karena makro cosmos tidak terbatas baik dimensi maupun bentuknya, nampaknya sulit untuk diterima. Karena itu dicari pendekatan lain yaitu adanya perbandingan antara macro cosmos dengan micro cosmos.

Kedua hal tersebut diyakini memiliki kesepadanan nilai dan kesamaan susunan unsur, hanya skalanya berbeda. Keduanya memiliki 3 susunan unsur yaitu, unsur zat penghidup (sukma) yang disebut atma pada diri manusia; unsur tenaga dalam diri manusia yang disebut prana dan unsur fisik (badan kasar) atau jasad yang disebut angga sarira. Unsur fisik ini sepadan dan sama-sama dapat dibagi tiga, yang disebut dengan Tri Angga yang terdiri dari kepala, badan dan anggota (kaki) untuk mikro cosmos dan Tri Loka (Bhur, Bwah, Swah) Untuk macro cosmos yang masing-masing berniali utama, madya dan nista.

2. Agama

Bila dilihat dari komposisi penduduk berdasarkan agamanya, terlihat bahwa di wilayah sekitar Teluk Benoa jumlah penduduk yang beragama Hindu merupakan penduduk yang dominan, yaitu 78,8% (78.907 jiwa). Penduduk yang menganut agama lainnya seperti agama Islam 15,4% (15.402 jiwa); Agama Katholik 2,3% (2.313 jiwa); agama Kristen 2,1% (2.130 jiwa) merupakan penganut agama yang minoritas.

Di seluruh wilayah sekitar Teluk Benoa terdapat berbagai jenis prasarana ibadah meliputi: pura (tempat ibadah umat Hindu) sebanyak 134 buah (81,7%), mesjid dan langgar (tempat ibadah umat Islam 17 buah (10,3%), gereja (tempat ibadah umat Kristen dan Katolik sebanyak 9 buah (5,9%) dan wihara (tempat ibadah umat Budha 4 buah (2,4%) (Kecamatan Kuta Dalam dalam Angka, 2010; Kecamatan Kuta Selatan dalam Angka, 2010 ; Kecamatan Denpasar Selatan dalam Angka, 2010).

3. Stratifikasi sosial, Kelembagaan, Kontak Masyarakat dengan Budaya Lain,

Secara umum stratifikasi sosial tradisional lapisan masyarakat di Bali didasarkan kepada empat kelompok profesi yang dinamakan "Catur Warna" yaitu: Brahmana (kelompok yang berprofesi kerohanian); Ksatria (penguasa, pejabat, perwira); Wesya (kelompok pedagang, jasa, dan ketrampilan) dan Sudra (kelompok pekerja) (LPPM Unud, 2013 dalam Suantika, 2014).

Bali pada umumnya memiliki dua jenis kelembagaan, yaitu kelembagaan adat dan kelembagaan tradisional serta kelembagaan modern. Kelembagaan adat dan kelembagaan tradisional ada dua tingkat yaitu desa pekraman dan banjar pekraman. Desa pekraman terikat pada peringkat peribadatan yang jumlahnya tiga yang disebut tri kahyangan yang terdiri dari Pura Desa, Pura Puseh dan Pura Dalem. Desa Pekraman terdiri dari Banjar Pekraman yang setingkat dengan dusun/lingkungan. Kelembagaan modern ada dalam dua tingkatan yaitu desa/kelurahan dan dusun/lingkungan, yang merupakan lembaga yang

menekankan pada unsur kedinasan dan pelayanan kepada masyarakat (LPPM Unud, 2013 dalam Suantika, 2014).

BAB 5

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Profil Lingkungan Wilayah Studi

5.1.1. Tipe Pantai di Teluk Benoa

Pantai adalah gambaran nyata interaksi dinamis antara faktor geofisika (hujan, angin, arus, gelombang dan pasang surut) dan geologi (meliputi topografi, ketahanan litologi, hidrologi, aktivitas gunung api, tektonik dan proses sedimentasi), serta faktor aktivitas manusia yang meliputi pengambilan material baik di lepas pantai, pantai dan daratan, bangunan pantai, serta aktivitas pembangunan di darat. Interaksi antara beberapa faktor tersebut di atas menghasilkan karakteristik pantai yang berbeda antara pantai yang satu dengan lainnya.

Pantai di wilayah pesisir Teluk Benoa secara keseluruhan memiliki karakteristik fisik pantai yang hampir sama, yaitu pantai bermangrove (Gambar 5.1) yang dicirikan oleh vegetasi mangrove dan asosiasinya berupa endapan aluvial dan berlumpur (BAPPEDA Kota Denpasar, 2015 dan BAPPEDA Kabupaten Badung, 2013). Selain itu, pantai landai berpasir terdapat di pesisir Kelurahan Benoa dan Serangan. Sebagian besar pantai berpasir di Pulau Serangan merupakan hasil reklamasi, dari luas sebelumnya 112 ha hingga saat ini adalah 381 ha. Sedangkan pantai tembok/revetment, pantai yang telah dilakukan pengamanan terhadap erosi/abrasi, terdapat di Tanjung Benoa dengan panjang sekitar 1,6 km. Tipologi pantai di wilayah pesisir Teluk Benoa menurut sebarannya disajikan pada Tabel 5.1.

Karakteristik fisik pantai dengan klasifikasi lumpur dapat menahan tumpahan minyak dalam jangka waktu lama. Tingkat kepekaan akan bertambah jika terdapat vegetasi mangrove yang padat seperti yang terdapat di sepanjang pesisir Teluk Benoa. Hal ini dikarenakan fungsi mangrove sebagai perangkap sedimen, sehingga tumpahan minyak yang tertahan dalam vegetasi tersebut akan sulit untuk dibersihkan. Oleh karena itu, apabila pada lokasi tersebut terkena tumpahan minyak dan kondisi cemaran minyak sudah dalam kategori sangat berat maka dapat dilakukan pembakaran dan penebangan vegetasi (Wardhani, dkk., 2011).

Tabel 5.1. Panjang dan tipe pantai di wilayah Teluk Benoa

Unit Analisis	Desa/Kelurahan	Tipe Pantai dan Panjangnya (km)		
		Pantai Berpasir Putih	Pantai Berbatu/Tembok	Pantai Bermangrove
1	Pedungan	-	-	2,2
2	Pemogan	-	-	3,2
3	Kuta	-	-	1,2
4	Tuban	-	-	1,1
5	Kedonganan	-	-	3,3
6	Jimbaran	-	-	2,6
7	Benoa	0,6	-	6,7
8	Tanjung Benoa	1,6	1,5	0,7
9	Serangan	18,3	-	0,3
10	Sesetan	-	-	0,9
11	Sidakarya	-	-	1,6
	Jumlah	23,3	3,5	26,0

Sumber: diolah dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Bali (2011) dalam BAPPEDA Kabupaten Badung (2013)



Gambar 5.1. Salah satu pantai bermangrove di pesisir Teluk Benoa yang terletak di Kelurahan Jimbaran (Sumber: BAPPEDA Kabupaten Badung, 2013)

5.1.2. Kemiringan Pantai

Kemiringan pantai atau lereng menentukan kepekaan lingkungan pesisir karena adanya efek pemantulan dan pemecahan gelombang yang dapat mempercepat proses pembersihan alami. Secara umum morfologi wilayah pesisir Teluk Benoa merupakan dataran rendah dengan kemiringan lereng 0 – 2% (BAPPEDA Kabupaten Badung, 2013 dan BAPPEDA Kota Denpasar, 2015). Berdasarkan pada tingkat kepekaan lingkungan, kawasan dengan karakteristik pantai tersebut diberikan skor 5 atau sangat peka.

5.1.3. Energi Gelombang dan Pasut

Ekosistem teluk yang semi tertutup cenderung memiliki karakteristik fisik yang terbatas, misalnya kecepatan arus yang relatif lamban dan terlindung dari gelombang dengan demikian sirkulasi air sangat terbatas. Demikian juga dengan kondisi hidrodinamis di Teluk Benoa. Perairan Teluk Benoa paska reklamasi Pulau Serangan, teridentifikasi sebagai perairan teluk semi tertutup (CII, 2013 dalam Suantika, 2014), didalamnya bermuara empat buah sungai (Tukad Mati dan Tukad Badung dari sisi utara serta Tukad Suma dan Tukad Bualu dari sisi Selatan). Keberadaan perairan Teluk Benoa yang semi tertutup, ditinjau dari aspek hidrologi merupakan sebuah reservoir atau tampungan aliran permukaan dari DAS hinterland sebelum keluar memasuki perairan laut melalui mulut Teluk yang sempit.

Teluk Benoa merupakan perairan pasang surut (intertidal) dengan tipe pasang surut campuran (*mixed type*) yang dominan ke harian ganda (*mixed semi-diurnal*). Areal sekitar teluk merupakan daerah pantai yang landai. Kedalaman air rata-rata di dalam teluk pada saat pasang lebih kurang 2 m sehingga dengan rentang pasang surut harian mencapai 2,6 m maka sebagian besar dasar perairan tidak tergenangi oleh air pada saat surut (BAPPEDA Kabupaten Badung, 2013).

Selanjutnya, dari model penjalaran gelombang pada studi yang telah dilakukan sebelumnya (BAPPEDA Denpasar, 2015), penjalaran gelombang datang dari tenggara dimana gelombang ini berubah penjalarannya ketika memasuki area perairan dangkal, yaitu terjadi proses refraksi (pembelokan gelombang ketika mencapai daerah dangkal). Terdapat dua jenis refraksi konvergensi dimana energi gelombang menghantam daerah tanjung serta refraksi divergensi yaitu energi menyebar sehingga energi gelombang

berkurang ketika gelombang menjalar ke daerah teluk Benoa. Berdasarkan pada tingkat kepekaan lingkungan, kawasan dengan karakteristik gelombang dan pasut tersebut diberikan skor 5 atau sangat peka.

5.1.4. Ekosistem Mangrove di Teluk Benoa

Teluk Benoa merupakan kawasan penyebaran hutan mangrove terluas di Bali. Hutan mangrove tumbuh melingkari sisi Teluk Benoa mulai dari Tukad Loloan sampai Tanjung Benoa dan sebagian terdapat di Pulau Serangan. Luas kawasan hutan mangrove di Teluk Benoa mencapai 62,9 % dari luas keseluruhan hutan mangrove di Bali. Sebarannya meliputi wilayah Kota Denpasar seluas 641 Ha dan Kabupaten Badung 753,5 Ha (BP DAS Unda Anyar, 2008 dalam Yudha, 2015), seperti ditunjukkan pada Tabel 5.2.

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem utama yang berada di Perairan Teluk Benoa, yang dominan ditumbuhi oleh jenis prapat (*Sonneratia alba*) dan merupakan *landmark* sehingga perairan ini lebih dikenal dengan Prapat Benoa. Ekosistem mangrove di perairan Teluk Benoa merupakan kawasan konservasi dengan bentuk pengelolaan Taman Hutan Raya (Tahura) berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan RI Nomor 544/Kpts-II/93 tanggal 25 September 1993, yaitu Taman Hutan Raya Ngurah Rai yang mempunyai luas 1.373,50 hektar yang terbagi atas hutan alam seluas 358,50 Ha dan hutan tanaman seluas 1.015 Ha.

Tabel 5.2. Sebaran Hutan Mangrove di Kawasan Teluk Benoa

No	Kabupaten/Desa/ Kelurahan	Dalam Tahura (Ha)	Luar Tahura (Ha)	Dalam + Luar Tahura (Ha)
a.	Kab. Badung	753,50	0	753,50
1	Tanjung Benoa	39,00	0	39,00
2	Benoa	298,00	0	298,00
3	Jimbaran	173,00	0	173,00
4	Kedonganan	64,50	0	64,50
5	Tuban	53,00	0	53,00
6	Kuta	126,00	0	126,00
b.	Kota Denpasar	620,00	21,00	641,00
1	Pemogan	245,00	0	245,00
2	Pedungan	102,00	21,00	123,00
3	Serangan	98,00	0	98,00
4	Sesetan	53,00	0	53,00
5	Sidakarya	97,00	0	97,00
6	Sanur Kauh	25,00	0	25,00
	TOTAL	1373,50	21,00	1394,50

Sumber: BP DAS Unda Anyar (2008) dalam Yudha (2015)

Di kawasan Tahura Ngurah Rai ditemukan sebanyak 16 jenis mangrove sebagai komponen utama dan cukup banyak jenis mangrove asosiasi lainnya (LPPM Unud, 2013 dalam Suantika, 2014). Secara umum jenis mangrove tersebut adalah *Sonneratia alba*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Rhizophora stylosa*, *Avicennia marina*, *Xylocarpus granatum*, *Excoecaria agalocha*, *Avicennia lanata*, *Ceriops tagal*, *Aegiceras corniculatum*, *Avicennia officinalis*, *Bruguiera cylindrical*, *Sonneratia caseolaris*, *Lumnitzera racemosa*, *Ceriops decandra* dan *Phemphis acidula* (BPDAS Unda Anyar, 2008 dalam Yudha, 2015). Semua jenis mangrove ini adalah jenis mangrove sejati (*true mangrove*). Jenis mangrove dan kerapatannya pada tiap-tiap unit analisis di wilayah studi berdasarkan hasil pengamatan diberikan pada Tabel 5.3.

Mangrove sejati yang mendominasi Teluk Benoa berasal dari family Rhizophoraceae, Sonneraceae dan Avicenniaceae (Gambar 5.2). Ketiga jenis famili tersebut merupakan jenis mangrove penyusun komponen utama ekosistem mangrove (Kitamura *et al*, 1997). Komponen utama merupakan mangrove yang membentuk spesialisasi morfologis, seperti akar udara dan mekanisme fisiologis khusus lainnya, terutama untuk pengeluaran garam agar dapat beradaptasi dengan lingkungan mangrove yang memiliki tingkat salinitas yang tinggi. Secara taksonomi jenis mangrove sejati dari komponen utama merupakan jenis yang berbeda dari tumbuhan darat karena hanya ditemukan di hutan mangrove dan membentuk tegakan murni, tidak pernah bergabung dengan tumbuhan darat.

Jenis komponen utama yang memiliki nilai penting akibat kelangkaannya namun tidak mendominasi adalah jenis *Ceriops decandra* yang ditemukan pada pesisir Pemogan, Kota Denpasar (Gambar 5.3). Jenis ini masuk ke dalam kategori lima jenis umum di Indonesia tetapi langka secara global, sehingga berstatus rentan dan memerlukan perhatian khusus untuk pengelolaannya (Noor *et al*, 2006).

Jenis mangrove lain yang terdapat pada ekosistem mangrove Teluk Benoa merupakan jenis mangrove sejati dari komponen tambahan. Komponen tambahan merupakan jenis mangrove yang jarang membentuk tegakan murni. Jenis ini meliputi jenis *Acrostichum aureum* L., *Aegyceras* sp., *Excoecaria agallocha*, *Hiritiera littolaris*, *Pemphis acidula*, *Xylocarpus* sp. (Gambar 5.4).



(a)

(b)

Gambar 5.2. Famili mangrove sejati yang mendominasi area Teluk Benoa, Bali (a)

Famili Sonneratiaceae (b) Famili Rhizophoraceae

(Sumber: Dokumentasi survey, 2015)



Gambar 5.3. Jenis *Ceriops decandra* yang ditemukan pada pesisir Pemogan, Kota Denpasar

(Sumber: Dokumentasi survey, 2015)

Tabel 5.3. Jenis dan kerapatan mangrove di wilayah studi

Unit Analisis (UA)	Desa/ Kelurahan	Jenis Mangrove ^a	Kerapatan (ind/ha) ^b
1	Pedungan	<i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Rhizophora stylosa</i> , <i>Sonneratia sp.</i> , <i>Bruguiera gymnorhiza</i>	1000-1500
2	Pemogan	<i>Sonneratia alba</i> , <i>Sonneratia caseolaris</i> , <i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Rhizophora stylosa</i> , <i>Rhizophora apiculata</i> , , <i>Avicennia alba</i> , <i>Avicennia marina</i> , <i>Bruguiera gymnorhiza</i> , <i>Avicennia lanata</i> , <i>Avicennia officinalis</i> , <i>Xylocarpus granatum</i> , <i>Aegyceras sp.</i> , <i>Ceriops tagal</i> , <i>Ceriops decandra</i> , <i>Excoecaria agallocha</i> , <i>Xylocarpus moluccensis</i> , <i>Acrostichum aureum</i> , <i>Heritiera littoralis</i> , <i>Lumnitzera sp.</i>	2000-2500
3	Kuta	<i>Sonneratia casiolearis</i> , <i>Sonneratia alba</i> , <i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Rhizophora stylosa</i> , , <i>Excoecaria agallocha</i> , <i>Avicennia alba</i> , <i>Avicennia marina</i> , <i>Lumnitzera sp.</i>	2000-2400
4	Tuban	<i>Avicennia marina</i> , <i>Avicennia alba</i> , <i>Sonneratia alba</i> , <i>Rhizophora stylosa</i> , <i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Xylocarpus granatum</i>	1600-2000
5	Kedonganan	<i>Sonneratia casiolearis</i> , <i>Sonneratia alba</i> , <i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Rhizophora stylosa</i> , <i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Xylocarpus granatum</i> , <i>Bruguiera gimnorhiza</i> , <i>Avicennia alba</i>	2000-2800
6	Jimbaran	<i>Sonneratia alba</i> , <i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Rhizophora stylosa</i> , <i>Xylocarpus granatum</i> , <i>Avicennia alba</i> , <i>Heritiera littoralis</i> , <i>Ceriops sp.</i> , <i>Lumnitzera racemosa</i> , <i>Pemphis acidula</i>	2000-2900
7	Benoa	<i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Rhizophora stylosa</i> , <i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Sonneratia casiolearis</i> , <i>Avicennia alba</i> , <i>Avicennia marina</i> , <i>Sonneratia alba</i> , <i>Xylocarpus granatum</i> , <i>Ceriops tagal</i> , <i>Aegyceras sp.</i> , <i>Lumnitzera racemosa</i> , <i>Acrostichum aureum</i> , <i>Heritiera littoralis</i> , <i>Nypa fruticans</i> , <i>Pemphis acidula</i>	2000-2900

Unit Analisis (UA)	Desa/ Kelurahan	Jenis Mangrove ^a	Kerapatan (ind/ha) ^b
8	Tanjung Benoa	<i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Rhizophora stylosa</i> , <i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Sonneratia alba</i> , <i>Bruguiera gymnorhiza</i> , <i>Lumnitzera sp.</i> , <i>Avicennia marina</i> , <i>Excoecaria agallocha</i> , <i>Acrostichum aureum</i> , <i>Aegyceras sp.</i> , <i>Pemphis acidula</i>	1000-1500
9	Serangan	<i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Rhizophora stylosa</i> , <i>Sonneratia alba</i> , <i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Avicennia alba</i> , <i>Xylocarpus granatum</i> , <i>Excoecaria agallocha</i> , <i>Avicennia marina</i> , <i>Pemphis acidula</i> , <i>Ceriops sp.</i> , <i>Lumnitzera racemosa</i>	800-1200
10	Sesetan	<i>Sonneratia alba</i> , <i>Sonneratia caseolaris</i> , <i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Rhizophora stylosa</i> , <i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Avicennia alba</i> , <i>Avicennia marina</i> , <i>Bruguiera gymnorhiza</i> , <i>Xylocarpus granatum</i> , <i>Aegyceras sp.</i> , <i>Ceriops tagal</i> , <i>Excoecaria agallocha</i> , <i>Xylocarpus moluccensis</i> , <i>Xylocarpus rumphii</i> , <i>Pemphis acidula</i> , <i>Lumnitzera sp.</i>	2000-2500
11	Sidakarya	<i>Sonneratia alba</i> , <i>Sonneratia caseolaris</i> , <i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Rhizophora stylosa</i> , <i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Avicennia alba</i> , <i>Avicennia marina</i> , <i>Bruguiera gymnorhiza</i> , <i>Xylocarpus granatum</i> , <i>Aegyceras sp.</i> , <i>Ceriops tagal</i> , <i>Excoecaria agallocha</i> , <i>Xylocarpus moluccensis</i> , <i>Xylocarpus rumphii</i> , <i>Pemphis acidula</i> , <i>Lumnitzera sp.</i>	2000-2500

Keterangan :

^aSumber: Hasil survey (2015)

^bSumber: BAPPEDA Denpasar (2015) dan hasil analisis menggunakan algoritma NDVI (2015)



Gambar 5.4. Dokumentasi jenis mangrove komponen tambahan di Teluk Benoa, Bali: *Xylocarpus granatum* (atas) dan *Aegyceras* sp. (bawah)
(Sumber: Dokumentasi survey, 2015)

Ekosistem mangrove juga memiliki komponen asosiasi mangrove, dimana jenis ini merupakan jenis yang tidak pernah tumbuh dalam lingkungan mangrove sejati dan hidup pada area tepi ekosistem mangrove berdekatan dengan tumbuhan darat. Jenis tumbuhan asosiasi mangrove merupakan jenis barrier antara mangrove sejati dengan lingkungan darat. Jenis asosiasi mangrove umumnya tidak mampu mentolerir kisaran salinitas yang tinggi seperti jenis mangrove sejati. Jenis-jenis asosiasi mangrove yang ditemukan di Teluk Benoa, Bali disajikan pada Gambar 5.5 dan Tabel 5.4.



Gambar 5.5. Jenis asosiasi mangrove yang terdapat di Teluk Benoa, Bali: jenis *Derris trifoliata* (atas) dan jenis *Sesuvium portulacastrum* (bawah)
(Sumber: Dokumentasi survey, 2015)

Sebelumnya, kawasan hutan yang masuk dalam RTK 10 ini berstatus sebagai Taman Wisata Alam Prapat Benoa-Suwung berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan RI Nomor: 885/Kpts-II/92 tanggal 8 September 1992. Sedangkan seluas 21 ha hutan mangrove yang berlokasi di sekitar Pelabuhan Benoa (termasuk wilayah Desa Pedungan) sebagai hasil *replanting* merupakan hutan mangrove di luar kawasan hutan. (Kajian Modeling Dampak Perubahan Fungsi Teluk Benoa untuk Sistem Pendukung Keputusan (Decision Support System) dalam jejaring KKP Bali, 2014 dalam Yudha, 2015).

Tabel 5.4. Jenis asosiasi mangrove di kawasan Teluk Benoa, Bali

No	Jenis Mangrove
1	<i>Acanthus ilicifolius L.</i>
2	<i>Barringtonia asiatica</i>
3	<i>Callophylum inophyllum</i>
4	<i>Calotropis gigantea</i>
5	<i>Clerodendron inerme</i>
6	<i>Derris trifoliata</i>
7	<i>Finlaysonia maritima</i>
8	<i>Hibiscus tiliaceus</i>
9	<i>Ipomoea pes-caprae</i>
10	<i>Pandanus tectorius</i>
11	<i>Pongamia pinnata</i>
12	<i>Sesuvium portulacastrum</i>
13	<i>Spinifex littoreus</i>
14	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>
15	<i>Terminalia catappa</i>
16	<i>Thespesia populnea</i>
17	<i>Vitex ovata Thumb.</i>

Sebelum ditetapkan sebagai Tahura, kawasan hutan mangrove di Teluk Benoa, khususnya di wilayah pesisir Kota Denpasar, mengalami kerusakan karena sebagian besar hutan ditebangi untuk kebutuhan kayu bakar. Kerusakan semakin parah karena pemerintah pada tahun 1974 memberikan ijin pinjam pakai untuk kegiatan reboisasi dengan sistem tumpang sari seluas 306 ha. Berkembangnya industri pertambakan pada tahun 1980-an, ijin pakai berkembang menjadi pengelolaan tambak intensif dan terjadi pula perluasan tambak mencapai 334,06 ha. Pada tahun 1988, Menteri Kehutanan mencabut ijin pinjam pakai dan tahun 1990 Gubernur Bali mengeluarkan intruksi untuk melaksanakan reboisasi di lokasi bekas tambak sekurang-kurang 100 ha/tahun sampai tahun 1993.

Pemantauan perubahan luasan hutan mangrove di Tahura Ngurah Rai yang dilakukan oleh Nuarsa *et al* dengan menggunakan citra Landsat TM tahun 1994 dan citra Landsat ETM tahun 2003 menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan luasan tanaman mangrove dari luas 486.81 ha pada tahun 1994 menjadi 853.56 ha pada tahun 2003. Hasil penelitian Dilaga (2008) menggunakan citra Landsat ETM tahun 2006 menunjukkan bahwa luasan tanaman mangrove pada tahun 2006 telah meningkat menjadi sebesar 975.42 ha. Keadaan ini menunjukkan bahwa dalam jangka 12 tahun luasan tanaman mangrove telah meningkat luasnya sebesar 488.61 ha atau dengan kecepatan pertumbuhannya mencapai 40.72 ha per tahun.

Hutan mangrove menyediakan berbagai habitat bagi berbagai fauna. Fauna yang terdapat di ekosistem mangrove merupakan perpaduan antara fauna terestrial, peralihan dan perairan. Oleh karena itu secara umum, komunitas fauna hutan mangrove Teluk Benoa membentuk pencampuran antara 2 kelompok yaitu: (1) Kelompok fauna daratan/terestrial yang umumnya menempati bagian atas pohon mangrove terdiri atas: insekta, ular, primata, dan burung, serta (2) Kelompok fauna perairan/akuatik, seperti jenis ikan, udang, kepiting, kerang dan berbagai jenis avertebrata lain.

Selanjutnya, sesuai dengan studi sebelumnya, hasil pengamatan lapangan menunjukkan biota yang berasosiasi dengan habitat mangrove yang terdapat di Teluk Benoa beranekaragam, mulai dari jenis insekta, amphibia, reptil, mamalia dan burung. Berdasarkan hasil pengamatan ditemukan 38 jenis burung yang berasosiasi dengan habitat mangrove di kawasan Teluk Benoa, dimana 13 diantaranya adalah burung yang dilindungi Peraturan Republik Indonesia, seperti ditunjukkan pada Tabel

5.5. Dokumentasi pengamatan ditunjukkan pada Gambar 5.6 dan 5.7.

Menurut Sukmantoro (2007), perundang-undangan Indonesia yang menyatakan peraturan perlindungan terhadap keanekaragaman flora-fauna dan pengawetannya adalah PP. No 7 Tahun 1999 yang mengacu pada UU. No 5 Tahun 1990 yang melindungi burung dengan sifat endemik pada suatu daerah (persebaran terbatas), mempunyai populasi yang kecil dan terdapat penurunan yang tajam pada jumlah individu di alam. UU No. 5 tahun 1990 menjelaskan mengenai permasalahan jenis tumbuhan dan satwa terdiri dari tumbuhan dan satwa yang dilindungi dan tidak dilindungi. Tumbuhan dan satwa yang dilindungi merupakan tumbuhan dan satwa dengan populasi sedikit dan hampir punah (Moerdiono, 1990).

Peraturan Pemerintah No. 7 Tahun 1999 lebih lanjut menjelaskan tentang tujuan pengawetan tumbuhan dan satwa sebagai upaya untuk menghindari bahaya kepunahan, menjaga kemurnian genetik, keanekaragaman jenis dan keseimbangan ekosistem untuk pemanfaatan berkelanjutan. Selain hal tersebut, penetapan jenis tumbuhan dan satwa yang dilindungi adalah yang memiliki populasi kecil, penurunan jumlah yang tajam pada jumlah individu di alam, dan persebaran terbatas (endemik) (Tandjung, 1999).

Tabel 5.5. Jenis-jenis Burung di Kawasan Teluk Benoa, Bali

No.	Famili	Nama Spesies	Nama Indonesia	Nama Inggris	Status*
1	<i>Apodidae</i>	<i>Collocalia esculenta</i>	Walet sapi	Glossy Swiftlet	
2	<i>Apodidae</i>	<i>Collocalia linchi</i>	Walet linchi	Cave Swiftlet	
3	<i>Apodidae</i>	<i>Apus nipalensis</i>	kapinis rumah	House Swift	
4	<i>Ardeidae</i>	<i>Ardea cinerea</i>	Cangak abu	Grey Heron	AB
5	<i>Ardeidae</i>	<i>Ardea purpurea</i>	Cangak merah	Purple Heron	AB
6	<i>Ardeidae</i>	<i>Ardeola speciosa</i>	Blekok Sawah	Javan Pond Heron	B
7	<i>Ardeidae</i>	<i>Egretta intermedia</i>	Kuntul Perak	Cattle Egret	AB
8	<i>Ardeidae</i>	<i>Egretta garzetta</i>	Kuntul Kecil	Little Egret	AB
9	<i>Ardeidae</i>	<i>Ixobrychus eurhythmus</i>	Bambangan Coklat	Schrenk's Bittern	
10	<i>Cuculidae</i>	<i>Centropus bengalensis</i>	Bubut alang-alang	Lesser Coucal	
11	<i>Estrildidae</i>	<i>Passer montanus</i>	Burung gereja erasia	Eurasian Tree Sparrow	
12	<i>Hirundinidae</i>	<i>Hirundo tahitica</i>	Layang-layang batu	Pacific Swallow	
13	<i>Meropidae</i>	<i>Merops leschenaulti</i>	Kirik-kirik senja	Chestnut-headed Bee-eater	
14	<i>Meropidae</i>	<i>Merops philippinus</i>	Kirik-kirik laut	Blue-tailed Bee-eater	
15	<i>Rallidae</i>	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	Kareo padi	White-breasted Waterhen	
16	<i>Rallidae</i>	<i>Gallinula chloropus</i>	Mandar Batu	Common Moorhen	
17	<i>Rallidae</i>	<i>Poliolimnas cinerea</i>	Tikusan alis-putih	White-browed Crake	
18	<i>Rallidae</i>	<i>Porzana fusca</i>	Tikusan Merah	Ruddy-breasted Crake	
19	<i>Silviidae</i>	<i>Prinia flaviventris</i>	Perenjak rawa	Plain Prinia	
20	<i>Silviidae</i>	<i>Acrocephalus stentoreus</i>	Kerak basi ramai	Clamorous Reed Warbler	
21	<i>Frigatidae</i>	<i>Fregata andrewsi</i>	Cikalang christmas	Christmas Frigatebird	AB
22	<i>Rhipiduridae</i>	<i>Rhipidura javanica</i>	Kipasan belang	Pied Fantail	
23	<i>Caprimulgidae</i>	<i>Caprimulgus macrurus</i>	Cabak Maling	Large-tailed Nightjar	

No.	Famili	Nama Spesies	Nama Indonesia	Nama Inggris	Status*
24	<i>Acanthizidae</i>	<i>Gerygone sulphurea</i>	Remetuk Laut	Golden-bellied Geryone	
25	<i>Alcedinidae</i>	<i>Halcyon chloris</i>	Cekakak Sungai	Collared Kingfisher	AB
26	<i>Alcedinidae</i>	<i>Halcyon sancta</i>	Cekakak australia	Sacred Kingfisher	AB
27	<i>Alcedinidae</i>	<i>Alcedo coerulescens</i>	Rajaudang Biru	Cerulean Kingfisher	AB
28	<i>Columbidae</i>	<i>Streptopelia chinensis</i>	Tekukur Biasa	Spotted Dove	
29	<i>Corvidae</i>	<i>Corvus enca</i>	Gagak hutan	Slender-billed Crow	
30	<i>Scolopacidae</i>	<i>Tringa totanus</i>	Trinil Kaki-merah	Common Redshank	
31	<i>Scolopacidae</i>	<i>Actitis hypoleucos</i>	Trinil Pantai	Common Sandpiper	
32	<i>Scolopacidae</i>	<i>Numenius phaeopus</i>	Gajahan Penggala	Whimbrel	AB
33	<i>Scolopacidae</i>	<i>Numenius minutus</i>	Gajahan Kecil	Little Curlew	AB
34	<i>Scolopacidae</i>	<i>Numenius arquata</i>	Gajahan Erasia	Eurasian Curlew	AB
35	<i>Phalacrocoracidae</i>	<i>Phalacrocorax niger</i>	Pecukpadi Kecil	Little Cormorant	
36	<i>Phalacrocoracidae</i>	<i>Phalacrocorax melanoleucos</i>	Pecukpadi Belang	Little Pied Cormorant	
37	<i>Laridae</i>	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Daralaut Tiram	Gull-billed Tern	AB
38	<i>Accipitridae</i>	<i>Pandion haliaetus</i>	Elang Tiram	Osprey	

*Status perlindungan dalam Peraturan Republik Indonesia (A. UU No. 5 tahun 1990; B. PP No. 7 tahun 1999)

Sumber: Hasil survey, 2015



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 5.6. Jenis burung yang teramati di Teluk Benoa, Bali: (a) Spesies *Pandion haliaetus*, (b) Spesies *Egretta garzetta*, (c) Spesies *Phalacrocorax melanoleucos*, dan (d) Spesies *Numenius arquata*

(Sumber: Dokumentasi survey, 2015)



(a)



(b)

Gambar 5.7. Jenis burung yang teramati di Teluk Benoa, Bali: (a) Spesies *Alcedo coerulescens*, dan (b) Spesies *Egretta intermedia*

(Sumber: Dokumentasi survey, 2015)

Keberadaan hutan mangrove Teluk Benoa memiliki peran yang sangat penting secara fisik, ekologi maupun ekonomi. Secara fisik, hutan mangrove merupakan pelindung daratan dari erosi/abrasi pantai, sistem filter yang melindungi terumbu karang dan padang lamun dari ancaman kerusakan sedimentasi sampah dan air limbah yang berasal dari daerah perkotaan Kab. Badung dan Kota Denpasar.

Hutan mangrove juga mempunyai kemampuan tinggi mengurangi dampak bencana tsunami dan angin kencang. Dalam sistem tata lingkungan perkotaan, hutan mangrove Teluk Benoa berperan sebagai paru-paru kota dengan produksi oksigen dan menyerap emisi karbon perkotaan mengingat letaknya yang strategis di daerah perkotaan (CII, 2013 dalam Suantika, 2014).

5.1.5. Ekosistem Lamun di Teluk Benoa

Ekosistem padang lamun di Teluk Benoa dan perairan sekitarnya merupakan sebuah mata rantai dari sistem pesisir yang kompleks. Di Perairan Teluk Benoa, komunitas padang lamun tersebar secara tidak merata, pada spot-spot kecil secara sporadis, yang didukung oleh padang lamun jenis tropik, lamun serabut, lamun ujung bulat, dan jenis lamun jarum (CII, 2013 dalam Suantika, 2014).

Keberadaan ekosistem padang lamun berfungsi sebagai habitat berbagai jenis biota laut dan sebagai sistem penyangga antara ekosistem mangrove dan terumbu karang. Padang lamun berkemampuan menjebak hara dan padatan tersuspensi yang berasal dari ekosistem mangrove serta menstabilkan sedimen untuk mencegah masuknya hara berlebihan yang dapat mendorong sedimentasi di ekosistem terumbu karang.

Dalam sistem ekologi, padang lamun di Teluk Benoa berperan penting sebagai sistem sumber daya alam yang menyediakan berbagai jenis biota laut bernilai ekonomis penting dan menunjang mata pencaharian penduduk sekitarnya. Dari hasil pengamatan, ekosistem lamun ditemukan di pesisir Tanjung Benoa, Kab. Badung. Jenis lamun yang ditemukan di lokasi tersebut merupakan jenis dari *Enhalus* sp., *Halophyla* sp., *Halodule* sp., dan *Syringodium* sp. (Gambar 5.8). Ekosistem lamun tersebut ditemukan berasosiasi dengan beberapa jenis alga hijau.

Rumput laut merupakan jenis alga makro, *Thallophyta*, tidak memiliki akar, batang dan daun. Selain di pesisir Tanjung Benoa, ekosistem rumput laut alami yang terdapat di Teluk Benoa juga ditemukan pada pesisir Benoa, Kabupaten Badung. Jenis rumput laut yang ditemukan adalah jenis dari *Ulva* sp., *Padina* sp., *Caulerpa* sp., *Eucheuma* sp., Rodophyceae, *Pelvetia*

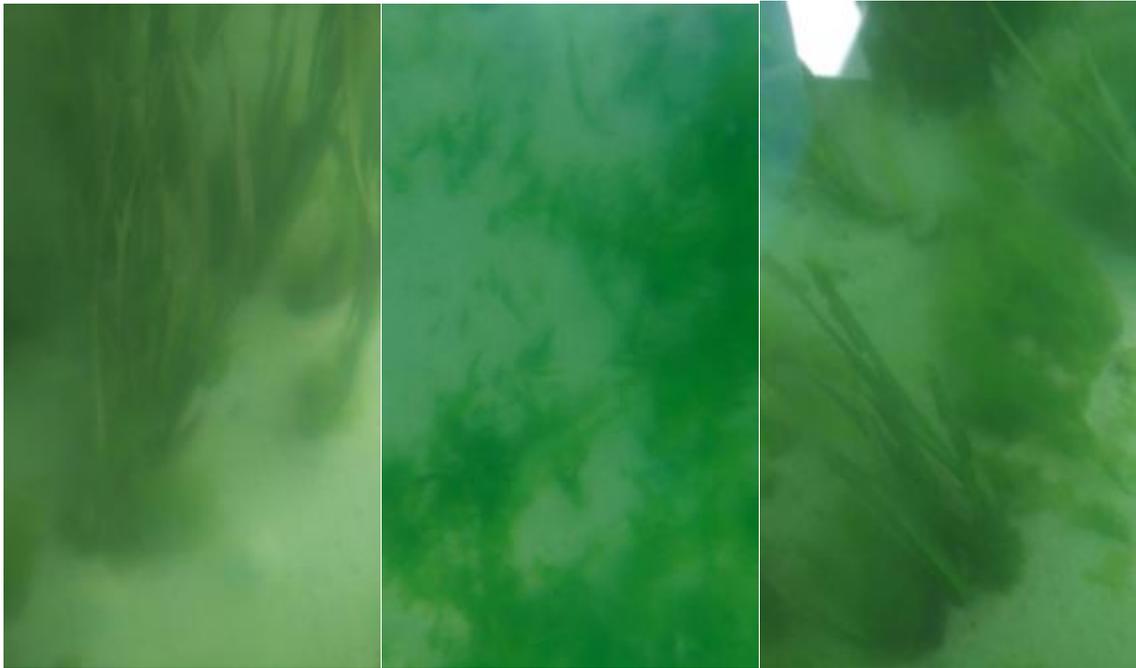
sp., *Ulva* sp., dan jenis rumput laut lainnya yang merupakan penghasil O₂ bagi hewan laut. Jenis *Ulva* sp. ditemukan melimpah pada pesisir Tanjung Benoa di antara padang lamun (Gambar 5.9). Selain sumberdaya hayati padang lamun, rumput laut sudah dimanfaatkan oleh masyarakat setempat, sebagai bahan pangan (sayur, jajan dan lainnya) dan dipanen untuk makanan penyu yang ditangkarkan sebagai atraksi wisata.

Selain itu, hasil laporan Bappeda Denpasar (2015) juga menyebutkan bahwa lamun banyak dijumpai di pantai Serangan. Jenis lamun yang ditemukan di Pantai Serangan ada enam marga yaitu *Enhalus*, *Cymodocea*, *Halophila*, *Halodule*, *Syringodium* dan *Thalassodendron*. Variasi kerapatan lamun di pantai Serangan berkisar antara 221,3 - 453,1 tanaman/m².

Berdasarkan hasil monitoring kondisi lamun tahun 2013, maka jenis lamun yang dapat diidentifikasi meliputi *Zostera* sp dengan prosentase tutupan di stasiun pantai Serangan I, sekitar 1,91 % dan stasiun pantai Serangan II sekitar 0,27 %. Sedangkan jenis lamun yang memiliki prosentase tutupan yang lebih besar adalah *Cymodocea* rotundata, di stasiun pantai Serangan I sekitar 5,97 % dan stasiun pantai Serangan II sekitar 7,42 %. Rata-rata persentase tutupan lamun di pantai Serangan adalah 33,23% (Bappeda Denpasar, 2015). Profil padang lamun di lokasi studi disajikan pada Tabel 5.6.

Sama seperti di pesisir Tanjung Benoa, Kab. Badung, rumput laut ekonomis penting juga terdapat di perairan pesisir Serangan. Bulung sanga (*Gracillaria*) dan bulung jaja (*Hypnea*) merupakan jenis rumput laut yang paling banyak dimanfaatkan oleh penduduk Pulau Serangan. Kedua jenis rumput laut ini keberadaan cukup melimpah, dimana habitatnya

berasosiasi dengan padang lamun (Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan Kota Denpasar, 2014).



Gambar 5.8. Padang lamun yang terdapat di unit analisis 8

(Sumber: Dokumentasi survey, 2015)

Tabel 5.6. Jenis lamun di wilayah Teluk Benoa

Unit Analisis	Desa/Kelurahan	Jenis
8	Tanjung Benoa	<i>Enhalus</i> sp., <i>Halophyla</i> sp., <i>Halodule</i> sp., dan <i>Syringodium</i> sp.
9	Serangan	<i>Zostera</i> sp., <i>Halodule pinifolia</i> , <i>Cymodocea rotundata</i> , <i>Syringodium isoetifolium</i> , <i>Thalassodendron acoroides</i> , <i>Halophila ovalis</i> , <i>Thalassia hemprichi</i>

Sumber: Bappeda Denpasar (2015) dan hasil survey (2015)

5.1.6. Ekosistem Terumbu Karang di Teluk Benoa

Disamping kedua ekosistem mangrove dan padang lamun, di kawasan Teluk Benoa juga terdapat ekosistem terumbu karang. Ekosistem terumbu karang tumbuh dan berkembang di sepanjang mulut Teluk Benoa dan meluas di sekeliling Peninsula dan pesisir Sanur, membentuk formasi terumbu penghalang dengan lingkungan antaranya padang lamun. Secara fisik, terumbu karang penghalang ini merupakan benteng perlindungan pantai-pantai dari ancaman erosi/abrasi yang disebabkan oleh aksi gelombang dan arus laut Selat Badung.

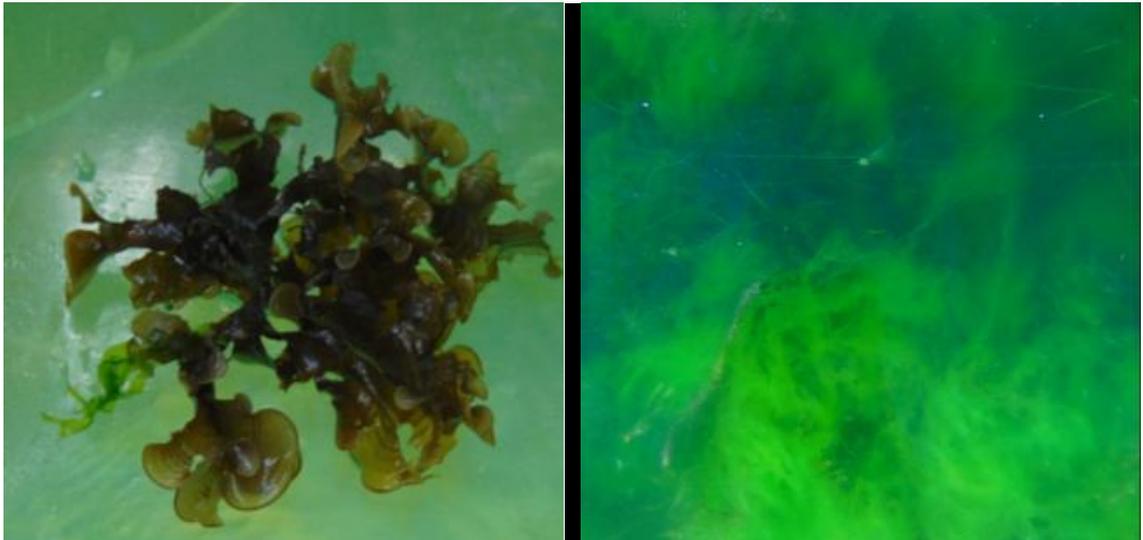
Ekosistem terumbu karang di kawasan Teluk Benoa merupakan pabrik alam pasir putih di pantai-pantai wisata yang indah di Pantai Sanur, Tanjung Benoa, Nusa Dua dan kawasan sekitarnya. Disamping itu ekosistem terumbu karang di kawasan sekitar Teluk benoa merupakan “ladang” yang menopang mata pencaharian masyarakat tradisional melalui kegiatan penangkapan ikan konsumsi dan ikan hias yang produktivitasnya didukung baik langsung maupun tidak langsung oleh ekosistem tersebut.

Ekosistem terumbu karang di kawasan sekitar Teluk Benoa juga memberi daya tarik wisata yang menopang industri wisata diving (*scuba diving, snorkeling, dan hookah*). Industri wisata diving ini mengalami perkembangan yang pesat dan menjadi salah satu usaha wisata andalan dan sumber daya saing destinasi pariwisata.



(a)

(b)



(c)

(d)

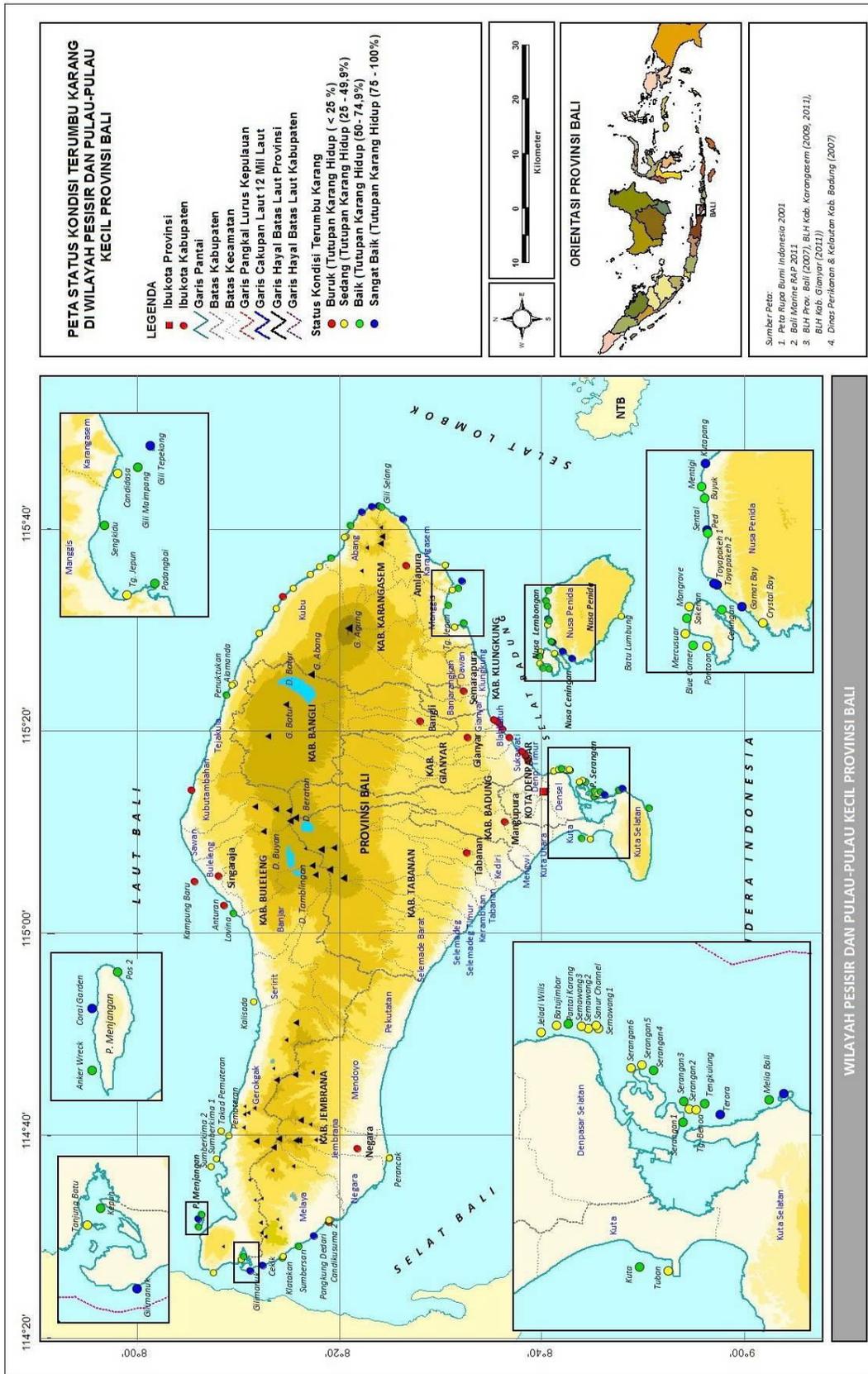
Gambar 5.9. Jenis alga yang ditemukan di pesisir Benoa dan Tanjung Benoa: (a) Jenis *Ulva* sp. yang ditemukan di pesisir Benoa; (b) Jenis *Ulva* sp. dan *Eucheuma* sp. yang ditemukan di pesisir Tanjung Benoa; (c) Jenis *Padina* sp. yang ditemukan di pesisir Tanjung Benoa; dan (d) Jenis *Ulva* sp. yang ditemukan di pesisir Tanjung Benoa bersama dengan lamun

(Sumber: Dokumentasi survey, 2015)

Ekosistem terumbu karang di kawasan sekitar Teluk Benoa merupakan lokasi yang memiliki kekayaan jenis terumbu karang yang relatif tinggi dan pusat keanekaragaman jenis karang di pesisir Bali Selatan. Di Sanur tercatat 133 karang hermatifik, Terora 126 jenis dan Nusa Dua 121 jenis. Ekosistem terumbu karang ini menjadi habitat bagi 290 jenis ikan karang, sehingga ekosistem terumbu karang di kawasan sekitar Teluk benoa berperan penting dalam pengawetan keanekaragaman hayati laut (CII, 2013 dalam Suantika, 2014).

Peta status kondisi terumbu karang di perairan sekitar Teluk Benoa dan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil di Bali diberikan pada Gambar 5.10. Di wilayah studi, terumbu karang ditemukan pada pesisir Tanjung Benoa, dimana spot lokasi tersebut merupakan spot pengamatan karang menuju Pulau Penyu. Berdasarkan hasil pengamatan pada lokasi tersebut ditemukan jenis *Acropora*, *Montipora* dan *Faviidae* (Gambar 5.11).

Selain itu, sebaran terumbu karang yang cukup panjang juga berada pada Pulau Serangan (pantai timur laut dan timur Pulau Serangan). Panjang sebaran terumbu karang di Pulau Serangan mencapai 5,5 km dengan luas 115 ha (BLH Provinsi Bali, 2010 dalam Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan Kota Denpasar, 2014). Berdasarkan bentuk dan hubungan pertumbuhan terumbu karang dengan daratan, terumbu karang di sepanjang wilayah Pulau Serangan dapat digolongkan sebagai terumbu penghalang (*barrier reef*) dengan formasi sejajar garis pantai, dimana antara ekosistem terumbu karang dan daratan terdapat laguna (*lagoon*). Terumbu karang tipe ini merupakan benteng pelindung alamiah bagi pantai dan daratan dari pengaruh gelombang langsung. Daerah perbatasan antara laguna dengan terumbu karang terdapat daerah tubir karang yang tereksposur pada saat air surut.



Gambar 5.10. Peta Status Kondisi Terumbu Karang di Perairan Sekitar Teluk Bena dan WP3K Bali (Sumber : Conservation National Indonesia, 2014)



Gambar 5.11. Terumbu karang yang terdapat di pesisir Tanjung Benoa
(Sumber: Dokumentasi survey, 2015)

5.1.7. Perairan Terbuka (Perikanan Tangkap dan Perikanan Budidaya)

Perairan Teluk Benoa merupakan kawasan pasang surut. Pada saat pasang, Teluk Benoa merupakan sebuah ekosistem perairan teluk yang mempunyai produktifitas primer tinggi, memperkaya air laut segar yang masuk dari selat Badung dengan produksi fitoplankton. Produktivitas fitoplankton yang tinggi didukung oleh input nutrien dari ekosistem terumbu karang dan endapan dasar perairan teluk.

Teluk Benoa merupakan daerah penangkapan ikan yang potensial bagi nelayan tradisional setempat. Wilayah Teluk Benoa, baik yang terletak di Kota Denpasar maupun Kabupaten Badung, memiliki potensi sumberdaya kelautan dan perikanan yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, baik budidaya laut maupun perairan.

Kegiatan perikanan budidaya di perairan laut Teluk Benoa yang terletak di Kota Denpasar terdapat di sekitar hutan Mangrove di Kampung Bugis,

Kelurahan Sidakarya, Suwung Batan Kendal, Kelurahan Sesean yaitu sebelah barat Tukad Punggawa, Pesanggaran sekitar Jalan Pelabuhan Benoa, Suwung Kauh, Kelurahan Pemogan, dengan komoditi udang dan ikan bandeng (tambak). Kegiatan budidaya laut meliputi budidaya ikan dalam karamba yang dilakukan di perairan yang relatif terlindung di sebelah utara Pulau Serangan. Di Pulau Serangan juga terdapat usaha budidaya/tranplantasi karang yang dilakukan di pantai timur laut dan timur pulau (BAPPEDA Kota Denpasar, 2015).

RTP Nelayan yang menangkap ikan di laut seluruhnya terdapat di Kecamatan Denpasar Selatan, meliputi Pemogan, Pedungan, Sesean, dan Serangan. Jenis alat tangkap yang digunakan sebagian besar menggunakan rawai, pancing dan jaring insang, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.12. Sedangkan armada/alat apung paling banyak menggunakan jukung dan perahu motor tempel (Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan Kota Denpasar, 2014). Sedangkan kegiatan perikanan tangkap komersial berbasis pada Pelabuhan Benoa (BAPPEDA Kota Denpasar, 2015).

Di sisi lain, wilayah perairan pesisir Kabupaten Badung merupakan daerah *fishing ground* yang sangat produktif dan sangat kaya akan berbagai sumberdaya ikan. Hal ini disebabkan perairan pesisir terdapat beranekaragam ekosistem produktif yang mendukung keanekaragaman hayati laut. Teluk Benoa merupakan salah satu daerah *fishing ground* di perairan pesisir Kabupaten Badung, di samping Selat Badung, Samudera Hindia dan Selat Bali bagian timur (BAPPEDA Kabupaten Badung, 2013).



Gambar 5.12. Aktivitas nelayan tradisional di wilayah Teluk Bena
(Sumber: Dokumentasi survey, 2015)

Penangkapan ikan di Teluk Bena dilakukan oleh nelayan tradisional, umumnya menggunakan perahu tanpa motor. Alat tangkap yang digunakan yaitu jaring insang, serok, dan perangkap. Nelayan yang melakukan penangkapan di Teluk Bena berpangkalan di Mumbul, yang terletak di Kel. Bena, dan sekitarnya. Sedangkan nelayan di kawasan Teluk Bena yang melakukan penangkapan ikan di Selat Bali dan Samudera Hindia berpangkalan di pesisir Tanjung Bena (BAPPEDA Kabupaten Badung, 2013).

5.1.8. Habitat Hewan Laut Dilindungi

Pada kawasan pesisir Tanjung Benoa terdapat penangkaran satwa liar penyu yang dilindungi perundang-undangan Indonesia. Jenis penyu yang terdapat di kawasan ini adalah jenis Penyu lekap (*Lepidochelys olivacea*), Penyu hijau (*Chelonia mydas*) dan Penyu sisik (*Eretmochelys imbricata*), seperti ditunjukkan pada Gambar 5.13. Selain itu, di Pulau Serangan, atau disebut juga sebagai Pulau Penyu, merupakan tempat penangkaran Penyu Hijau. Di saat tertentu ada momen menarik yang bisa disaksikan langsung di pulau ini, yakni proses melepaskan anak Penyu Hijau atau yang disebut dengan Tukik ke laut.



Gambar 5.13. Biota penyu di kawasan Pulau Pudut, Teluk Benoa, Bali

(Sumber: Dokumentasi survey, 2015)

5.1.9. Wisata

Wilayah pesisir Teluk Benoa merupakan wilayah yang menyimpan potensi wisata yang sangat besar terutama untuk kegiatan wisata bahari, seperti disajikan pada Tabel 5.7. Seperti misalnya ekosistem terumbu karang di

Tanjung Benoa sebagai daya tarik wisata selam/snorkeling yang umumnya diminati oleh para penyelam pemula karena mudah diakses dan perairannya relatif terlindung. Daya tarik wisata bawah air di lokasi ini terutama keanekaragaman ikan. Lokasi ini juga diminati untuk aktivitas snorkeling dan pengamatan kehidupan bawah laut dengan boat lambung kaca (*glass bottom boat*). Begitu juga dengan daya tarik wisata water sport yang meliputi aktivitas wisata *parasailing*, *jetskie*, *banana boat*, dan *flying fish* berlokasi di Tanjung Benoa dan sekitar Pulau Pudut. Selain itu juga terdapat daya tarik wisata penyu yang terdapat pada Pulau Pudut (BAPPEDA Badung, 2013).

Tabel 5.7. Obyek Wisata di Kawasan Teluk Benoa

Unit Analisis (UA)	Desa/Kelurahan	Nama Obyek Wisata/Lokasi	Jenis Wisata
1	Pedungan	Pelabuhan Benoa	Water sport
2	Pemogan	Mangrove Park/Mangrove Information Centre (MIC)	Wisata alam
8	Tanjung Benoa	Pantai Tanjung Benoa	Wisata alam
		Pelestarian penyu di Deluang Sari Tanjung Benoa	Wisata alam
		Taman Rekreasi Hutan Bakau Tanjung Benoa	Wisata alam
9	Serangan	Pulau Serangan	Water sport
		Pura Dalem Sakenan	Wisata budaya

Pulau Serangan juga memiliki daya tarik wisata yang luar biasa. Mulai dari *capture animal watching* (atraksi lomba-lomba) yang berlokasi di Br. Ponjok Kelurahan Serangan, *diving (hookah, snorkeling, dan scuba diving)*, *kite surfing* dan *wind/sailing surfing* yang berlokasi di timur laut pulau Serangan, *beach recreation (sun/sand bathing)* yang berlokasi hampir sepanjang pantai berpasir putih di pantai timur Pulau Serangan, maupun *yachting (motor cruise dan sailing cruise)* yang berlokasi pangkalan di Serangan, hingga wisata budaya berupa Pura Dalem Sakenan. Selain di Serangan, wisata *yachting* juga berlokasi pangkalan di Pelabuhan Benoa. Pelabuhan Benoa juga merupakan pangkalan wisata *cruising (day cruise, ocean going, dan live aboard)* (Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan Kota Denpasar, 2014).

Selain itu, kawasan mangrove seluas hampir dua ribu hektar merupakan daya tarik sendiri bagi wisatawan sekaligus tempat edukasi. Kawasan hutan mangrove sebagai lokasi wisata tersebut disebut juga dengan Mangrove Park/Mangrove Information Centre (MIC) di pesisir Desa Pemogan Benoa dan Taman Rekreasi Hutan Bakau Tanjung Benoa.

5.1.10. Pelabuhan

Pelabuhan Benoa yang terletak di Kelurahan Pedungan merupakan pintu gerbang Propinsi Bali melalui laut. Disamping sebagai pelabuhan umum, Pelabuhan Benoa juga merupakan Pelabuhan Perikanan Samudera Besar. Menurut Perda Provinsi Bali No. 16 Tahun 2009, Pelabuhan Benoa berfungsi pula sebagai pelabuhan perikanan khusus ekspor. Pelabuhan ini berfungsi sebagai pangkalan pendaratan ikan penangkapan ikan tuna yang beroperasi di Zona Ekonomi Eksklusif dengan tujuan utama untuk

menunjang ekspor komoditi perikanan. Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 1984 tentang Pengelolaan Sumber Daya Alam Hayati di Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia menetapkan bahwa Pelabuhan Laut Benoa merupakan salah satu pelabuhan tempat pelaporan dan pengawasan beroperasinya kapal-kapal asing yang melakukan penangkapan ikan di Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan Kota Denpasar, 2014).

Kondisi Pelabuhan Laut Benoa dari hasil pengembangan tahun 1990 sampai 1996 dibagi menjadi 3 (tiga) zona yaitu zona pelabuhan umum, zona kapal wisata/marina dan zona perikanan. Luas daratan 52,15 Ha dan perairan 227,6 Ha, lebar alur pelayaran 150 meter dengan kedalaman 9,5 m LWS, kedalaman kolam pelabuhan penumpang/container 9,0 m LWS, kedalaman kolam pelabuhan umum 7,0 m LWS, kolam pelabuhan perikanan 5,0 m LWS dan jumlah dermaga 17 unit (1.259 meter), adalah untuk menampung kapal barang kapasitas 10.000 DWT atau kapal penumpang kapasitas 20.000 GRT dengan kapasitas kunjungan kapal 16.650 kali, kapasitas penumpang 1.100.000 orang dan barang 1.985.000 ton.

Di kawasan Teluk Benoa, kegiatan pelayaran lokal Sanur Nusa Penida/Lembongan untuk kapal jukung berpangkalan di pantai barat laut Pulau Serangan. Beberapa lokasi di dalam kawasan teluk dimanfaatkan sebagai tempat/pangkalan perahu nelayan, dimana yang masuk dalam wilayah studi adalah pantai utara Pulau Serangan (Banjar Tengah, Banjar Kaja dan Banjar Ponjok). Sedangkan untuk kapal-kapal yang canggih berpangkalan di Pelabuhan Benoa.

5.1.11. Pemukiman

Jumlah penduduk merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai indeks kepekaan lingkungan untuk tema permukiman. Pemukiman di wilayah pesisir Teluk Benoa terdapat di Kelurahan Benoa dan Tanjung Benoa (Kabupaten Badung) dan Kelurahan Serangan (Kota Denpasar). Dengan luas wilayah 28,28 km², jumlah penduduk Kelurahan Benoa berdasarkan hasil registrasi penduduk tahun 2014 adalah 24.741 jiwa, terdiri atas 12.537 jiwa laki-laki dan 12.204 jiwa perempuan. Kepadatan penduduk Kelurahan Benoa tahun 2014 adalah rata-rata 875 jiwa/km².

Sedangkan jumlah penduduk Kelurahan Tanjung Benoa adalah 5.561 jiwa, terdiri atas 2.812 jiwa laki-laki dan 2.749 jiwa perempuan. Dengan luasan yang lebih kecil, 2,39 km², kepadatan penduduk Kelurahan Tanjung Benoa adalah 2.327 jiwa/km² (BPS Kab Badung, 2015). Selanjutnya, Kelurahan Serangan di Kota Denpasar mempunyai luas wilayah 4,81 km². Jumlah penduduk Kelurahan Serangan berdasarkan hasil registrasi penduduk tahun 2014 adalah 7.244 jiwa, dengan kepadatan penduduk 1.506 jiwa/km² (BPS Kota Denpasar, 2015).

Secara umum di Kabupaten Badung jumlah penduduk di wilayah pesisir adalah 282.357 jiwa atau 71,84%, terdiri dari 142.053 jiwa laki-laki dan 140.2304 jiwa perempuan. Jumlah penduduk menurut kecamatan pesisir berkisar 39.809 – 108.906 jiwa, tertinggi terdapat di Kecamatan Mengwi dan terendah di Kecamatan Kuta. Sementara itu, kepadatan penduduk di wilayah pesisir Kabupaten Badung rata-rata 1.204 jiwa/km², tertinggi di Kecamatan Kuta (2.272 jiwa/km²) dan terendah di Kecamatan Kuta Selatan (709 jiwa/km²) (BPS Kab Badung, 2011).

5.2. Analisis Indeks Kepekaan Lingkungan di Wilayah Studi

Nilai Indeks Kepekaan Lingkungan (IKL) pada kawasan studi berkisar dari Kurang Peka hingga Sangat Peka (Gambar 5.14). Sepanjang pantai bermangrove Kota Denpasar (termasuk di Pulau Serangan) hingga Kabupaten Badung memiliki indeks kepekaan dalam kategori Peka dan Sangat Peka. IKL Sangat Peka terdapat pada pantai bermangrove pada Kelurahan Tanjung Benoa (Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung).

Karakteristik pantai dan keberadaan mangrove serta ditambah dengan keberadaan lamun, terumbu karang dan daya tarik wisata di area tersebut merupakan faktor penyebab kawasan tersebut menjadi sangat peka. Hal ini dikarenakan kemampuan pantai dalam menerima dampak pencemaran minyak serta keberadaan mangrove, lamun dan terumbu karang sebagai suatu habitat penting yang kerusakannya akan memberikan kerugian yang sangat besar baik secara ekologis maupun ekonomis. Nilai sosial ekonomi dalam hal penggunaan lahan kawasan sebagai tempat-tempat bernilai penting berupa kawasan wisata juga turut mendukung menggolongkan kawasan tersebut dalam kriteria IKL Sangat Peka.

Lokasi dengan IKL Sedang terdapat di Pelabuhan Benoa yang terletak di Desa Pedungan, Kelurahan Tanjung Benoa dengan tipologi pantai bertembok/revetment, dan Pulau Serangan dengan tipologi pantai berpasir. Meskipun merupakan area pelabuhan, Pelabuhan Benoa juga merupakan lokasi wisata yang memiliki nilai ekonomi tinggi sehingga menggolongkan kawasan pelabuhan tersebut dalam kriteria IKL Sedang. Begitu juga dengan kawasan yang terletak di Kelurahan Tanjung Benoa dengan tipologi pantai bertembok/revetment memiliki nilai IKL Sedang dikarenakan kawasan tersebut merupakan kawasan wisata water sport

yang memiliki nilai ekonomi tinggi.

Kawasan pantai berpasir di Pulau Serangan memiliki nilai IKL Sedang dikarenakan tidak memiliki ekosistem spesifik pesisir sehingga memiliki nilai ekologis yang kecil, meskipun secara ekonomi nilainya cukup besar karena merupakan kawasan wisata. Sedangkan nilai IKL Kurang Peka merupakan kawasan pemukiman penduduk yang terletak di pesisir Kelurahan Benoa.

Gambar 5.14. Peta Indeks Kepekaan Lingkungan di Kawasan Teluk Benoa

BAB 6

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

6.1. Kesimpulan

1. Daerah studi merupakan kawasan perairan teluk yang semi tertutup dengan kemiringan landai yang didominasi oleh pantai bermangrove, yang dicirikan oleh vegetasi mangrove dan asosiasinya berupa endapan aluvial dan berlumpur, dengan sedikit diselingi kawasan pantai berpasir dan bertembok/revetment.
2. Teluk Benoa merupakan salah satu daerah *fishing ground* di perairan pesisir Kota Denpasar maupun Kabupaten Badung. Penangkapan ikan di Teluk Benoa umumnya dilakukan oleh nelayan tradisional. Di wilayah Badung, umumnya menggunakan perahu tanpa motor dan alat tangkap yang digunakan yaitu jaring insang, serok, dan perangkap. Sedangkan di wilayah Denpasar, umumnya menggunakan jukung dan perahu motor tempel dan alat tangkap berupa rawai, pancing dan jaring insang. Sedangkan kegiatan perikanan tangkap komersial berbasis pada pelabuhan.
3. Kegiatan perikanan budidaya di perairan laut Teluk Benoa terletak di wilayah Denpasar dengan komoditi udang dan ikan bandeng (tambak) serta budidaya ikan dalam keramba.
4. Sepanjang pantai bermangrove Kota Denpasar (termasuk di Pulau Serangan) hingga Kabupaten Badung memiliki indeks kepekaan dalam kategori Peka dan Sangat Peka. IKL Sangat Peka terdapat pada pantai bermangrove pada Kelurahan Tanjung Benoa (Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung).

Pada kawasan tersebut terdapat penangkaran satwa liar penyu yang dilindungi perundang-undangan Indonesia serta ekosistem khas tropis lainnya yaitu terumbu karang dan lamun. Penggunaan lahan kawasan dengan nilai IKL Sangat Peka tersebut berupa kawasan wisata.

5. Kawasan dengan IKL Sedang terdapat di Pelabuhan Benoa yang terletak di Desa Pedungan, Kelurahan Tanjung Benoa dengan tipologi pantai bertembok/revetment, dan Pulau Serangan dengan tipologi pantai berpasir.
6. Kawasan dengan IKL Kurang Peka merupakan kawasan pemukiman penduduk yang terletak di pesisir Kelurahan Benoa.

6.2. Rekomendasi

1. Wilayah dengan tingkat kepekaan Sangat Peka dan Peka merupakan wilayah prioritas dalam upaya penanggulangan tumpahan minyak, penanganan dampak pencemaran akibat tumpahan minyak dan perlindungan kawasan pesisir Teluk Benoa. Selanjutnya, hasil kajian ini dapat diadopsi dalam rencana tanggap darurat kejadian tumpahan minyak di kawasan Teluk Benoa.
2. Peta indeks kepekaan lingkungan tidak hanya digunakan untuk kepentingan perencanaan mitigasi apabila terjadi tumpahan minyak, namun juga untuk jenis polutan lain yang berbahaya dan bersifat *trajectory*. Dalam rangka penerapan konsep pembangunan berkelanjutan untuk pengembangan kawasan pesisir, peta indeks kepekaan lingkungan juga sangat berperan dalam perencanaan ICZM (*Integrated Coastal Zone Management*) seperti sebagai dasar perencanaan kebijakan pemeliharaan lingkungan pesisir, konservasi dan perlindungan habitat/sumberdaya pesisir, pengendalian pencemaran, perencanaan mitigasi untuk menghadapi bencana laut lainnya,

rehabilitasi dan restorasi lingkungan, serta untuk pengkajian dampak lingkungan yang strategis.

3. Untuk rencana pengembangan wilayah di kawasan Teluk Benoa, baik di Kota Denpasar maupun Kabupaten Badung, sebaiknya kawasan pesisir yang sebagian besar merupakan pantai bermangrove dikembangkan untuk sektor budidaya perikanan tambak dengan konsep pengembangan wanamina (*silvofishery*). Konsep ini merupakan model konservasi mangrove yang sangat akomodatif, artinya di satu sisi tujuan konservasi dapat dicapai dan di sisi lain sumber pendapatan masyarakat dapat ditingkatkan. Selain itu, hutan mangrove yang terletak di kawasan Teluk Benoa dapat dikembangkan untuk kegiatan wisata lingkungan dan pendidikan.
4. Pengembangan kawasan industri di kawasan Teluk Benoa perlu dipertimbangkan atau memerlukan persyaratan-persyaratan khusus yang harus dipenuhi. Hal ini dikarenakan selain secara umum termasuk kawasan yang sangat peka terhadap adanya pencemaran juga dapat berpengaruh terhadap produktivitas lahan untuk kegiatan perikanan.

BAB 7

DAFTAR PUSTAKA

- Alvarez, C. A., Perez, C., Velando, A., Effects of Acute Exposure to Heavy Fuel Oil from The Prestige Spill on A Seabird, *Aquatic Toxicology* 84, pp. 103-110, 2007.
- Aubert M.J. M. Gauthier. 1979. Antibiotic Substance from Marine in *Marine Alge Pharmaceutical Science*. Watter de Grieyter, Berlin. New York : 267-291.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Badung. 2015. *Kecamatan Kuta Selatan dalam Angka*. Badung
- Badan Pusat Statistik Kota Denpasar. 2015. *Kecamatan Denpasar Selatan dalam Angka*. Denpasar
- Bengen, D. G. 2004. Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. *Pedoman Teknis*. PKSPL-IPB, Bogor.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Pemerintah Kota Denpasar, Bali, 2015. *Laporan Kajian Teknis Sempadan Pantai Kota Denpasar*.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Pemerintah Kabupaten Badung, Bali, 2013. *Laporan Penyusunan Rencana Zonasi Wilayah Pesisir Kabupaten Badung*.
- Boehm, P. D., Neff, J. M., Page, D. S., Baseline: Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Exposure in The Waters of Prince William Sound After The Exxon Valdez Oil Spill: 1989-2005, *Marine Pollution Bulletin* 54, pp. 339-367, 2007.
- Castanedo, S., Juanes, J.A., Medina, R., Puente, A., Fernandez, F., Olabarrieta, M., Pombo, C., Oil spill vulnerability assessment integrating physical, biological and socio-economical aspects: Application to the Cantabrian coast (Bay of Biscay, Spain), *Journal of Environmental Management* 91, pp. 149–159, 2009.

- Damar, Ario. 2013. *Studi Indeks Kepekaan Lingkungan di Wilayah Kabupaten Kepulauan Anambas, Kepulauan Riau*. PKSPL-IPB. Bogor
- Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan Kota Denpasar, 2015. *Realisasi dan Rencana Pembangunan Perikanan Budidaya di Kota Denpasar*.
- Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan Kota Denpasar, 2014. *Survei Potensi Perikanan Budidaya dan Perikanan Tangkap Kota Denpasar Tahun 2014*.
- Garza-Gil, M. D., Suris-Regueiro, J. C., Varela-Lafuente, M. M., Assessment of Economic Damages from The Prestige Oil Spill, *Marine Policy* 30, pp. 544-551, 2006.
- Jewett, S. C., Dean, T. A., Woodin, B. R., Hoberg, M. K., Stegeman, J. J., Exposure to Hydrocarbons 10 Years After The Exxon Valdez Oil Spill: Evidence from Cytochrome P4501A Expression and Biliary FACs in Nearshore Demersal Fishes, *Marine Environmental Research* 54, pp. 21-48, 2002.
- Kitamura, S.C. Anwar, A. Chaniago & S. Baba. 1997. Handbook of Mangroves in Indonesia. International Society for Mangrove Ecosystem (ISME), Japan.
- Liu, X. & Wirtz, K. W., The Economy of Oil Spills: Direct and Indirect Costs as A Function of Spill Size, *Journal of Hazardous Materials* 171, pp. 471-477, 2009.
- MacKinnon, J., Karen Phillipps dan Bas van Balen. 1997. Burung– Burung di Sumatera, Jawa, Bali dan Kalimantan (Termasuk Sabah, Sarawak dan Brunei Darussalam). Puslitbang Biologi – LIPI, Bogor.
- McCay, D. F., Rowe, J. J., Whittier, N., Sankaranarayanan, S., Etkin, D. S., Estimation of Potential Impacts and Natural Resource Damages of Oil, *Journal of Hazardous Materials* 107, pp. 11-25, 2004.
- Mukhtasor, *Pencemaran Pesisir dan Laut*, Pradnya Paramita, 2007.
- Negro, G. M. C., Villasante, S., Penela, A. C., Rodriguez, G. R, Estimating The Economc Impact of The Prestige Oil Spill on The Death Coast (NW Spain) Fisheries, *Marine Policy* 33, pp. 8-23, 2009.

- Noor, Yus Rusila. M. Khazali dan I.N.N Suryadiputra. 2006. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. PKA & Wetlands International-Indonesia Programme, Bogor.
- Peraturan Pemerintah No. 7 Tahun 1999 Tentang : Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa. 27 Januari 1999. Menteri Negara Sekretaris Negara, Jakarta.
- NOAA, 2000. Environmental Sensitivity Index Guidelines, 3.0 NOAA Technical Memorandum NOS ORCA 115. Seattle: Hazardous Materials Response and Assessment Division, National Oceanic and Atmospheric Administration. 79 pp. +appendices.
- PKSPL IPB (2009) dalam International Workshop on the Environmental Sensitivity Index (ESI) Mapping for Oil Spill "Experiences in Southeast Asean Seas". Water Quality Bureau-Environmental agency of Japan and Japan Wildlife Research Center. Tokyo.
- Rahmania R. 2005. Analisis Kepekaan Lingkungan di Teluk Luar Kendari dan Sekitarnya melalui Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. *Tesis*. Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Reed, M., French, D., Grigalunas, T., Opaluch, J., Overview of Natural Resource Damage Assessment Model System for Coastal and Marine Environments, *Oil & Chemical Pollution* 5, pp. 85-97, 1989.
- Sloan, N.A. 1993. Effects of Oil on Marine Resources, Literature Study from the World Relevant for Indonesia. EMDI Project, Indonesia Ministry of Environment.
- Suantika, Wayan, 2014. Resistensi Masyarakat Lokal terhadap Kapitalisme Global: Studi Kasus Reklamasi Teluk Benoa Bali Tahun 2012-2013. *Tesis*. Program Magister Hubungan Internasional, Departemen Hubungan Internasional, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Airlangga.
- Sukmantoro. W., M. Irham dkk. 2007. Daftar Burung Indonesia No. 2. Indonesian Ornithologists. Union, Bogor.
- Suprakto B. 2005. Studi tentang Dinamika Mangrove Kawasan Pesisir Selatan Pamekasan Provinsi Jawa Timur dengan Data Penginderaan Jauh. *Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV "Pemanfaatan Efektif Penginderaan Jauh untuk Peningkatan Kesejahteraan Bangsa"*, Surabaya.

Undang- Undang Tahun 1990 Tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya. 10 Januari 1990. Menteri Sekretaris Negara RI, Jakarta.

Wardhani, M. K., Sulistiono, Siregar, V. P., 2011. Tingkat Kerentanan Lingkungan Pesisir Selatan Kabupaten Bangkalan Terhadap Potensi Tumpahan Minyak (*Oil Spill*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga* Vol. 3 No.1.

Yudha, Anak Agung Ngurah Bagus Kesuma, 2015. Wacana Politik Videografis Tentang Reklamasi Teluk Benoa. *Tesis*. Program Pascasarjana, Universitas Udayana, Denpasar.

Halls, J., Michel, J., Zengel, S., Dahlin, J.A., Petersen, J. 1997. *Environmental Sensitivity Index Guidelines*. Technical Memorandum NOS ORCA I 15, NOAA. Washington.

Hayes, O.M., Michel, J., Hoff, R., Debra, S., Shigenaka, G. 1992. *An Introduction to Coastal Habitats and Biological Resources for Oil Spill Response*. Report No. 92-4, HMRAD, NOAA. Washington.

KepMen LH No. 04 Tahun 2001 tentang *Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang*.

KepMen LH No. 200 Tahun 2004 tentang *Kriteria Baku Kerusakan dan Pedoman Penentuan Status Padang Lamun*.

KepMen LH No. 201 Tahun 2004 tentang *Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove*.