

**KAJIAN KARAKTERISTIK KUALITAS PERAIRAN DAN
SEDIMEN PADA EKOSISTEM MANGROVE DI WILAYAH
REKLAMASI PULAU LUMPUR SIDOARJO**

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh

LAZUARDI INDRA ZAKARIA

H04215004

**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL AMPEL
SURABAYA
2019**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Lazuardi Indra Zakaria
NIM : H04215004
Program Studi : Ilmu Kelautan
Angkatan : 2015

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul : Kajian Karakteristik Kualitas Perairan dan Sedimen pada Ekosistem Mangrove di Wilayah Reklamasi Pulau Lumpur Sidoarjo. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan. Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar – benarnya.

Surabaya, 30 Juli 2019

Yang menyatakan



Lazuardi Indra Zakaria
NIM. H04215004

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

NAMA : LAZUARDI INDRA ZAKARIA
NIM : H04215004
JUDUL : KAJIAN KARAKTERISTIK KUALITAS PERAIRAN DAN
SEDIMEN PADA EKOSISTEM MANGROVE DI WILAYAH
REKLAMASI PULAU LUMPUR SIDOARJO

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 16 Juli 2019

Dosen Pembimbing 1



(Asri Sawiji, M.T.)
NIP. 198706262014032003

Dosen Pembimbing 2



(Rizqi Abdi Perdanawati, M.T.)
NIP. 198809262014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Lazuardi Indra Zakaria ini telah dipertahankan
di depan tim penguji skripsi
di Surabaya, 19 Juli 2019

Mengesahkan,

Dewan Penguji

Penguji I



(Asri Sawiji, M.T.)
NIP. 198706262014032003

Penguji II



(Rizqi Abdi Perdanawati, M.T.)
NIP. 198809262014032003

Penguji III



(Noverma, M.Eng)
NIP. 198111182014032002

Penguji IV



(Mauludiyah, M.T.)
NUP. 201409003

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya




(Dr. Eni Purwati, M.Ag.)
NIP. 198512211990022001



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Lazuardi Indra Zakaria
NIM : H04215004
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Ilmu Kelautan
E-mail address : ardi.lazud@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

Kajian Karakteristik Kualitas Perairan dan Sedimen Pada Ekosistem

Mangrove di Wilayah Reklamasi Pulau Lumpur Sidoarjo

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 22 Juli 2019

Penulis

(Lazuardi Indra Zakaria)
nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

Kajian Karakteristik Kualitas Perairan dan Sedimen pada Ekosistem Mangrove di Wilayah Reklamasi Pulau Lumpur Sidoarjo

Oleh :

Lazuardi Indra Zakaria

Pulau Lumpur Sidoarjo (Pulau LuSi) terletak di tenggara Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur. Pulau yang memiliki luas sekitar 94 Ha ini terbentuk dari endapan lumpur yang berasal dari semburan lumpur panas Lapindo. Pulau yang terbentuk dari hasil sedimentasi lumpur tersebut kemudian dicoba untuk ditanam mangrove dan hasilnya mangrove dapat tumbuh dengan baik di pulau endapan Lumpur Sidoarjo. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui Kualitas perairan dan sedimen di ekosistem mangrove, Pulau Lumpur Sidoarjo. Penelitian ini menggunakan metode survey. Pengambilan data untuk Kualitas perairan dan sedimen menggunakan data primer atau mengambil di lokasi penelitian. Hasil Kondisi Kualitas perairan pada Pulau Lumpur Sidoarjo menunjukkan nilai salinitas dibawah baku mutu yaitu pada sampel 1 pada setiap pengambilan memiliki nilai salinitas rata-rata 2.5. Pada pengambilan kedua memiliki nilai rata-rata 6.67 dan pada pengambilan ketiga memiliki nilai rata-rata 13.67. Nilai suhu pada Kualitas perairan memiliki nilai berkisar 26° – 29° . Nilai pH pada perairan Pulau Lumpur Sidoarjo memiliki nilai antara 6-7. Pasang surut pada perairan Pulau Lumpur Sidoarjo memiliki tipe pasang surut campuran dominan ganda atau condong semi diurnal dengan nilai formzhal 0.4847. Sedimen pada Pulau Lumpur Sidoarjo didominasi oleh tipe sedimen sangat halus, pasir halus, dan pasir sedang. Bahan Organik Total yang terkandung pada sedimen dengan pengambilan pertama bulan April berkisar 9.2% hingga 27.8%, pengambilan kedua pada bulan Mei memiliki nilai berkisar 9.2% hingga 15.8% dan pada pengambilan ketiga pada bulan Juni memiliki nilai berkisar 5% hingga 16%. Bahan organik yang terkandung dalam sedimen di Pulau Lumpur Sidoarjo dapat meliputi tiga bahan yaitu C-Organik, Nitrogen, dan Fosfor. Bahan Organik Total yang terkandung dalam sedimen mendukung kondisi kerapatan mangrove yang tinggi.

Kata Kunci : Kualitas perairan, Klasifikasi sedimen, Bahan Organik, Pulau Lumpur Sidoarjo

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pasang Surut Harian Ganda (semi diurnal tide).....	14
Gambar 2.2. Pasang Surut Harian Tunggal (diurnal tide).....	14
Gambar 2.3. Pasang Surut Campuran Condong Ke Harian Ganda (mixed tide prevailing semi diurnal tide)	15
Gambar 2.4. Pasang Surut Campuran Condong Ke Harian Tunggal (mixed tide prevailing diurnal tide).....	15
Gambar 2.5. Lokasi penelitian dari Ayu Lestari	26
Gambar 2.6. Peta lokasi penelitian dari Inayah	27
Gambar 3.1. Lokasi sampel penelitian di Pulau Lumpur Sidoarjo	29
Gambar 3.2. Gambar Flowchart peneltian.....	31
Gambar 4.1. Lebar Sungai Porong.....	37
Gambar 4.2. Jarak sungai di sekitar Pulau Lusi hingga Laut Lepas (3.9 km)	38
Gambar 4.3. Pola Pasang Surut (Hasil Penelitian 2019)	44
Gambar 4.4. Hasil klasifikasi ukuran butiran sedimen	47
Gambar 4.5. Hasil klasifikasi ukuran butiran Sedimen	48
Gambar 4.6. Hasil klasifikasi ukuran butiran Sedimen	49
Gambar 4.7. Hasil klasifikasi ukuran butiran Sedimen	50
Gambar 4.8. Hasil klasifikasi ukuran butiran Sedimen	51
Gambar 4.9. Hasil klasifikasi ukuran butiran Sedimen	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Lumpur Lapindo adalah suatu peristiwa bocornya pengeboran gas bumi yang terjadi di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Himawan (2017) mengatakan bahwa musibah ini terjadi pada 29 Mei 2006, warga dikejutkan peristiwa munculnya semburan gas lumpur Lapindo ini. Lokasi pusat semburan hanya berjarak 150 meter dari sumur Banjar Panji-1 (BJP-1) yang merupakan sumur eksplorasi gas milik Lapindo Brantas Inc sebagai operator blok Brantas. Besarnya jumlah lumpur yang dimuntahkan telah menenggelamkan sebidang kawasan Porong. Berdasarkan data yang dirilis BPLS (2013) fakta di lapangan menunjukkan bahwa semburan lumpur secara bertahap telah menggenangi 12 desa yang terletak di 3 kecamatan yaitu Porong, Tanggulangin, dan Jabon. Semburan lumpur dalam kurun waktu tujuh tahun telah menggenangi kawasan seluas 601 ha, dengan perincian 10.641 KK (kurang lebih 39.700 jiwa) harus kehilangan tempat tinggal, 11.241 bangunan dan 362 ha sawah tenggelam. Lumpur juga memutus ruas jalan tol Porong-Gempol, yang merupakan jalur utama transportasi yang menghubungkan Surabaya dengan kota Sidoarjo, Malang, dan Pasuruan (Susanti, 2018)

Keputusan Presiden Republik Indonesia pada Sidang Kabinet Paripurna tanggal 27 September 2006, skenario pengendalian lumpur sebagian dialirkan ke Sungai Porong untuk mengantisipasi jebolnya tanggul yang lebih parah sehingga membahayakan keselamatan penduduk dan merusak infrastruktur di sekitarnya. Lumpur panas tersebut akhirnya distujui untuk dibuang tanpa pengolahan ke Sungai Porong dan badan air disekitarnya dengan alasan bahwa tidak ada tanggul yang dapat dibangun dalam waktu singkat untuk menyimpan lumpur panas yang menyembur dengan volume 126.000 m³ per hari (Herawati, 2007).

Indonesia memiliki hutan mangrove yang tumbuh dan tersebar diseluruh Nusantara, mulai dari Pulau Sumatera sampai dengan Pulau Irian. Menurut Darsidi (1982) luas hutan mangrove di Indonesia diperkirakan sekitar 4,25 juta hektar, sedangkan menurut laporan Giesen (1993) luas hutan mangrove pada tahun 1993 diperkirakan sekitar 2,49 juta hektar dan Das Gupta dan Shaw (2013) memiliki luas 3.2 juta ha hutan mangrove yang ada di Indonesia.

Sebagai daerah peralihan antara laut dan daratan, hutan mangrove mempunyai gradien sifat lingkungan yang sangat ekstrim. Hutan mangrove tersebut sangat berkaitan erat dengan beberapa faktor, antara lain adalah tipe tanah, keterbukaan areal mangrove dari hempasan ombak, salinitas dan pengaruh pasang-surut (Soerianegara 1971 dalam Chapman 1976, Kartawinata & Waluyo 1977).

Kondisi kadar garam atau salinitas pada sedimen juga mempunyai pengaruh terhadap sebaran dan terjadinya permintakatan. Berbagai macam jenis tumbuhan mangrove mampu bertahan hidup pada salinitas tinggi, namun jenis *Avicennia* merupakan jenis yang mampu hidup bertoleransi terhadap kisaran salinitas yang sangat besar. MacNAE (1968) menyebutkan bahwa *Avicennia marina* mampu tumbuh pada salinitas sangat rendah sampai 90‰, sedangkan *Sonneratia* sp. umumnya hidup pada salinitas yang tinggi, kecuali *Sonneratia casiolearis* (sekitar 10 ‰). Jenis *Bruguiera* sp biasanya tumbuh pada salinitas maksimum sekitar 25‰, sedangkan jenis *Ceriops tagal*, *Rhizophora mucronafa* dan *Rhizophora stylosa* mampu hidup pada salinitas yang relatif tinggi.

Pasang surut adalah suatu fenomena naik turunnya muka air laut yang disertai dengan adanya gerakan horizontal dari massa air laut secara periodik. Pasang surut timbul karena adanya pengaruh gaya tarik menarik dari benda-benda langit (terutama bulan dan matahari) terhadap bumi. Periode pasang surut air laut sekitar 12,4 jam atau 24,8 jam (Safwan Hadi, 2002). Faktor pasang surut yang terjadi di bumi membentuk suatu zona yang disebut dengan zona intertidal. Zona intertidal merupakan zona yang masih dipengaruhi oleh aktifitas pasang surut air laut, dimana wilayah ini diukur berdasarkan pasang

tafsir dari al-Jalalain. Pembatas diantara kedua air tersebut terdapat mangrove dimana tempat bertemunya air asin (air laut) dengan air tawar (air sungai).

Berangkat dari beberapa latar belakang di atas maka perlu dilakukan penelitian mengenai kajian parameter perairan dan sedimen terhadap ekosistem mangrove di wilayah reklamasi Pulau Lumpur Sidoarjo, Porong, Kabupaten Sidoarjo. Kajian Kualitas perairan ini diperlukan karena buangan Lumpur Lapindo menuju Sungai Porong dilakukan tanpa proses penyaringan atau pengujian terlebih dahulu Lumpur tersebut, sedangkan untuk sedimen sendiri untuk mengetahui kondisinya ketika terdapat ekosistem mangrove pada sedimen hasil endapan Lumpur Lapindo.

1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang belakang pada sub bab sebelumnya, maka diperoleh rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana karakteristik kualitas perairan pada ekosistem mangrove di Pulau Lumpur Sidoarjo?
2. Bagaimana kondisi sedimen pada ekosistem mangrove di Pulau Lumpur Sidoarjo?

1.3.Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah pada sub bab sebelumnya, maka diperoleh tujuan masalah yaitu :

1. Untuk mengetahui karakteristik kualitas perairan pada ekosistem mangrove di Pulau Lumpur Sidoarjo.
2. Untuk mengetahui kondisi sedimen di ekosistem mangrove di Pulau Lumpur Sidoarjo.

1.4.Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai data tambahan bagi Instansi atau Stakeholder terkait Pulau Lumpur Sidoarjo yang akan dijadikan sebagai Pulau Wisata Bahari, dan Pulau Ekowisata.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kondisi Pulau Lumpur Sidoarjo

Salah satu kecamatan yang ada di Sidoarjo yang berbatasan langsung dengan laut utara yaitu kecamatan Jabon. Kecamatan Jabon sendiri memiliki potensi alam yang bisa dikembangkan menjadi daerah wisata yang ada di Sidoarjo. Banyak potensi alam pantai yang bisa diangkat menjadi daya tarik bagi wisatawan seperti banyak dan suburnya pohon bakau yang ada dipesisir pantai, serta yang saat ini sedang ramai diberitakan diberbagai berita di media sosial yaitu munculnya pulau baru yang berada di muara sungai Porong yang dinamakan pulau Lumpur Sidoarjo (Lumpur Sidoarjo). Kali Porong Kota Sidoarjo merupakan media pembuangan lumpur sampai ke laut. Sehingga pada tahun 2011 Badan Penanggulangan Lumpur Sidoarjo (BPLS) melakukan pengerukan terhadap endapan yang terbentuk di mulut muara Sungai Porong untuk mempertahankan fungsinya. Hasil kerukan tersebut ditimbun pada suatu daerah pembuangan (disposal area) yaitu disamping daratan alami seluas 4.47 hektar. Untuk menjaga agar timbunan endapan lumpur yang memiliki total luas sebesar 94 hektar (termasuk di dalamnya wanamina seluas 4.9 Ha) dapat tetap stabil dan tidak melebar kemana-mana atau menyatu dengan perairan maka perlu adanya konstruksi *jetty* dengan panjang 3.96 Km (Ikhwani, 2016).

Pulau Lumpur Sidoarjo ini terbentuk akibat dari pembuangan lumpur lapindo ke sungai Porong yang akhirnya bermuara di ujung sungai Porong dan mengendap sehingga membentuk hamparan lumpur yang mengering cukup luas. Sudah 13 (tiga belas) tahun silam bencana semburan lumpur panas terjadi di Porong, Sidoarjo yang mengakibatkan sekitar 19 desa tenggelam. Selama hampir 8 (delapan) tahun lumpur yang meluap dibuang ke sungai Porong, lalu aliran sungai menghantarkan lumpur yang kemudian membentuk pulau baru di pesisir timur Sidoarjo. Warga sekitar menamakan pulau yang baru terbentuk dengan

sebutan pulau sarinah, namun oleh Pemerintah dari Kementrian Kelautan dan Perikanan memberikan nama resmi yaitu pulau Lumpur Sidoarjo (LuSi). Pulau yang terbentuk dari hasil sedimen lumpur biasanya tidak terdapat tumbuhan di atasnya, sehingga hasil kerukan tersebut ditimbun atau di reklamasi di area pembuangan yang di kelilingi oleh konstruksi *Jetty* sehingga membentuk hamparan tanah yang berbentuk pulau yang saat ini dikenal dengan Pulau Lumpur Sidoarjo (Pulau LuSi).

2.2.Mangrove

2.2.1. Definisi mangrove

Istilah 'Mangrove' secara jelasnya tidak pasti asal usulnya. Terdapat beberapa istilah seperti salah satu nya yang berasal dari Bahasa Portugis dan Bahasa Inggris yang menyebut salah satu jenis pohon mangrove sebagai '*mangue*' dari bahasa Portugis dan '*grove*' dari bahasa Inggris (Macnae, 1968). Mangrove yaitu tanaman pepohonan atau komunitas tanaman yang dapat hidup diantara darat dan laut yang telah diperngaruhi oleh pasang surut. Habitat mangrove sering ditemukan di tempat pertemuan air laut dan muara sungai yang menjadi pembatas dan pelindung daratan dari gelombang laut yang besar. Sungai mengalirkan air tawar untuk mangrove dan pada saat pasang dari laut, air garam atau air payau mengelilingi pohon mangrove. (Irwanto, 2006).

Mangrove sering disebut dengan hutan bakau atau hutan payau, dan hutan pantai. Pengertian dari hutan pantai sendiri yaitu c. Sedangkan pengertian dari mangrove sebagai hutan bakau atau hutan payau ialah pohon-pohonan yang tumbuh di sekitar daerah air payau pada pertemuan air tawar dan air laut dan pada tanah lauvial di sekitar muara sungai dimana pada umumnya formasi tanaman di dominasi oleh tanaman bakau yang biasa kita ketahui yaitu dari genus *Rhizophora*. (Harahab, 2010).

2.2.2. Ekosistem mangrove Indonesia

Indonesia merupakan negara maritim dimana terdapat sekitar 17 ribu pulau yang terdiri dari pulau besar dan kecil yang memiliki garis pantai sepanjang 81.000 km dan luas daratannya sekitar 1.91 km². Daerah pantai tersebut dapat dijumpai hutan mangrove, namun tidak seluruhnya terdapat mangrove karena tumbuh dan berkembang mangrove memiliki syarat-syarat atau faktor lingkungan yang mengontrolnya (Pramudji, 2000). Hutan mangrove yang terdapat di Indonesia menurut Darsidi (1987) dalam Pramudji (2000), luasnya mencapai 4.25 juta Ha berbeda dengan pendapat dari Gieson (1993) dalam Pramudji (2000) yaitu sekitar 2.49 juta Ha. Perbedaan ini bisa disebabkan oleh konversi lahan dimana hutan mangrove tersebut berubah menjadi tambak atau pembangunan sehingga luas area hutan mangrove menurun. Hasil temuan baru tahun 2013 dari Gus Gupta mengatakan bahwa luas hutan mangrove di Indonesia sebagai yang terluas di dunia dengan luas area berkisar 3.2 juta Ha dimana luas tersebut 22.6% dari total hutan mangrove yang ada di dunia.

Pulau lusi merupakan pulau yang memiliki hutan mangrove dimana tingkat kerapatan vegetasi mangrove nya memiliki nilai yang tinggi dengan kerapatan 15.000 per Ha (Prasenja, 2017). Jenis mangrove hasil temuan dari Prasenja (2017) didapatkan 7 jenis spesies tumbuhan mangrove yaitu *Acanthus ebracteatus vahl*, *Acanthus illicifolius L*, *Acrostichum aureum linn*, *Aegiceras floridum*, *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, dan *Sonneratia alba*. Jenis mangrove yang dominan di Pulau Lumpur Sidoarjo terdapat 2 jenis spesies yaitu *Avicennia alba* dan *Avicennia Marina*. Berdasarkan penelitian dari Mulyo 2015 dalam Prasenja (2017) menyatakan bahwa *Ceriops tagal*, *Avicennia marina*, dan *Rhizophora mucronata* dapat bertahan dengan baik pada media tanam yang berasal dari Lumpur Sidoarjo.

2.3. Klasifikasi Sedimen

Sedimen adalah partikel organik dan anorganik yang terakumulasi secara bebas (Duxbury et al, 1991 dalam Munandar et al, 2014), sedangkan endapan sedimen adalah akumulasi mineral dan fragmen batuan dari daratan yang bercampur dengan tulang-tulang organisme laut dan beberapa partikel yang terbentuk melalui proses kimiawi yang terjadi di dalam laut (Gross, 1993 dalam Munandar et al, 2014). Menurut Rifardi (2008) dalam Munandar et al (2014), ukuran butir sedimen dapat menjelaskan hal-hal berikut :

1. Menggambarkan daerah asal sedimen.
2. Perbedaan jenis partikel sedimen.
3. Ketahanan partikel dari bermacam-macam komposisi terhadap proses pelapukan, erosi, abrasi, dan transportasi.
4. Jenis proses yang berperan dalam transportasi dan deposisi sedimen.

Sedangkan menurut asalnya sedimen dapat dibagi menjadi empat macam yaitu : (M. S. Wibisono, 2011 dalam Munandar et al, 2014)

1. Sedimen lithogeneous : sedimen yang berasal dari sisa pelapukan batuan dari daratan, lempeng kontinen termasuk yang berasal dari kegiatan vulkanik.
2. Sedimen biogeneous : sedimen yang berasal dari organisme laut yang telah mati dan terdiri dari remah-remah tulang, gigi geligi, cangkang-cangkang tanaman maupun hewan mikro.
3. Sedimen hydrogenous : sedimen yang berasal dari komponen kimia air laut dengan konsentrasi yang terlewat jenuh sehingga pengendapan (deposisi) di dasar laut contohnya Mangan (Mn) berbentuk nodul, Fosforite (P₂O₅), dan Glauconite (hidro silikat yang berwarna kehijauan dengan komposisi yang terdiri dari ion-ion K, Mg, Fe, dan Si).
4. Sedimen cosmogenous sedimen : berasal dari luar angkasa dimana partikel-partikel berasal dari benda-benda angkasa ditemukan di dasar laut dan banyak mengandung unsur besi sehingga mempunyai respons magnetik

Berdasarkan hasil penelitian dari Barkey (1990) bahwa ditemukan berbagai hubungan antara jenis spesies mangrove dengan karakteristik tipe sedimen yaitu :

1. Jenis *Avicennia* spp dapat bertahan hidup pada tipe sedimen bertekstur halus, memiliki nilai bahan organik salinitas yang tinggi. Jenis mangrove ini biasanya mendominasi pada daerah delta sungai-sungai besar dengan tipe sedimen berkadar lumpur dan halus.
2. Jenis *Rhizophora* spp dapat berkembang pada tipe sedimen yang relatif lebih kasar dibandingkan dengan *Avicennia* spp, namun secara umum masih termasuk golongan tipe sedimen bertekstur halus. Kandungan bahan organik pada sedimen pada jenis mangrove *Rhizophora* spp merupakan persentase tertinggi dan biasanya memiliki nilai salinitas yang sedang.
3. Jenis *Sonneratia* spp merupakan jenis spesies ekosistem mangrove yang hidup di sedimen pasir di daerah pesisir laut, yang mana sedimennya stabil. Sedimen dimana terdapat *Sonneratia* spp relatif tidak memiliki kandungan bahan organik yang dapat diketahui dari warna sedimennya yang cerah. Rendahnya kandungan bahan organik ini dikarenakan adanya proses pencucian oleh pasang surut dan salinitasnya tinggi.

Penelitian dari Bengen (2004) menyatakan bahwa jenis mangrove *Rhizophora* spp dapat tumbuh dengan baik pada sedimen bertipe lumpur dan bisa mentoleransi tipe sedimen lumpur sedang di pesisir pantai yang sedikit berombak dengan pasang surut yang menggenangi 20 sampai 40 kali tiap bulan. *Rhizophora stylosa* cocok pada lokasi dengan tipe sedimen pasir berkarang. Jenis mangrove *Avicennia* spp dapat berkembang baik dengan bertipe sedimen pasir berlumpur terutama di pantai dengan kondisi tergenang pasang surut dengan frekuensi 30-40 kali tiap bulan. Jenis mangrove *Sonneratia* spp dapat hidup dengan baik pada tipe sedimen berlumpur atau lumpur berpasir di daerah pinggir pantai menuju daratan dengan frekuensi pasang surut menggenangi 30-4 kali tiap bulan.

Sedimen merupakan bagian besar terdiri dari partikel-partikel yang berasal dari hasil bongkaran atau pecahan bebatuan dan potong kulit (sehl) serta sisa kerangka badan dari organisme laut. Klasifikasi ukuran butiran

3. Perpindahan massa air antara air tawar dengan air laut mempengaruhi distribusi vertikal organisme.

b. Durasi pasang :

1. Struktur dan kesuburan mangrove di suatu kawasan yang memiliki jenis pasang diurnal, semi diurnal, dan campuran akan berbeda.

2. Komposisi spesies dan distribusi areal yang digenangi berbeda menurut durasi pasang atau frekuensi penggenangan, misalnya penggenangan sepanjang waktu maka jenis yang dominan adalah *Rhizophora mucronata* dan jenis *Bruguiera* serta *Xylocarpus* kadangkadang ada.

c. Rentang pasang (tinggi pasang):

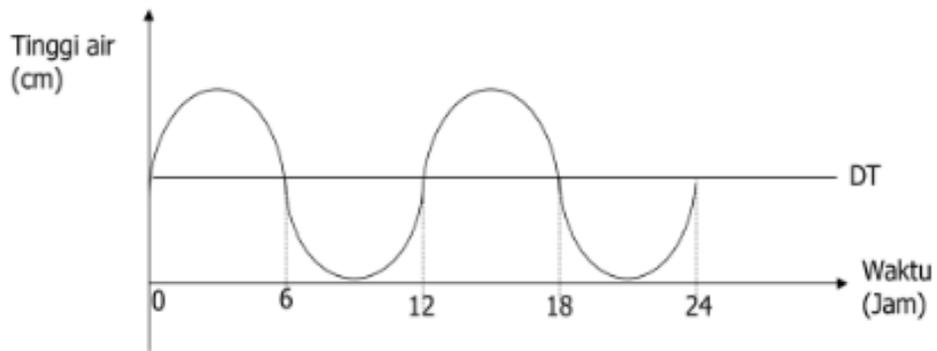
1. Akar tunjang yang dimiliki *Rhizophora mucronata* menjadi lebih tinggi pada lokasi yang memiliki pasang yang tinggi dan sebaliknya.

2. Pneumatophora *Sonneratia* sp menjadi lebih kuat dan panjang pada lokasi yang memiliki pasang yang tinggi.

Pendapat Daryono (2017) mengemukakan bahwa pasang surut di setiap daerah pesisir memiliki tipe yang berbeda. Secara umum pasang surut dibagi menjadi empat tipe pasang surut yakni :

1. Pasang Surut Harian Ganda (*semi diurnal tide*)

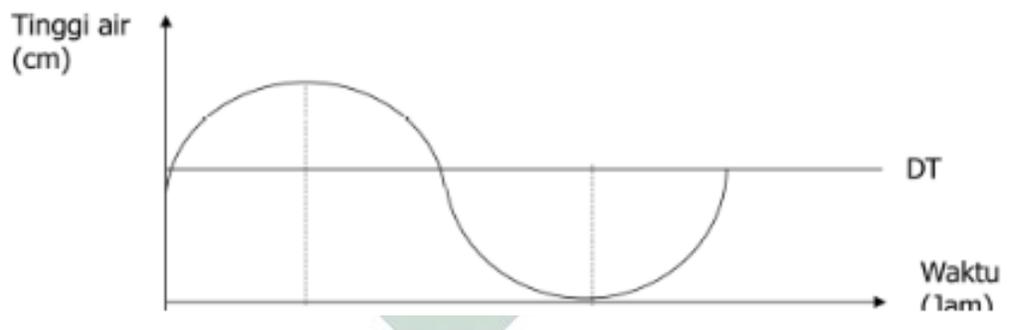
Dalam satu hari dapat terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Tipe pasang surut rata -rata adalah 12 jam 24 menit. Seperti yang diejelaskan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Pasang Surut Harian Ganda (semi diurnal tide) (Sumber : Kahar, 2008)

2. Pasang Surut Harian Tunggal (*diurnal tide*)

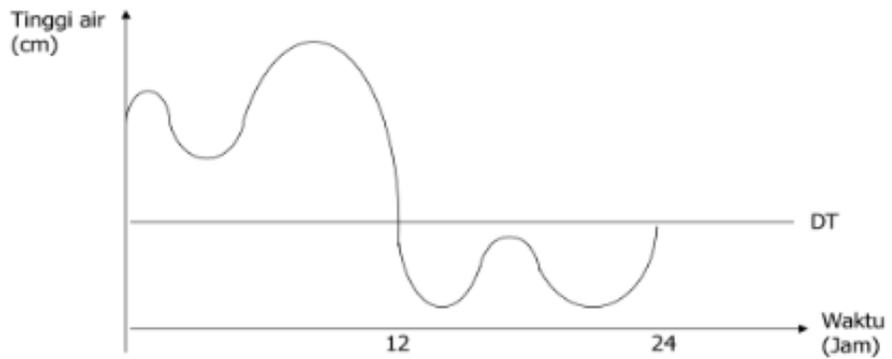
Dalam satu hari terjadi peristiwa satu kali pasang dan satu kali surut dengan periode pasang surut yaitu 24 jam 50 menit. Dapat dilihat seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Pasang Surut Harian Tunggal (diurnal tide) (sumber : Kahar, 2008)

3. Pasang Surut Campuran Condong Ke Harian Ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal tide*)

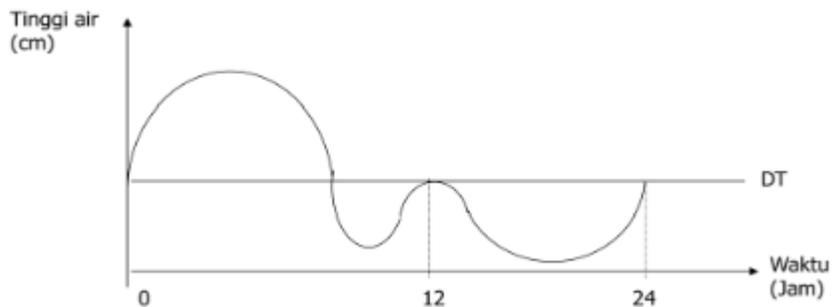
Dalam satu hari terjadi peristiwa dua kali air pasang dan dua kali air surut. Tetapi tinggi dan periode pasang surut tersebut berbeda. Dapat dilihat seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Pasang Surut Campuran Condong Ke Harian Ganda (mixed tide prevailing semi diurnal tide) (Sumber : Kahar, 2008)

4. Pasang Surut Campuran Condong Ke Harian Tunggal (*mixed tide prevelailing diurnal tide*)

Dalam tipe ini, dalam satu hari terjadi peristiwa satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi terkadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Dapat dilihat seperti pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Pasang Surut Campuran Condong Ke Harian Tunggal (mixed tide prevailing diurnal tide) (Sumber : Kahar, 2008)

Pada umumnya untuk mengetahui type pasang surut di suatu perairan di tentukan menggunakan rumus formzhal untuk mengetahui rumus fhomzhal dapat menggunakan persamaan 1.

$$F = ((K1 + O1))/((M2 + S2)) \dots\dots\dots(1)$$

Tabel 2.2. Keterangan Rumus Formzhal

Variabel	Keterangan
O1	Amplitudo unsur pasut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
K1	Amplitudo unsur pasut tunggal yang disebabkan oleh gaya tarik matahari.
M2	Amplitudo unsur pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan.
S2	Amplitudo unsur pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari.

Setelah mengetahui nilai formzhal maka kita akan bisa mengetahui tipe pasang surut suatu perairan dengan ketentuan sebagai berikut :

$F \leq 0,25$: pasang surut harian ganda

$0,25 < F \leq 1,5$: pasang surut campuran dominan ganda

$1,5 < F \leq 3,0$: pasang surut campuran dominan tunggal

$F > 3,0$: pasang surut harian tunggal

2.5. Kualitas perairan

Kualitas perairan diperlukan untuk mengetahui kualitas dari perairan apakah sesuai dengan standar yang ada guna untuk membandingkan Kualitas perairan yang sebenarnya dengan baku mutu yang ada. Kualitas perairan ini di samping untuk mengetahui kualitas dari suatu perairan, Kualitas perairan ini dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dari ekosistem mangrove. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (KEPMEN LH) No. 51 tahun 2004 terdapat nilai baku mutu dari beberapa Parameter yang digunakan dalam penelitian, dijelaskan peneliti sebagai berikut.

garam. Salinitas dapat mempengaruhi secara langsung laju pertumbuhan dan zonasi suatu ekosistem mangrove, hal ini karena terkait dengan frekuensi genangan yang disebabkan pasang surut. Salinitas air dapat meningkat pada saat siang hari dan pada saat kondisi pasang (Kusmana, 1995)).

Lingkungan asin (bergaram) diperlukan untuk kestabilan ekosistem mangrove, seperti halnya banyak spesies yang kurang bersaing di bawah kondisi air tawar (Lugo, 1980). Salinitas air dan salinitas tanah rembesan merupakan faktor penting dalam pertumbuhan, daya tahan, dan zonasi spesies mangrove. Tumbuhan mangrove tumbuh subur di daerah estuaria dengan salinitas 10 - 30 ppt. Salinitas yang sangat tinggi (hypersalinity) misalnya ketika salinitas air permukaan melebihi salinitas yang umum di laut (\pm 35 ppt) dapat berpengaruh buruk pada vegetasi mangrove, karena dampak dari tekanan osmotik yang negatif. Akibatnya, tajuk mangrove semakin jauh dari tepian perairan secara umum menjadi kerdil dan berkurang komposisi spesiesnya. Meskipun demikian, beberapa spesies dapat tumbuh di daerah dengan salinitas sangat tinggi, seperti yang dilaporkan oleh Wells (1982) dalam Aksornkoe (1993), bahwa di Australia *A. marina* dan *E. agallocha* dapat tumbuh di daerah dengan salinitas maksimum 63 ppt, *Ceriops* spp. 72 ppt., *Sonneratia* spp. 44 ppt, *R. apiculata* 65 ppt dan *R. stylosa* 74 ppt. Mangrove dapat hidup dengan normal memiliki nilai salinitas berkisar antara 33-34‰.

2.6. Bahan Organik Total (BOT)

Bahan Organik Total (BOT) merupakan gambaran kandungan bahan organik total suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi (*partikulate*) dan koloid. Bahan organik dapat ditemukan dalam suatu jenis perairan, baik dalam bentuk terlarut, tersuspensi maupun sebagai koloid, dimana kesuburan suatu perairan tergantung dari kandungan Bahan Organik Total (BOT) dalam perairan itu sendiri. (Arifin, 2017)

Pendapat Hutabarat dan Evans (1995) menyatakan bahwa di dalam suatu perairan, bahan organik terdapat dalam bentuk detritus. Sejumlah besar bahan-bahan ini terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan atau hewan benthik yang hancur, yang hidup diperairan pantai yang dangkal. Sumber lain bahan organik adalah sisa-sisa tubuh organisme pelagis yang mati dan tenggelam ke dasar serta kotoran binatang dalam perairan.

Menurut Paul dan Ladd (1981) menyatakan bahwa jika semakin dalam (dari permukaan tanah) maka kandungan bahan organik semakin menurun dengan kandungan tertinggi pada lapisan atas atau top soil (0-10 cm) diikuti bagian bawah atau subsoil (10-20 cm). Reynold (1971) mengklasifikasikan kandungan bahan organik dalam sedimen yaitu terlihat dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Kriteria kandungan bahan organik dalam sedimen (Reynold, 1971)

No.	Kandungan Bahan Organik (%)	Kriteria
1	>35	Sangat Tinggi
2	17-35	Tinggi
3	7-17	Sedang
4	3,5-7	Rendah
5	<3,5	Sangat Rendah

Nybakken (1988) menyatakan bahwa di daerah yang bersedimen lumpur banyak mengandung bahan organik. Hal ini karena di daerah tersebut biasanya gerakan air relatif kecil sehingga partikel organik yang tersuspensi dalam air akan mengendap di dasar perairan.

2.6.1. Karbon (C-organik)

Bahan organik tanah merupakan material penyusun tanah yang berasal dari sisa tumbuhan dan binatang, baik yang berupa jaringan asli maupun yang telah mengalami pelapukan. Sumber utama bahan organik tanah berasal dari daun, ranting, cabang, batang, dan akar tumbuhan. (Nursin, 2014)

Kandungan C-organik yang rendah menunjukkan jumlah bahan organik dalam tanah rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa pada lokasi dengan tingkat ketebalan mangrovenya tinggi, memiliki bahan organik yang lebih besar dari pada lokasi yang tanpa mangrove. Dengan semakin melimpahnya bahan organik akan menunjukkan bahwa perairan tersebut termasuk perairan yang sehat karena bahan organik akan terdekomposisi dan selanjutnya menjadi makanan bagi mikroorganisme. (Nursin, 2014)

2.6.2. Fosfor (P-Tersedia)

Tanah hutan mangrove dengan kadar N dan P tinggi, biomasanya akan meningkat. Unsur P-tersedia dalam tanah bisa berasal dari bahan organik, pemupukan maupun dari mineral dalam tanah. Unsur P-tersedia banyak dibutuhkan tanaman untuk pembentukan bunga, buah, biji, perkembangan akar dan untuk memperkuat batang agar tidak mudah roboh (Setiawan 2013). Unsur fosfor berperan dalam proses fotosintesis, penggunaan gula dan pati serta transfer energi. Unsur fosfor diperlukan untuk mentransfer energy ADP dan ATP, NAD, dan NADH (Ma'shum dkk, 2003). Definisi fosfor mengakibatkan pertumbuhan tanaman lambat, lemah, dan kerdil (Sutanto, 2005).

Ketersediaan Fosfor di tanah sekitar 0,01 – 0,1% dari keseluruhan senyawa di tanah (Sutanto, 2005). Bentuk yang paling dominan dari fosfat tersebut dalam tanah bergantung pada pH tanah. Pada pH yang rendah, tanaman lebih banyak menyerap ion ortofosfat primer ($H_2PO_4^-$), dan pada pH yang lebih tinggi ion ortofosfat sekunder (HPO_4^{2-}) yang lebih banyak diserap tanaman. Unsur Fosfor juga bisa didapatkan dari ion-ion Ca-, Al-, dan Fe- (Ma'shum, 2003).

2.6.3. Nitrogen (N-Total)

Nitrogen tanah merupakan unsur esensial bagi tanaman. Bahan organik merupakan sumber N utama di dalam tanah. Fungsi N adalah memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman (Soewandita 2008). Kandungan nitrogen dalam

2.8. Penelitian Terdahulu

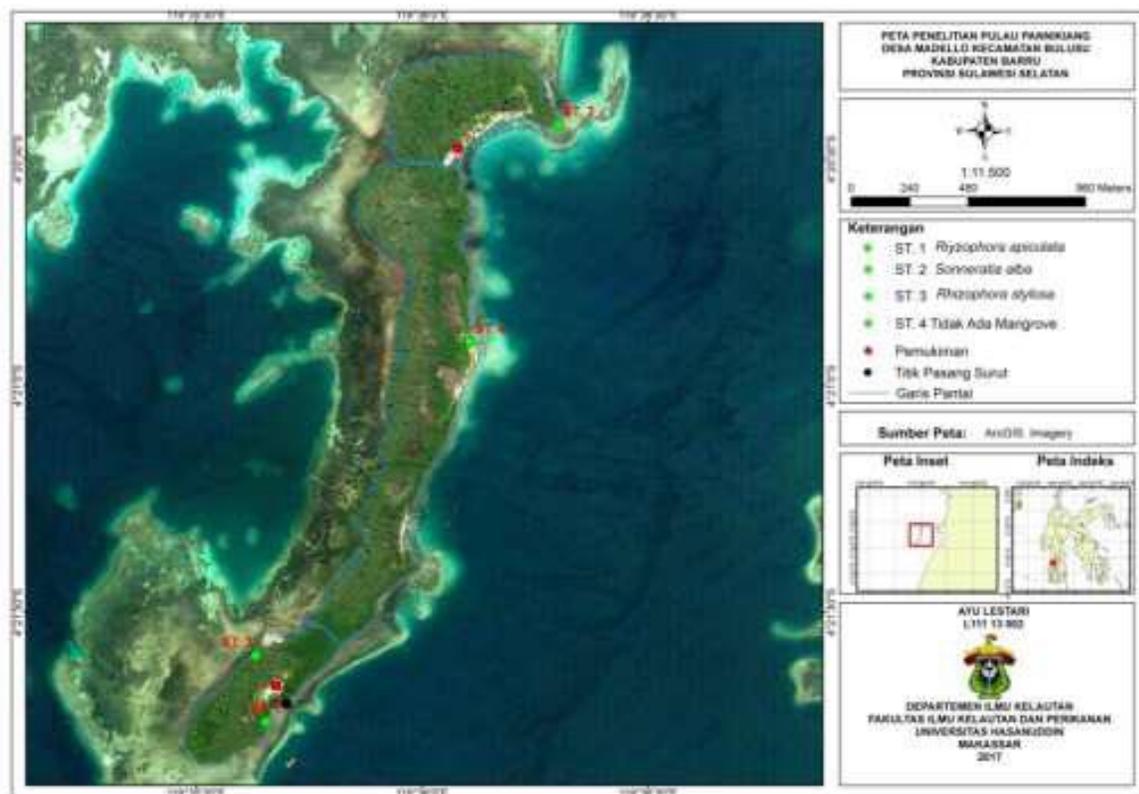
No.	Penulis / Judul	Tujuan	Parameter/ Data	Metode	Hasil
1.	Abunaim Arifin (2018) /Struktur Vegetasi Mangrove berdasarkan Sedimen di Pantai Mara'bombang Kecamatan Suppa Kabupaten Pinrang	Untuk mengetahui kerapatan jenis mangrove dan keterkaitan antara struktur vegetasi mangrove berdasarkan sedimen yang mengandung kadar BOT dan parameter sedimen	Suhu, Salinitas, pH sedimen, Pasang surut, Sedimen, Bahan Organik Total (BOT), Struktur vegetasi mangrove	Sampling, Analisis menggunakan PCA	-Kerapatan jenis mangrove tertinggi ditemukan pada Sampel 3 yaitu <i>Rhizophora mucronata</i> 0,06 (ind/m ²). Tingginya kandungan BOT yang terdapat pada sedimen Sampel 3 adalah 63,08% -Ditemukan 4 jenis mangrove pada lokasi penelitian yaitu, <i>Avicennia rumphiana</i> , <i>Avicennia alba</i> , <i>Sonneratia Alba</i> dan <i>Rhizophora mucronata</i> . Hasil PCA menunjukkan bahwa jenis <i>Avicennia rumphiana</i> dicirikan dengan sedimen pasir halus.
2.	Yanelis Prasenja, Abimanyu Takdir Alamsyah, Dietrich G Bengen (2017) /Analisis Keberlanjutan Ekosistem Mangrove untuk kegiatan Ekominawisata di Pulau Lumpur Sidoarjo	Analisis kondisi Pulau Lumpur dan mengevaluasi kondisi ekosistemnya untuk mengetahui kelayakannya sebagai kawasan ekominawisata mangrove.	Kondisi ekosistem mangrove, kondisi fisik Pulau Lumpur	Analisis pengamatan, wawancara dan sistem pemotretan.	Kondisi ekosistem mangrove yang sangat rapat > 1500, keanekaragaman jenis spesies yang banyak, jenis satwa, kondisi fisik lumpur

No.	Penulis / Judul	Tujuan	Parameter/ Data	Metode	Hasil
3.	Ayu Lestari (2018) / Konsentrasi bahan organik dalam sedimen dasar perairan kaitannya dengan kerapatan dan penutupan jenis mangrove di Pulau Pannikiang, Kecamatan Balusu, Kabupaten Baru	Untuk mengetahui perbedaan kandungan bahan organik disetiap jenis mangrove yang dominan dan mengetahui konsentrasi bahan organik di sedimen kaitannya dengan kerapatan dan penutupan jenis mangrove.	Parameter air, Arus, Sedimen, Pasang surut, BOT, Vegetasi Mangrove	Analisis menggunakan ANOVA, Sampling	Kandungan bahan organik sedimen jenis mangrove dominan di Pulau Pannikiang memiliki kandungan bahan organik tidak signifikan berbeda $p > 0,05$ antar stasiun yang ditumbuhi mangrove, sedangkan stasiun yang ditumbuhi mangrove dengan yang tidak ada mangrove signifikan berbeda $p < 0,05$. Berdasarkan hasil uji regresi dinyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan ($p > 0,05$) terhadap kandungan bahan organik sedimen dengan kerapatan jenis mangrove dan nilai koefisien korelasi (r) diperoleh sebesar 0,594, artinya nilai ini dikategorikan memiliki hubungan antara kandungan bahan organik sedimen dengan kerapatan jenis mangrove.

No.	Penulis / Judul	Tujuan	Parameter/ Data	Metode	Hasil
4.	Inayah Yasir <i>et al</i> (2014). / Keanekaragaman Makrozoobenthos di ekosistem Mangrove Silvofishery dan Mangrove Alami di Kawasan Ekowisata Pantai Boe, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan	Untuk mengetahui keanekaragaman makrozoobenthos dan mangrove pada ekosistem mangrove silvofishery dan mangrove alami serta membandingkan kelimpahan makrozoobenthos pada ekosistem mangrove silvofishery dan mangrove alami.	Jenis sedimen, BOT, kualitas air, DO, Vegetasi mangrove, Struktur komunitas makrozoobenthos	Analisis kelimpahan, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, indeks dominansi makrozoobenthos, kerapatan, frekuensi, penutupan jenis mangrove dan uji One Way Anova	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pada mangrove silvofishery Terdapat lima (5) jenis makrozoobenthos terdiri dari tiga jenis gastropoda, satu bivalvia dan 1 maxilopoda 2. Pada mangrove alami terdapat 15 jenis makrozoobenthos. 3. Terdapat dua jenis mangrove di mangrove silvofishery 4. Terdapat empat jenis mangrove di ekosistem mangrove alami

2.8.1. Konsentrasi Bahan Organik dalam Sedimen Dasar Perairan Kaitannya Dengan Kerapatan dan Penutupan Jenis Mangrove di Pulau Pannikiang, Kecamatan Balusu Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan

Penelitian dari Ayu Lestari (2018) bertujuan penelitian tersebut yaitu untuk mengetahui perbedaan kandungan bahan organik disetiap jenis mangrove dan hubungan kerapatan dan tutupan jenis mangrove dengan kandungan bahan organik di sedimen. Hasil Penelitian dari Ayu Lestari (2018) terdapat 3 jenis mangrove di Pulau Pannikiang, yaitu *Rhizophora apiculata* pada stasiun 1, *Sonneratia alba* pada stasiun 2 dan *Rhizophora stylosa* pada stasiun 3.



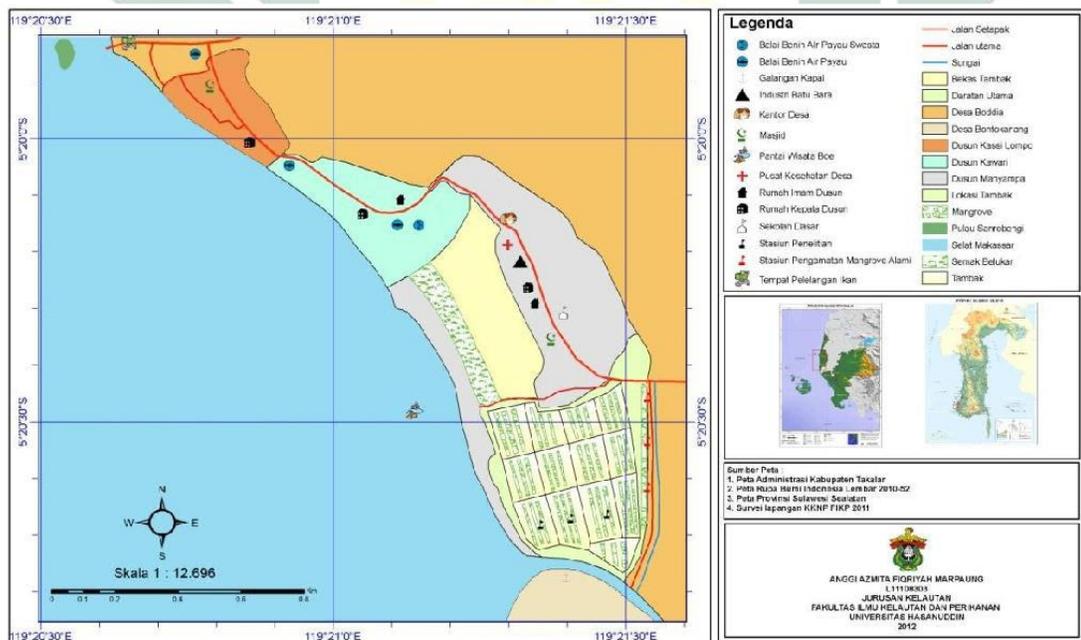
Gambar 2.5. Peta lokasi penelitian di Pulau Pannikiang, Kabupaten Barru. (lestari, 2018)

Tingkat kerapatan mangrove pada stasiun 1 memiliki tingkat kerapatan yang sedang dimana terdapat 800 pohon per Ha, stasiun 2 terdapat 600 pohon per Ha, dan stasiun 3 terdapat 1.200 pohon per Ha. Hasil analisis klasifikasi butiran sedimen pada stasiun 1 yaitu lumpur sedang, stasiun 2 pasir sangat halus dan stasiun 3 lumpur sedang. Nilai BOT yang terkandung pada stasiun 1 memiliki nilai 32.83% dan stasiun 2 10.85, sedangkan pada stasiun 3 memiliki nilai BOT 30.57%. Kualitas perairan

pada hasil pengamatan dan pengukuran dari Ayu menunjukkan 3 kualitas perairan yaitu suhu, salinitas, dan pH. Nilai suhu yang didapatkan berkisar antara 28.8⁰ hingga 29.4⁰ C. Nilai salinitas yang didapatkan pada lokasi penelitian dari Ayu berkisar antara 34.2 ppt hingga 35.7 ppt, sedangkan untuk hasil dari nilai pH yang didapatkan berkisar antara 6.4 hingga 6.6.

2.8.2. Keanekaragaman makrozoobenthos di ekosistem mangrove silvofishery dan mangrove alami di kawasan Ekowisata Pantai Boe, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan

Penelitian dari Inayah Yasir et al (2014) bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman makrozoobenthos dan mangrove pada ekosistem mangrove silvofishery dan mangrove alami serta membandingkan kelimpahan makrozoobenthos pada ekosistem mangrove silvofishery dan mangrove alami.



Gambar 2.6. Peta lokasi penelitian di Kawasan Ekowisata Pantai Boe, Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan

Hasil penelitian Inayah (2014) pada lokasi silvofishery terdapat dua jenis mangrove yaitu *Rhizophora mucronata* dan *R. stylosa* yang ditanam petani tambak, sedangkan di ekosistem mangrove alami terdapat empat jenis mangrove yaitu

Avicennia spp., *Bruguiera* spp., *R. stylosa* dan *R. mucronata*. Kondisi kualitas air hasil penelitian Inayah menunjukkan bahwa nilai suhu yang didapatkan pada kedua lokasi yaitu mangrove silvofishery dan mangrove alami yaitu 29-31° C yang mana umumnya dapat ditolerir oleh mangrove. Nilai salinitas yang didapatkan berkisar antara 18-27 ppt yang mana posisi sampel diambil berada di muara Sungai Saro' dimana salinitas perairan dapat berubah-ubah sesuai dengan pola pasang surut yang terjadi dan mewakili vegetasi mangrove yang berbatasan dengan pintu air tambak. Nilai pH yang didapatkan berkisar antara 5.6-6.1 yang mana masih dapat ditolerir. Tipe sedimen dari hasil penelitian Inayah (2014) pada lokasi mangrove silvofishery yaitu pasir halus, sedangkan untuk mangrove alami di dominasi pasir sedang. Hasil analisis kandungan bahan organik berasal dari sedimen di kawasan mangrove silvofishery berkisar antara 43.02 – 68.89% dan ekosistem mangrove alami 22.04-47.23%. Nilai BOT pada ekosistem mangrove silvofishery disebabkan oleh kerapatan mangrove yang tinggi sedangkan pada ekosistem mangrove alami kerapatannya rendah namun jenis mangrove nya bervariasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2019 sampai dengan bulan Juni 2019. Lokasi penelitian dilakukan di sekitar pulau Lumpur Sidoarjo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo pada titik koordinat E 112°52'21.79" dan S 7°34'6.91" (Gambar 3.1). Sedangkan analisis besar butir sedimen dan analisis pasang surut serta analisis lingkungan dilakukan di Laboratorium Oceanografi, Gedung Laboratorium Integrasi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.



Gambar 3. 1. Lokasi stasiun dan pengulangan penelitian di Pulau Lumpur Sidoarjo

Secara Geografis Pulau Lumpur wilayah dengan potensi kawasan pesisir sebagai Pulau Ekominawisata Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo karena memiliki hutan mangrove yang bervariasi dan berbatasan langsung secara administratif dengan :

- Sebelah Utara : Kota Sidoarjo
- Sebelah Selatan : Kab. Pasuruan
- Sebelah Timur : Laut Madura
- Sebelah Barat : Kab. Sidoarjo

Berdasarkan peta tersebut terdapat tiga titik sampel yang berbeda, yaitu :

a. Sampel 1

Letak geografis $7^{\circ}56'55.50''$ S dan $112^{\circ}86'97.40''$ E. Berada di daerah sungai Porong atau masih di bagian dalam muara sungai.

b. Sampel 2

Letak geografis $7^{\circ}56'45.78''$ S dan $112^{\circ}87'03.87''$ E. Berada di muara sungai dan tempat bertemunya air laut dan air tawar.

c. Sampel 3

Letak geografis $7^{\circ}56'55.63''$ dan $112^{\circ}87'26.53''$ E. Berada di muara sungai terluar atau langsung berbatasan dengan sungai

3.2.Flowchart

Alur penelitian dibuat sebagai gambaran umum suatu penelitian dilaksanakan. Alur penelitian dapat dilihat pada diagram alir berikut.

3.3. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini ada beberapa alat dan bahan yang digunakan pada saat pengambilan sampel dan pengamatan sampel. Adapun alat dan bahan yang digunakan saat pengambilan sampel dapat dilihat pada tabel 3.1 dan pada tabel 3.2. menunjukkan alat dan bahan saat pengamatan sampel.

Tabel 3.1. Alat dan bahan yang digunakan pada pengambilan sampel

Pengambilan Sampel		
No.	Alat dan Bahan	Fungsi
1.	Global Positioning System	Digunakan untuk menentukan koordinat lokasi
2.	<i>Grabber</i>	Digunakan untuk mengambil sampel sedimen
3.	Alat Tulis dan buku	Untuk menulis letak koordinat dan hasil lapangan
4.	Botol	Untuk menyimpan hasil parameter air
5.	<i>Coolbox</i>	Untuk menyimpan hasil sampel
6.	Sekop	Digunakan untuk mengambil sampel sedimen
7.	Refraktometer	Untuk mengukur nilai salinitas
8.	Termometer	Untuk mengukur nilai suhu

Tabel 3.2. Alat dan bahan yang digunakan pada pengamatan sampel

Pengolahan Sampel		
No.	Alat dan Bahan	Fungsi
1.	Laptop	Untuk mengolah keseluruhan hasil penelitian.
2.	Cawan Porselen	Sebagai tempat sampel untuk di timbang dan meletakkan sedimen pada <i>Furnace</i>
3.	Oven	Digunakan untuk mengeringkan sampel sedimen
4.	<i>Shive Shaker</i>	Digunakan untuk menentukan besar butiran sedimen
5.	Timbangan Digital	Digunakan untuk mengetahui massa sedimen berdasarkan besar butirannya

3.4. Pengambilan data

3.4.1. Data Primer

a. Salinitas

Pengukuran salinitas perairan dilakukan pada tiap plot selama pengambilan data menggunakan Hand Refractometer.

b. Suhu

Pengukuran suhu perairan dilakukan disetiap sampel selama pengambilan data berlangsung dengan menggunakan Termometer

c. Derajat Keasaman (pH)

Pengambilan data keasaman dilakukan sebanyak tiga kali dalam satu sampel dengan menggunakan pH meter dengan cara memasukkan pH meter pada air pada setiap sampel.

d. Sedimen

Pengambilan sampel sedimen pada dasar perairan dan tanah pada Pulau Lumpur Sidoarjo menggunakan sekop pada tanah dan grabber pada dasar perairan di sekitar Pulau Lumpur Sidoarjo

e. Bahan organik

Sampel tanah diambil dengan menggunakan pipa paralon yang berukuran 2,5 inci dan kemudian ditancapkan ke dalam tanah secara tegak lurus dengan kedalaman 60 cm (Toknok dkk, 2006). Untuk tiap titik zona diambil 1 sampel tanah dengan keseluruhan sampel adalah 3 sampel tanah mangrove Kemudian sampel-sampel tanah dari masing-masing zona tersebut dimasukkan kedalam plastik sampel yang berukuran 1 kg seberat 300 gram setiap sampel dan diikat rapat sehingga sampel tersebut mudah dibawa ke laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya menggunakan metode Gravimetri untuk C-Organik, Kjeldahl untuk Nitrogen, dan Gravimetri untuk Fosfor agar dapat diketahui hasil analisis sifat kimia dari bahan organik tersebut.

Keterangan Rumus Formzhal

- O1 = Amplitudo unsur pasut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
- K1 = Amplitudo unsur pasut tunggal yang disebabkan oleh gaya tarik matahari
- M2 = Amplitudo unsur pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
- S2 = Amplitudo unsur pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari

3.6. Analisis Data

Mengetahui jenis sedimen berdasarkan data besar butir di setiap stasiun kemudian dianalisis menggunakan Microsoft Excel. Hasil dari seluruh data bahan organik dan faktor lingkungan kemudian dianalisis menggunakan studi literatur Data bahan organik yang diperoleh dari laboratorium kemudian di analisis secara deskriptif, yaitu dengan mendeskripsi hasil analisis fakta sifat-sifat kimia tanah yang diperoleh dari laboratorium.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Mangrove di Pulau Lumpur Sidoarjo



Gambar 4.1. Lebar Sungai Porong (Hasil Penelitian tahun 2019)

Pulau Lumpur Sidoarjo ini terbentuk akibat dari pembuangan lumpur lapindo ke sungai Porong yang akhirnya bermuara di ujung sungai Porong dan mengendap sehingga membentuk hamparan lumpur yang mengering cukup luas. 10 tahun silam bencana semburan lumpur panas terjadi di Porong, Sidoarjo yang mengakibatkan sekitar 19 desa tenggelam (Poerwadi, 2017). Pada gambar 4.1 merupakan keterangan lebar Sungai Porong di sekitaran Pulau Lumpur Sidoarjo. Lebar sungai Porong sebelum Pulau Lumpur Sidoarjo memiliki lebar sungai berkisar 264.04 m, lalu pada depan dermaga Pulau Lumpur Sidoarjo memiliki lebar 145.54 m, dan pada utara Pulau Lumpur Sidoarjo yang mengarah ke laut lepas memiliki lebar sungai 159.23 m. Gambar 4.2. merupakan gambar jarak antara sungai hingga laut lepas dimana memiliki jarak 3.9 km dari Pulau Lumpur Sidoarjo hingga menuju laut lepas.

memiliki nilai kurang dari atau mendekati baku mutu yang berlaku. Berbeda dengan parameter suhu dan pH pada pengambilan pertama memiliki nilai yang mendekati nilai baku mutu yang berlaku. Pada Sampel 1 dan 2 memiliki nilai kurang dari atau mendekati baku mutu.

Pada pengambilan kedua, pada parameter suhu memiliki nilai sesuai dan melebihi baku mutu disetiap stasiunnya. Sedangkan untuk pH memiliki nilai kurang dari baku mutu pada Sampel 1 dan 2, namun sesuai dengan baku mutu pada Sampel 3 karena mencapai nilai minimal dari baku mutu. Pada pengambilan ketiga Sampel 1 dan Sampel 3 parameter suhu mencapai nilai baku mutu yang berlaku, berbeda dengan Sampel 2 yang memiliki nilai kurang dari baku mutu yang berlaku. Sedangkan untuk pH memiliki nilai yang sesuai dengan baku mutu pada Sampel 2 dan Sampel 3. Berbeda dengan Sampel 1 dimana pH nya memiliki nilai kurang dari baku mutu yang berlaku. Berikut penjelasan terkait masing-masing parameter lingkungan.

4.2.1. Salinitas

Salinitas merupakan salah satu faktor oseanografi yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mangrove. Sebagian besar mangrove dapat hidup pada salinitas 15 – 30 ppt serta ada beberapa jenis tumbuhan mangrove yang dapat tumbuh dengan baik pada kondisi salinitas tinggi serta ada beberapa jenis mangrove yang dapat tumbuh di salinitas yang lebih rendah dari 15 ppt. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi nilai salinitas di suatu wilayah perairan. Faktor – faktor tersebut diantaranya adalah keterbukaan lahan, aktifitas pasang surut, luas area serta pengaruh adanya intrusi air laut di wilayah tersebut serta adanya perbedaan dalam evaporasi dan presipitasi yang dapat mempengaruhi pertumbuhan vegetasi mangrove (wahyudi, 2014).

Nilai Salinitas yang diperoleh pada lokasi penelitian pada pengambilan pertama pada Sampel 1 dan Sampel 2 memiliki nilai 0 ppt Sedangkan pada Sampel 3 nilai salinitas sebesar 6 ppt. Pada pengambilan kedua, salinitas pada Sampel 1 dan 2 memiliki nilai 0 ppt berbeda dengan Sampel 3 yang mencapai 15 ppt. Pada pengambilan ketiga, nilai salinitas pada Sampel 1 dan 2 memiliki nilai 0, berbeda dengan Sampel 3 yang memiliki nilai 15 ppt.

Kondisi dari perairan pada bulan April saat pengambilan pertama terjadi pada musim hujan dimana volume air dari hulu lebih besar daripada volume air dari laut sehingga menimbulkan nilai salinitas 0 ppt. Pada pengambilan kedua, pengambilan parameter air pada bulan Mei terjadi pada saat musim peralihan dimana masih terjadi hujan pada daerah hulu yang menyebabkan volume air tawar lebih besar dibandingkan air laut. Berbeda dengan pengambilan ketiga dimana pengambilan parameter air pada saat musim kemarau bulan Juni yang tidak ada nilai salinitas karena saat pengambilan data pada lokasi penelitian sedang mengalami surut sehingga air sungai lebih besar volume nya daripada volume air dari laut. Pada Sampel 3 memiliki nilai salinitas setiap pengambilan karena letak Sampel 3 langsung berhadapan dengan laut dimana air laut memiliki nilai salinitas yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mangrove.

Penelitian dari Ayu Lestari (2008) mendapatkan nilai salinitas antar stasiun pengamatan berkisar 34 ppt hingga 35.7 ppt. Nilai tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 35.7 ppt karena stasiun tersebut mengalami pasang air laut sehingga mempengaruhi nilai salinitas di ekosistem mangrove. Nilai terendah pada stasiun 4 yaitu 34 ppt. Rendahnya nilai salinitas ini dipengaruhi oleh air yang masuk ke dalam tanah, yang berasal dari intrusi air laut yang datang pada saat pasang surut. Penelitian dari Inayah (2014) didapatkan nilai salinitas berkisar 18-27 ppt. Nilai salinitas yang tinggi dikarenakan lokasi yang dipengaruhi oleh pasang surut dan lokasi pengambilan sampel salinitas berbatasan dengan pintu air tambak. Perbedaan dengan hasil peneliti yaitu berbeda waktu pengambilan dimana peneliti mengambil sampel air untuk salinitas pada saat kondisi perairan di Pulau Lumpur Sidoarjo sedang terjadi surut sedangkan pengambilan sampel air dari Ayu dilakukan pada saat terjadi pasang pada perairan Pulau Pannikiang. Perbedaan nilai salinitas ini dikarenakan perbedaan karakteristik lokasi penelitian dimana Pulau Lumpur Sidoarjo berada jauh dari laut terbuka dengan jarak 3.9 km sesuai dengan gambar 4.2 dibandingkan dengan Pulau Pannikiang yang berada langsung berhadapan dengan laut yang memiliki nilai salinitas begitu juga dengan Ekowisata Pantai Boe yang juga berhadapan langsung dengan laut.

$$F = ((K1 + O1))/((M2 + S2))$$

$$F = ((0.4694+0.242))/((1.2397+0.2278))$$

$$F = 0.48477$$

Peneliti mendapatkan nilai yaitu 0.48477. Setelah mengetahui nilai dari rumus formal, maka peneliti bisa mengetahui tipe pasang surut suatu perairan. Jenis pasang surut yang ada di Pulau Lumpur Sidoarjo termasuk tipe pasang surut campuran condong semi diurnal atau campuran dominan ganda dimana merupakan pasang surut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut yang tingginya memiliki perbedaan. Kondisi pasang surut ini, menurut Watson (1928) berpengaruh terhadap tipe sedimen yang tersuspensi dalam kolom air sehingga mangrove akan tumbuh dan beradaptasi dengan kondisi lingkungannya. Tipe pasang surut pada hasil penelitian dari Ayu Lestari (2018) termasuk tipe Diurnal, yakni tipe pasang surut yang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Hutan mangrove yang tumbuh di daerah pasang diurnal, memiliki struktur dan kesuburan yang berbeda dari hutan mangrove yang tumbuh di daerah pasang campuran. Perkembangan daerah mangrove di lokasi Lestari sangat baik karena pasang surut dan substrat yang mendukung. Kondisi pasang surut ini menunjukkan bahwa pasang surut mempengaruhi pengangkutan zat hara dari penguraian bahan organik dan sebaran sedimen pada lingkungan ekosistem mangrove. Kondisi pasang surut Lumpur Sidoarjo mempengaruhi jenis mangrove yang tumbuh pada ekosistem mangrove, yang mana ditemukan vegetasi mangrove berjenis *Avicennia* spp., dan *Sonneratia* spp. sesuai dengan penelitian dari Prasenja (2017) dimana mangrove-mangrove tersebut terletak pada perairan terbuka yang langsung terdampak pasang surut.

4.3. Jenis Sedimen

Mangrove dapat tumbuh dengan baik pada sedimen yang berupa lumpur, pasir dan batu karang. Namun paling banyak ditemukan yaitu di daerah pantai, berlumpur, laguna, delta sungai, dan estuaria atau teluk. Lahan yang dekat dengan air pada area hutan mangrove biasanya terdiri dari sekitar 75% pasir halus, sedangkan selebihnya terdiri dari pasir lempung yang lebih halus (Arifin, 2017). Sedimen pada habitat

mangrove terdapat hubungan antara bahan – bahan organik dengan ukuran partikel sedimen. Presentase bahan organik lebih tinggi didapatkan pada sedimen yang halus, sedangkan pada sedimen yang kasar terdapat lebih sedikit kandungan bahan organik.

Jenis sedimen pada Sampel 1, di dapatkan hasil dari metode pengayakan kering pada pengambilan pertama hingga pengambilan ketiga darat maupun air di dominasi oleh pasir halus. Hal ini di dukung oleh hasil penelitian dari Barkey (1990) bahwa sedimen dengan tekstur halus namun memiliki nilai salinitas yang rendah dimana jenis mangrove pada Sampel 1 di lokasi penelitian yaitu *Sonneratia Alba*. Sampel 2 berdasarkan hasil penelitian didapatkan jenis sedimen pasir sangat halus dan pasir halus dimana di dominasi oleh jenis mangrove *Sonneratia Alba* dimana memiliki nilai kandungan bahan organik yang cukup tinggi di setiap kali pengambilan. Sesuai dengan hasil penelitian Prasenja (2017) dimana terdapat 7 jenis mangrove yang ditemukan yaitu *Avicennia marina*, *Avicennia Alba*, *Sonneratia alba*, *Aecigeras floridum*, *Acanthus illicifolitus*, *Acanthus ebracteatus wahl*, *Acrostichum aureum linn*. Berbeda dengan Sampel 3 dimana jenis mangrove nya tidak sama dengan Sampel 1 dan Sampel 2 yaitu *Avicennia Alba* dimana memiliki relatif memiliki bahan organik yang tinggi dan nilai salinitas yang cukup tinggi. Sampel 3 memiliki hasil pengayakan kering menunjukkan bahwa pada stasiun ini terdapat jenis sedimen pasir sangat halus dan halus.

Penelitian dari Ayu Lestari (2018) mendapatkan hasil sedimen dimana memiliki tipe lumpur berpasir pada stasiun 1 dimana terdapat jenis mangrove *Rhizophora apiculate*, pada stasiun 2 memiliki tipe sedimen pasir berlumpur dimana terdapat jenis mangrove yaitu *Sonneratia alba*, dan pada stasiun stasiun 3 memiliki tipe sedimen lumpur berpasir terdapat jenis mangrove *Rhizophora stylosa*. Tipe sedimen dari hasil penelitian Inayah (2014) didapatkan hasil sedimen pada kawasan mangrove silvofishery yaitu pasir halus dimana terdapat *Rhizophora mucronata* dan *R. stylosa*, sedangkan untuk mangrove alami di dominasi pasir sedang terdapat jenis mangrove *Avicennia spp.*, *Bruguiera spp.*, *R. Stylosa* dan *R. mucronata*. Hasil tersebut memiliki kemiripan dengan hasil temuan di Pulau Lumpur Sidoarjo dimana terdapat tipe sedimen pasir sangat halus dan pasir halus yang mana terdapat jenis

relatif di dominasi oleh pasir halus dimana rata-rata nilai kandungan bahan organik termasuk kategori sedang.

Hasil penelitian dari Ayu Lestari (2018) memiliki nilai BOT yang termasuk dalam kategori tinggi pada stasiun 1 dengan nilai 32.83% dan 30.57% sedangkan untuk stasiun 2 memiliki nilai BOT 10.85% dan stasiun 4 2.58% yang mana termasuk dalam kategori rendah. Tingginya kandungan BOT pada stasiun 1 dan 3 karena memiliki nilai kerapatan yang jarang sehingga dalam pemanfaatan BOT untuk pertumbuhan mangrove belum maksimal, jenis *Rhizophora* yang memiliki jenis daun yang tidak keras sehingga mudah terdekomposisi, ukuran partikel sedimen kecil dan stasiun tersebut tidak jauh dari pemukiman masyarakat yang mana menurut Efriyeldi (2012) dalam Ayu Lestari (2018) mengatakan bahwa tingginya kandungan bahan organik total sedimen tidak lepas dari adanya aktivitas masyarakat.

Perbedaan hasil peneliti dengan hasil dari Ayu Lestari bahwa nilai BOT hasil peneliti lebih rendah, sedangkan penelitian dari Inayah (2014) berkisar antara 43.02 – 68-89% untuk kawasan mangrove silvofishery dan ekosistem mangrove alami berkisar 22.04-47.23%. Berdasarkan lokasi Pulau Pannikiang, lokasi penelitian berada tidak jauh dari adanya pemukiman masyarakat dimana sesuai dengan pernyataan dari Efriyeldi (2012) bahwa tingginya kandungan bahan organik total pada sedimen tidak lepas dari adanya aktivitas masyarakat di sekitar area mangrove, berbeda dengan lokasi di Pulau Lumpur Sidoarjo dari peneliti bahwa lokasi jauh dari aktivitas masyarakat atau pemukiman sehingga tidak terdapat pengaruh pada nilai BOT, sedangkan dari Inayah (2014) nilai BOT nya tinggi karena kondisi mangrove pada lokasi penelitian mangrove Silvofishery memiliki tingkat kerapatan yang tinggi.

4.5. Bahan Organik yang terkandung

4.5.1. C-Organik

Bahan organik tanah merupakan material penyusun tanah yang berasal dari sisa tumbuhan dan binatang, baik yang berupa jaringan asli maupun yang telah mengalami pelapukan. Berikut hasil presentase kandungan C-Organik yang tergantung pada sedimen di lokasi Pulau Lumpur Sidoarjo:

Tabel 4.4. Presentase Kandungan Karbon Organik

No.	Keterangan	%
1	Sampel 1	0.99
2	Sampel 2	1.32
3	Sampel 3	2.33

Kandungan karbon organik di lokasi penelitian pada Sampel 1 dan stadion 2 termasuk rendah dengan nilai 0.99-1.32%, sedangkan pada lokasi penelitian Sampel 3 memiliki kandungan karbon organik berkisar 2.33% dimana nilai tersebut termasuk sedang sesuai dengan pernyataan dari Fitriana (2006). Secara keseluruhan kandungan C-Organik pada lokasi penelitian yaitu sedang. Hal ini disebabkan karena adanya ketersediaan serasah vegetasi mangrove di Pulau Lumpur Sidoarjo, Porong, Kabupaten Sidoarjo.

Kandungan C-Organik yang sedang menunjukkan jumlah bahan organik dalam tanah termasuk kategori sedang sesuai dengan hasil penelitian dari Nursin (2014). Hal ini mengindikasikan pada lokasi penelitian yaitu Pulau Lumpur Sidoarjo dengan tingkat kerapatan mangrove nya cukup tinggi, memiliki bahan organik yang cukup. Dengan semakin banyaknya bahan organik yang terkandung maka perairan tersebut bisa dikatakan wilayah perairan yang bagus karena bahan organik akan terdekomposisi lalu selanjutnya menjadi makanan bagi mikroorganisme, karena dengan adanya bahan organik dapat menjadi oenyedia energy, memelihara kelembaban tanah, dan penyedia unsur hara bagi tanaman (Nursin, 2014)

4.5.2. Nitrogen

Nitrogen tanah merupakan unsur esensial bagi tanaman. Bahan organik merupakan sumber N utama di dalam tanah. Fungsi N adalah memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman (Soewandita 2008). Berikut hasil presentase Nitrogen yang terkandung pada sedimen di lokasi Pulau Lumpur Sidoarjo :

Tabel 4.5. Presentase kandungan Nitrogen

No	Keterangan	%
1	Sampel 1	0.4
2	Sampel 2	0.32
3	Sampel 3	0.24

Pada tabel tersebut dapat kita ketahui bahwa N-Total tanah pada Sampel 1 adalah 0.4%, lebih tinggi dari Sampel 2 dengan presentase berkisar 0.32%. Pada Sampel 3 mempunyai nilai presentase berkisar 0.24% paling rendah diantara semua stasiun sesuai dengan hasil penelitian Nursin (2014). Menurut Taqwa (2010) dalam Aswita dkk (2012) menyatakan bahwa rendahnya N total dalam sedimen, karena pemanfaatan yang lebih dari mangrove untuk pertumbuhan. Pada Sampel 3 memiliki nilai N total yang paling rendah dikarenakan tutupan mangrove tersebut termasuk tinggi sehingga kandungan nitrogen diserap lebih besar pada Sampel 3.

4.6.3. Fosfor

Tabel 4.6. Presentasi hasil kandungan Fosfor

No.	Keterangan	%	Ppm
1	Sampel 1	0.0557	5.57
2	Sampel 2	0.0524	5.24
3	Sampel 3	0.0621	6.21

Tanah hutan mangrove dengan kadar N dan P tinggi, biomasnya meningkat. Unsur P-tersedia dalam tanah bisa berasal dari bahan organik, pemupukan maupun dari mineral dalam tanah. Unsur P-Tersedia banyak dibutuhkan tanaman untuk pembentukan bunga, buah, biji, perkembangan akar dan untuk memperkuat batang agar tidak mudah roboh menurut Setiawan (2013). Unsur Fosfor ini berperan dalam proses fotosintesis, penggunaan gula dan pati serta transfer energi. Berikut presentasi kandungan bahan organik Fosfor yang terkandung di Pulau Lumpur Sidoarjo :

Tabel 4.6. tersebut menunjukkan presentasi hasil kandungan fosfor pada Pulau Lumpur Sidoarjo memiliki nilai yang bervariasi pada setiap stasiun. Hasil ini berbanding lurus dengan C-Organik dimana Sampel 1 dan Sampel 3 memiliki nilai rendah dan tinggi. Pada Sampel 1 mempunyai nilai sebesar 5.57 ppm atau 0.0557 %, namun mengalami penurunan pada Sampel 2 berbeda dengan Sampel 2 pada bahan organik C-Organik yang mengalami kenaikan. Pada Sampel 3 memiliki nilai yang paling tinggi diantara seluruh stasiun dengan nilai sebesar 6.21 ppm atau 0.0621%. Nilai keseluruhan kandungan Fosfor ini tergolong rendah sesuai dengan pernyataan

Daftar Pustaka

- Aksornkoe, S. 1993. *Ecology and management of Mangrove*. The IUCN Wetlands Programme. Bangkok. Thailand.
- Arifin, A. 2017. *Struktur Vegetasi Mangrove Berdasarkan Sedimen di Pantai Mara'bombang Kecamatan Suppa Kabupaten Pinrang*. Program Studi Ilmu Kelautan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Barkey, R. 1990. *Mangrove Sulawesi Selatan (Struktur, Fungsi dan Laju Degradasi)*, Prosiding seminar Keterpaduan Antara Konservasi dan Tata Guna Lahan Basah di Sulawesi Selatan. LIPI-Pemda Sulawesi Selatan.
- Bengen, D.G. 2004. *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Poerwadi, Brahmantya Satyamurdi. 2017. *KKP Kelola Pulau Lumpur Lapindo Menjadi Destinasi Wisata*. <https://kkp.go.id/djprl/artikel/616-kkp-kelola-pulau-lumpur-lapindo-menjadi-destinasi-wisata>.
- Brotowidjoyo D Mukayat, T Djoko, dan Eko. 1999. *Pengantar Lingkungan Perairan dan Budidaya Air*. Liberty: Yogyakarta.
- Budiman, A. dan Suharjono. 1992. Struktur Komunitas Mangrove. Prosiding Loka Karya Nasional Penyusunan Penelitian Biologi Kelautan dan Proses Dinamika Pesisir, Semarang 24-28 November 1992.
- Chapman, V. J. 1976. *Mangrove Vegetation*. J. Cramer, Inder A. R. Gantner Verlag Kommanditgesellschaft, Fl-9490 Vaduz, P. 447.
- Darsidi, A. 1984. Pengelolaan hutan man-grove di Indonesia. *Pros. Sem. II Ekos. Hut. Mangrove*. MAB-LIPI: 19-28.
- Feller, I.C., Whigham, D.F., McKee, K.L., dan Lovelock, C.E. 2002. *Nitrogen Limitation of Growth and Nutrient Dynamics in a Disturbed Mangrove Forest, Indian River Lagoon, Florida*. *Oecologia* 134:405-414.
- Giesen, W. 1993. Indonesian Mangrove: An update on remaining area and main management issues. *Presented at International Seminar on "Coastal Zone Management of Small Island Ecosystems "*. Ambon 7-10 April 1993.

- Hadi, Safwan. 2010 *Pengantar Oseanografi Fisis*. Institut Teknologi Bandung (ITB). Bandung. 218 halaman.
- Harahab, N. 2010. *Penilaian Ekonomi Ekosistem Hutan Mangrove dan Aplikasinya Dalam Perencanaan Wilayah Pesisir*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Hutabarat, L. dan Evans, S.M.1984. *Pengantar Oceanografi*.UI Press. Jakarta.
- Ikhwani, H. , Chamdalah, S. dan Wahyudi. 2016. *Studi Pengembangan Pulau Lumpur Sarinah Kabupaten Sidoarjo sebagai Geo-Ecotourism*. Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Inayah, Yasir. *et al.* 2014. *Keanekaragaman makrozoobenthos di ekosistem mangrove silvofishery dan mangrove alami di Kawasan Ekowisata Pantai Boe, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan*. Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Irwanto. 2006. *Keanekaragaman Fauna Pada Habitat Mangrove*. Yogyakarta.
- Kartawinata, K. dan E. B. Waluyo 1977. *A preliminary study of the mangrove forest on Pulau Rambut, Jakarta Bay*. Mar. Res. Indonesia 18:119-129.
- Kartawinata, K., S. Adisoemarto, S. Soemodihardjo Dan I. G. M. Tantra 1979. Status Pengetahuan Hutan Bakau Di Indonesia *Pros. Sem. Ekos. Hutan Mangrove*: 21-39.
- Kusmana, C. 1995. Teknik Pengukuran Keanekaragaman Tumbuhan. Pelatihan Tehnik Pengukuran dan Monitoring Biodiversity di Hutan Tropika Indonesia. Bogor: Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Ma'shum, M., Soedarsono, J., dan Susilowati, L.E. 2003. *Biologi Tanah*. CPIU Pasca IAEUP. Jakarta. Dirjen Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional
- Nursin, A. 2014. *Sifat Kimia Tanah pada Berbagai Zonasi Hutan Mangrove di Desa Tumpara Kecamatan Balinggi Kabupaten Parigi Moutong*. Fakultas Kehutanan. Universitas Tadulako.
- Lestari, Ayu, 2018. *Konsentrasi Bahan Organik dalam Sedimen Dasar Perairan*

- kaitannya dengan Kerapatan dan Penutupan Jenis Mangrove di Pulau Pannikiang, Kecamatan Balusu, Kabupaten Barru. Program Studi Ilmu Kelautan. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Lugo, Ariel E. 1980. *Tree Mortality in Mangrove Forests*. Institute of Tropical Forestry. Puerto Rico.
- MacNAE, W. 1968. *A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the Indo-West Pacific Region*. *Adv. Mar. Biol.* 6: 73-270.
- Mauriend, C. 2018. *Analisis Dampak Pembangunan Pulau Reklamasi di Teluk Pantai Utara Jakarta*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- N.N. Suryadiputra. 1999. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. PKA/WI-IP. Bogor.
- Noor, Y., R. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. *Wetland International – Indonesia Programme*. Bogor.
- Nybakken, J.W., 1992. *Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Pramudji. 2001. *Ekosistem Hutan Mangrove dan Peranannya sebagai Habitat Berbagai Fauna Akuatik*. *Oseana*, Volume XXVI, Nomor 4, 2001:13 – 23
- Prasenja, Yanelis. Et al. 2017. *Analisis Keberlanjutan Ekosistem Mangrove Untuk Kegiatan Ekominawisata Di Pulau Lumpur Sidoarjo*. Sekolah Ilmu Lingkungan UI, Jakarta.
- Purnobasuki, H. 2005. *Tinjauan Perspektif Hutan Mangrove*. Surabaya : Airlangga University Press.
- Rochana, E. 2011. *Ekosistem Mangrove dan Pengelolaannya di Indonesia*.
- Saenger, P., E. J. Hegerl And J. D. S. Da Vie. 1983. *Global status of mangrove ecosystems*. By the working group on mangrove ecosystems on the IUCN Commission on Ecology. *The environmentalist*, Vol. 3. Supplement No.: p. 88.
- Soerianegara, I. 1971. Characteristic of mangrove soil of Java. *Rimba Indononesia* 15:141-150.
- Sukardjo, S. 1996. *Gambaran umum ekologi mangrove di Indonesia Lokakarya Strategi Nasional Pengelolaan Hutan Mangrove di Indonesia*. Direktorat

- Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi lahan, Departemen Kehutanan, Jakarta: 26 hal.
- Sutanto, R. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah, Konsep dan Kenyataan*. Kanisius. Yogyakarta. Hal. 36.
- Tomlinson, PB. 1986. *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press. Massachusetts.
- Waryono, T. 2000. *Keanekaragaman Hayati dan Konservasi Ekosistem Mangrove*. Diskusi Panel Program Studi Biologi Konservasi. Jakarta : FMIPA-UI.
- Winarno, I. 1996. *Keterkaitan Struktur Komunitas Mollusca Dengan Mangrove Di Kawasan Perairan Pulau Nusa Lembongan, Nusa Penida-Bali*. Skripsi S1 Fakultas Perikanan IPB. Bogor.
- Yuwono, N.W. 2004. *Nilai Kesuburan Tanah Mangrove di Kepulauan Seribu*. Jakarta. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Zimecki M. 2006. *The lunar cycle: effect on human and animal behavior and physiology*. *Postepy Hig Med Dosw (on line)*: 60: 1-7