

STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS DI PERAIRAN ESTUARI

PORONG KABUPATEN SIDOARJO

SKRIPSI

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN

Oleh :

FITRIANI YAYA SUGIANTI

NIM. 115080600111045



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS DI PERAIRAN ESTUARI

PORONG KABUPATEN SIDOARJO

SKRIPSI

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana di
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh :

FITRIANI YAYA SUGIANTI

NIM. 115080600111045



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

LEMBAR PENGESAHAN

STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS DI PERAIRAN ESTUARI

PORONG KABUPATEN SIDOARJO

Oleh:

FITRIANI YAYA SUGIANTI

NIM. 115080600111045

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 24 Maret 2015
dan telah dinyatakan memenuhi syarat

Dosen Penguji I

Ade Yamindago, S. Kel., M. Sc.

NIP. 19840521 200801 1 002

Tanggal :

Dosen Penguji II

Oktiya Muzaky Luthfi, ST, M.Sc

NIP. 19791031 200801 1 007

Tanggal :

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Guntur, MS

NIP. 19580605 198601 1 001

Tanggal :

Dosen Pembimbing II

Dwi Candra Pratiwi, S.Pi, M.Sc.

NIK. 86011508120318

Tanggal :

Mengetahui
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP.

NIP. 19630608 198703 1 003

Tanggal :

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam laporan skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

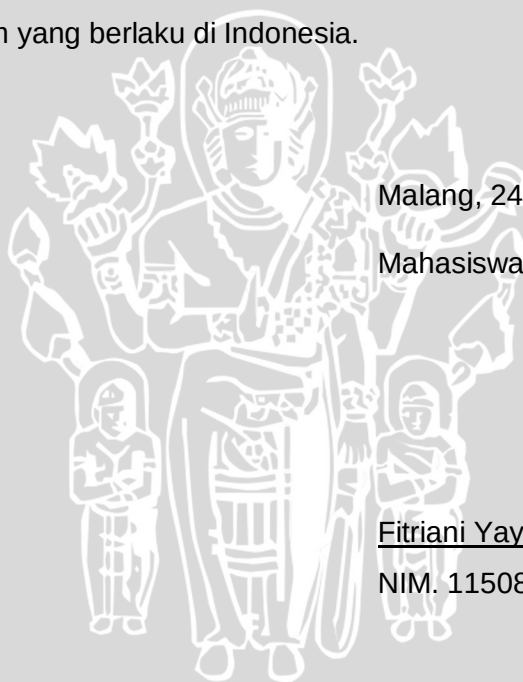
Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan laporan ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 24 Maret 2015

Mahasiswa

Fitriani Yaya Sugianti

NIM. 115080600111045



UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya laporan skripsi ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, atas segala izin, rahmat, berkah dan karunia Nya.
2. Bapak, Ibu, Farhan, Almira dan Fandi yang selalu menjadi tempat pulang untuk keluh dan kesah, serta atas segala waktu, doa, kesabaran, perhatian dan dukungan yang telah diberikan.
3. Dr. Ir. Guntur, MS, selaku Dosen Pembimbing I skripsi atas bimbingan dan motivasi untuk tidak pernah menyerah.
4. Dwi Candra Pratiwi, S.Pi, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing II skripsi atas kesempatan, bimbingan, arahan, motivasi, keceriaan, kesabaran, dan ilmu juga wawasan selama proses penelitian dan penyusunan laporan.
5. Amas anindya dwitya yang menjadi penyemangat, penghibur, pelampiasan segala kesusahan dan kesenangan serta atas waktu dan telinga yang tidak lelah mendengarkan.
6. Rekan 1 tim, Indira Prameistri, Kak Aris, Kak Jefri, Kak Reza atas waktu dan bantuannya selama ini.
7. Teman gawls (Amas anindya, Trias widyawati, Indira prameistri, Suci alisafira, Cynthia asthari, Intan cade, Novita priska, Isnaini dyah, PM Barbara, Sri Ramadhani Dan Nanda rescue) untuk segala waktu disaat jenuh dan penat serta canda tawa yang mengembalikan semangat.
8. HIMANIKOR (Bagas, Yosev, Ficky, Dhyto, Ibnu, Fazi, Aay, Habib, Arif, Danang, Yusak, Baim, Refi, Harya, Ina, Galang, Tommy, Rijal, Andre) yang menjadi tempat persinggahan dan menetap, yang menjadi tempat tertawa hingga tersedak.

9. Syifa Auliana dan Novindia Nurratnasari yang selalu ada untuk mendengarkan keluhan dan menjadi penyemangat walau dari kejauhan.
10. Teman – teman MAGELHAENS (Ilmu Kelautan 2011) atas segala saran, bantuan, motivasi, pencerahan, tawa, kebersamaan dan segala yang kita lewati bersama.
11. Kakak tingkat dan Teman – teman semua atas bantuan, motivasi, dan saran, serta seluruh pihak yang terlibat dalam penyelesaian laporan skripsi ini.

Malang, 24 Maret 2015

Penulis



RINGKASAN

FITRIANI YAYA SUGIANTI. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Estuari Porong Kabupaten Sidoarjo (dibawah bimbingan **GUNTUR** dan **DWI CANDRA PRATIWI**).

Estuari Porong yang terletak di Kabupaten Sidoarjo merupakan salah satu estuari yang menarik untuk diteliti keadaan ekologi. Wilayah ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk memenuhi kebutuhan hidup sehingga berpotensi mempengaruhi ekosistem biota yang hidup disekitar wilayah tersebut, salah satunya makrozoobentos. Hal tersebut menyebabkan perlunya pemantauan terhadap kondisi ekologi wilayah Estuari Porong ini.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur komunitas makrozoobentos, mendefinisikan kecenderungan fungsi ekologi dari wilayah Estuari Porong dan mengelompokkan stasiun berdasarkan kemiripan (kluster). Nantinya diharapkan hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk pengelolaan kawasan Estuari Porong.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dengan melakukan analisis makrozoobentos (identifikasi, pengukuran morfologi, perhitungan komposisi dan indeks struktur komunitas), pengukuran parameter lingkungan dan analisis statistik PCA.

Struktur komunitas makrozoobentos pada wilayah Estuari Porong berada pada kondisi sedang dengan nilai rata - rata H' 1,636, E' 0,181 dan C 0,267. Beberapa parameter kualitas air pada perairan muara sungai Porong masih dalam ambang batas baku mutu yaitu suhu sebesar $32,8^{\circ}\text{C}$, kecepatan arus sebesar 0,262 m/s, DO sebesar 11,97mg/L, pH sebesar 7,37 dan salinitas sebesar $24,99\text{ }^{\circ}/_{\text{oo}}$, sementara itu, nilai kecerahan berada dibawah batas baku mutu perairan laut sebesar 46,03 cm. Hasil analisis PCA adalah DO, pH dan salinitas memiliki korelasi positif terhadap kelimpahan. Kecerahan dan suhu memiliki korelasi positif dengan dominansi dan berada satu kelompok dengan stasiun C. Kecepatan arus memiliki korelasi positif dengan keseragaman dan satu kelompok dengan stasiun A dan B. Selanjutnya keanekaragaman berada satu kelompok dengan stasiun D, E dan F.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya laporan skripsi yang berjudul “Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Estuari Porong Kabupaten Sidoarjo” dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Laporan ini didalamnya akan dijelaskan tentang struktur komunitas dan parameter lingkungan yang ada pada perairan Estuari Porong yang juga didukung dengan hubungan antara struktur komunitas makrozoobentos dengan parameter lingkungan.

Sebagaimana telah disaradari bahwa masih ada kekurangan dalam penulisan laporan skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dan dapat menyempurnakan isi dari laporan ini yang nantinya bermanfaat bagi pembaca. Semoga tulisan ini bisa memberikan manfaat dan informasi baru bagi para pembaca.

Malang, 24 Maret 2015

Penulis

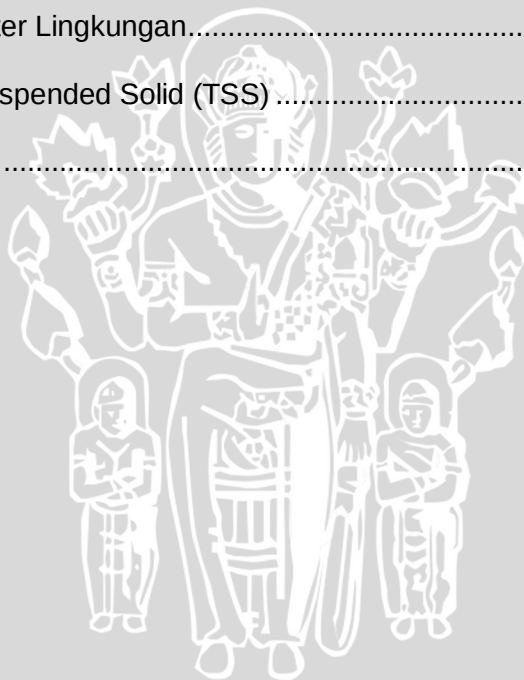
DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Ekologi Estuari	5
2.2 Makrozoobentos.....	6
2.2.1 <i>Myra</i> sp.	7
2.2.2 <i>Scylla serrata</i>	9
2.2.3 <i>Penaeus indicus</i>	10
2.2.4 <i>Natica tigrina</i>	11
2.2.5 <i>Bufo naria crumena</i>	13
2.2.6 <i>Lophiotoma indica</i>	14
2.2.7 <i>Corbula faba</i>	15
2.5 Struktur Komunitas Makrozoobentos.....	16
2.6 Indeks Kelimpahan, Keseragaman, Keanekaragaman, dan Dominansi ...	17
2.7 Rentang Hidup (<i>Lifespan</i>)	18
2.8 Parameter Lingkungan.....	18
3. METODE PENELITIAN	23
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.2 Alat dan Bahan.....	24
3.2.1 Alat.....	24
3.2.2 Bahan.....	25

3.3 Metode Pengumpulan Data	26
3.3.1 Data Primer.....	26
3.3.2 Data Sekunder.....	27
3.4 Metode Pengambilan Sampel.....	27
3.4.1 Pengambilan Sampel Air	27
3.4.2 Pengambilan Sampel Makrozoobentos	28
3.5 Metode Identifikasi Makrozoobentos	29
3.5.1 Morfologi	29
3.5.2 Morfometrik.....	30
3.6 Prosedur Penelitian	31
3.7 Analisis Data.....	33
3.7.1 Analisis Struktur Komunitas Makrozoobentos	33
3.7.2 Analisis Komponen Utama.....	36
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Komposisi Makrozoobentos.....	37
4.2 Indeks Struktur Komunitas Makrozoobentos.....	39
4.2.1 Indeks Kelimpahan	39
4.2.2 Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi	43
4.3 Rentang Hidup (<i>Life Span</i>) Makrozoobentos	47
4.4 Data Hasil Parameter Lingkungan.....	51
4.5 Analisis Komponen Utama.....	59
5. PENUTUP	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN	71

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik Stasiun Penelitian	24
Tabel 2. Alat Penelitian	25
Tabel 3. Bahan Penelitian	26
Tabel 4. Data Komposisi Makrozoobentos	37
Tabel 5. Data Kelimpahan Makrozoobentos	39
Tabel 6. Data Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi	43
Tabel 7. Data <i>Lifespan</i> Makrozoobentos	47
Tabel 8. Data Parameter Lingkungan	52
Tabel 9. Data Total Suspended Solid (TSS)	55
Tabel 10. Data Nutrien	58

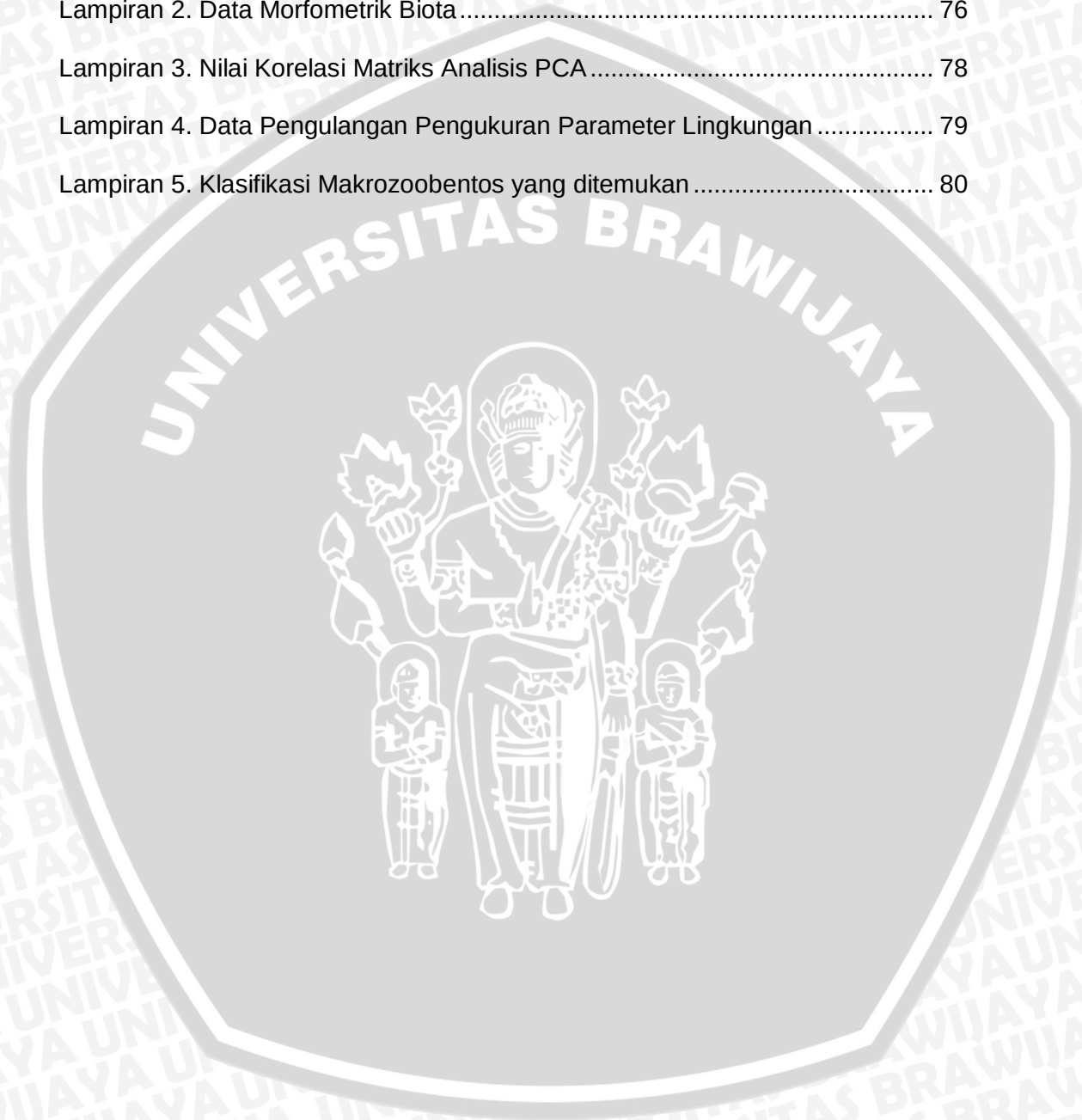


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Myra</i> sp	8
Gambar 2. <i>Scylla serrata</i>	9
Gambar 3. <i>Penaeus indicus</i>	11
Gambar 4. <i>Natica tigrina</i>	12
Gambar 5. <i>Bufo nana</i>	13
Gambar 6. <i>Lophiotoma indica</i>	14
Gambar 7. <i>Corbula faba</i>	16
Gambar 8. Faktor Yang Mempengaruhi Komunitas Benthos	19
Gambar 9. Peta Lokasi Penelitian	23
Gambar 10. Teknik Pengambilan Sampel Air	28
Gambar 11. <i>Minotrawl</i> Modifikasi Nelayan	29
Gambar 12. Metode identifikasi morfometrik	30
Gambar 13. Prosedur Pelaksanaan Penelitian	32
Gambar 14. Grafik Perbandingan <i>Lifespan</i> dan Perkiraan Umur	50
Gambar 15. Analisis Komponen Utama	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Identifikasi Makrozoobentos	71
Lampiran 2. Data Morfometrik Biota	76
Lampiran 3. Nilai Korelasi Matriks Analisis PCA	78
Lampiran 4. Data Pengulangan Pengukuran Parameter Lingkungan	79
Lampiran 5. Klasifikasi Makrozoobentos yang ditemukan	80



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Estuari merupakan badan air tempat terjadinya pencampuran massa air laut yang dipengaruhi oleh pasang surut dengan air tawar yang berasal dari daratan. Menurut Wibisono (2005), estuari merupakan daerah hilir dari aliran sungai yang berdekatan dengan bagian pantai dan atau laut yang masih mendapatkan pengaruh pasang surut air laut.

Pencampuran massa air laut yang asin dengan air sungai yang tawar menyebabkan estuari memiliki karakteristik yang khas terutama berkaitan dengan salinitasnya, selain itu pengaruh dari adanya pasang surut dari laut dan aliran air dari sungai juga mempengaruhi sedimentasi di wilayah estuari. Berdasarkan hal tersebut, dapat dikatakan bahwa estuari juga merupakan jenis perairan yang memiliki variasi yang tinggi ditinjau dari faktor fisik, kimia, biologi, ekologi dan jenis habitat yang terbentuk di dalamnya.

Adanya interaksi antara komponen fisik, kimia dan biologi yang bervariasi di wilayah ini membentuk suatu ekosistem yang sangat kompleks. Ekosistem estuari yang sangat kompleks digambarkan oleh organisme yang hidup di dalamnya yang cenderung memiliki adaptasi dan toleransi yang tinggi terhadap perubahan kondisi lingkungan. Jumlah spesies organisme yang menghuni estuaria jauh lebih sedikit jika dibandingkan dengan organisme yang hidup di perairan tawar ataupun laut. Daerah ini menjadi habitat peralihan bagi organisme air tawar dan air laut (Wibisono, 2005). Organisme pada ekosistem ini umumnya adalah organisme endemik yang memang hidup pada wilayah estuari dan organisme yang berasal dari laut atau tawar yang berpindah untuk memijah atau mencari makan.

Makrozoobentos merupakan salah satu komunitas makhluk hidup yang mendominasi dan dapat beradaptasi dengan baik di wilayah estuari Porong. Makrozoobentos adalah semua jenis hewan berukuran makroskopik, dapat hidup melayang, menempel pada substrat, vegetasi dan benda lain di air selama beberapa saat atau selama fase hidupnya (Bahri *et al.*, 2003 dalam Indawarman dan Manan, 2011). Makrozoobentos juga merupakan hewan yang baik untuk dijadikan indikator biologi maupun ekologi suatu perairan karena hewan ini hidup menetap dengan pergerakan yang relatif lambat, relatif mudah diidentifikasi dan memiliki masa hidup yang cukup lama (Mahmudi *et al.*, 1999).

Secara umum estuaria mempunyai peran ekologis penting antara lain sebagai sumber zat hara dan bahan organik yang diangkut lewat sirkulasi pasang surut (*tidal circulation*). Estuari juga berperan sebagai penyedia habitat baik sebagai tempat berlindung dan tempat mencari makanan (*feeding ground*), sebagai tempat untuk bereproduksi / memijah (*spawning ground*) dan tempat tumbuh besar (*nursery ground*). Spesies ikan dan udang merupakan jenis utama yang menggunakan estuari sebagai tempat tumbuh besar (Bengen, 2004).

Estuari Porong yang terletak di Kabupaten Sidoarjo merupakan salah satu contoh estuari yang menarik untuk diteliti keadaan ekologiannya. Wilayah estuari Porong banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk memenuhi kebutuhan seperti untuk tempat bermukim, pertambakkan, daerah penangkapan, kawasan industri dan jalur transportasi. Banyaknya pemanfaatan dari masyarakat ini nantinya akan menimbulkan dampak baik secara fisik, kimia, biologi maupun ekologi terhadap ekosistem yang ada di dalamnya.

Penelitian tentang struktur komunitas makrozoobentos di estuari Porong ini diperlukan untuk mengetahui keadaan makrozoobentos yang ada di wilayah ini. Penelitian ini dianggap penting karena nantinya dapat dijadikan sebagai

informasi dan dasar untuk melakukan pengelolaan lingkungan di wilayah estuari Porong.

1.2 Rumusan Masalah

Dinamika fisika kimia perairan di wilayah estuari menyebabkan wilayah ini memiliki ekosistem yang kompleks. Ekosistem yang kompleks ini digambarkan oleh organisme yang hidup didalamnya yang cenderung memiliki adaptasi dan toleransi tinggi terhadap perubahan. Pemanfaatan wilayah estuari yang sangat besar oleh masyarakat sekitar juga pastinya akan berpengaruh pada ekosistem di wilayah estuari. Salah satunya adalah komunitas makrozoobentos. Hewan yang hidup di dasar perairan ini akan mencerminkan keadaan lingkungan tempat tinggalnya. Struktur komunitas makrozoobentos di wilayah estuari Porong merupakan hal yang menarik untuk diteliti karena daerah ini memiliki pemanfaatan yang sangat tinggi oleh masyarakat sekitar.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui struktur komunitas makrozoobentos yang berada di perairan estuari Porong.
2. Mengetahui kondisi parameter fisika dan kimia perairan estuari Porong.
3. Mengetahui hubungan parameter fisika dan kimia lingkungan dengan indeks struktur komunitas makrozoobentos di perairan estuari Porong.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang keadaan struktur komunitas makrozoobentos, dan hubungan antara struktur komunitas makrozoobentos dengan parameter lingkungan perairan estuari Porong,

Kabupaten Sidoarjo. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi bahan masukan untuk pengelolaan kawasan Estuari Porong yang akan datang.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekologi Estuari

Estuari dianggap sebagai zona transisi antar habitat lautan dan habitat air tawar. Kondisi lingkungan baik secara fisika maupun biologi menunjukkan daerah ini tidak bersifat transisi melainkan bersifat unik. Wilayah estuari menurut salinitas rata-ratanya dapat digolongkan menjadi *oligohaline*, *mesohaline*, atau *polihaline*. Secara khusus, komunitas makhluk hidup yang tinggal di daerah estuari terdiri dari campuran antara jenis endemik (yaitu jenis yang terbatas pada zona estuari) dan jenis-jenis yang datang dari laut serta ditambah jenis-jenis yang mempunyai kemampuan osmoregulasi untuk menembus ke arah atau lingkungan air tawar (Odum, 1993).

Hutabarat dan Evans (1985) menyatakan bahwa estuari merupakan daerah yang sulit ditempati, daerah ini cenderung memiliki perubahan salinitas yang disebabkan oleh pasang surut air laut dan keluar masuknya air dari sungai. Menurut Pritchard dan Thatcher (1972) dalam Triatmodjo (2008) berdasarkan struktur salinitasnya, estuari dibagi menjadi 4 tipe yaitu: (1) estuari sudut asin; (2) estuari tercampur sebagian; (3) estuari dengan stratifikasi lateral dan (4) estuari tercampur sempurna.

Didaerah estuari diketahui hanya ditempati beberapa jenis spesies yang dapat bertoleransi dengan keadaan lingkungan, tetapi hal yang terjadi sebaliknya. Didaerah estuari terdapat bermacam-macam species yang hidup dan merupakan daerah dengan produktivitas tinggi (Hutabarat dan Evans, 1985). Produktivitas tinggi pada daerah estuari ini menurut Odum (1993), disebabkan oleh:

1. Estuari merupakan wilayah yang dapat menangkap nutrien, hal tersebut disebabkan karena sifat fisik estuari dan sifat biologi.
2. Estuari memiliki keragaman jenis produsen seperti makrofita (ganggang, rumput laut, dan rumput rawa-rawa), mikrofit bentik dan fitoplankton.
3. Adanya pergerakan pasang surut yang membantu fluktuasi permukaan air.

Tingkat produktivitas yang tinggi pada wilayah estuari ini sangat mempengaruhi produksi perikanan laut. Lingkungan yang sangat kaya dengan zat hara ini juga sangat memungkinkan untuk menunjang kehidupan populasi organisme yang hidup didalamnya seperti halnya fitoplankton, zooplankton, ikan, dan organisme bentik. Dengan kata lain, daerah ini memiliki peranan yang sangat penting dalam menentukan produktivitas daerah pesisir dan dalam penyediaan tempat tinggal, tempat berpijah, dan tempat bertelur dari berbagai jenis organisme muara dan pantai (Wibisono, 2005).

2.2 Makrozoobentos

Makrozoobentos merupakan komunitas organisme yang hidup di dasar perairan baik yang melekat maupun yang hidup dalam sedimen di dasar perairan. Organisme ini umumnya adalah avertebrata dan berukuran lebih dari 500 μm (Mulyanto, 1999). Organisme ini memiliki pergerakan yang relatif lambat dan sangat dipengaruhi oleh substrat dasar serta kualitas perairan (Setiawan, 2009). Menurut Putro (2014), hewan bentik ini dibagi kedalam beberapa kelompok, misalnya berdasarkan ukurannya hewan ini terbagi menjadi hewan makrobenthos, mesobenthos dan mikrobenthos, sedangkan berdasarkan letak tinggal hewan ini dibagi menjadi bentik infauna dan epifauna. Bentik infauna adalah kelompok bentik yang hidup dengan membenamkan diri di bawah sedimen / lumpur (*subsurface deposit feeders*), membuat lubang (*burrowers*)

atau membuat tabung (*tube builders*), sedangkan benthic epifauna adalah kelompok benthos yang hidup di permukaan substrat, baik sebagai pemakan deposit (*deposit feeders*) atau sebagai pemakan materi organik yang terlarut (*suspension feeders*).

Makrozoobentos mempunyai peranan penting di ekosistem tempat tinggalnya, yaitu : (1) memiliki peran dalam *self purification* (proses alami dimana suatu perairan mempertahankan kondisi asalnya melawan masuknya bahan – bahan asing), (2) memberikan informasi mengenai adanya penggunaan dan pemindahan energi dalam ekosistem, (3) menjadi sumber energi untuk perikanan karena menjadi makanan ikan – ikan tersebut (Mahmudi *et al.*, 1999). Organisme ini menurut Setiawan (2009) juga berperan penting dalam proses pendaur ulangan dan mineralisasi bahan organik, selain itu hewan benthos ini juga berfungsi menjaga stabilitas dan geofisika sedimen.

Makrozoobentos dianggap dapat menjadi parameter biologis pada kegiatan pemantauan kualitas air yang berlangsung secara terus menerus di perairan yang mengalir. Hewan makrobenthos ini memiliki toleransi yang cukup besar terhadap perbedaan kualitas air. Di samping berguna untuk pemantauan kualitas air, komunitas organisme ini juga memberikan informasi terhadap perubahan populasi dan distribusi organisme (Sudaryanti, 1997). Penurunan kelimpahan, komposisi dan keanekaragaman dari komunitas makrozoobentos ini biasanya merupakan indikator adanya gangguan pada ekologi di wilayah tersebut (Setiawan, 2009).

2.2.1 *Myra* sp.

Myra sp. merupakan jenis kepiting yang termasuk dalam Famili Leucosiidae dengan Klasifikasi menurut Zipcodezoo (2015) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Subphylum : Pancrustacea

Infraphylum : Crustaceomorpha

Superclass : Crustacea

Epiclass : Eucrustacea

Class : Malacostraca

Subclass : Eumalacostraca

Order : Decapoda

Family : Leucosiidae

Genus : Myra

Species : Myra sp.



(a) Sugianti (2014);



(b) crustaceology.com

Gambar 1. *Myra* sp

Mata dan antena pada kepiting jenis ini sangat kecil dan hampir tidak terlihat. Hewan ini memiliki sheliped simetris dan memiliki 5 pasang kaki. Sama seperti krustase lainnya dalam klas malacostrata, tubuhnya terbagi menjadi 3 bagian yaitu kepala dengan 5 segmen, thorax dengan 8 segmen, dan abdomen dengan 6 segmen. Kepiting ini bereproduksi secara seksual dan biasanya jantan akan berada diatas betina ketika sedang bereproduksi (Yeo, 2013). *Myra* sp termasuk dalam hewan yang pergerakannya relatif lambat dan banyak ditemukan di substrat lembut seperti pasir atau lumpur (Sealifebase, 2015). Panjang maksimum dari kepiting jenis ini sekitar 4,02 cm dengan panjang yang biasa ditemukan sekitar 3,32 cm. Kepiting dalam famili Leucosiidae diketahui mencapai

kematangan gonad pada ukuran ± 2 cm (Sealifebase, 2015; Carvalho *et al.*, 2010).

2.2.2 *Scylla serrata*

Scylla serrata disebut juga sebagai kepiting lumpur karena warna karapasnya yang seperti lumpur. Klasifikasi *Scylla serrata* menurut Zipcodezoo (2015) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Crustacea

Order : Decapoda

Suborder : Pleocyemata

Infraorder : Heterotremata

Superfamily : Portunoidea

Family : Portunidae

Subfamily : Portuninae

Genus : *Scylla*

Species : *Scylla serrata*



(a) Sugianti (2014)



(b) decapoda.free.fr

Gambar 2. *Scylla serrata*

Hewan ini memiliki duri relatif pendek, warna kemerahan hingga orange pada capit dan kakinya (Kordi, 2007). Permukaan pada karapas *S. serrata* cenderung halus, dengan bentuknya yang melintang dan kuat. Permukaan karapas pada kepiting ini terdapat alur berbentuk seperti huruf H. Panjang maksimum karapas antara 25 hingga 28 cm dengan berat maksimum 2 hingga 3

kg (Sealifebase, 2015). Berdasarkan lebar karapasnya, menurut Kordi (2007) tingkat perkembangan kepiting dikelompokkan menjadi kepiting juwana (20-70 mm), kepiting muda (70-150 mm) dan kepiting dewasa (150-200 mm). kepiting bakau dapat dianggap dewasa dan memijah pada usia 12-14 bulan dengan panjang karapas 17 cm dan berat 200 gram (Kordi, 2007). Menurut Gunarto *et al.*, (2001), ukuran terkecil kepiting bakau matang gonad berada pada panjang karapas 104 mm. *S. serrata* merupakan hewan benthik yang hidup pada kedalaman 0-50 meter. Hewan ini hidup dari perairan payau hingga ke perairan laut (Poupin, 1996) dan biasa ditemukan pada perairan dengan substrat berlumpur lembut serta berada disekitar daerah hutan bakau. Habitatnya berada di wilayah beriklim tropis dengan penyebaran disekita Indo-Pasifik barat.

2.2.3 *Penaeus indicus*

Penaeus indicus disebut juga sebagai udang kelong atau *Indian white prawn*. Klasifikasi *Penaeus indicus* menurut Zipcodezoo (2015) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Superphylum : Panarthropoda

Phylum : Arthropoda

Subphylum : Pancrustacea

Infraphylum : Crustaceomorpha

Superclass : Crustacea

Epiclass : Eucrustacea

Subclass : Eumalacostraca

Superorder : Eucarida

Order : Decapoda

Superfamily : Penaeoidea

Family : Penaeidae

Genus : *Penaeus*

Spesies : *Penaeus indicus*



(a) Sugianti (2014)



(b) dkp-uptdparigi.blogspot.com

Gambar 3. *Penaeus indicus*

Udang jenis ini memiliki panjang maksimum 18,4 cm. Secara morfologi, udang ini memiliki rostrum yang mencolok namun berhenti bertambah ukurannya ketika dewasa. Bagian telson tidak memiliki tulang belakang dengan warna bintik-bintik coklat dan hijau (Holthuis, 1980). Hewan ini pada keadaan hidup berwarna kekuningan setengah tembus cahaya dengan bintik-bintik biru pada abdomen. Kaki jalan dan kaki renang berwarna kekuningan atau kemerahan. Lebih tahan dan kuat terhadap perubahan kondisi perairan, tidak mudah stress, toleran terhadap perubahan suhu yang luas dan tingkat kelangsungan hidupnya tinggi (Kordi, 2010). Udang kelong (*P. indicus*) ditemukan di perairan Indo-Pasifik barat dari timur dan tenggara Afrika, termasuk Malaysia dan Indonesia hingga China selatan dan Australia bagian utara. Habitatnya berada di iklim tropis dan dapat hidup pada kedalaman 2-90 meter. Udang ini lebih menyukai hidup pada substrat berpasir atau berlumpur dan dapat mentoleransi salinitas tinggi (Sealifebase, 2015). Pada saat dewasa udang ini berada di lingkungan laut tetapi saat fase juvenil hewan ini hidup di perairan estuari (Holthuis, 1980).

2.2.4 *Natica tigrina*

Natica tigrina merupakan hewan bercangkang yang termasuk dalam Kelas Gastropoda. Klasifikasi *Natica tigrina* menurut Zipcodezoo (2015) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Mollusca

Subphylum : Conchifera

Class : Gastropoda

Subclass : Orthogastropoda

Superorder : Caenogastropoda

Order : Sorbeoconcha

Suborder : Hypsogastropoda

Infraorder : Littorinimorpha

Superfamily : Naticoidea

Family : Naticidae

Subfamily : Naticinae

Genus : Natica

Spesies : *Natica tigrina*



(a) Sugianti (2014)



(b) www.seashellhub.com

Gambar 4. *Natica tigrina*

Natica tigrina merupakan hewan dengan satu cangkang yang berbentuk bulat, spiral melingkar. Hewan ini memiliki lubang tempat organisme yang besar, aperture moderat, dan columella tidak rata (Parayannilam, 2005). Hewan ini disebut juga sebagai tiger moon snail atau siput harimau bulan. Hal tersebut dikarenakan cangkang hewan ini memiliki bintik atau tutul seperti pada harimau. Hewan ini banyak ditemukan di wilayah pantai berpasir yang tidak terganggu aktivitas. Panjang cangkang hewan ini bisa mencapai 2-3 cm. Warna cangkang cenderung putih atau *beige* dengan bintik coklat atau hitam, cangkang ini lebih banyak memiliki corak leopard dibandingkan tutul harimau, sedangkan tubuhnya cenderung berwarna putih pucat (Wildsingapore, 2012).

2.2.5 *Bufonaria crumena*

Bufonaria crumena merupakan hewan dalam Klas Gastropoda yang pada cangkangnya terdapat tonjolan. Klasifikasi *Bufonaria crumena* menurut Zipcodezoo (2015) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Mollusca

Class : Gastropoda

Subclass : Orthogastropoda

Superorder : Caenogastropoda

Order : Sorbeoconcha

Suborder : Hypsogastropoda

Infraorder : Littorinimorpha

Superfamily : Tonnoidea

Family : Bursidae

Genus : *Bufonaria*

Spesies : *Bufonaria crumena*



(a) Sugianti (2014)



(b) gastropods.com

Gambar 5. *Bufonaria crumena*

Keong laut biasa dijumpai diberbagai jenis lingkungan dan bentuknya biasanya telah menyesuaikan diri pada kondisi lingkungan tersebut. Kepala dan kakinya dapat dijulurkan keluar apabila sedang merayap dan dapat ditarik masuk ke dalam cangkangnya bila merasa dalam bahaya (Nontji, 2005). *Bufonaria crumena* memiliki panjang cangkang maksimum sebesar 9 cm, namun biasanya ditemukan sepanjang 6 cm. hewan ini hidup pada substrat pasir atau lumpur,

yang kebanyakan merupakan daerah terlindungi. Hewan ini sering ditemukan di perairan dangkal hingga kedalaman sekitar 50 meter dan biasanya ikut tertangkap pada trawl. Distribusi hewan ini berada di Indo-Pasifik barat dari Timur dan Afrika Selatan ke Melanesia, utara ke Filipina dan selatan ke Queensland (FAO, 1998).

2.2.6 *Lophiotoma indica*

Lophiotoma indica termasuk dalam hewan Klas Gastropoda dan Family Turridae. Klasifikasi *Lophiotoma indica* menurut Zipcodezoo (2015) adalah sebagai berikut:

Phylum : Mollusca

Subphylum : Conchifera

Class : Gastropoda

Subclass : Orthogastropoda

Superorder : Caenogastropoda

Order : Sorbeoconcha

Suborder : Hypsogastropoda

Infraorder : Neogastropoda

Superfamily : Conoidea

Family : Turridae

Subfamily : Turrinae

Genus : *Lophiotoma*

Spesies : *Lophiotoma indica*



(a) Sugianti (2014)



(b) www.shellspassion.com

Gambar 6. *Lophiotoma indica*

Hewan ini memiliki panjang maksimum cangkangnya sebesar 9,5 cm dan biasanya ditemukan dengan ukuran 7 cm. Cangkangnya memiliki lurik atau corak dan memiliki kanal siphonal yang panjang. Sudut bahu sangat sedikit, tonjolan pusat membentuk sebuah karina. Warna cangkang hewan ini cenderung kuning kecoklatan. *Lophiotoma indica* merupakan hewan bentik yang hidup pada kedalaman 0 hingga 50 meter dan beriklim tropis. Distribusi hewan ini berada di wilayah Indo-Pasifik barat (Sealifebase, 2015; FAO, 1998).

2.2.7 *Corbula faba*

Corbula faba termasuk dalam klas bivalvia yang memiliki 2 cangkang yang terhubung oleh otot bernama hinge ligamen. Klasifikasi *C. faba* menurut Zipcodezoo (2015) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Subkingdom : Bilateria

Superphylum : Eutrochozoa

Phylum : Mollusca

Class : Bivalvia

Subclass : Metabranhia

Superorder : Eulamellibranchia

Order : Myoida

Superfamily : Myoidea

Family : Corbulidae

Subfamily : Corbulinae

Genus : *Corbula*

Spesies : *Corbula faba*



(a) Sugianti (2014)



(b) en.wikipedia.org

Gambar 7. *Corbula faba*

Kupang ini berbentuk cembung lateral dan mempunyai cangkang dengan dua belahan serta engsel dorsal yang menutup seluruh tubuh. Kupang ini mempunyai bentuk kaki seperti kaki kapak sehingga disebut *pelecypoda* (Fakhrudin, 2009). Ukuran cangkang kupang ini antara 1 - 2 cm. Kupang putih termasuk biota pantai, hidup menetap di dasar perairan berlumpur atau berpasir dan konsentrasi terbesar terdapat di muara-muara sungai. Kupang putih hidup menancap pada lumpur sedalam lebih kurang 5 mm, dengan kedudukan tegak pada ujung kulitnya yang berbentuk oval. Bila air surut dan keadaannya menjadi dingin, kupang putih menancap lebih dalam pada lumpur dan sebaliknya (Prayitno dan Susanto, 2000).

2.5 Struktur Komunitas Makrozoobentos

Struktur komunitas mempunyai tiga unsur pokok, yaitu jumlah macam spesies, jumlah individu dalam masing-masing dan total individu dalam komunitas. Umumnya komunitas makrozoobentos mempunyai struktur spesies yang khas, yang terdiri dari sejumlah besar spesies yang masing-masing jumlah individunya sedikit dan beberapa spesies yang berlimpah jumlahnya (Ayu, 2009).

Struktur suatu komunitas tidak hanya dipengaruhi oleh hubungan antar spesies, tetapi juga oleh jumlah relatif organisme, dari spesies-spesies itu. Kelimpahan relatif suatu spesies dapat mempengaruhi fungsi suatu komunitas, distribusi antar individu dalam suatu komunitas, bahkan dapat memberikan

pengaruh pada keseimbangan komunitas dan kestabilan komunitas (Soegianto, 1994). Menurut Odum (1993), terdapat lima karakteristik struktur komunitas yaitu keanekaragaman, dominansi, bentuk dan struktur pertumbuhan, kelimpahan relatif serta struktur trofik.

2.6 Indeks Kelimpahan, Keseragaman, Keanekaragaman, dan Dominansi

Kelimpahan suatu organisme dalam perairan dinyatakan sebagai jumlah individu persatuan luas atau volume. Sedangkan kepadatan relatif adalah perbandingan antara kelimpahan individu tiap jenis dengan keseruluhan individu yang tertangkap dalam suatu komunitas (Insafitri, 2010).

Menurut Levinton (1982) dalam Insafitri (2010), indeks keseragaman adalah komposisi tiap individu pada suatu spesies yang terdapat dalam suatu komunitas. Indeks keseragaman di lambangkan dengan huruf *e*. indeks ini baik digunakan sebagai pendugaan untuk menentukan dominansi dalam suatu area. Nilai keseragaman suatu populasi akan berkisar antara 0 sampai dengan 1, dengan kriteria : $0,4 \leq E \leq 0,6$ dengan keseragaman populasi kecil; Keseragaman populasi sedang; sampai dengan keseragaman populasi tinggi (Brower *et al.*, 1990).

Indeks keanekaragaman pada suatu komunitas dapat digunakan untuk mengukur stabilitas komunitas yaitu kemampuan suatu komunitas untuk menjaga dirinya tetap stabil walaupun ada gangguan terhadap komponen-komponennya. Beberapa ahli ekologi juga menjadikan indeks keanekaragaman sebagai suatu indeks kematangan komunitas (Soegianto, 1994). Menurut Lee *et.al*, (1978) dalam Wijayanti (2007), indeks keanekaragaman juga dapat digunakan sebagai bahan analisa untuk memperkirakan tingkat pencemaran air laut.

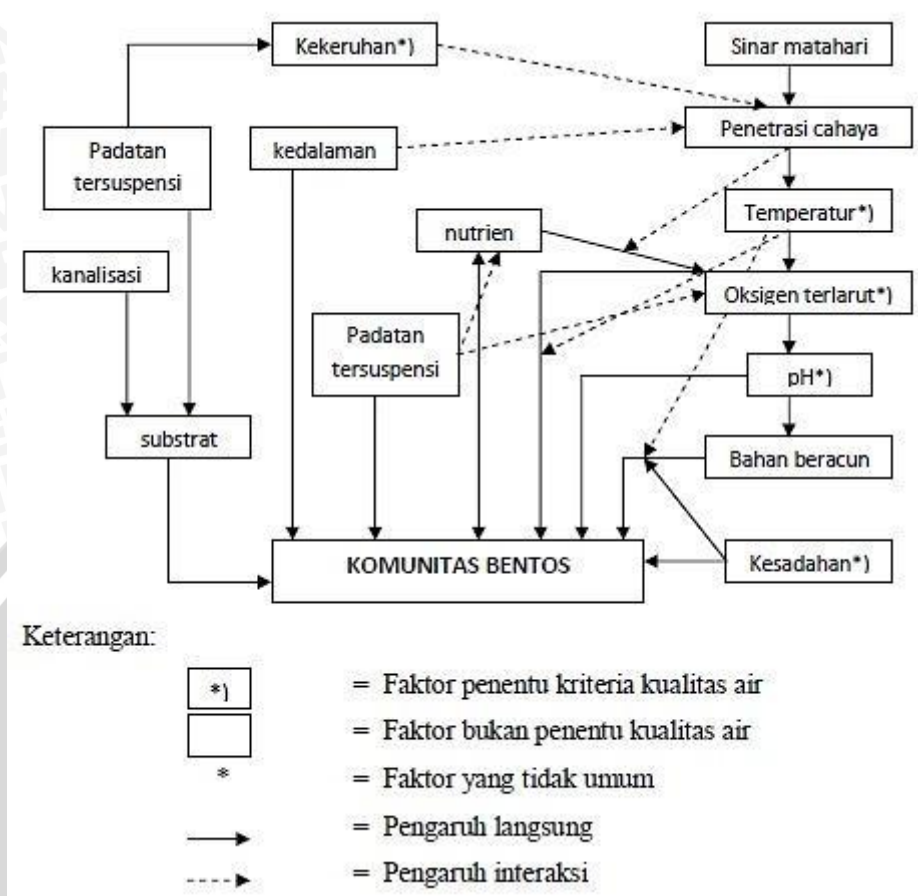
2.7 Rentang Hidup (*Lifespan*)

Rentang hidup (*Lifespan*) adalah durasi atau lama perjalanan hidup dari sejarah kehidupan suatu organisme. Ukuran rentang hidup ini dapat digunakan sebagai acuan untuk menentukan periode antara kelahiran hingga kematian dan panjang rata-rata kehidupan sebuah kelompok organisme ataupun individunya. Rentang hidup maksimum yang diamati pada suatu populasi atau spesies merupakan diverifikasi usia tertinggi pada kematian (James, 2000).

Informasi tentang rentang hidup suatu populasi atau spesies adalah informasi yang berasal dari kebun binatang. Hal tersebut lebih dikarenakan hewan dianggap berada dalam kehidupan yang hampir ideal untuk masa hidupnya. Hewan yang hidup di alam liar jarang mendekati usia maksimal hidupnya karena tingkat kematian yang sangat tinggi yang disebabkan oleh penyakit, predator, cuaca buruk, kecelakaan, kompetisi untuk makanan dan tempat tinggal (Dunne dan Roland, 1973).

2.8 Parameter Lingkungan

Makrozoobentos keberadaannya dipengaruhi oleh beberapa faktor parameter lingkungan. Faktor fisika dan kimia lingkungan perairan tersebut dapat berpengaruh baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Hubungan faktor tersebut terhadap komunitas bentos dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Faktor Yang Mempengaruhi Komunitas Benthos (Hawkes 1979 dalam Rahman, 2009)

1. Suhu

Suhu merupakan faktor penting yang mempengaruhi aktivitas metabolisme, kehidupan, dan pertumbuhan organisme. Suhu juga merupakan batas penyebaran organisme di suatu perairan baik perairan laut maupun perairan tawar (Kordi, 2007). Perubahan pada suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi di dalam suatu perairan. Peningkatan suhu mengakibatkan peningkatan reaksi kimia, viskositas dan evaporasi. Meningkatnya suhu juga mengakibatkan menurunnya kelarutan gas-gas dalam air (Effendi, 2003).

2. Kecerahan

Kecerahan merupakan ukuran dari transparansi perairan. Nilai kecerahan dinyatakan dalam satuan meter. Keadaan cuaca, kekeruhan, waktu pengukuran dan padatan tersuspensi sangat mempengaruhi nilai kecerahan. Hal ini ditentukan secara visual dengan menggunakan alat yang disebut *secchi disk* (Effendi, 2003). Menurut Kordi (2007), kecerahan adalah sebagian cahaya yang diteruskan ke dalam air dan dinyatakan dengan persen (%). Kekeruhan air mempengaruhi kemampuan cahaya matahari masuk hingga ke dasar perairan. Kekeruhan suatu perairan dapat dipengaruhi oleh benda-benda yang tersuspensi di dalam air, plankton atau jasad-jasad renik, dan warna air tersebut. Dengan mengetahui nilai kecerahan suatu perairan, kita dapat mengetahui sejauh mana adanya kemungkinan terjadi proses asimilasi dalam air.

3. Arus

Arus merupakan gerak mengalir suatu massa air yang dapat disebabkan oleh tiupan angin, perbedaan densitas air laut atau gelombang. Gaya coriolis, pasang surut, densitas, pergerakan angin dan topografi perairan merupakan faktor yang mempengaruhi kecepatan arus (Nontji, 2005). Makrozoobentos memiliki adaptasi terhadap kecepatan arus di habitatnya antara lain dengan melekat pada substrat yang kokoh, menyesuaikan bentuk tubuh, membentuk kait dan alat pelekat serta cenderung bersifat reotaksis positif (Putro, 2014)

4. TSS

Total Suspended Solid atau TSS disebut juga sebagai padatan tersuspensi total yang merupakan bahan–bahan tersuspensi dengan diameter > 1 μ m yang tertahan pada saringan *Millipore*. TSS terdiri dari lumpur, pasir halus dan jasad-jasad renik. Padatan tersuspensi ini disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air (Effendi, 2003).

5. Oksigen Terlarut

Oksigen merupakan salah satu gas yang terlarut dalam air. Dilihat dari segi kepentingan, oksigen terlarut menempati posisi teratas sebagai hal yang paling penting yang dibutuhkan biota air. Jika dilihat dari jumlahnya, oksigen terlarut menempati posisi ke dua terbanyak setelah nitrogen. Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas dalam perairan, sehingga bila ketersediaannya tidak mencukupi, maka segala aktivitas dari biota tersebut akan terhambat (Kordi, 2007). Kelarutan oksigen yang berada di perairan sangat bervariasi. Kadar oksigen ini bergantung pada suhu, salinitas, turbulensi air dan tekanan atmosfer. Kadar oksigen akan semakin kecil seiring dengan semakin tingginya suhu dan ketinggian (*altitude*). Oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian dan musiman, tergantung pada pergerakan (*turbulence*) massa air, pencampuran (*mixing*), aktivitas fotosintesis dan respirasi (Efendi, 2003).

6. pH

Derajat keasaman lebih dikenal dengan istilah pH yang merupakan singkatan dari *puissance negatif de H*. Derajat keasaman adalah logaritma dari kepekatan ion-ion H (hidrogen) yang terlepas dalam suatu cairan. pH atau derajat keasaman air dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen (dalam mol per liter) pada suhu tertentu dan dapat ditulis dengan $-\log(H)^+$ (Kordi, 2007). Konsentrasi ion hidrogen dalam air murni yang netral adalah 1×10^{-7} g/liter. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan. Sebagian besar biota atau organisme di dalam perairan sensitif terhadap perubahan pH dan umumnya menyukai nilai pH sekitar 7-8,5 (Effendi, 2003).

7. Salinitas

Salinitas merupakan konsentrasi total ion yang terdapat di perairan. Salinitas dinyatakan dalam g/kg atau promil ($^0_{\text{oo}}$) (Effendi, 2003). Salinitas menurut Mukhtasor (2007), menunjukkan kandungan garam yang ada dalam air

laut dan perbandingannya dengan total jumlah padatan terlarut yang ada di air laut dalam perbandingan berat. Evaporasi dan presipitasi merupakan hal utama yang mempengaruhi rentang nilai salinitas. Keadaan salinitas di suatu perairan akan mempengaruhi penyebaran organisme, baik secara vertikal maupun horizontal. Pengaruh salinitas secara tidak langsung dapat mengakibatkan adanya perubahan komposisi dalam suatu ekosistem (Barnes,1980)



3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di perairan estuari Porong, Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo pada bulan Juli - Agustus 2014. Pengambilan sampel air dan makrozoobentos dilakukan di 6 titik atau stasiun disekitar perairan estuari Porong tersebut. Gambar 9 lokasi penelitian yang mana setiap stasiun dilambangkan dengan titik hitam dan huruf.



Gambar 9. Peta Lokasi Penelitian

Metode sampling untuk penentuan 6 stasiun yang digunakan adalah dengan metode *purposive sampling* dimana masing – masing titik atau stasiun dianggap mewakili karakteristik atau keadaan perairan estuari Porong. Adapun karakteristik tiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Stasiun Penelitian

NO	STASIUN	KARAKTERISTIK
1	A	Terletak di muara Sungai Porong bagian selatan. Lokasi ini tidak menerima pengaruh langsung dari laut lepas karena terhalang oleh adanya pulau sarinah
2	B	Terletak di muara Sungai Porong bagian utara. Lokasi ini menerima pengaruh dari laut lepas karena langsung menghubungkan antara muara sungai dan laut
3	C	Terletak di depan daratan atau pantai. Lokasi ini berada disebelah utara stasiun B. Terdapat wilayah mangrove di sebelah barat lokasi ini.
4	D	Terletak di depan Pulau Sarinah. Lokasi ini letaknya di sebelah selatan stasiun C dan sedikit lebih ke arah laut lepas. Berada pada garis lurus dari muara Sungai Porong sehingga diperkirakan masih mendapat sedikit pengaruh dari hal tersebut
5	E	Terletak di laut lepas. Lokasi ini dianggap mendapatkan pengaruh dari aliran muara sungai porong karena berada didepan muara Sungai Porong
6	F	Terletak di laut lepas dan merupakan lokasi terjauh dari semua stasiun.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam pelaksanaan Penelitian ini meliputi alat untuk pengukuran parameter fisika dan kimia perairan serta pengambilan makrozoobentos (Tabel 2).

Tabel 2. Alat Penelitian

No	Alat	Spesifikasi / Merek	Unit	Fungsi
Parameter Fisika perairan				
1	Themometer	Themometer Hg	⁰ C	Mengukur suhu
2	Secchi Disk	-	M	Mengukur kecerahan
3	Current meter	<i>Current meter</i>	m/s	Mengukur kecepatan arus
Parameter Kimia Perairan				
4	DO meter	<i>DO digital thermometer Dekko</i>	mg/L	Mengukur DO (<i>Dissolved Oxygen</i>)
5	pH meter	<i>Waterproof Oakion</i>	-	Mengukur pH
6	Salinometer	<i>Pocket Refractometer Atago</i>	‰	Mengukur Salinitas
Sampel Makrozoobentos				
7	<i>Mini Trawl</i>	-	-	Mengambil sampel makrozoobentos
8	Saringan	-	-	Menyaring sampel makrozoobentos
Alat Penunjang				
9	GPS	MAP <i>Garmin 78CSx</i>	-	Mengetahui koordinat / lokasi penelitian
10	Botol polyetilen	-	-	Menyimpan sampel air
11	Nampan	-	-	Meletakkan sampel makrozoobentos untuk identifikasi
12	<i>Cool box</i>	-	-	Menyimpan sampel air dan makrozoobentos
13	Kamera digital	Canon	-	Dokumentasi kegiatan dan hasil penelitian
14	<i>Washing bottle</i>	-	-	Wadah aquades
15	Ember 5 ltr	Lion star	-	Wadah mencampur sampel air untuk dikomposit
16	Pipet tetes	-	-	Memindahkan sampel air dalam skala 1 ml
17	Timbangan Digital	-	gr	Menimbang berat makrozoobentos
18	Penggaris	-	cm	Mengukur panjang dan lebar dari makrozoobentos
19	Meja dan lampu set	-	-	Membantu pengambilan gambar makrozoobentos

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pelaksanaan Penelitian ini meliputi bahan untuk pengujian sampel air dan sampel makrozoobentos (Tabel 3).

Tabel 3. Bahan Penelitian

NO	BAHAN	FUNGSI
1	Sampel air di 6 titik stasiun	Bahan uji kualitas fisika dan kimia perairan
2	Sampel makrozoobentos di 6 titik stasiun	Bahan uji identifikasi struktur komunitas
3	Aquades	Membersihkan sisa lumpur sampel makrozoobentos dan kalibrasi alat
4	Kertas label	Menandai sampel setiap stasiun
5	Tisu	Membersihkan alat yang digunakan
6	Es batu	Mengawetkan sampel air dan makrozoobentos
7	Plastik Klip	Menyimpan sampel makrozoobentos

3.3 Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan pada pelaksanaan Penelitian ini terbagi atas pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder. Data primer diperoleh dari observasi dan dokumentasi sedangkan data sekunder diperoleh dari studi literatur.

3.3.1 Data Primer

Data primer menurut Mulyanto (1999), merupakan data yang diperoleh dari sumber pertama. Data ini didapat secara langsung dengan melakukan pengamatan atau observasi, wawancara dan partisipasi aktif. Data primer pada pelaksanaan Penelitian ini diperoleh dari observasi dan dokumentasi. Observasi yang dilakukan antara lain pengambilan sampel makrozoobentos dan pengukuran parameter fisika kimia lingkungan yaitu pengukuran suhu, kecerahan, kecepatan arus, DO, pH dan salinitas. Data primer lainnya diperoleh dari hasil identifikasi yang mengacu pada buku kunci identifikasi *FAO Species Identification: for Fishery Purpose*, website identifikasi seperti species-identification.org dan perhitungan indeks struktur komunitas makrozoobentos serta analisis statistik.

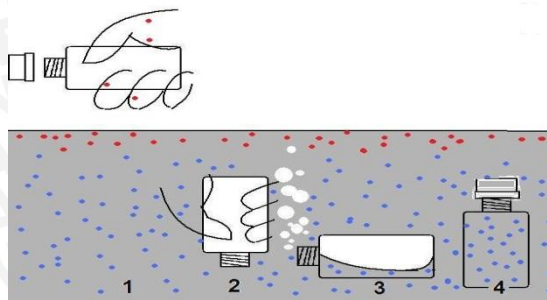
3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder menurut Azwar (1997) merupakan data yang berupa dokumen atau laporan yang telah tersedia. Dalam pelaksanaan Penelitian ini, data sekunder diperoleh melalui studi buku pedoman identifikasi makrozoobentos dan studi literatur berupa jurnal penelitian, skripsi, thesis, peta, informasi dari internet serta kepustakaan lainnya. Data substrat, TSS, nitrat dan fosfat pada penelitian ini juga merupakan data sekunder yang diperoleh dari literatur Winata (2014) serta data lifespan makrozoobentos yang diperoleh dari berbagai website seperti sealifebase.org dan species-identificacion.org serta studi beberapa jurnal dan buku yang berkaitan.

3.4 Metode Pengambilan Sampel

3.4.1 Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air dilakukan dengan memasukkan botol polyetilen kedalam air dengan kedalaman ± 15 cm dari permukaan, mulut botol dihadapkan ke dalam air ketika memasukkan botol agar udara yang ada didalam botol menekan dan mencegah masuknya air yang berada dekat dengan permukaan. Botol dimiringkan sehingga air perlahan masuk, jika sudah tidak ada gelembung udara dari botol maka dipastikan botol tersebut sudah terisi penuh dengan air. Botol kemudian ditutup di dalam perairan untuk menghindari adanya kontaminan dan isian udara luar jika ditutup di permukaan. Teknik pengambilan sampel air lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Teknik Pengambilan Sampel Air

Metode pengambilan sampel air pada penelitian ini menggunakan metode komposit (*composite sample*) yaitu pengambilan sampel dilakukan beberapa kali (3-5 kali) dengan selisih waktu 10 menit yang bertujuan untuk mengetahui kualitas perairan.

3.4.2 Pengambilan Sampel Makrozoobentos

Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan dengan menggunakan *mini trawl* berukuran 1 x 2 meter yang merupakan hasil modifikasi dari nelayan disekitar perairan estuari Porong (Gambar 11). *Mini trawl* terlebih dahulu diturunkan ke dasar perairan. Ketika *mini trawl* sudah menyentuh dasar perairan, alat ini ditarik menggunakan kapal sejauh 30-35 meter melawan arah arus, setelah itu *mini trawl* diangkat kembali kedalam kapal. Hasil dari tangkapan *mini trawl* ini disaring menggunakan saringan untuk memisahkan makrozoobentos dari sedimen dan sampah yang ikut terbawa. Makrozoobentos yang telah didapatkan kemudian dibersihkan dengan cara disiram dengan air pada stasiun tersebut lalu disimpan dalam plastik klip. Penyimpanan pada plastik klip ini disesuaikan dengan stasiun dan jenisnya, kemudian dimasukkan kedalam *cool box* yang berisi es batu untuk mengawetkan sehingga masih dalam keadaan baik ketika diidentifikasi di laboratorium.



Gambar 11. Minitrawl Modifikasi Nelayan

3.5 Metode Identifikasi Makrozoobentos

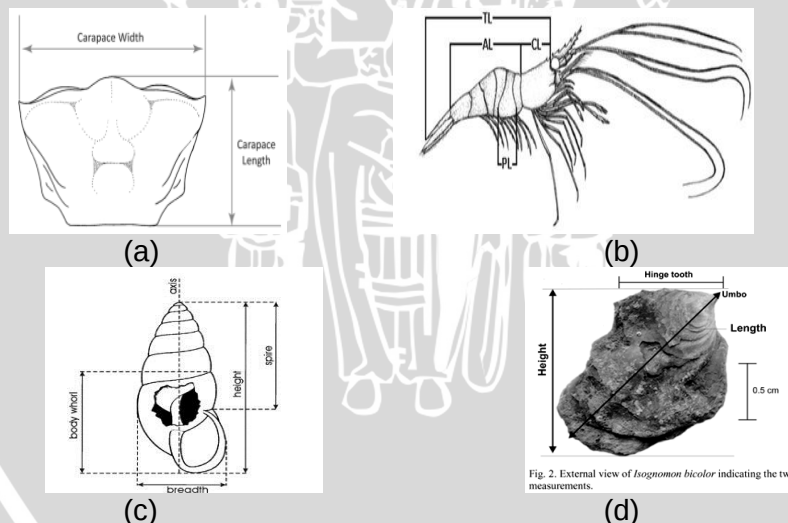
Identifikasi makrozoobentos dilakukan secara morfologi dan morfometrik. Hal pertama yang dilakukan adalah membersihkan makrozoobentos dengan air dan kemudian diletakkan di atas nampan agar terlihat ukuran dan keutuhan bagian tubuh dari makrozoobentos tersebut.

3.5.1 Morfologi

Makrozoobentos dengan ukuran paling besar dipilih sebagai bahan untuk identifikasi secara morfologi karena bagian tubuhnya terlihat lebih jelas. Kemudian dilihat bagian tubuh dari hewan tersebut sesuai dengan buku kunci identifikasi yang digunakan yaitu *FAO Species identification for fishery purpose*. Hewan jenis kepiting bagian tubuh penting yang menjadi kunci identifikasi adalah bentuk karapasnya, bentuk dan jumlah capitnya, bentuk kaki jalan dan kaki renang, warna dan corak pada karapas, kemudian dilihat ukuran dan persebaran dari hewan tersebut. Hewan jenis udang, bagian tubuh yang penting sebagai kunci identifikasi adalah rostrum, bentuk dan jumlah kaki jalan dan kaki renang, corak pada tubuh, warna, bentuk telson dan uropod serta panjang antenna dan antenulla, setelah itu dilihat juga persebaran dari hewan tersebut serta ukuran maksimumnya. Hewan jenis keong dan kerang hal penting dari bagian tubuhnya untuk kunci identifikasi adalah cangkangnya, hal tersebut dilihat dari bentuk, ukuran, warna dan corak pada cangkang, selain itu pada keong, ukuran dan bentuk *body whole* juga penting sebagai kunci identifikasi.

3.5.2 Morfometrik

Pengukuran morfometrik makrozoobentos digunakan sebagai data pendukung dalam identifikasi dan data utama pada perhitungan *lifespan*. Penelitian ini didalamnya terdapat data morfometrik yang didapatkan antara lain panjang karapas pada jenis kepiting dan panjang total pada jenis udang, gastropoda serta bivalvia. Data lain yang didapatkan dari identifikasi morfometrik ini antara lain data berat dari makrozoobentos tersebut yang merupakan berat hewan tersebut saat masih dalam kondisi segar atau basah. Panjang karapas pada kepiting dihitung secara vertikal dibagian tengah karapasnya (Gambar 12a). Ukuran panjang pada udang dihitung mulai dari kepala hingga telsonnya (Gambar 12b). Ukuran panjang pada gastropoda dihitung mulai dari titik tumbuhnya hingga *bodywholenya* (Gambar 12c). Ukuran panjang pada bivalvia dihitung mulai dari titik tumbuhnya hingga ke bagian lipsnya (Gambar 12d).



Gambar 12. Metode identifikasi morfometrik

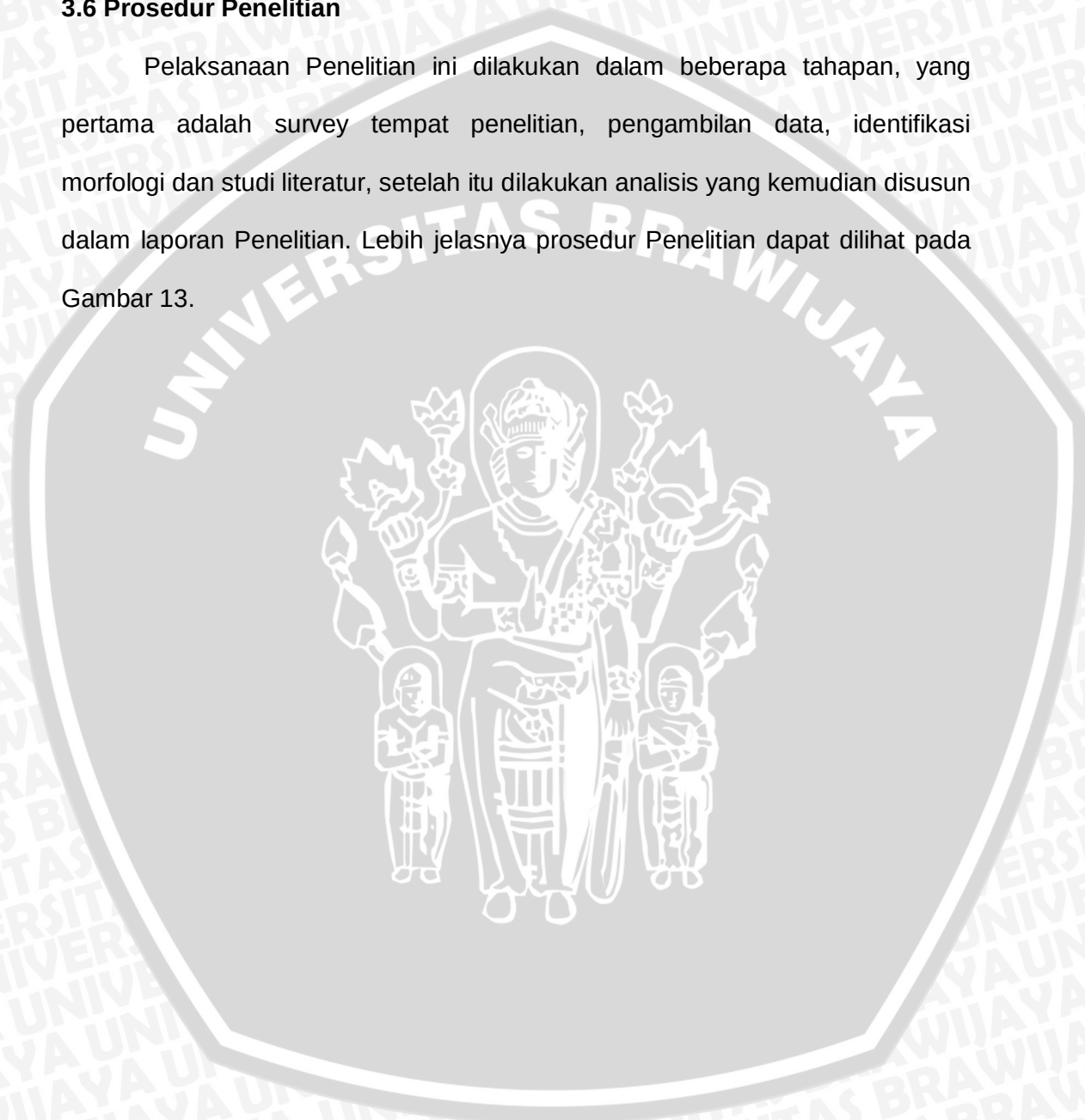
(a) Panjang karapas pada kepiting (*Carapace length*) (Crane, 1975 dalam Fiddlercrab.info, 2015); (b) Panjang total pada udang (*TL*) (Paschoal *et al.*, 2013); (c) Panjang total pada gastropoda (*height*) (Wilkinson, 2012); (d) Panjang total pada bivalvia (*length*) (Zamprogno *et al.*, 2010).

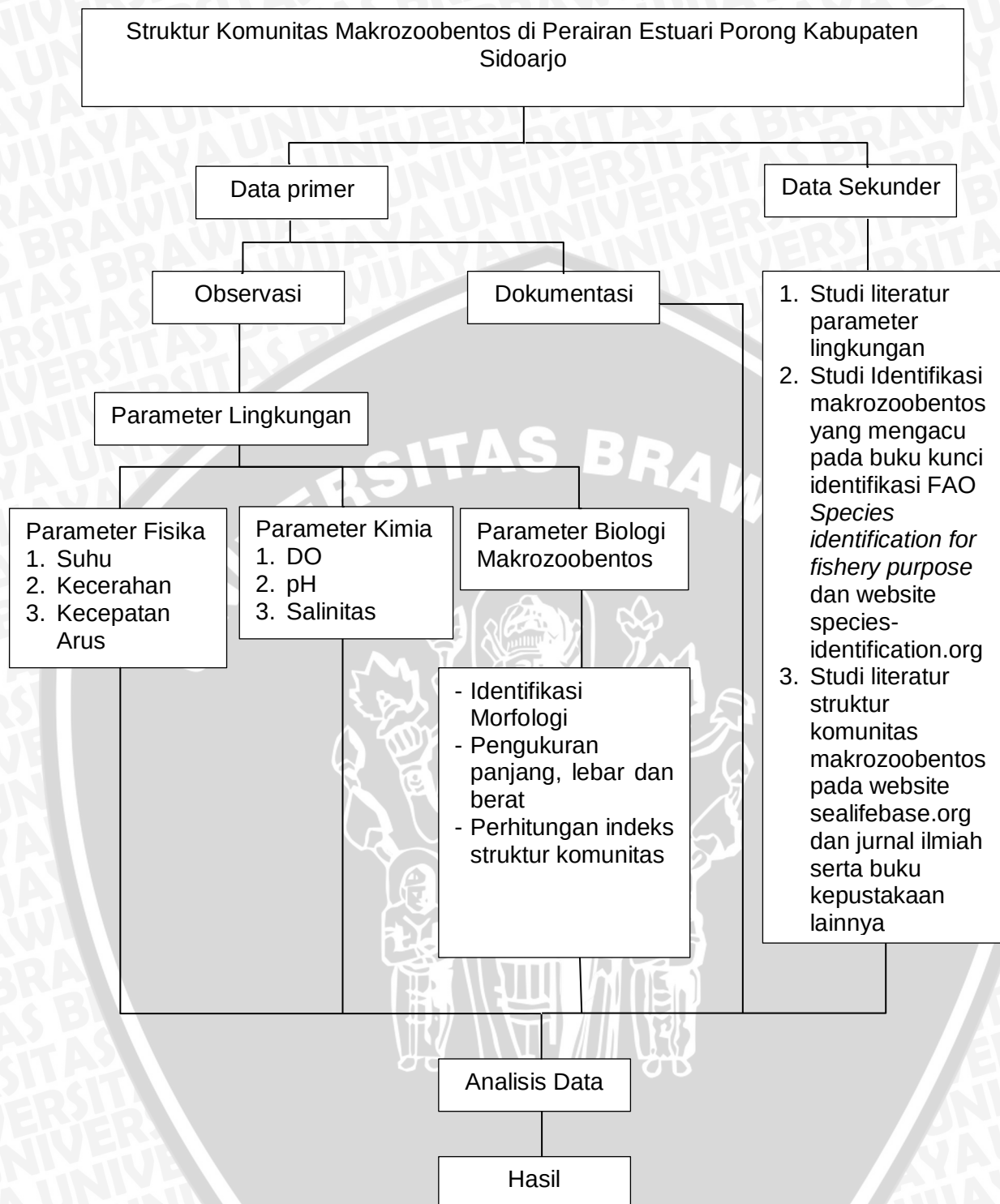
Ukuran dari makrozoobentos yang didapatkan disesuaikan dengan buku kunci identifikasi FAO *Species identification for fishery purpose* untuk membantu identifikasi spsies tersebut. Data ukuran makrozoobentos juga digunakan

sebagai acuan kunci identifikasi makrozoobentos yang datanya diperoleh dari berbagai sumber baik web dan buku identifikasi, jurnal ilmiah serta kepustakaan lainnya.

3.6 Prosedur Penelitian

Pelaksanaan Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan, yang pertama adalah survey tempat penelitian, pengambilan data, identifikasi morfologi dan studi literatur, setelah itu dilakukan analisis yang kemudian disusun dalam laporan Penelitian. Lebih jelasnya prosedur Penelitian dapat dilihat pada Gambar 13.





Gambar 13. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

3.7 Analisis Data

3.7.1 Analisis Struktur Komunitas Makrozoobentos

Analisis struktur komunitas makrozoobentos ini terdiri dari perhitungan nilai kelimpahan (Di), kelimpahan relatif (RDi), indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E') dan indeks dominansi (C). Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung nilai indeks struktur komunitas makrozoobentos sebagai berikut.

3.7.1.1 Indeks Kelimpahan

Kelimpahan makrozoobentos pada penelitian ini dihitung dengan rumus yang mengacu pada Soegianto (1994) yang menyebutkan bahwa kelimpahan merupakan ukuran dari jumlah individu per satuan luas atau volume, yaitu :

$$Di = \frac{Ni}{A} \dots\dots\dots \text{Rumus (1)}$$

Dimana :

Di = Kelimpahan individu jenis ke- i

Ni = Jumlah individu jenis ke- i

A = Luas pengambilan contoh

Luas pengambilan contoh yang digunakan pada penelitian ini adalah luas dari lebar *mini trawl* sebesar 2 meter dikalikan dengan jarak tarikan trawl. Hal ini sama dengan pemasangan transek yang dilakukan di dasar perairan sehingga luas pengambilan contoh yang digunakan seperti yang disebutkan sebelumnya.

3.7.1.2 Indeks kelimpahan relatif

Kelimpahan relatif pada penelitian ini dihitung dengan menggunakan rumus yang mengacu pada Odum (1993) dalam Insafitri (2010) yaitu :

$$RDi = \frac{Ni}{N} \times 100\% \dots\dots\dots \text{Rumus (2)}$$

Dimana :

Rdi = Kelimpahan relatif

Ni = Jumlah individu jenis ke – i

N = Jumlah seluruh individu

3.7.1.3 Indeks Keanekaragaman

Perhitungan indeks keanekaragaman pada penelitian ini menggunakan indeks Shannon-Wiener yang mengacu pada Muhammad *et al.*, (2013), yaitu :

$$H' = - \sum \frac{N_i}{N} \ln \frac{N_i}{N} \dots \dots \dots \text{Rumus (3)}$$

Dimana :

H' = Indeks keanekaragaman

Ni = Jumlah individu jenis ke i

N = Jumlah seluruh individu

Kriteria suatu struktur komunitas berdasarkan nilai indeks keanekaragaman menurut Indawarman dan Manan (2011) adalah:

1. $H' < 1,0$: Keanekaragaman rendah, produktivitas sangat rendah sebagai indikasi adanya tekanan yang berat dan ekosistem tidak stabil
2. $1,0 < H' < 3,322$: Keanekaragaman sedang, produktivitas cukup, tekanan ekologis sedang dan ekosistem cukup seimbang
3. $H' > 3,322$: Keanekaragaman tinggi, produktivitas tinggi, tahan terhadap tekanan ekologis dan stabilitas ekosistem sangat baik.

3.7.1.4 Indeks keseragaman

Indeks keseragaman pada penelitian ini dihitung dengan menggunakan rumus yang mengacu pada Muhammad *et al.*, (2013), yaitu :

$$E = \frac{H'}{\ln S} \dots \dots \dots \text{Rumus (4)}$$

Dimana :

E = Indeks keseragaman

H' = Indeks keanekaragaman

S = Jumlah spesies

Kriteria struktur komunitas berdasarkan nilai indeks keseragaman menurut Odum (1977) dalam Prahoro dan Sisco (2000) adalah jika nilai keseragaman mendekati 1 maka populasi menunjukkan keseragaman dan jika nilai keseragaman mendekati 0 maka ada satu atau beberapa jenis spesies yang mendominasi komunitas tersebut.

3.7.1.5 Indeks Dominansi

Indeks dominansi pada penelitian ini dihitung dengan menggunakan rumus yang mengacu pada Odum (1993) dalam Indawarman dan Manan (2011), yaitu :

$$C = \sum \left(\frac{N_i}{N} \right)^2 \dots \dots \dots \text{Rumus (5)}$$

Dimana :

C = Indeks Dominansi

N_i = Jumlah individu jenis ke – i

N = Jumlah seluruh individu

Kriteria struktur komunitas berdasarkan indeks dominansi menurut Indawarman dan Manan (2011) adalah jika $0 < C \leq 0,5$ maka nilai dominansi rendah, jika $0,5 \leq C \leq 0,75$ maka nilai dominansi sedang dan jika $0,75 \leq C \leq 1,00$ maka nilai dominansi tinggi. Menurut Odum (1993) kriteria dominansi pada struktur komunitas dibagi menjadi dua yaitu jika nilai C mendekati 0 ($< 0,5$) maka tidak ada spesies yang mendominasi dan jika nilai C mendekati 1 ($\geq 0,5$) maka ada spesies yang mendominasi.

3.7.2 Analisis Komponen Utama

Analisis komponen utama atau yang sering disebut sebagai analisis PCA (*Principal Component Analysis*) menurut Bengen (2000) merupakan suatu metode deskriptif yang digunakan untuk merepresentasikan data dalam bentuk grafik yang didapat dari pengolahan suatu matriks data. Matriks data yang digunakan pada analisis komponen utama ini biasanya adalah stasiun sebagai individu statistik dan parameter perairan sebagai variabel kuantitatif.

Analisis PCA bertujuan untuk mengetahui sejumlah variabel yang memiliki korelasi atau hubungan dalam suatu kelompok. Analisis PCA pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh dari parameter lingkungan dengan nilai indeks struktur komunitas makrozoobentos yang telah ditemukan. Software yang digunakan untuk melakukan analisis PCA pada penelitian ini adalah software XLStat. Hasil yang didapatkan berupa grafik biplot 4 kuadran dengan tabel nilai korelasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Komposisi Makrozoobentos

Berdasarkan data identifikasi makrozoobentos yang didapatkan (Lampiran 1) di perairan Estuari Porong ditemukan 30 spesies dari seluruh stasiun yang ada. 7 spesies pada stasiun A, 5 spesies pada stasiun B, 11 spesies pada stasiun C, 10 spesies pada stasiun D, 15 spesies pada stasiun E dan 14 spesies pada stasiun F. Komposisi makrozoobentos pada tiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Komposisi Makrozoobentos

No	Biota	A	B	C	D	E	F	Jumlah
1	<i>Limulus polyphemus</i>	-	-	1	-	2	-	3
2	<i>Myra</i>	-	1	6	-	4	-	11
	a. <i>M. affinis</i>	-	-	5	-	4	-	9
3	<i>Charybdis</i>							
	a. <i>C. anisodon</i>	1	-	-	-	-	-	1
	b. <i>C. japonica</i>	-	-	-	-	1	-	1
4	<i>Ashtoret lunaris</i>	-	-	-	1	-	-	1
5	<i>Portunus pelagicus</i>	-	-	-	1	-	-	1
6	<i>Macrophthalmus erato</i>	-	1	-	-	-	-	1
7	<i>Scylla serrata</i>	1	-	-	1	-	2	4
8	<i>Penaeus</i>							
	a. <i>P. monodon</i>	-	-	-	-	39	13	52
	b. <i>P. indicus</i>	5	3	2	10	24	39	83
9	<i>Macrobrachium</i>							
	a. <i>M. rosenbergii</i>	-	-	-	-	1	1	2
	b. <i>M. nipponense</i>	2	-	-	-	-	-	2
10	<i>Parapenaeopsis</i>							
	a. <i>P. tenella</i>	-	-	-	-	-	2	2
	b. <i>P. hardwickii</i>	1	-	-	-	-	1	2
11	<i>Metapenaeopsis novaguineae</i>	1	1	-	-	1	-	3
12	<i>Natica</i>	-	-	-	-	-	1	1
	a. <i>N. gualteriana</i>	-	-	1	-	1	-	2
	b. <i>N. lurida</i>	-	-	-	1	1	1	3
	c. <i>N. tigrina</i>	-	-	14	18	7	9	48
13	<i>Bufonaria crumena</i>	-	-	3	6	3	5	17

No	Biota	A	B	C	D	E	F	Jumlah
14	<i>Corbula faba</i>	-	-	145	12	28	2	187
15	<i>Nassarius</i> sp.	-	-	39	-	6	-	45
16	<i>Polinices peselephanti</i>	-	-	-	-	-	1	1
17	<i>Ovula</i> sp.	-	-	-	-	-	61	61
18	<i>Lophiotoma indica</i>	-	-	3	1	-	5	9
19	<i>Pleuroploca trapezium</i>	1	-	-	-	-	7	8
20	<i>Gomphina aequilatera</i>	-	-	-	8	-	-	8
21	<i>Anadara granosa</i>	-	-	371	-	-	-	371
22	<i>Murex crapa</i>	-	1	-	-	-	-	1

Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui bahwa jenis yang mendominasi wilayah perairan muara Sungai Sidoarjo berasal dari klas Malacostraca yang merupakan bagian dari superkelas Krustasea. Klas Malacostraca yang ditemukan terdiri dari hewan kepiting dan udang. Hewan dari kelas ini mendominasi karena substrat dari perairan muara Sungai Porong yang berlumpur, kawasan ini juga memiliki vegetasi mangrove sehingga diperkirakan banyak tersedia kandungan organik sebagai makanan. Hal ini sesuai dengan pendapat Pratiwi (2009), yang menyatakan bahwa krustasea merupakan salah satu hewan benthos disamping moluska yang memakan bahan tersuspensi (*filter feeder*) dan umumnya sangat dominan pada substrat berlumpur. Kebanyakan jenis makrozoobentos kelas ini juga mencari makanan dari sedimen dan mengasimilasikan material organik yang disebut juga sebagai *deposit feeder* (Barnes, 1980). Jenis yang ditemukan merupakan jenis kepiting dan udang yang biasa hidup di daerah pasang surut dan termasuk ke dalam kategori pemakan serasah mangrove dan daun mangrove segar serta bahan organik yang tersuspensi.

Hewan kelas Gastropoda merupakan hewan yang jumlahnya juga banyak ditemukan. Menurut Yeanny (2007), Gastropoda merupakan hewan yang dapat hidup dan berkembang dengan baik pada berbagai jenis substrat yang memiliki

kesediaan makanan dan kehidupannya selalu dipengaruhi oleh kondisi fisik kimia perairan seperti, suhu, pH maupun oksigen terlarut.

Hewan dari kelas bivalvia merupakan kelas dengan jenis paling sedikit yakni 3 jenis, yang terdiri dari *Corbula faba*, *Gomphina aequilatera* dan *Anadara granosa*. Hal ini dapat disebabkan karena cara hidup hewan dalam kelas bivalvia yang membenamkan diri dalam substrat sehingga saat dilakukan pengambilan sampel dengan menggunakan *mini trawl* hewan ini tidak terlalu banyak tertangkap. Menurut Nontji (2005) bivalvia hidup menetap didasar laut dengan cara membenamkan diri didalam pasir atau lumpur bahkan pada karang-karang batu, sementara itu beberapa jenis bivalvia menurut Kastoro *et al.*, (1989) juga hidup dengan cara menempel pada substrat dengan menggunakan *bysus*.

4.2 Indeks Struktur Komunitas Makrozoobentos

4.2.1 Indeks Kelimpahan

Adapun hasil perhitungan kelimpahan dan indeks kelimpahan relatif dari komunitas makrozoobentos di perairan muara Sungai Porong dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Kelimpahan Makrozoobentos

Stasiun	Spesies	Jumlah (Ni)	Luas (A) (m ²)	Kelimpahan (Di) (Ind/m ²)	Kelimpahan Relatif (RDi) (%)
A	<i>Pleuroploca trapezium</i>	1	70	0,014	8,34
	<i>Scylla serrate</i>	1		0,014	8,34
	<i>Charybdis anisodon</i>	1		0,014	8,34
	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	1		0,014	8,34
	<i>Metapenaeopsis novaguineae</i>	1		0,014	8,34
	<i>Penaeus indicus</i>	5		0,071	41,67
	<i>Macrobrachium nipponense</i>	2		0,028	16,67
B	<i>Murex trapa</i>	1	60	0,016	14,28
	<i>Penaeus indicus</i>	3		0,05	42,85
	<i>Metapenaeopsis novaeguineae</i>	1		0,016	14,28

Stasiun	Spesies	Jumlah (Ni)	Luas (A) (m ²)	Kelimpahan (Di) (Ind/m ²)	Kelimpahan Relatif (RDi) (%)
	<i>Myra</i> sp.	1		0,016	14,28
	<i>Macrophthalmus erato</i>	1		0,016	14,28
C	<i>Anadara Granosa</i>	371	60	6,183	62,88
	<i>Nassarius</i> sp.	39		0,65	6,61
	<i>Corbula faba</i>	145		2,417	24,57
	<i>Natica tigrina</i>	14		0,233	2,37
	<i>Bufo naria crumena</i>	3		0,05	0,76
	<i>Lopiotoma indica</i>	3		0,05	0,76
	<i>Natica gualteriana</i>	1		0,016	0,16
	<i>Penaeus Indicus</i>	2		0,033	0,34
	<i>Myra affinis</i>	5		0,083	0,85
	<i>Myra</i> sp.	6		0,1	1,02
	<i>Limulus polyphemus</i>	1		0,016	0,16
D	<i>Natica tigrina</i>	18	60	0,3	30,51
	<i>Natica lurida</i>	1		0,016	1,69
	<i>Bufo naria crumena</i>	6		0,1	10,16
	<i>Lophiotoma indica</i>	1		0,016	1,69
	<i>Gomphina aequilatera</i>	8		0,133	13,56
	<i>Corbula faba</i>	12		0,2	20,34
	<i>Ashtoret lunaris</i>	1		0,016	1,69
	<i>Scylla serrata</i>	1		0,016	1,69
	<i>Portunus pelagicus</i>	1		0,016	1,69
	<i>Penaeus indicus</i>	10		0,166	16,95
E	<i>Penaeus monodon</i>	39	70	0,557	31,71
	<i>Limulus polyphemus</i>	2		0,028	1,63
	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	1		0,014	0,81
	<i>Penaeus indicus</i>	24		0,342	19,51
	<i>Metapenaeopsis novaeguineae</i>	1		0,014	0,81
	<i>Natica gualteriana</i>	1		0,014	0,81
	<i>Natica</i> sp.	1		0,014	0,81
	<i>Bufo naria crumena</i>	3		0,042	2,44
	<i>Natica lurida</i>	1		0,014	0,81
	<i>Natica tigrina</i>	7		0,1	5,69
	<i>Charybdis japonica</i>	1		0,014	0,81
	<i>Myra affinis</i>	4		0,057	3,25
	<i>Myrasp.</i>	4		0,057	3,25
F	<i>Corbula faba</i>	28	70	0,4	22,76
	<i>Nassarius</i> sp.	6		0,085	4,88
	<i>Natica lurida</i>	1		0,014	0,67
	<i>Natica tigrina</i>	9		0,128	6,04

Stasiun	Spesies	Jumlah (Ni)	Luas (A) (m ²)	Kelimpahan (Di) (Ind/m ²)	Kelimpahan Relatif (RD _i) (%)
	<i>Bufo naria crumena</i>	5		0,071	3,35
	<i>Polinices peselephanti</i>	1		0,014	0,67
	<i>Ovula</i> sp.	61		0,871	40,94
	<i>Scylla serrata</i>	2		0,028	1,34
	<i>Lophiotoma indica</i>	5		0,071	3,35
	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	1		0,014	0,67
	<i>Parapenaeopsis tenella</i>	2		0,028	1,34
	<i>Pleuroploca trapezium</i>	7		0,1	4,69
	<i>Corbula faba</i>	2		0,028	1,34
	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	1		0,014	0,67
	<i>Penaeus monodon</i>	13		0,185	8,72
	<i>Penaeus indicus</i>	39		0,557	26,17

Penaeus indicus ditemukan menjadi organisme yang ditemukan hampir di seluruh stasiun. Spesies ini memiliki kelimpahan terbesar pada stasiun A dan stasiun B. Pada stasiun A organisme ini memiliki nilai kelimpahan sebesar 0,071 ind/m² dengan nilai indeks kelimpahan relatif sebesar 41,67 %. Pada stasiun B organisme ini memiliki nilai kelimpahan sebesar 0,05 ind/m² dengan nilai indeks kelimpahan relatif sebesar 42,85 %. Hal ini diperkirakan karena substrat dasar pada perairan muara Sungai Porong yang berlumpur yang digemari udang jenis *Penaeus indicus* ini untuk tinggal. Menurut Kordi (2010) Udang kelong (*Penaeus indicus*) hidup pada perairan dengan dasar berlumpur atau lumpur berpasir di daerah-daerah yang banyak muara sungai besarnya.

Makrozoobentos yang memiliki nilai kelimpahan tertinggi sebesar 6,183 ind/m² adalah *Anadara granosa* dengan nilai indeks kelimpahan relatif sebesar 62,88 % dan paling banyak ditemukan di stasiun C. Hal ini diperkirakan karena stasiun C yang didepannya terdapat vegetasi mangrove memiliki substrat berlumpur dan memiliki kandungan bahan organik yang banyak. Seperti penjelasan Hutagaol dan Pringgenies (2007) dalam Rahayu (2013) bahwa kerang darah merupakan hewan yang hidup di dasar perairan pesisir seperti

estuari, mangrove dan padang lamun dengan substrat pasir berlumpur serta banyak ditemukan pada substrat yang kaya akan kandungan organik.

Pada stasiun D jenis makrozoobentos *Natica tigrina* memiliki nilai kelimpahan tertinggi sebesar 0,3 ind/m² dengan nilai indeks kelimpahan relatif sebesar 30,51 %. Hal ini disebabkan substrat stasiun ini yang berlumpur dan parameter lingkungan yang mendukung seperti nilai DO sebesar 12,5 mg/l, kecepatan arus yang masih berada dalam batas baku mutu sebesar 0,276 m/s yang sangat mendukung kehidupan biota didalamnya. *Natica tigrina* yang termasuk dalam Klas Gastropoda menurut Pribadi *et al.*, (2009) tingginya kelimpahan dan komposisi hewan ini lebih disebabkan karena sifat biologis dan ekologis hewan ini yang menyukai habitat berlumpur sebagai tempat hidupnya.

Pada stasiun E nilai kelimpahan tertinggi sebesar 0,557 ind/m² dengan nilai indeks kelimpahan relatif sebesar 31,71 % dimiliki oleh makrozoobentos jenis *Penaeus monodon*. Tingginya kelimpahan udang windu di stasiun E diperkirakan karena stasiun ini masih dipengaruhi oleh aliran air dari muara sungai Porong bagian selatan sehingga udang windu tersebut dapat menyebar ke stasiun ini. Hal tersebut sesuai pernyataan Holthuis (1980) yang menyatakan bahwa hewan jenis udang-udangan adalah hewan yang pada masa juvenil akan terbawa ke daerah muara sungai oleh adanya arus dan kemudian saat menjelang dewasa hewan ini akan kembali menuju perairan laut yang lebih dalam dengan pengaruh aliran sungai.

Pada stasiun F *Ovula* sp. memiliki nilai kelimpahan tertinggi sebesar 0,871 ind/m² dengan nilai indeks kelimpahan relatif sebesar 40,94 %. Melimpahnya *Ovula* sp di stasiun F diperkirakan karena stasiun yang letaknya di wilayah laut ini memiliki parameter lingkungan yang baik dengan nilai suhu sebesar 32,4 °C, salinitas 31 ‰, DO sebesar 10,2 mg/l yang cukup memenuhi

kebutuhan hidup biota yang ada didalamnya. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Hutabarat dan Evans (2008) yang menyatakan bahwa keberadaan gastropoda dilaut dipengaruhi oleh faktor lingkungan, gastropoda laut dapat hidup dengan baik pada suhu 25-32 °C, dan memiliki toleransi yang kecil dan lambat pada perubahan salinitas.

4.2.2 Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi

Perhitungan indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi dari komunitas makrozoobentos di perairan estuari Porong didapatkan dari jumlah perhitungan masing-masing indeks per biota pada setiap stasiun (Tabel 6). Data tersebut dijadikan sebagai acuan untuk gambaran keadaan struktur komunitas, perairan dan ekosistem di wilayah ini.

Tabel 6. Data Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi

No	Stasiun	Indeks Keanekaragaman (H')	Indeks Keseragaman (E')	Indeks Dominansi (C)
1	A	1,699	0,243	0,236
2	B	1,475	0,295	0,265
3	C	1,087	0,099	0,461
4	D	1,836	0,184	0,193
5	E	1,945	0,139	0,199
6	F	1,778	0,127	0,252
Rata-rata		1,636	0,181	0,267

Nilai indeks keanekaragaman bervariasi sekitar 1,0 – 1,9. Rata-rata nilai indeks keanekaragaman pada wilayah ini sebesar 1,636. Hal tersebut menurut Indawarman dan Manan (2011) termasuk dalam ekosistem dengan tingkat keanekaragaman sedang dan merupakan ekosistem yang cukup seimbang karena nilai indeks keanekaragamannya berada diantara 1,0 dan 3,322. Keseimbangan ekosistem dan nilai keanekaragaman yang cukup diperkirakan karena wilayah ini masih memiliki sejumlah vegetasi mangrove yang cukup baik keadaannya sehingga berpengaruh terhadap parameter lingkungan seperti nilai

kecepatan arus yang tidak tinggi yaitu dibawah 0,324 m/s dan nilai DO yang cukup baik yaitu diatas 9 mg/l.

Nilai terbesar berada di stasiun E sebesar 1,945 dengan jumlah spesies yang ditemukan di stasiun ini adalah 15 spesies dan nilai terendah berada pada stasiun C sebesar 1,087. Tingginya indeks keanekaragaman pada stasiun E disebabkan karena keadaan lingkungan yang mendukung seperti tingginya nilai DO sebesar 13,22 mg/l yang mencukupi kebutuhan biota yang hidup didalamnya dan letak stasiun yang menuju ke laut lepas serta wilayah ini juga merupakan wilayah yang tidak mengalami pendangkalan yang terlalu signifikan ketika terjadi surut air laut. Stasiun C yang memiliki indeks keanekaragaman terendah disebabkan karena ada beberapa jenis spesies seperti *Anadara granosa* yang sangat mendominasi wilayah tersebut (Tabel 5). Melimpahnya *Anadara granosa* distasiun ini diperkirakan karena wilayah stasiun ini yang didepannya terdapat vegetasi mangrove memiliki substrat yang kaya akan bahan organik sehingga kerang ini dapat berkembang dengan baik. Tinggi rendahnya nilai indeks keanekaragaman di wilayah ini sesuai dengan pernyataan Arbi (2010) bahwa tinggi rendahnya nilai indeks keanekaragaman disebabkan beberapa faktor, diantaranya jumlah atau jenis individu yang didapatkan, adanya beberapa jenis spesies yang ditemukan melimpah daripada jenis yang lain, kondisi lingkungan seperti parameter fisika dan kimianya.

Nilai Indeks keseragaman terbesar berada pada stasiun B dengan nilai sebesar 0,295 dan terendah berada pada stasiun C dengan nilai sebesar 0,099. Besarnya nilai indeks keseragaman pada stasiun B dikarenakan penyebaran jumlah spesies yang ditemukan didaerah ini cenderung merata. Biota yang ditemukan di stasiun ini hanya terdiri dari 5 spesies dengan rata-rata jumlah dari masing-masing spesies yang ditemukan adalah 1. Hal tersebut dapat disebabkan letak stasiun B yang berada di muara sungai Porong bagian utara yang langsung

memiliki pengaruh dengan laut memiliki tingkat sedimentasi yang cukup tinggi akibat adanya aliran air dari sungai dan pengaruh dari pasang surut air laut seperti pernyataan Andriyono (2010) bahwa di wilayah estuari Porong saat terjadi surut massa air laut yang masuk ketika pasang akan keluar ditambah dengan akumulasi dari debit aliran air sungai yang tertahan sebelumnya dengan volume besar dan kecepatan yang besar pula sehingga sering terjadi sedimentasi dibagian muara. Selain itu stasiun ini merupakan daerah yang ketika terjadi surut air laut mengalami pendangkalan.

Stasiun C yang memiliki nilai indeks keseragaman paling rendah dikarenakan penyebaran spesies pada stasiun ini tidak merata dan beberapa spesies cenderung mendominasi dengan jumlah yang cukup banyak seperti spesies kerang darah yang ditemukan berjumlah 371. Wilayah stasiun C ini juga merupakan daerah penangkapan bagi nelayan lokal sehingga memungkinkan banyak biota yang tertangkap. Nilai indeks keseragaman pada wilayah ini bervariasi sekitar 0,1 - 0,2. Rata-rata nilai indeks keseragaman diperairan estuari Porong yang sebesar 0,181 menurut Odum (1977) dalam Prahoro dan Sisco (2000) tergolong dalam perairan yang populasinya didominasi oleh satu atau dua jenis spesies. Hal tersebut karena nilai indeks keseragaman wilayah ini mendekati angka 0.

Indeks dominansi bervariasi antara 0,1 – 0,4 dengan nilai terbesar berada pada stasiun C sebesar 0,461 dan nilai terendah berada pada stasiun D sebesar 0,193. Tingginya nilai indeks dominansi pada stasiun C dikarenakan adanya dominansi yang cukup besar dari beberapa spesies seperti *Anadara granosa* dan *Corbula faba*. Spesies yang termasuk dalam Kelas Bivalvia tersebut menurut Prayitno dan Susanto (2000) ditemui berada pada kondisi melimpah di daerah dekat muara sungai hal tersebut dikarenakan hewan ini hidup menetap di dasar

perairan berlumpur dan mampu bertahan dari pendangkalan yang disebabkan surut air laut dengan cara memebneankan diri kedalam substratnya.

Rendahnya nilai indeks dominansi pada stasiun D dikarenakan berdasarkan jumlah dan spesies yang ditemukan stasiun ini tidak didominasi oleh beberapa spesies. Jenis spesies yang ditemukan di wilayah ini cukup merata dengan jumlah dari masing-masing spesies yang ditemukan. Stasiun D juga merupakan stasiun dengan kondisi lingkungan yang mendukung untuk kehidupan biota didalamnya dengan nilai parameter lingkungan yang sesuai dengan baku mutu air laut, selain itu stasiun ini juga mendapatkan pengaruh dari aliran muara sungai Porong bagian selatan sehingga beberapa biota diperkirakan ikut terbawa oleh aliran tersebut hingga masuk kewialayh stasiun ini. Berdasarkan nilai rata-rata indeks dominansi sebesar 0,267 pada wilayah ini menurut Indawarman dan Manan (2011) termasuk dalam komunitas dengan nilai dominansi rendah karena berada dibawah 0,5.

Berdasarkan hasil perhitungan indeks tersebut, dapat diketahui bahwa struktur komunitas makrozoobentos di perairan Estuari Porong berada pada kondisi sedang yaitu dengan tingkat keanekaragaman sedang dan tingkat dominansi rendah walaupun ada beberapa spesies yang ditemukan melimpah di lokasi tertentu. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kastoro *et al.* (1989) menunjukkan tingkat keanekaragaman di perairan Estuari Porong berkisar antara 1,08 sampai 1,60. Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh Sari *et al.* (2013) menunjukkan kualitas perairan di Estuari Porong termasuk dalam tercemar ringan karena indeks keanekaragamannya sebesar 2,30. Hal tersebut tidak memiliki selisih besar dengan hasil penelitian ini mengingat rata-rata indeks keanekaragaman yang didapatkan sebesar 1,63.

4.3 Rentang Hidup (*Life Span*) Makrozoobentos

Data rentang hidup (*Lifespan*) makrozoobentos pada penelitian ini berdasarkan identifikasi morfometrik makrozoobentos (Lampiran 2) dan beberapa sumber literatur. Data *lifespan* (Tabel 7) disesuaikan pada taksonomi masing-masing spesies, hal ini dikarenakan tidak tersedianya data tersebut pada tingkat spesies yang dibutuhkan.

Tabel 7. Data *Lifespan* Makrozoobentos

	<i>Myra</i> sp.	<i>Scylla serrata</i>	<i>Penaeus indicus</i>	<i>Natica tigrina</i>	<i>Bufo naria crumena</i>	<i>Lophiotoma indica</i>	<i>Corbula faba</i>
L rata-rata ± Stdev (cm)	1,1±0,23	2,75±2,21	7,22±2,03	1,97±0,45	1,9±0,64	3,47±0,78	1,22±0,13
W rata-rata ± Stdev (gr)	0,65±0,35	28,84±49,52	2,92±2,14	3,54±1,68	1,39±0,44	2,11±1,14	0,86±0,34
L max (cm)	4,02	28,0	18,4	4	9	9,5	2
L mean (cm)	3,32	20,0	17	3,5	6	7	1
L matang gonad (cm)	2	17	11,3	-	-	-	-
Life span (tahun)	2	4	3	5	5	8	4
Jumlah Sampel	11	4	26	26	17	9	13
Perkiraan Umur (tahun)	0,55	0,39	1,17	2,46	1,05	2,92	2,44

Data *lifespan* pada spesies *Lophiotoma indica* data *lifespan* yang ditemukan berada pada tingkat infraordo, pada spesies *Myra* sp., *Natica tigrina* dan *Bufo naria crumena* berada pada tingkat famili, pada spesies *Penaeus indicus* dan *Corbula faba* berada pada tingkat genus dan pada spesies *Scylla serrata* pada tingkat spesies.

Myra sp. yang ditemukan di perairan Estuari Porong rata-rata berukuran 1,1 ± 0,23 cm, ukuran ini hanya ¼ dari maksimum ukuran yang ditemukan yaitu 4,02 cm (speciesidentification, 2015). Menurut Carvalho *et al.* (2010) Kepiting yang termasuk dalam famili leucosiidae ini diketahui matang gonad pada ukuran

21-27 mm dan memiliki rentang hidup selama 2 tahun, sehingga dapat diketahui perkiraan umur hewan ini yaitu 0,55 tahun.

Scylla serrata memiliki panjang rata-rata 2,75 cm dengan nilai standar deviasi tertinggi diantara seluruh biota yaitu 2,21. Hal tersebut dikarenakan perbedaan ukuran yang cukup jauh pada masing-masing biota *Scylla serrata* yang ditemukan (Lihat Lampiran 2). Hewan yang disebut sebagai kepiting bakau ini menurut Kordi (2007) memiliki panjang maksimum sebesar 28 cm dengan rentang hidup selama 4 tahun dan mengalami matang gonad pada ukuran 17 cm. Berdasarkan hal tersebut umur *Scylla serrata* yang ditemukan di perairan Estuari Porong ini sekitar 0,39 tahun.

Penaeus indicus yang ditemukan memiliki panjang rata-rata $7,22 \pm 2,03$. Nilai standar deviasi yang tinggi pada ukuran panjang rata-rata tersebut disebabkan bervariasinya ukuran *Penaeus indicus* yang ditemukan (Lihat Lampiran 2). Menurut Maheswarudu *et al.* (2011) yang meneliti rentang hidup dari udang jenis *Penaeus semiculatus* yang berada satu genus dengan *Penaeus indicus*, udang ini dapat hidup sekitar 3 tahun lebih. Panjang maksimum udang ini adalah 18,4 cm dan matang gonad pada ukuran 11,3 cm dengan berat 11,5 gram (Sealifebase, 2015; Makinouchi dan Honculada, 1987). Berdasarkan hal tersebut dapat diperkirakan umur dari udang ini sekitar 1,17 tahun.

Natica tigrina yang ditemukan memiliki panjang rata-rata $1,97 \pm 0,45$ cm. menurut Richardson *et al.* (2005) famili naticidae memiliki rentang hidup selama 3 tahun yang mana *Natica tigrina* merupakan hewan yang masuk dalam famili tersebut. Hewan ini memiliki panjang maksimum sebesar 4 cm (sealifebase, 2015). Berdasarkan hal tersebut dapat diperkirakan umur hewan ini yaitu 2,46 tahun.

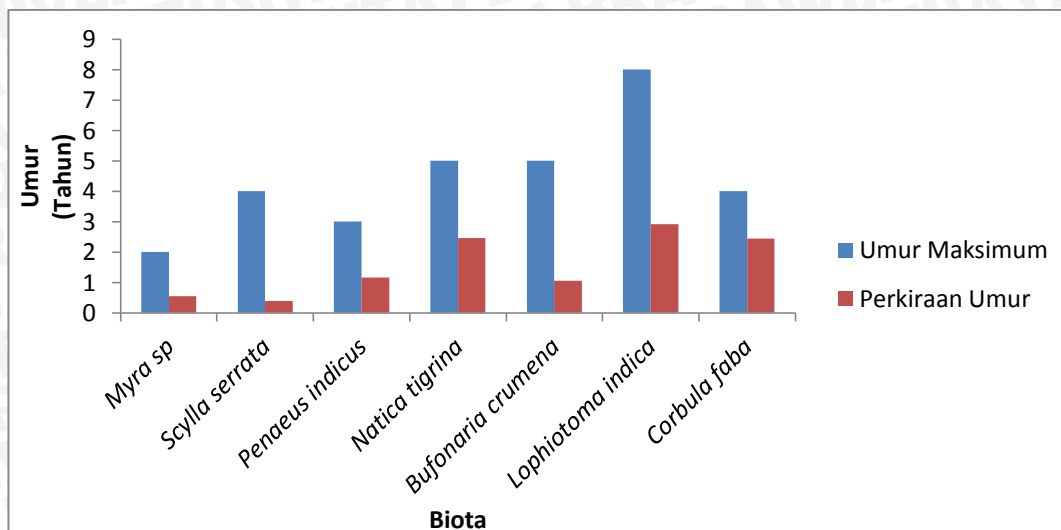
Bufo crumenatus diketahui memiliki panjang maksimum 9 cm dan mampu bertahan hidup hingga 5 tahun (Sealifebase, 2015; Richardson *et al.*,

2005). Hewan yang ditemukan di perairan Estuari Porong ini memiliki panjang rata-rata sebesar $1,9 \pm 0,64$ cm. Berdasarkan hal tersebut dapat diperkirakan umur dari hewan ini yaitu 1,05 tahun.

Lophiotoma indica diketahui memiliki panjang maksimum 9,5 cm dan biasa ditemukan dengan panjang 7 cm. Hewan ini pada tingkat taksonomi infraordo Neogastropoda mampu bertahan hidup hingga 8 tahun (sealifebase, 2015). *L. indica* yang ditemukan di perairan Estuari Porong ini memiliki panjang rata-rata $3,47 \pm 0,78$ cm. Berdasarkan hal tersebut dapat diperkirakan umur dari hewan ini adalah 2,92 tahun.

Corbula faba yang ditemukan memiliki panjang rata-rata sebesar $1,22 \pm 0,13$ cm. Hewan ini memiliki panjang maksimum sebesar 2 cm dan biasa ditemukan pada ukuran 1 cm (Sealifebase, 2015). Menurut Powell dan Cummins (1985) hewan jenis *Corbula vicaria* mampu bertahan hidup hingga 4 tahun, yang mana diperkirakan juga terjadi pada *C. faba* karena berada dalam satu genus yang sama. Berdasarkan hal tersebut dapat diperkirakan umur dari hewan ini adalah 2,44 tahun.

Berdasarkan pembahasan tersebut diatas, diketahui bahwa beberapa spesies yang ditemukan di wilayah ini berada pada setengah dari umurnya dan beberapa spesies lainnya berada dibawah setengah daripada umurnya. Hal tersebut dapat lebih jelas terlihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Perbandingan *Lifespan* dan Perkiraan Umur

Hewan yang telah mencapai setengah dari masa hidupnya umumnya sudah berada pada fase dimana hewan tersebut matang gonad dan dewasa. Hal ini menurut Paul (1997) dalam Novan (2014) bahwa umumnya hewan akan siap bereproduksi dan dewasa pada hampir setengah dalam masa hidupnya. Pada spesies jenis *Natica tigrina* dan *Corbula faba* yang telah melewati hampir setengah dari masa hidupnya di perairan ini diperkirakan telah siap bereproduksi dan berada pada fase dewasa. Hewan lainnya yang berada di perairan ini berada pada fase remaja atau fase dimana hewan tersebut masih dalam wilayah asuhan dan pertumbuhan. Menurut Marinebio (2015) beberapa hewan akan menempati wilayah tertentu pada perairan dalam fase awal siklus hidupnya dan cenderung memilih tempat yang kandungan nutriennya sesuai. Pada spesies *Myra* sp., *Scylla serrata*, *Penaeus indicus*, *Bufonaria crumena* dan *Lophiotoma indica* perkiraan umur nya berada pada awal siklus hidup mereka.

Perairan estuari Porong berdasarkan pembahasan diatas dapat disimpulkan sebagai tempat yang secara ekologi kecenderungannya berfungsi sebagai *nursery ground* yaitu tempat dimana hewan tumbuh besar dan merupakan daerah asuhan, yang mana dikarenakan 5 dari 7 spesies diketahui

masih berada dalam masa awal siklus kehidupannya. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Sagala (2013) bahwa *nursery ground* merupakan daerah asuhan atau pertumbuhan dan perkembangan organisme yang masih kecil atau masih muda sebelum dewasa. Selanjutnya pada beberapa spesies, wilayah perairan estuari ini juga diperkirakan digunakan sebagai daerah *spawning ground* dan *feeding ground* dimana daerah ini merupakan tempat memijah dan mencari makan bagi hewan yang masuk dalam fase dewasa. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Chusing (1976) dalam Novan (2014) bahwa pada fase dewasa hewan akan cenderung bermigrasi untuk mencari makan dan menemukan daerah *feeding ground* yang kemudian juga melakukan pemijahan pada wilayah *spawning ground*.

4.4 Data Hasil Parameter Lingkungan

Data hasil pengukuran kualitas perairan yang didapatkan dari penelitian ini meliputi data parameter fisika yaitu suhu, kecerahan, dan kecepatan arus, serta parameter kimia perairan yaitu oksigen terlarut, pH, dan salinitas di Estuari Porong, Kabupaten Sidoarjo. Adapun data parameter fisika dan kimia perairan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data Parameter Lingkungan

Stasiun	Parameter Fisika						Parameter Kimia					
	Suhu (°C)	STDEV	Kecerahan (cm)	STDEV	Kecepatan Arus (m/s)	STDEV	DO (mg/L)	STDEV	pH	STDEV	Salinitas (‰)	STDEV
A	32,8	0,4	48,42 [#]	3,744	0,324	0,054	9,7	1,504	7,22	0,115	17	1,732
B	33,6*	0,608	42,7 [#]	8,808	0,299	0,050	12,2	1,757	7,05	0,037	20,6	2,081
C	33,3*	0,1	67,16 [#]	3,502	0,162 [#]	0,014	14,03	3,818	7,44	0,077	29,67	0,577
D	32,6	0,577	36,58 [#]	1,010	0,276	0,120	12,5	0,556	7,64	0,421	21,67	2,081
E	32,5	0,288	42,16 [#]	13,139	0,178 [#]	0,031	13,22	2,041	7,45	0,088	30	0
F	32,4	0,305	39,16 [#]	1,258	0,334	0,022	10,2	0,556	7,47	0,045	31	0
RATA - RATA	32,8	0,379	46,03	5,243	0,262	0,048	11,97	1,705	7,37	0,130	24,99	1,078
Baku Mutu (Wisata Bahari)	Alami (28-32) ^(a)	-	>6 m ^(b)	-	0,2-0,5 ^(e1)	-	> 5	-	7-8,5 ^(c)	-	Alami ^(a)	-
Baku Mutu (Biota Laut)	Alami (28-32) ^(a)	-	>5 m ^{(b) (e2)}	-	0,2-0,5 ^(e1)	-	> 5	-	7-8,5 ^(c)	-	s/d 34 ^(d)	-

Sumber : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2014 Lampiran II tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air untuk Wisata Bahari dan Lampiran III tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air untuk Biota Laut

Keterangan :

* : Diatas baku mutu perairan laut

: Dibawah baku mutu perairan laut

a : Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim)

b : Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan 10% dari kedalaman *euphotic*

c : Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan 0,2 < satuan pH

d : Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan < 5% salinitas rata - rata musiman

e : Sumber Lain : 1. Menurut Mayunar, *et al* (1995), kecepatan arus laut berkisar antara 0,2-0,5 m/s

2. Menurut Wanri (2008), kecerahan untuk biota laut berkisar antara > 5 m

1. Suhu

Suhu rata - rata di perairan ini adalah $32,8^{\circ}\text{C}$. Suhu tertinggi terdapat pada stasiun B dengan nilai suhu sebesar $33,6^{\circ}\text{C}$. Hal ini diperkirakan karena intensitas matahari yang masuk pada stasiun ini cukup besar dan adanya pengaruh dari *run off* sungai yang kemudian menyebabkan masuknya partikel – partikel ke perairan muara, sehingga penyerapan sinar matahari dapat terjadi secara maksimum yang kemudian dapat meningkatkan suhu permukaan air. Suhu terendah terdapat pada stasiun E dengan nilai suhu sebesar $32,5^{\circ}\text{C}$. Hal ini diperkirakan karena intensitas cahaya matahari yang masuk tidak terlalu tinggi serta letak dari stasiun ini yang berada di laut sehingga pengaruh dari masuknya aliran sungai yang diterima lebih sedikit.

Menurut Effendi (2003), nilai suhu suatu perairan diengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah waktu dalam hari, penutupan awan, musim, sirkulasi udara dan ketinggian dari permukaan laut. Suhu disuatu perairan memiliki pengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi perairan tersebut. Suhu juga sangat berperan dalam mengendalikan ekosistem perairan, sehingga organisme disuatu perairan memiliki kisaran suhu tertentu untuk hidup.

Hasil pengukuran suhu pada stasiun A hingga stasiun F menunjukkan kisaran yang tidak jauh berbeda antara $32 - 33^{\circ}\text{C}$. Suhu perairan laut yang ideal adalah $28 - 32^{\circ}\text{C}$ berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004, dimana boleh terjadi perubahan 2°C dari suhu alami. Hal ini menunjukkan suhu perairan estuari Porong masih dalam batas toleransi bagi kehidupan organisme perairan.

2. Kecerahan

Kecerahan tertinggi terdapat pada stasiun C dengan nilai kecerahan sebesar 67,16 cm. Hal ini diperkirakan karena letak stasiun C yang berada di depan kawasan hutan mangrove, sehingga padatan tersuspensi sudah terlebih

dahulu tertangkap oleh mangrove selain itu waktu pengambilan sampel pada stasiun C dilakukan pada siang hari yakni pada pukul 11.08 – 11.28 WIB. Kecerahan terendah terdapat pada stasiun D dengan nilai kecerahan sebesar 36,58 cm. Hal ini diperkirakan karena waktu pengambilan sampel yang dilakukan pada pagi hari yakni pada pukul 09.45 – 10.05 WIB dan letak stasiun yang berada didepan pulau sarinah, searah dengan aliran arus dari estuari.

Menurut Effendi (2003), nilai kecerahan di suatu perairan dipengaruhi oleh waktu pengukuran, keadaan cuaca, kekeruhan, dan padatan tersuspensi, nilai kecerahan ini dipengaruhi juga oleh kekeruhan dan warna perairan tersebut. Pengukuran kecerahan sebaiknya dilakukan pada kondisi cuaca yang cerah.

Hasil pengukuran kecerahan pada stasiun A hingga stasiun F menunjukkan kisaran antara 36 - 48 cm dengan rata - rata kecerahan sebesar 46,03 cm. Suhu perairan laut yang ideal adalah > 6 m berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004, dimana boleh terjadi perubahan 10% dari kedalaman *euphotic*. Kecerahan untuk biota laut berkisar antara > 5 m. Hal ini menunjukkan bahwa kecerahan perairan estuari Porong berada dibawah batas baku mutu yang sudah ditentukan dan mungkin dapat memberikan dampak negatif bagi kehidupan organisme perairan.

3. Kecepatan Arus

Kecepatan arus tertinggi terdapat pada stasiun F dengan nilai kecepatan arus sebesar 0,334 m/s. Hal ini diperkirakan karena stasiun F terletak di wilayah laut lepas dengan angin yang berhembus kencang sehingga arusnya lebih kuat. kecepatan arus terendah terdapat pada stasiun C dengan nilai kecepatan arus sebesar 0,162 m/s. Hal ini diperkirakan karena letak stasiun C yang dekat dengan vegetasi mangrove didominasi akar tunjang sehingga kemungkinan arus dapat ditahan oleh vegetasi tersebut. Kecepatan arus menurut Wibisono (2005)

dipengaruhi oleh kecepatan angin, gelombang, gaya coriolis, perbedaan densitas, dan topografi dasar.

Hasil pengukuran kecepatan arus pada stasiun A hingga stasiun F menunjukkan kisaran antara 0,1 - 0,3 m/s dengan rata - rata kecepatan arus sebesar 0,262 m/s. Menurut Mayunar *et al.*, (1995) kecepatan arus perairan laut yang ideal adalah 0,2 - 0,5 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan arus perairan estuari Porong masih dalam batas toleransi bagi kehidupan organisme perairan.

4. TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS atau *Total Suspended Solid* pada penelitian ini diketahui berdasarkan studi literatur oleh Pramanna (2014) yang melakukan penelitian dengan titik atau lokasi stasiun yang memiliki kesamaan. Data TSS pada penelitian Pramanna (2014) terdiri dari data pada bulan Agustus 2013 dan data pada bulan April 2014 (Tabel 9).

Tabel 9. Data Total Suspended Solid (TSS)

Stasiun	TSS (mg/L)	
	Agustus 2013	April 2014
A	31,6	63,8
B	45	50,1
C	104,5	127,5
D	63	25,7
E	167,6	189,4

Nilai TSS tertinggi terdapat pada stasiun E dengan nilai TSS sebesar 167,6 mg/L. TSS terendah terdapat pada stasiun A dengan nilai TSS sebesar 31,6 mg/L. Menurut Winata (2014) kandungan TSS yang tinggi pada stasiun E dikarenakan stasiun ini merupakan akumulasi dari aliran air dari beberapa stasiun sebelumnya, sedangkan rendahnya nilai TSS pada stasiun A dikarenakan adanya tanaman mangrove disepanjang aliran sungai dimana

tanaman mangrove merupakan tanaman yang dapat menyerap padatan tersuspensi.

Menurut Effendi (2003), padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid atau TSS) merupakan bahan tersuspensi yang terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik. Bahan tersuspensi ini banyak disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa masuk edalam perairan.

5. DO (Dissolved Oxygen)

DO tertinggi terdapat pada stasiun C dengan nilai DO sebesar 14,03 mg/L. Hal ini diperkirakan karena didepan stasiun ini terdapat komunitas mangrove yang dapat memberikan suplai oksigen serta memiliki akar mangrove yang dapat menyerap polutan ataupun limbah yang terdapat di perairan. DO terendah terdapat pada stasiun A dengan nilai DO sebesar 9,7 mg/L. Hal ini diperkirakan karena stasiun A yang merupakanpercampuran antara air tawar dan air laut.

Menurut Effendi (2003), kadar Oksigen terlarut atau DO (*Dissolved Oxygen*) yang terlarut didalam perairan dipengaruhi oleh salinitas, suhu, turbulensi air, percampuran, aktifitas fotosintesis dan limbah yang masuk ke dalam air. Kadar oksigen terlarut ini juga memiliki fluktuasi secara harian dan musiman sehingga waktu pengukuran mempengaruhi nilai oksigen terlarut yang tercatat

Hasil pengukuran oksigen terlarut pada stasiun A hingga stasiun F menunjukkan kisaran antara 9 - 14 mg/L dengan rata - rata sebesar 11,97 mg/L. Oksigen terlarut perairan laut yang ideal adalah > 5 mg/L berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004. Hal ini menunjukkan oksigen terlarut perairan estuari Porong masih dalam batas toleransi bagi kehidupan organisme perairan.

6. pH

Nilai pH tertinggi terdapat pada stasiun D dengan nilai pH sebesar 7,64. Hal ini diperkirakan karena stasiun ini dibelakang pulau sarinah dan searah dengan aliran arus dari estuari Porong, pH terendah terdapat pada stasiun B dengan nilai pH sebesar 7,05. Hal ini diperkirakan karena stasiun ini merupakan percampuran dari air tawar dan air laut. Menurut Effendi (2003), nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan. Organisme akuatik umumnya sensitive terhadap perubahan nilai pH dan menyukainya nilai pH sekitar 7 – 8,5 dan menurut Sutrisno (1987) dalam Yaenny (2007) pH yang baik dan optimal untuk makrozoobentos berkisar antara 6,0 – 8,0

Hasil pengukuran pH pada stasiun A hingga stasiun F menunjukkan kisaran yang tidak jauh berbeda antara 7 - 7,5 dengan rata - rata nilai pH sebesar 7,37. Nilai pH perairan laut yang ideal adalah 7 - 8,5 berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004, dimana boleh terjadi perubahan < 0,2 satuan pH. Hal ini menunjukkan pH perairan estuari Porong masih dalam batas toleransi bagi kehidupan organisme perairan.

7. Salinitas

Salinitas tertinggi terdapat pada stasiun F dengan nilai salinitas sebesar 31 ‰. Hal ini diperkirakan karena stasiun ini merupakan wilayah laut lepas. Salinitas terendah terdapat pada stasiun A dengan nilai salinitas sebesar 17 ‰. Hal ini diperkirakan karena stasiun ini merupakan wilayah muara yang merupakan percampuran air tawar dan air laut. Salinitas disuatu perairan dengan perairan lainnya bisa sama atau berbeda, hal ini karena menurut Nybakken (1998) salinitas dipengaruhi pasang surut, curah hujan, penguapan, presipitasi dan topografi suatu perairan.

Hasil pengukuran salinitas pada stasiun A hingga stasiun F menunjukkan kisaran antara 17 - 31 ‰ dengan rata - rata salinitas sebesar 24,99 ‰. Salinitas perairan laut yang ideal untuk wisata bahari dan biota laut berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 sampai dengan 34 ‰, dimana boleh terjadi perubahan < 5% dari salinitas alami. Hal ini menunjukkan salinitas perairan estuari Porong masih dalam batas toleransi bagi kehidupan organisme perairan.

8. Data Nutrien

Data nutrien pada Penelitian ini didapatkan melalui studi literatur dari hasil penelitian Winata (2014) yang melakukan penelitian tentang analisis nutrien di estuari Sungai Porong dengan titik atau stasiun yang letaknya memiliki kesamaan. Data nutrien yang terdiri dari nitrat dan fosfat dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Data Nutrien

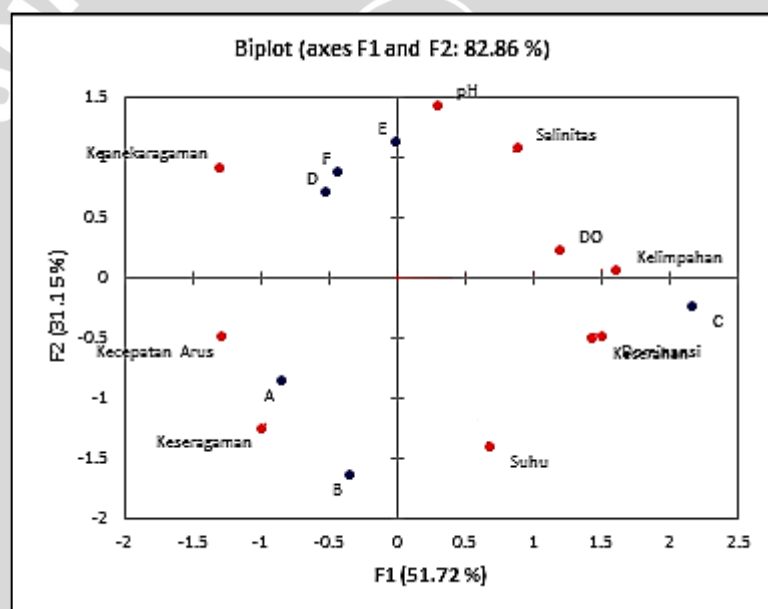
Stasiun Nutrien	A	B	C	D	E
Nitrat (mg/L)	8,998	8,638	2,353	2,207	4,672
Fosfat (mg/L)	0,319	0,286	0,251	1,4	2,230

Nilai Nitrat tertinggi terdapat pada stasiun A dengan nilai Nitrat sebesar 8,998 mg/L sementara nilai Fosfat tertinggi terdapat pada stasiun E sebesar 2,230 mg/L. Menurut Winata (2014) keadaan kualitas air perairan estuari Porong menunjang terbentuknya Nitrat dengan konsentrasi yang tinggi sementara pembentukan fosfat yang nilai tertingginya berada di stasiun E disebabkan karena stasiun ini merupakan tempat akumulasi dari aliran air stasiun A hingga stasiun D sehingga banyak partikel terlarut yang terbawa sampai ke stasiun ini, stasiun E ini juga memiliki nilai TSS tinggi yang dapat mengganggu proses fotosintesis yang kemudian mengganggu penyerapan Fosfat di perairan.

Kandungan Nitrat dan Fosfat yang ada di perairan estuari Porong ini berada diatas ambang batas baku mutu air laut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 dimana nilai Nitrat disuatu perairan tidak boleh lebih dari 0,008 mg/L dan nilai Fosfat tidak boleh lebih dari 0,015 mg/L.

4.5 Analisis Komponen Utama

Analisis komponen utama (PCA) yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejumlah variabel yang memiliki korelasi dalam suatu kelompok. Analisis PCA ini terdiri dari analisis berdasarkan parameter lingkungan dan indeks struktur komunitas makrozoobentos (Gambar 15).



Gambar 15. Analisis Komponen Utama

Berdasarkan hasil analisis komponen utama diatas dapat diketahui bahwa kelimpahan berada pada kuadran 1 dengan DO, pH dan salinitas. Pada kuadran 2 terdapat Dominansi dengan suhu dan kecerahan serta stasiun C. Keseragaman berada pada satu kuadran dengan kecepatan arus, stasiun A dan B yaitu pada kuadran 3. Kuadran 4 terdapat Keanekaragaman dengan stasiun D, E dan F.

Nilai korelasi matriks yang mendekati 1 berarti kedua variabel tersebut memiliki korelasi yang kuat dan berbanding lurus. Korelasi yang mendekati nilai positif 1 disebut dengan korelasi positif dimana terdapat hubungan 1 arah yang menciptakan keseimbangan antara variabel tersebut. Nilai korelasi yang mendekati negatif 1 disebut dengan korelasi negatif dimana terdapat hubungan yang berlawanan diantara dua variabel atau lebih (Kirana, 2014).

Kelimpahan yang berada satu kuadran dengan DO, pH dan salinitas menggambarkan bahwa parameter lingkungan tersebut memiliki korelasi positif terhadap nilai kelimpahan makrozoobentos (Lampiran 3). DO memiliki nilai korelasi matriks sebesar 0,604 terhadap kelimpahan makrozoobentos. pH memiliki nilai korelasi matriks sebesar 0,271 dan salinitas sebesar 0,502 terhadap kelimpahan makrozoobentos. Korelasi antara DO dengan kelimpahan dan salinitas dengan kelimpahan termasuk dalam korelasi kuat sementara antara pH dan kelimpahan termasuk dalam korelasi cukup. Hal tersebut menurut Kirana (2014) menurut klasifikasinya nilai korelasi dibagi menjadi ($>0 - 0,25$) korelasi lemah, ($>0,25 - 0,5$) korelasi cukup, ($<0,5 - 0,75$) korelasi kuat dan ($>0,75 - 0,99$) korelasi sangat kuat.

DO, pH dan salinitas mempengaruhi kelimpahan makrozoobentos karena ketiga parameter lingkungan ini merupakan faktor penting yang mempengaruhi kehidupan dan distribusi makrozoobentos. Oksigen terlarut merupakan kebutuhan dasar bagi biota perairan untuk dapat hidup (Nontji, 2005). Masing – masing biota perairan memiliki respon yang berbeda pada perubahan DO. Penurunan DO nantinya dapat mempengaruhi kecepatan metabolisme dan kelangsungan hidup organisme (Effendi, 2003). pH menurut Effendi (2003) dapat menjadi faktor yang mempengaruhi keanekaragaman makrozoobentos. Penurunan pH menyebabkan menurunnya keanekaragaman makrozoobentos karena daya adaptasinya yang terbatas. Salinitas menurut Hartati *et al.*, (2012)

merupakan faktor yang sangat rentan terhadap biota, dimana masing – masing biota perairan cenderung memiliki tingkat adaptasi yang berbeda terhadap perubahan salinitas.

Dominansi yang berada pada kuadran 2 dengan suhu dan kecerahan serta stasiun C diketahui memiliki korelasi yang positif (Lampiran 3). Nilai korelasi matriks antara suhu dengan dominansi diketahui sebesar 0,574 dan antara kecerahan dengan dominansi sebesar 0,929. Menurut Kirana (2014) korelasi antara suhu dengan dominansi termasuk dalam korelasi kuat sementara kecerahan dengan dominansi termasuk dalam korelasi sangat kuat.

Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa nilai dominansi dipengaruhi oleh kecerahan dan suhu. Suhu menurut Sukarno (1981) merupakan faktor pembatas sebaran hewan makrozoobentos. Suhu yang baik dan optimal berkisar anatar 25 – 31 °C. Selanjutnya menurut Nybakken (1992) cahaya matahari yang masuk kedalam perairan membuat kecerahan dan suhu pada perairan meningkat. Suhu perairan yang hangat dapat meningkatkan pertumbuhan makrozoobentos jenis bivalvia dan gastropoda. Dominansi yang berada satu kuadran dengan stasiun C ini dikarenakan nilai dominansi pada stasiun C yang merupakan nilai tertinggi yaitu 0,461 dengan beberapa biota yang ditemukan melimpah di stasiun ini yaitu *Anadara granosa* dan *Corbula faba*, selain itu stasiun ini juga memiliki nilai kecerahan tertinggi yaitu 67,16 cm. Hal tersebut dapat dikarenakan stasiun ini berada di depan kawasan vegetasi mangrove sehingga partikel dan sampah tersangkut di akar akar mangrove tersebut.

Keseragaman berada satu kuadran dengan kecepatan arus dengan nilai korelasi matriks sebesar 0,584. Menurut kirana (2014) korelasi tersebut termasuk dalam korelasi kuat. Kecepatan arus diperkirakan mempengaruhi persebaran makrozobentos. Hal tersebut karena aliran arus dapat mempengaruhi pergerakan dan pencampuran bahan organik atau ketersediaan makanan.

Menurut Dahuri (2003), arus merupakan faktor yang membatasi penyebaran makrozoobentos disuatu perairan karena arus dapat mempengaruhi sirkulasi partikel dan nutrisi serta substrat dasar perairan tersebut. Selanjutnya stasiun A dan B yang berada pada kuadran ini juga karena nilai keseragaman pada kedua stasiun ini yang tinggi (Tabel 6). Kedua stasiun ini merupakan stasiun yang memiliki karakteristik yang serupa yaitu stasiun yang terletak dibagian muara sungai Porong.

Keanekaragaman berada satu kuadran dengan stasiun D, E dan F. hal tersebut diperkirakan karena karakteristik lingkungan dari stasiun ini memiliki pengaruh yang besar terhadap keanekaragaman makrozoobentos yang ditemukan. Nilai keanekaragaman makrozoobentos pada ketiga stasiun ini juga cukup tinggi (Tabel 6). Karakteristik stasiun D dan E merupakan stasiun yang letaknya agak ke laut namun masih mendapatkan pengaruh dari aliran air muara sungai diperkirakan mempengaruhi keanekaragaman makrozoobentos tersebut. Kemudian stasiun E yang letaknya lebih ke laut lepas juga mempengaruhi keanekaragaman makrozoobentos yang ditemukan.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Keadaan struktur komunitas makrozoobentos di perairan Estuari Porong berada pada kondisi sedang yaitu dengan tingkat keanekaragaman sedang dan tingkat dominansi rendah walaupun ada beberapa spesies yang ditemukan melimpah di lokasi tertentu. Hal tersebut sesuai dengan nilai rata - rata indeks keanekaragaman sebesar 1,636, indeks keseragaman sebesar 0,181 dan indeks dominansi sebesar 0,267.
2. Pengukuran parameter fisika dan kimia pada 6 stasiun di perairan estuari Porong Sidoarjo didapatkan nilai rata - rata untuk suhu sebesar 32,8 °C, kecerahan sebesar 46,03 cm, kecepatan arus sebesar 0,262 m/s, DO sebesar 11,97 mg/L, pH sebesar 7,37 dan salinitas sebesar 24,99 ‰. Suhu, kecepatan arus, DO, pH, dan salinitas dalam kondisi baik yaitu sesuai batas baku mutu yang telah ditentukan, sementara nilai kecerahan di wilayah ini berada dibawah batas baku mutu yang telah ditentukan.
3. Hubungan antara parameter lingkungan dan nilai struktur komunitas makrozoobentos berdasarkan analisis komponen utama adalah DO, pH dan salinitas memiliki korelasi positif terhadap kelimpahan. Kecerahan dan suhu memiliki korelasi positif dengan dominansi dan berada satu kelompok dengan stasiun C. Kecepatan arus memiliki korelasi positif dengan keseragaman dan satu kelompok dengan stasiun A dan B. Selanjutnya keanekaragaman berada satu kelompok dengan stasiun D, E dan F.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini antara lain perlunya penyuluhan pada masyarakat sekitar aliran sungai untuk tidak membuang sampah secara sembarangan dan tidak membuang limbah secara langsung kedalam perairan, agar perairan dan ekosistem kawasan Estuari Porong dapat terjaga kualitasnya dengan baik.



DAFTAR PUSTAKA

- Andriyono, S.H. 2010. Kondisi Muara Porong Berdasarkan Indeks Klorofil-A dan Total Suspended Solid (TSS). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* **2** (2)
- Arbi, U.Y. 2010. Gastropoda dan Pelecypoda di Perairan Pulau-pulau Serena. *Berkala Ilmiah Biologi* **9** (1) : 43-52
- Ayu, W.F. 2009. *Keterkaitan Makrozoobentos dengan Kualitas Air dan Substrat di Situ Rawa Besar, Depok*. SKRIPSI. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Azinet, L.L.C. 2009. Animal Life Span Data. www.programmed-aging.org. Diakses pada 15 Januari 2015.
- Azwar, S. 1997. Metode Penelitian. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Barnes, R. D. 1980. Invertebrate Zoology. Fifth edition. Saunders College Publishing. 377 p.
- Bengen, D.G. 2000. Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB. Bogor
- _____. 2004. Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut serta prinsip Pengelolaannya. Intitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Brahmana, S.S. Tontow dan F. Achmad. 2007. Dampak Buangan Lumpur Lapindo Panas Porong-Sidoarjo Terhadap Kualitas Air Kali Porong. *JSDA* **3** (4)
- Brower J.E., Zar J.H. dan Ende von C.N. 1990. Field and Laboratory Methods for General Ecology Dubuque. WCB Publishers.
- Carvalho, F.L., E.A.S Carvalho dan E.C.G Couto. 2010. Comparative analysis of the distribution and morphological sexual maturity of *Persephona lichtensteinii* and *P. punctata* (Brachyura, Leucosiidae) in Ilheus, BA, Brazil. *Nauplius* **18** (2) : 109-115.
- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut, Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. PT. Gramedia Pustaka. Jakarta
- Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S.P. dan Sitepu M.J. 2004, Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Laut Secara Terpadu, Cetakan ke - 3. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Dunne, G.W dan R.F. Eisenbeis. 1973. The Life Span Animals. *Nature Bulletin* No.486-A. USA
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.

FAO, 1998. FAO Species identification Guide for Fishery Purposes: The Living Marine Resources of The Western Central Pacific Vol1. Seaweed, corals, bivalves and gastropods; Vol 2. Chepalopods, crustaceans, holothurians and shark. Food And Agriculture Organization of the United Nations. Rome

Fakhrudin A., 2009. *Pemanfaatan Air Rebusan Kupang Putih (Corbula faba Hinds) Untuk Pengolahan Petis dengan Penambahan Pati-Patian*. SKRIPSI. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institus Pertanian Bogor. Bogor.

Fiddlercrab. 2015. Carapace fiddlecrabs. <http://www.fiddlercrab.info/morphology/Carapace.html>. Diakses pada 12 Januari 2015

Gunarto. Utojo. M. Pirzan dan R. Daud. 2001. Pematangan Gonad Kepiting Bakau *Scylla* spp. di perairan Mangrove Muara Sungai Cenranae Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* **7** (1): 47-52.

Hartati, R. Djunaedi A. Haryadi dan Mujiyanto. 2012. Struktur Komunitas Padang Lamun di Perairan Pulau Kumbang, Kepulauan Karimun Jawa. *Ilmu Kelautan* **17** (4); 217 - 225

Holthuis, L.B. 1980. FAO Species Catalogue Vol.1 Shrimp and Prawns of The World. Food and Agriculture Organization Of The United Nations. Rome.

Hutabarat, S dan S.M. Evans. 1985. Pengantar Oseanografi. UI-Press Universitas Indonesia. Jakarta.

Indawarman, T dan A. Manan. 2011. Pemantauan Lingkungan Estuaria Perancak Berdasarkan Sebaran Makrobenthos. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* **3** (2) : 215-220

Insafitri. 2010. Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi Bivalvia di Area Buangan Lumpur Lapindo Estuari porong. *Jurnal Kelautan* **3** (1)

James R, Carey. 2000. Lifespan. University of California

Kastoro, W., Aswandi. Alhakim. P.A.W.J de Wilde dan J.M. Everaarts. 1989. Soft-Bottom Benthic Community in the Estuarine Waters of East Java. *Netherlands journals of sea research* (23) : 463-472

Kirana. A.R. 2014. *Struktur Komunitas Moluska pada Padang Lamun di Pantai Bama Taman Nasional Baluran Jawa Timur*. SKRIPSI. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya (Tidak Dipublikasikan)

Kordi, M.G. 2007a. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. Jakarta : Rineka Cipta

_____. 2007b. Budidaya Kepiting Bakau. CV Aneka Ilmu. Semarang

_____. 2010. Budidaya Udang Laut. ANDI. Yogyakarta

Maheswarudu. G., E.V. Radhakrishnan, M.R. Arphutaraj dan S. Mahan. 2011. Growth Performance of The Green Tiger Prawn *Penaeus semiculatus* De

Haan in Cages in The Gulf of Mannar off Mandapam Southeast Coast of India. *Asian Fishery Science* (24) : 100-114

Mahmudi, M., S. Sudaryanti dan B. Artadi. 1999. Pengelolaan Perairan Sungai Brantas dengan Menggunakan Pendugaan Komunikasi Makrozoobentos. *Jurnal Perikanan* 4 : 26-35

Makinouchi, S dan H. Primavera. 1987. Maturation and Spawning of *Penaeus indicus* Using Different Ablation Methods. *Technical Paper. Elsevier Science Publisher B.V Amsterdam* 62 (1) : 73-81

Marinebio. 2015. www.marinebio.org. Diakses pada 14 Februari 2015

Mayunar, P.R dan Imanto P.T. 1995. Pemilihan Lokasi untuk Budidaya Ikan Laut. Prosiding Temu Usaha Pemasarakatan Teknologi Keramba Jaring Apung bagi Budidaya Laut. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Kerjasama antara Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian – Forum Komunikasi Penelitian dan Pengembangan Agribisnis (FKKPA). Jakarta 12 – 13 April 1995. 38: 179 – 187

Muhammad, F., J.W. Hidayat dan M.A. Mukid. 2013. Aplikasi Bio-Ekologi Makrobenthos sebagai Indikator Tingkat Kesuburan Tambak. *Jurnal Sains dan Matematika* 21 (3) : 75 – 83.

Mukhtasor. 2007. Pencemaran Pesisir dan Laut. PT Pradnya Paramitha. Jakarta

Mulyanto. 1999. Makrobentos Sebagai Indikator Biologi Perubahan Kualitas Air Di Sungai Amprong, Malang. *Jurnal Perikanan* 4 : 15-25

Nontji, A. 2005. Laut Nusantara. Djambatan. Jakarta

Novan, A.D. 2014. *Identifikasi Fungsi Ekologis Kawasan Mangrove Berdasarkan Rentang Hidup (Lifespan) Makrozoobentos Di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali*. SKRIPSI. Universitas Brawijaya. Malang. (Tidak dipublikasikan)

Nybakken, J. W. 1988. Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis. Diterjemahkan dari Marine Biology an Ecological Approach oleh M. Eidman. . PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Odum, E.P. 1993. Fundamental of Ecology Edition II. W.B. Saunders Corporation. Philadelphia.

Parayannilam, G.J. 2005. Mangrove Ecosystems: A Manual for the Asessment of Biodiversity. CMRFI Publication.

Paschoal, L.R.P., F.J. Guimaraes dan Erminda C.G.C. 2013. Relative growth and sexual maturity of the freshwater shrimp *Palaemon pandaliformis* (Crustacea, Palaemonidae) in northeastern of Brazil (Canavieiras, Bahia). *Iheringia serie zoologia* 103 (1)

PemKab Sidoarjo. 2012. www.sidoarjokab.go.id. Diakses pada tanggal 13 Februari 2015

- Poupin, J., 1996. Atlas des crustacés marins profonds de Polynésie Française. Récoltes du navire Marara (1986/1996). *Service Mixte de Surveillance Radiologique et Biologique de l'homme et de l'environnement*, Montlhéry Cedex, France: 1-59.
- Powel, E.N dan H. Cummins. 1985. Are Molluscan Maximum Lifespan Determined by Long-term Cycles in Benthic Community. *Oecologia* **67**: 177-182
- Prahor, P dan A. Sisco. 2000. Keanekaragaman Jenis Keong (Gastropoda) di Pantai Ujung Kelor Batunampar dan Gunung Linus Teluk Ekas Lombok Timur (NTB). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* **6** (2) : 84-89
- Pramanna, L. 2014. *Analisis Distribusi Spasial Logam Berat Sebagai Indikator Pencemaran Perairan di Pesisir Jabon, Kabupaten Sidoarjo*. SKRIPSI. Universitas Brawijaya. Malang. (Tidak dipublikasikan)
- Pratiwi, Rianta. 2009. Komposisi Keberadaan Krustasea Di Mangrove Delta Mahakam Kalimantan Timur. *Makara Sains* **13** (1): 65-76
- Prayitno dan Susanto T. 2000. Kupang dan Makanan Tradisional Sidoarjo. Trubus Agrisasna. Surabaya.
- Pribadi, R., R. Hartati dan C.A. Suryono. 2009. Komposisi Jenis dan Distribusi Gastropoda di Kawasan Hutan Mangrove Segara Anakan Cilacap. *Jurnal Ilmu Kelautan* **14** (2); 102-111
- Putro, S.P. 2014. Metode Sampling Penelitian Makrobenthos dan Aplikasinya. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Rahayu, G.K. 2013. *Studi Keragaman Genetik Kerang Darah (Anadara granosa) Berdasarkan Cytochrome Oxydase Subunit (COI)*. Skripsi. FMIPA Intitut Pertanian Bogor.
- Rahman, F.A. 2009. *Struktur Komunitas Makrozoobentos Di Perairan Estuaria Sungai Brantas (Sungai Porong Dan Wonokromo), Jawa Timur*. SKRIPSI. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Richardson, C.A. Kingsley. Smith P.R. R. Seed dan E. Chatzinikolaou. 2005. Age and Growth of Naticid Gastropod *Polinices pulchellus* (Gastropod: Naticidae) Based on Length Frequency Analysis and Statolith Growth Rings. *Marine Biology* **148**.
- Rukmantoro, R. 2012. *Studi Perubahan Dasar Kali Porong Akibat Sedimen Lumpur Di Kabupaten Sidoarjo*. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran".
- Safitri, D., T. Widiari, Y. Wilandari dan Arsyil H Saputra. 2012. Analisis Cluster pada Kabupaten/ Kota Di Jawa Tengah Berdasarkan Produksi Palawija. *Media Statistika* **5** (1) : 11-16

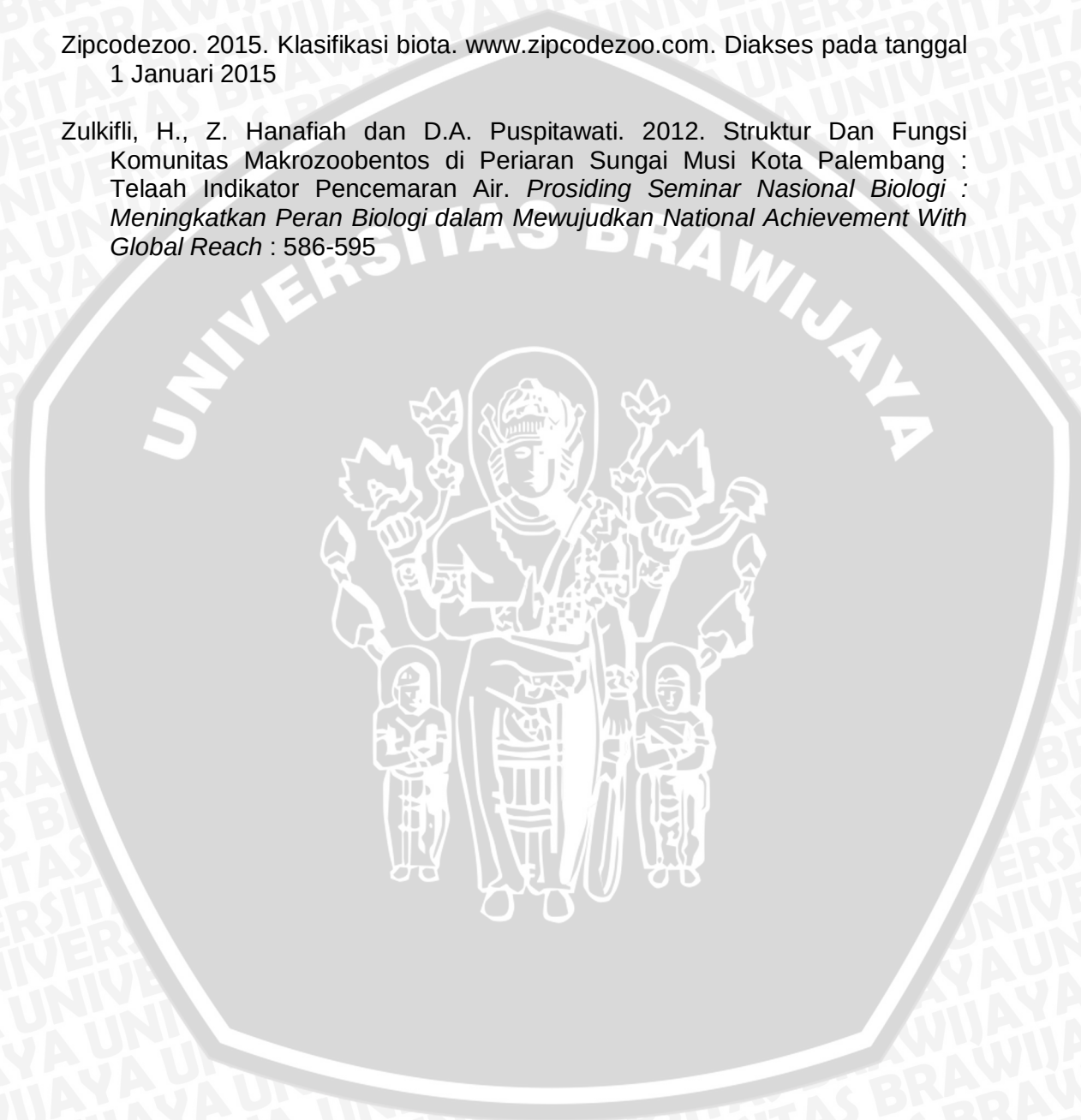
- Sagala, E.P. 2013. Keanekaragaman Biologis Daerah Nursery Ground Perairan Daratan di Beberapa Wilayah Sumatera Selatan. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MLI I. Cibinong
- Sari, A.E.M., T.Purnomo dan Winarsih. 2013. Kualitas Perairan Estuari Porong Sidoarjo Jawa Timur Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos. *LenteraBio* 2 (1) : 81-85.
- Sealifebase. 2015. www.sealifebase.org. Diakses pada 20 Januari 2015
- Setiawan, D. 2009. Studi Komunitas Makrozoobentos di Perairan Hilir Sungai Lematang Sekitar Daerah Pasar Bawah Kabupaten Lahat. *Jurnal Penelitian Sains* 09 : 12-14
- Soegianto, A. 1994. Ekologi Kuantitatif. Usaha Nasional. Surabaya.
- Sudaryanti, S. 1997. Strategi Pemantauan Kualitas Air Sungai Secara Biologis. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Universitas Brawijaya. Malang
- Sukarno. 1981. Dasar – dasar Pendidikan Sains. Bhrata Karya Aksara. Jakarta
- Sugianti, F.Y. 2014. *Identifikasi Komunitas Makrozoobentos di Perairan Muara Sungai Porong Kecamatan Jabon Kabupaten Sidoarjo*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. PKL. Universitas Brawijaya. Malang. (Tidak dipublikasikan).
- Triatmodjo, B. 2008. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta
- Wibisono, M.S. 2005. Pengantar Ilmu Kelautan. PT Grasindo. Jakarta.
- Wibowo, Y.A. 2011. Studi Perubahan Garis Pantai Di Muara Sungai Porong. Universitas Hang Tuah Surabaya
- Wijayanti, M.H. 2007. *Kajian Kualitas Perairan Di Pantai Kota Bandar Lampung Berdasarkan Komunitas Hewan Makrobenthos*. TESIS. Universitas Diponegoro Semarang
- Wildsingapore. 2012. Tigermoon snail. <http://www.wildsingapore.com/wildfacts/mollusca/gastropoda/naticidae/tigrina.htm>. Diakses pada 15 Januari 2015
- Wilkinson, S. 2012. Advanced Glossary of Molluscan Terms. http://www.conchsoc.org/aids_to_id/bivalve-parts.php. Diakses pada 12 Januari 2015
- Winata, D.R.A. 2014. *Analisis Distribusi Klorofil-A Dan Nutrien Di Estuari Porong Sidoarjo Sebagai Indikator Pencemaran*. SKRIPSI. Universitas Brawijaya. Malang. (Tidak dipublikasikan)
- Yeanny, M.S. 2007. Keanekaragaman Makrozoobentos di Muara Sungai Belawan. *Jurnal Biologi Sumatera* 2 (2): 37-41

Yeo, R. 2013. *Pebble Crabs (Phylum Arthropoda: famili Leucosiidae) of Singapore*. www.tidechaser.bolgspot.com. Diakses pada 12 Januari 2015

Zamprogno, G.C., L.L Fernandes dan F.C. Fernandes. 2010. Spatial variability in the population of *Isognomon bicolor* (C.B Adams, 1845) (Mollusca, bivalvia) on rocky shores in Espirito Santo, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography* **58** (1)

Zipcodezoo. 2015. Klasifikasi biota. www.zipcodezoo.com. Diakses pada tanggal 1 Januari 2015

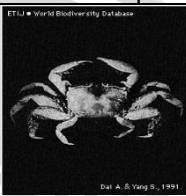
Zulkifli, H., Z. Hanafiah dan D.A. Puspitawati. 2012. Struktur Dan Fungsi Komunitas Makrozoobentos di Periaran Sungai Musi Kota Palembang : Telaah Indikator Pencemaran Air. *Prosiding Seminar Nasional Biologi : Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan National Achievement With Global Reach* : 586-595

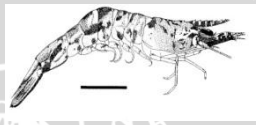


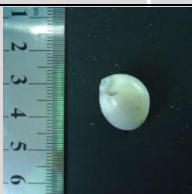
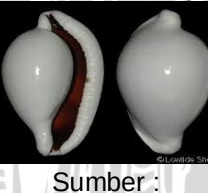
LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Identifikasi Makrozoobentos

No	Foto	Gambar Literatur	Biota
1		 Sumber : Eurypterids.net	<i>Limulus polyphemus</i>
2		 Sumber : calphotos.berkeley.edu	<i>Myra</i> sp.
3		 Sumber : crustaceology.com	<i>Myra affinis</i>
4		 Sumber : www.coremap.or.id	<i>Charybdis anisodon</i>
5		 Sumber : www.marineews.com	<i>Charybdis japonica</i>
6		 Sumber : www.nio.org	<i>Ashtoret lunaris</i>

No	Foto	Gambar Literatur	Biota
7		 Sumber : www.coremap.or.id	<i>Portunus pelagicus</i>
8		 Sumber : species- identification.org	<i>Macrophthalmus erato</i>
9		 Sumber : decapoda.free.fr	<i>Scylla serrata</i>
10		 Sumber : nas.er.usgs.gov	<i>Penaeus monodon</i>
11		 Sumber : dkp- uptdparigi.blogspot.com	<i>Penaeus indicus</i>
12		 Sumber : www.sealifebase.fisheries.u bc.ca	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>
13		 Sumber :	<i>Macrobrachium nipponense</i>

No	Foto	Gambar Literatur	Biota
		catalog.digitalarchives.tw	
14		 Sumber : www.21food.com	<i>Parapenaeopsis tenella</i>
15		 Sumber : www.tfrin.gov.tw	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>
16		 Sumber : Manning (1988)	<i>Metapenaeopsis novaguineae</i>
17		 Sumber : www.gastropods.com	<i>Natica</i> sp.
18		 Sumber : marinelifephotography.com	<i>Natica gualteriana</i>
19		 Sumber : www.seashellhub.com	<i>Natica lurida</i>
20		 Sumber : www.seashellhub.com	<i>Natica tigrina</i>

No	Foto	Gambar Literatur	Biota
21		 Sumber : www.gastropods.com	<i>Bufonaria crumena</i>
22		 Sumber : en.wikipedia.org	<i>Corbula faba</i>
23		 Sumber : www.seashellhub.com	<i>Nassarius</i> sp.
24		 Sumber : www.nmr-pics.nl	<i>Polinices peselephanti</i>
25		 Sumber : www.gastropods.com	<i>Ovula</i> sp.
26		 Sumber : www.shellspassion.com	<i>Lophiotoma indica</i>
27		 Sumber : www.gastropods.com	<i>Pleuroploca trapezium</i>

No	Foto	Gambar Literatur	Biota
28		 Sumber : www.conchology.be	<i>Gomphina aequilatera</i>
29		 Sumber : www.conchology.be	<i>Anadara granosa</i>
30		 Sumber : www.gastropods.com	<i>Murex trapa</i>

Lampiran 2. Data Morfometrik Biota

NO	Biota	Panjang		Lebar	Berat
		TL	TC		
1	Myra sp				
	1	1.3		1.1	1.3
	2	1.1		0.9	0.29
	3	1		0.8	0.43
	4	1.1		0.9	0.46
	5	1.2		1	0.71
	6	1.2		1	0.45
	7	1.4		1.1	0.89
	8	0.6		0.6	-
	9	1.2		0.8	-
	10	1.2		1	-
	11	0.8		0.9	-
2	Scylla serrata				
	1	1.8		2.8	3.43
	2	1.1		1.9	1.47
	3	2.1		4.6	7.43
	4	6		9	103.03
3	Panaeus indicus				
	1	4.5	1.5	0.3	1.38
	2	5.2	2.2	0.4	1.41
	3	5.8	2.6	0.4	1.55
	4	7.2	2.9	0.5	2.52
	5	7	3	0.5	2.22
	6	7	3	0.4	2.22
	7	7.7	2.7	0.5	3.07
	8	5.2	1.8	0.4	1.73
	9	6.5	2	0.4	1.22
	10	9.4	4	0.7	3.53
	11	3.6	1.2	0.2	0.82
	12	5.8	2	0.4	1.58
	13	9.5	4	0.7	4.47
	14	10.1	4.1	0.8	6.6
	15	5.4	1.8	0.4	1.5
	16	7.1	3	0.5	1.95
	17	7.8	3.3	0.5	2.62
	18	7.5	3	0.5	2.85
	19	7.6	3.1	0.7	3.06
	20	10.6	4.6	0.8	5.31
	21	4.2	2.6	0.2	0.89
	22	5.9	2.2	0.5	1.77

NO	Biota	Panjang		Lebar	Berat
		TL	TC		
	23	7.7	3.1	0.6	2.51
	24	8.8	3.6	0.7	3.91
	25	9	3.7	0.7	4.26
	26	11.6	4.4	1.1	10.88
4	Natica tigrina				
	1	1.2		1.1	1.26
	2	1.4		1.2	1.99
	3	1.5		1.4	2.02
	4	1.9		1.6	2.15
	5	2.1		1.7	2.2
	6	1.3		1	1.47
	7	1.7		1.2	2.75
	8	2		1.6	4.38
	9	2.2		1.7	4.86
	10	2.5		1.8	6.36
	11	1.4		1.2	-
	12	1.5		1.2	-
	13	1.7		1.3	-
	14	1.8		1.5	-
	15	1.6		1.5	-
	16	2.3		2.1	-
	17	2.7		2	-
	18	1.7		1.3	2.02
	19	2.2		1.5	3.39
	20	2.1		1.5	3.55
	21	2.2		1.5	4.23
	22	2.2		1.5	3.4
	23	2.3		1.5	3.94
	24	2.1		1.9	4.41
	25	2.8		1.8	7.06
	26	2.7		1.8	5.9
5	Bufonaria crumena				
	1	1.5		0.8	0.92
	2	1.3		0.7	0.8
	3	1.6		0.9	0.85
	4	1.6		0.9	1.2
	5	1.7		1	1.25
	6	1.8		1	1.39
	7	1.6		1	1.21
	8	1.8		1	1.42
	9	1.9		1	1.58
	10	4.2		3	-

NO	Biota	Panjang		Lebar	Berat
		TL	TC		
	11	2.1		1.2	-
	12	1.7		1.1	-
	13	1.9		1.3	1.65
	14	2.2		1.3	2.22
	15	2		1	2.01
	16	1.5		0.9	1.09
	17	1.9		1	1.9
6	Lophiotoma indica				
	1	2.4		0.8	0.72
	2	2.5		1	0.76
	3	3.3		1.3	1.82
	4	3.4		1.1	2.19
	5	4.4		1.5	3.29
	6	4.4		1.6	3.8
	7	4.1		1.2	2.2
	8	2.8		0.8	1.03
	9	3.9		1.5	3.2
7	Corbula faba				
	1	1.5		1.3	1.56
	2	1.3		0.7	0.89
	3	1.1		0.7	0.85
	4	1.1		0.6	0.85
	5	1.1		0.6	0.84
	6	1.3		0.9	1
	7	1.2		0.7	0.89
	8	1.3		0.9	0.96
	9	1.3		0.9	1
	10	1.2		0.7	0.89
	11	1.3		0.9	0.96
	12	1.2		0.7	0.23
	13	1		0.6	0.21

Lampiran 3. Nilai Korelasi Matriks Analisis PCA

Variables	Suhu	Kecerahan	Kecepatan Arus	DO	pH	Salinitas	Kelimpahan	Keanekaragaman	Keseragaman	Dominansi
Suhu	1	0.515	-0.151	0.353	-0.682	-0.309	0.323	-0.791	0.464	0.574
Kecerahan	0.515	1	-0.545	0.421	-0.117	0.197	0.883	-0.866	-0.350	0.929
Kecepatan Arus	-0.151	-0.545	1	-0.916	-0.329	-0.564	-0.678	0.339	0.584	-0.478
DO	0.353	0.421	-0.916	1	0.269	0.408	0.604	-0.404	-0.374	0.443
pH	-0.682	-0.117	-0.329	0.269	1	0.488	0.271	0.296	-0.757	-0.078
Salinitas	-0.309	0.197	-0.564	0.408	0.488	1	0.502	-0.068	-0.860	0.333
Kelimpahan	0.323	0.883	-0.678	0.604	0.271	0.502	1	-0.794	-0.653	0.928
Keanekaragaman	-0.791	-0.866	0.339	-0.404	0.296	-0.068	-0.794	1	0.090	-0.946
Keseragaman	0.464	-0.350	0.584	-0.374	-0.757	-0.860	-0.653	0.090	1	-0.393
Dominansi	0.574	0.929	-0.478	0.443	-0.078	0.333	-0.928	-0.946	-0.393	1

Lampiran 4. Data Pengukuran Pengukuran Parameter Lingkungan

Stasiun	Waktu	Suhu (°C)	Kecerahan (cm)	Kec. Arus (m/s)	Arah Arus	DO (mg/l)	pH	Salinitas (‰)	Arah Trawling	Kedalaman (m)	Substrat
A	1 : 13.04	33,2	44,25	0,28	B – T	11,2	7,10	19	T – B	4	Lumpur
	2 : 13.14	32,4	49,5	0,31	B – T	8,2	7,24	16			
	3 : 13.24	32,8	51,5	0,38	B – T	9,9	7,33	16			
B	1 : 12.03	34,3	45,5	0,26	B – T	14,2	7,04	20	T – B	4	Lumpur
	2 : 12.13	33,2	40	0,35	B – T	11,5	7,03	19			
	3 : 12.23	33,3	52,5	0,38	B – T	10,9	7,10	23			
C	1 : 11.08	33,3	63,25	0,17	T – B	18,2	7,38	30	B - T	3	Lumpur
	2 : 11.18	33,4	70	0,15	T – B	10,7	7,42	29			
	3 : 11.28	33,2	68,25	0,15	T – B	13,2	7,13	30			
D	1 : 09.45	33	37,5	0,13	T – B	13,1	8,13	20	B – T	2	Lumpur
	2 : 09. 55	32	36,75	0,35	T – B	12,0	7,38	24			
	3 : 10.05	33	35,5	0,33	T – B	12,4	7,42	21			
E	1 : 14.01	32,7	33,5	0,2	B – T	15,56	7,42	30	T – B	3	Lumpur
	2 : 14.11	32,2	38,5	0,14	B – T	11,80	7,38	30			
	3 : 14.21	32,7	31,25	0,19	B – T	12,3	7,55	30			
F	1 : 15.07	34,7	40,5	0,33	U – S	10,8	7,42	31	S – U	3	Lumpur
	2 : 15.17	33,4	38	0,35	U – S	9,7	7,51	31			
	3 : 15.27	33,5	39	0,31	U – S	10,1	7,48	31			

Lampiran 5. Klasifikasi Makrozoobentos yang ditemukan

No	Klas	Ordo	Famili	Genus	Spesies
1	Xiphosura	Xiphosurida	Limulidae	Limulus	<i>Limulus polyphemus</i>
2	Malacostrata	Decapoda	Leucosiidae	Myra	<i>Myra affinis</i>
			Portunidae	Charybdis	<i>Charybdis anisodon</i>
					<i>Charybdis japonica</i>
				Portunus	<i>Portunus pelagicus</i>
			Matutidae	Asthoret	<i>Asthoret lunaris</i>
			Ocypodidae	Macrophthalmus	<i>Macrophthalmus erato</i>
			Penaeidae	Penaeus	<i>Penaeus monodon</i>
					<i>Penaeus indicus</i>
				Parapenaeopsis	<i>Parapenaeopsis tenella</i>
					<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>
				Metapenaeopsis	<i>Metapenaeopsis novaguineae</i>
			Palaemonidae	Macrobrachium	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>
3	Gastropoda	Sorbeoconcha	Naticidae	Natica	<i>Natica tigrina</i>
					<i>Natica lurida</i>
					<i>Natica gualteriana</i>
				Polinices	<i>Polinices peselephanti</i>
			Bursidae	Bufonaria	<i>Bufonaria crumena</i>
			Nassariidae	Nassarius	<i>Nassarius sp.</i>
			Ovulidae	Ovula	<i>Ovula sp.</i>
			Turridae	Lophiotoma	<i>Lophiotoma indica</i>
			Fasciariidae	Pleuroploca	<i>Pleuroploca trapezium</i>
4	Bivalvia	Myoida	Corbulidae	Corbula	<i>Corbula faba</i>
		Veneroida	Veneridae	Gomphina	<i>Gomphina aequilatera</i>
		Pteriomorpha	Arcidae	Anadara	<i>Anadara granosa</i>