

**IDENTIFIKASI FUNGSI EKOLOGIS KAWASAN MANGROVE BERDASARKAN
RENTANG HIDUP (*LIFESPAN*) MAKROZOOBENTOS DI *MANGROVE TRAIL*,
TAMAN HUTAN RAYA NGURAH RAI, BALI**

**LAPORAN SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Oleh :

AMIN DWI NOVAN ORYZA

NIM. 105080600111010



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014**

repository.ub.ac.id

**IDENTIFIKASI FUNGSI EKOLOGIS KAWASAN MANGROVE BERDASARKAN
RENTANG HIDUP (*LIFESPAN*) MAKROZOOBENTOS DI *MANGROVE TRAIL*,
TAMAN HUTAN RAYA NGURAH RAI, BALI**

**LAPORAN SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

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

Oleh :

AMIN DWI NOVAN ORYZA

NIM. 105080600111010



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2014



SKRIPSI

IDENTIFIKASI FUNGSI EKOLOGIS KAWASAN MANGROVE BERDASARKAN
RENTANG HIDUP (*LIFESPAN*) MAKROZOOBENTOS DI *MANGROVE TRAIL*,
TAMAN HUTAN RAYA NGURAH RAI, BALI

Oleh :
AMIN DWI NOVAN ORYZA
NIM. 105080600111010

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 25 Juni 2014

Dosen Penguji I

Ade Yamindago, S.Kel., M.Sc.
NIP. 19840521 200801 1 002
Tanggal :

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Guntur., MS.
NIP. 19580605 198601 1 001
Tanggal :

Dosen Penguji II

Syarifah Hikmah.J.S, S.Pi, M.Sc.
NIP. 840720 08 1 2 0153
Tanggal :

Dosen Pembimbing II

Dwi Candra Pratiwi., S.Pi, M.Sc.
NIP. 86011508120318
Tanggal :

Mengetahui,
Ketua Jurusan

Dr.Ir.Daduk Setyohadi,MP.
NIP. 19630608 198703 1 003
Tanggal :

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam proposal 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.

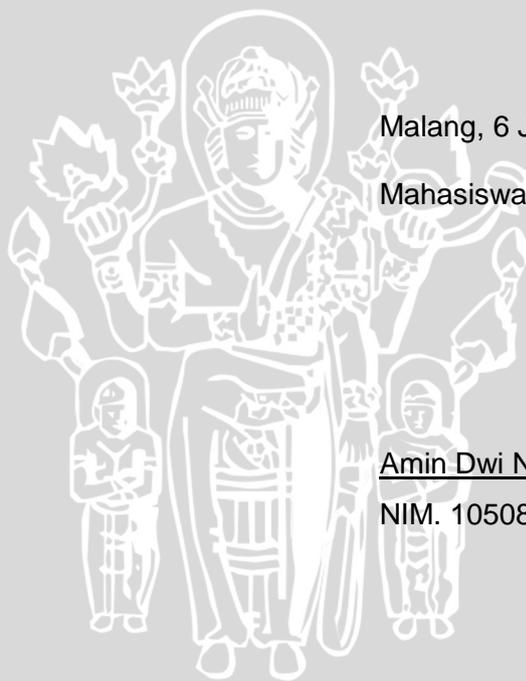
Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan laporan ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 6 Juni 2014

Mahasiswa

Amin Dwi Novan Oryza

NIM. 105080600111010



UCAPAN TERIMA KASIH

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

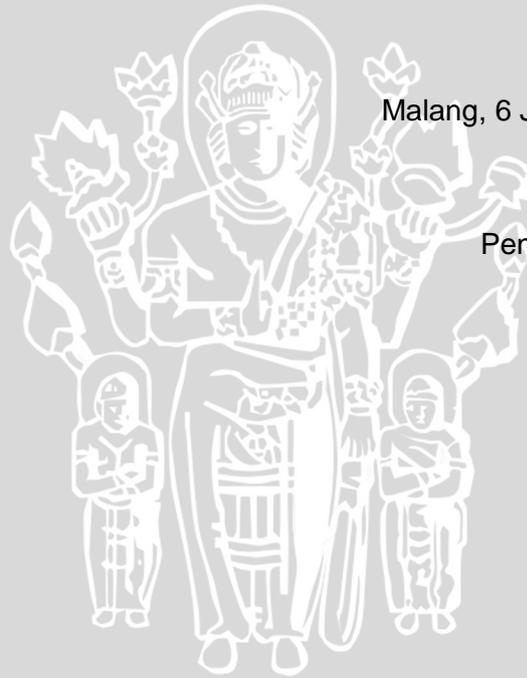
1. Prof.Dr.Ir.Diana Arfiati, M.S, selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.
2. Dr.Ir.Daduk Setyohadi, MP selaku Ketua Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.
3. Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D, selaku Ketua Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.
4. Dr.Ir.Guntur,MS selaku Dosen Pembimbing Skripsi I yang memberi motivasi, masukan dan bimbingan selama proses penyusunan laporan.
5. Dwi Candra Pratiwi, S.Pi, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Skripsi II yang telah membimbing dengan sabar dan penuh ceria hingga terselesaikannya laporan skripsi ini.
6. Ibu Nurhayati S.Sos, selaku pembimbing lapang dari BPHM Wil.I Bali.
7. Seluruh keluarga yang telah mendukung dan memberi motivasi selama bangku perkuliahan berlangsung hingga terselesaikannya laporan ini .
8. Ayu Radita Kirana, Maria Fransisca, Nico Alex F. Hasugian, dan Gama Sugara yang telah membantu pengambilan data di lapang,
9. Teman-teman HOC (Kak lin, Caesar, April, Dita, Gama, Inez, Maria, Nico, Oto, Arin, dan Tedy) yang telah memberi motivasi dan masukan selama pembuatan laporan.
10. Elma, Linda, Kak Niken, Kak Dedek, Kak Dita selaku teman-teman yang telah membantu proses penelitian serta memberi masukan dalam penyusunan laporan.

11. Kawan-kawan Ilmu Kelautan, khususnya angkatan 2010 dan angkatan 2009 juga kakak serta adik tingkat yang lain yang telah memberi saran dan semangat.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis megharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan laporan ini. Namun demikian, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang berminat dan memerlukannya.

Malang, 6 Juni 2014

Penulis



RINGKASAN

AMIN DWI NOVAN ORYZA. Identifikasi Fungsi Ekologis Kawasan Mangrove Berdasarkan Rentang Hidup (*Lifespan*) Makrozoobentos Di *Mangrove Trail*, Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. (dibawah bimbingan **GUNTUR** dan **DWI CANDRA PRATIWI**)

Taman Hutan Raya Ngurah Rai merupakan salah satu taman hutan raya terbaik di Indonesia. Keberadaannya yang sangat rentan karena berada di pusat wisata Pulau Bali membuat kawasan ini perlu dipantau keadaan ekosistemnya. Salah satu yang perlu dipantau keberadaannya adalah komunitas makrozoobentos. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan menganalisa makrozoobentos sebagai organisme yang memberi informasi mengenai fungsi kawasan mangrove di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi makrozoobentos, mengetahui komposisi dan indeks struktur komunitas makrozoobentos, mengidentifikasi fungsi ekologis kawasan mangrove Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali, dan mengelompokkan stasiun berdasarkan kemiripan (*clustering*).

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif yang dilakukan dengan analisa makrozoobentos (identifikasi, pengukuran morfologi, dan perhitungan indeks struktur komunitas), pengukuran parameter lingkungan, serta analisa statistik (*clustering analysis*).

Hasil dari identifikasi makrozoobentos didapatkan bahwa terdapat 10 spesies yang dapat teridentifikasi. Spesies yang ditemukan meliputi *Uca dussumieri*, *Uca triangularis*, *Uca coarctata*, *Thalassina squamifera*, *Cerithidea quadrata*, *Cerithidea cingulata*, *Chicoreus capucinus*, *Tectus fenestratus*, *Cypraea vitellus*, dan *Polinices mammilla*. Pada perhitungan nilai indeks struktur komunitas makrozoobentos didapatkan bahwa nilai rata-rata dari indeks struktur komunitas makrozoobentos di Taman Hutan Raya Ngurah Rai yaitu H' (1,35), E (0,78), dan C (0,33).

Berdasarkan hasil perhitungan morfologi dan analisis data rentang hidup (*lifespan*), kawasan mangrove Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali memiliki fungsi ekologis sebagai kawasan makan (*feeding ground*), atau kawasan berpijah

(*spawning ground*) bagi sebagian besar makrozoobentos yang ada di kawasan tersebut.

Berdasarkan hasil analisis clustering pada data makrozoobentos dan parameter lingkungan, serta hubungan antara parameter lingkungan dengan makrozoobentos didapatkan hasil bahwa stasiun 2 dan stasiun 3 memiliki karakteristik yang lebih dekat sehingga muncul dalam satu kelompok.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul : Identifikasi Fungsi Ekologis Kawasan Mangrove Berdasarkan Rentang Hidup (*Lifespan*) Makrozoobentos Di *Mangrove Trail*, Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. Di dalam tulisan ini, disajikan pokok bahasan tentang makrozoobentos sebagai organisme yang memberi informasi mengenai fungsi ekologis kawasan mangrove di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali.

Demikian Laporan Skripsi ini disusun, penulis berharap semoga laporan ini dapat menjadi salah satu sumber pengetahuan. Kendati penulis telah berusaha sekuat tenaga dalam penyusunan laporan skripsi, namun tidak menutup kemungkinan penyusunan laporan ini masih dijumpai kekurangan atau kesalahan penulisan atau informasi. Karena itu, demi kesempurnaan laporan ini, penulis berharap banyak atas saran, ide kritik membangun dan solusi dari pembaca.

Malang, 6 Juni 2014

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	iv
RINGKASAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Kegunaan.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Ekosistem Mangrove.....	4
2.2 <i>Spawning Ground, Nursery Ground, dan Feeding Ground</i>	6
2.3 Makrozoobentos.....	7
2.4 Makrozoobentos yang Ditemukan.....	8
2.5 Rentang Hidup (<i>Lifespan</i>).....	19
2.6 Asosiasi Makrozoobentos dan Ekosistem Mangrove.....	23
2.7 Indeks Struktur Komunitas.....	23
2.8 Parameter Lingkungan.....	25
2.8.1 Suhu.....	25
2.8.2 Salinitas.....	26
2.8.3 DO.....	26
2.8.4 pH.....	27
2.8.5 Substrat.....	27
3. METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Lokasi Penelitian.....	29
3.2 Deskripsi Stasiun Pengamatan.....	30
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	33
3.3.1 Alat.....	33

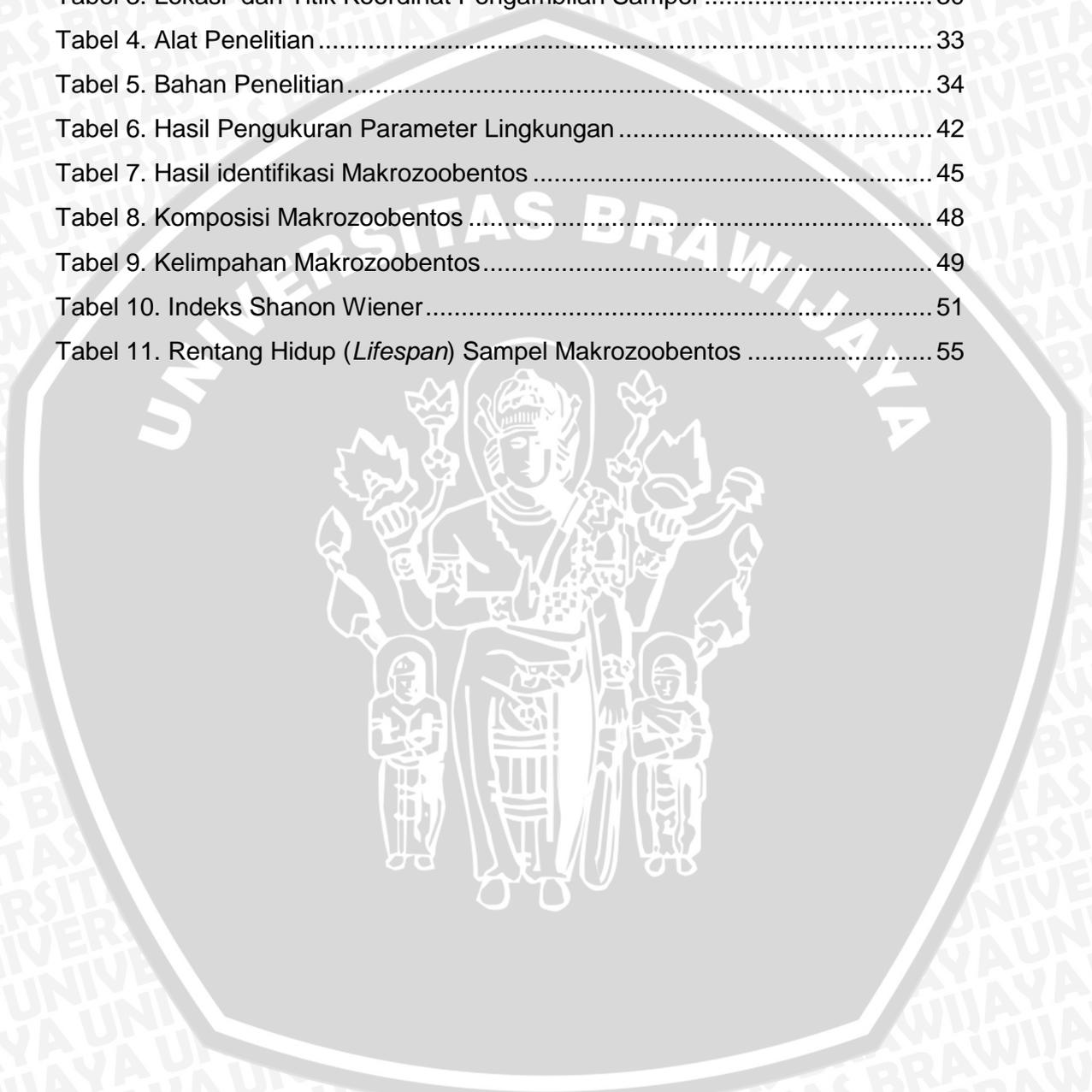
3.3.2	Bahan.....	34
3.4	Prosedur Penelitian	35
3.4.1	Pengambilan Sampel.....	37
3.3.2	Identifikasi Makrozoobentos	37
3.5	Perhitungan Nilai Indeks Struktur Komunitas.....	38
3.5.1	Kelimpahan	38
3.5.2	Kelimpahan Relatif	39
3.5.3	Indeks Keanekaragaman.....	39
3.5.4	Indeks Keseragaman.....	40
3.5.5	Indeks Dominasi.....	40
3.6	Analisis Clustering.....	41
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1	Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan.....	42
4.2	Hasil Identifikasi Makrozoobentos.....	44
4.2	Komposisi Makrozoobentos.....	47
4.3	Indeks Struktur Komunitas Makrozoobentos.....	49
4.3.1	Kelimpahan Makrozoobentos	49
4.3.2	Indeks Shanon Wiener	51
4.4	Rentang Hidup (<i>Lifespan</i>) Sampel Makrozoobentos.....	54
4.5	Hasil Analisis Clustering	61
5.	PENUTUP	65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran.....	66
	DAFTAR PUSTAKA.....	67
	LAMPIRAN	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Zonasi Ekosistem Mangrove	5
Gambar 2. Segitiga Siklus Migrasi	7
Gambar 3. <i>Uca dussumieri</i>	9
Gambar 4. <i>Uca Triangularis</i>	10
Gambar 5. <i>Uca coarctata</i>	11
Gambar 6. <i>Thalassina squamifera</i>	11
Gambar 7. <i>Cerithidea quadrata</i>	13
Gambar 8. <i>Cerithidea cingulata</i>	14
Gambar 9. <i>Chicoreus capucinus</i>	15
Gambar 10. <i>Tectus fenestratus</i>	16
Gambar 11. <i>Cypraea vitellus</i>	17
Gambar 12. <i>Polinices mammilla</i>	18
Gambar 13. Peta Lokasi Penelitian.....	29
Gambar 14. Kondisi Stasiun 1	31
Gambar 15. Kondisi Stasiun 2	32
Gambar 16. Kondisi Stasiun 3	32
Gambar 17. Alur Kerja Penelitian.....	36
Gambar 18. Transek Pengambilan Sampling.....	37
Gambar 19. Perbandingan Umur Maksimum dan Rata-Rata Umur Sampel Makrozoobentos	59
Gambar 20. Dendogram Clustering Makrozoobentos di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali	61
Gambar 21. Dendogram Clustering Parameter Lingkungan di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali	63
Gambar 23. Nilai <i>Similarity</i> Makrozoobentos	73
Gambar 24. Nilai <i>Similarity</i> Parameter Lingkungan.....	73
Gambar 25. Pengambilan Makrozoobentos	79
Gambar 26. Proses Pencucian Makrozoobentos	79
Gambar 27. Proses Identifikasi Makrozoobentos	80
Gambar 28. Proses Pengukuran Morfologi Makrozoobentos	80

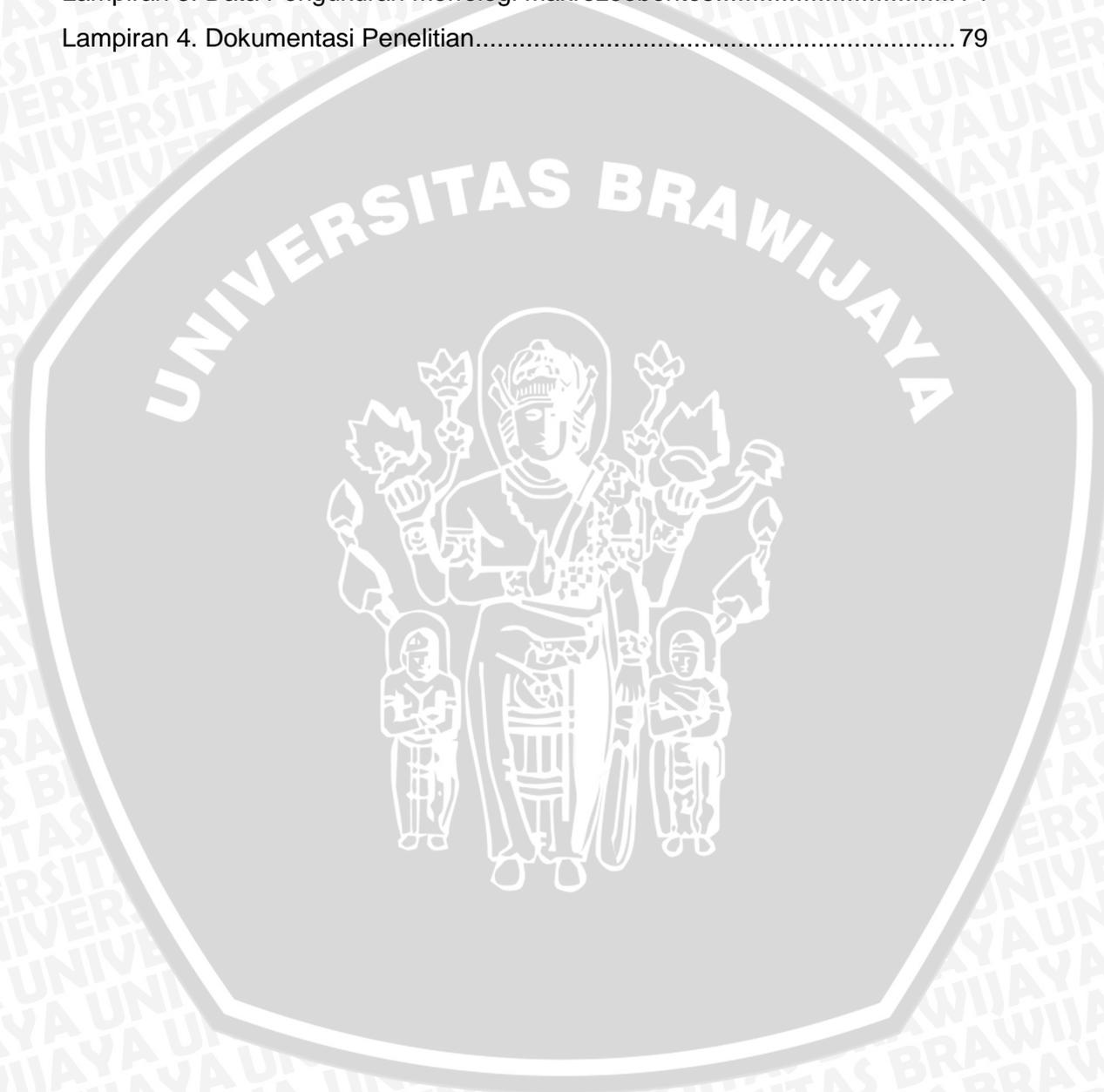
DAFTAR TABEL

Tabel 1. Deskripsi Sampel Makrozoobentos	20
Tabel 2. Sedimen Dasar Menurut Ukuran Butirannya	28
Tabel 3. Lokasi dan Titik Koordinat Pengambilan Sampel	30
Tabel 4. Alat Penelitian	33
Tabel 5. Bahan Penelitian	34
Tabel 6. Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan	42
Tabel 7. Hasil identifikasi Makrozoobentos	45
Tabel 8. Komposisi Makrozoobentos	48
Tabel 9. Kelimpahan Makrozoobentos	49
Tabel 10. Indeks Shanon Wiener	51
Tabel 11. Rentang Hidup (<i>Lifespan</i>) Sampel Makrozoobentos	55



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 . Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut dalam Lampiran 3 Keputusan Menteri Negara Lingkungan Nomor 51 Tahun 2004	72
Lampiran 2. Nilai Similarity Analisa Clustering	73
Lampiran 3. Data Pengukuran Morfologi Makrozoobentos.....	74
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	79



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hutan mangrove adalah tipe hutan yang tumbuh di daerah pasang surut air laut dan komunitas tumbuhannya bertoleransi terhadap garam. Hutan mangrove biasa ditemukan di daerah pesisir tropis dan sub-tropis. Indonesia sebagai negara tropis kepulauan memiliki hutan mangrove paling luas, yaitu sekitar 19% dari total mangrove yang ada di dunia. Luas hutan mangrove di seluruh Indonesia diperkirakan sekitar 4,25 juta hektar atau 3,98% dari seluruh luas hutan Indonesia.

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem di wilayah pesisir yang mempunyai peran sangat penting dalam mendukung produktivitas perikanan, sebagai tempat perawatan (*nursery ground*) dan tempat pemijahan (*spawning ground*) bagi beragam jenis biota air. Disamping itu juga sebagai penahan erosi pantai, pencegah intrusi air laut ke daratan, pengendali banjir, merupakan perlindungan pantai secara alami mengurangi resiko dari bahaya tsunami dan juga merupakan habitat dari beberapa jenis satwa liar (burung, mamalia, reptilia dan amphibia) (Saenger et al *dalam* Aksornkoe, 1996).

Taman Hutan Raya Ngurah Rai merupakan salah satu taman hutan raya terbaik di Indonesia karena keberhasilannya dalam merehabilitasi mangrove. Taman Hutan Raya adalah kawasan pelestarian alam untuk tujuan koleksi tumbuhan dan atau satwa yang alami atau buatan, yang dimanfaatkan bagi kepentingan ilmu pengetahuan, pendidikan, menunjang budidaya, budaya, pariwisata, dan rekreasi. Taman hutan raya yang didominasi oleh vegetasi mangrove ini memiliki luas 1.373,50 ha, dan merupakan kawasan hutan yang secara administrasi terletak pada lintas Kabupaten/Kota dalam wilayah

Kabupaten Badung seluas 639 ha, dan wilayah Kota Denpasar seluas 734,50 ha (Dephut, 2013).

Salah satu hewan yang mendominasi kawasan tersebut adalah makrozoobentos. Makrozoobentos adalah organisme yang melekat di dasar perairan dengan ukuran lebih besar dari 1mm. Biasanya menempati ruang kecil antara batuan di dasar dalam runtunan bahan organik, di atas batang kayu dan tanaman air atau di dalam sedimen halus.. Kelompok organisme makrozoobentos ini tersusun atas empat kelompok, yaitu Polychaeta, Crustacea, Echinodermata, dan Mollusca (Nybakken, 1988).

Setiap organisme makrozoobentos memiliki rentang hidup (*lifespan*). Rentang hidup (*lifespan*) merupakan karakteristik sejarah kehidupan dari organisme yang mengacu pada durasi perjalanan hidupnya (James, 2000). Hasil pengukuran morfologi makrozoobentos yang ditemukan dan data rentang hidup (*lifespan*) selanjutnya akan dianalisis untuk mengetahui hubungannya serta rata-rata umur dari setiap makrozoobentos. Selanjutnya hasil tersebut digunakan untuk melihat kecenderungan fungsi ekologis kawasan mangrove di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. Fungsi ekologis dari hutan mangrove yaitu sebagai kawasan makan (*feeding ground*), kawasan perawatan (*nursery ground*) atau kawasan berpijah (*spawning ground*) bagi makrozoobentos yang hidup di dalamnya.

Adanya informasi kecenderungan fungsi ekologis kawasan mangrove dari hasil penelitian ini, diharapkan kedepannya akan membantu dan mempermudah pemantauan kondisi lingkungan mangrove Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali, terutama pada sumberdaya makrozoobentosnya.



1.2 Tujuan

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi makrozoobentos yang ditemukan di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali berdasarkan morfologinya.
2. Mengetahui komposisi dan indeks struktur komunitas makrozoobentos yang ditemukan di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali.
3. Mendefinisikan fungsi ekologis kawasan mangrove Taman Hutan Raya Ngurah Rai.
4. Mengelompokan lokasi stasiun berdasarkan kemiripan karakteristik (*clustering*) dari parameter lingkungan dan makrozoobentos.

1.3 Kegunaan

Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah :

- Bagi mahasiswa
Hasil penelitian digunakan untuk menambah pengetahuan, dan wawasan mengenai komunitas makrozoobentos dan fungsi kawasan mangrove.
- Bagi Lembaga atau Instansi Terkait
Hasil penelitian dapat membantu dalam memantau pergeseran fungsi kawasan mangrove di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali.
- Bagi Masyarakat Umum
Data dapat digunakan sebagai informasi tentang potensi makrozoobentos pada hutan mangrove di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Mangrove

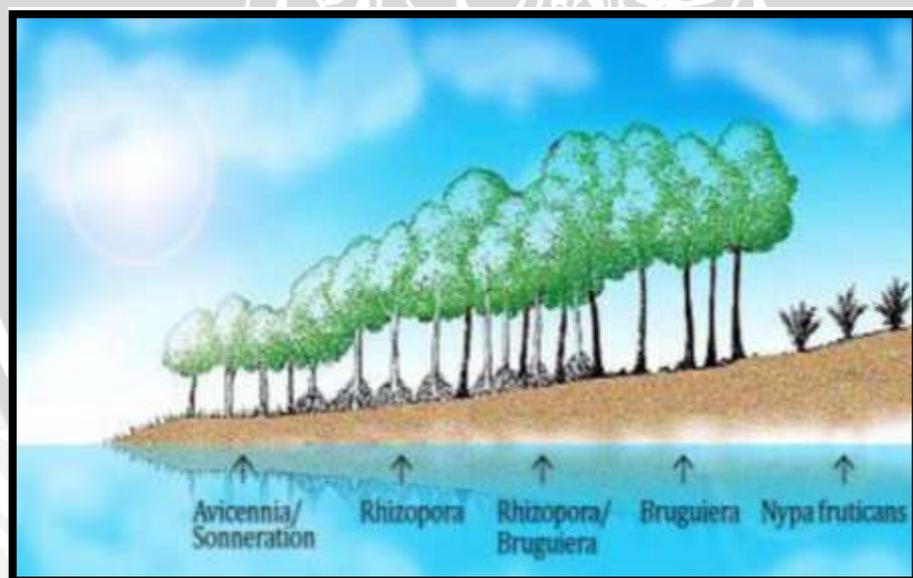
Pengertian mangrove sebenarnya lebih mengacu kepada kumpulan pohon tropis yang tumbuh di daerah pasang surut (Karen, 2000). Secara harfiah, mangrove memiliki arti ganda, yaitu sebagai komunitas dan sebagai individu spesies. Komunitas mangrove, umumnya disebut “mangal” dan “mangrove” merupakan sebutan untuk individu tumbuhan (Sidik, 2005). Jenis mangrove di dunia yang telah ditemukan kira-kira terdapat 16 famili, dan 40 – 50 spesies.

Struktur vegetasi hutan mangrove meliputi pohon dan semak yang terdiri atas 12 genera tumbuhan berbunga (*Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Xylocarpus*, *Lumnitzera*, *Laguncularia*, *Aegiceras*, *Aegiatilis*, *Snaeda* dan *Conocarpus*) yang termasuk ke dalam delapan famili (Bengen, 2004). Komunitas mangrove hidup di daerah pantai terlindung di daerah tropis dan subtropis (McGill, 1958 dalam Supriharyono, 2007).

Ekosistem mangrove adalah suatu sistem di alam tempat berlangsungnya kehidupan yang mencerminkan hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya dan diantara makhluk hidup itu sendiri, terdapat pada wilayah pesisir, terpengaruh pasang surut air laut, dan didominasi oleh spesies pohon atau semak yang khas dan mampu tumbuh dalam perairan asin/ payau (Santoso, 2000).

Menurut Bengen (2001), penyebaran dan zonasi hutan mangrove tergantung oleh berbagai faktor lingkungan. Mulai dari zona yang dekat dengan laut sampai zona yang paling dekat dengan daratan (Gambar 1). Zonasi yang paling umum ada empat macam yaitu :

- a) *The Exposed Mangrove* (zona terluar, paling dekat dengan laut). Secara umum zona ini didominasi oleh *Sonneratia alba*, *Avicennia alba* dan *Avicennia marina*.
- b) *Central Mangrove* (zona pertengahan antara laut dan darat). Secara umum zona ini didominasi oleh jenis-jenis *Rhizophora*, kadang juga ditemui jenis *Bruguiera*.
- c) *The Rear Mangrove* (back mangrove, landward mangrove, areal yang paling dekat dengan daratan). Zona ini biasanya tergenangi oleh pasang tinggi saja. Seringkali didominasi oleh jenis-jenis *Bruguiera*, *Lumnitzera*, *Xylocarpus* dan *Pandanus sp.*
- d) *Brackish Stream Mangrove* (aliran sungai dekat mangrove yang berair payau). Pada zona ini sering dijumpai komunitas *Nypa fruticans* dan kadang dijumpai *Sonneratia caseolaris* serta *Xylocarpus granatum*.



Gambar 1. Zonasi Ekosistem Mangrove

sumber : www.sahabatbakau.com (2012)

Komposisi flora yang terdapat pada ekosistem mangrove ditentukan oleh beberapa faktor penting seperti kondisi jenis tanah dan genangan pasang surut. Di pantai terbuka, pohon yang dominan dan merupakan pohon perintis (pionir)

umumnya adalah api-api (*Avicennia*) dan pedada (*Sonneratia*). Api-api cenderung hidup pada tanah yang berpasir agak keras sedangkan pedada pada tanah yang berlumpur lembut (Nontji, 2007). Hewan-hewan yang hidup di ekosistem mangrove berasal dari darat, laut dan air tawar (Romimohtarto, 2001).

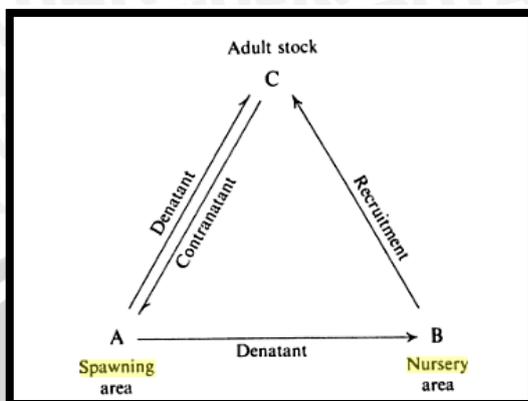
Kebiasaan meliang banyak terdapat pada hewan mangrove. Liang-liang itu digunakan untuk tempat hidup, makan, bernapas, sembunyi dan berbiak. Beberapa hewan mangrove beradaptasi hidup melekat pada akar mangrove. Tiram mangrove biasa menempel pada akar *Rhizophora*, biasanya bersama komunitas kecil yang terdiri dari keong, kerang, kepiting, udang, teritip, Isopoda, Amphipoda, cacing dan ikan (Romimohtarto, 2001).

2.2 ***Spawning Ground, Nursery Ground, dan Feeding Ground***

Sebagai salah satu ekosistem pesisir, hutan mangrove merupakan ekosistem yang unik dan rawan. Ekosistem ini mempunyai fungsi ekologis dan ekonomis. Fungsi ekologis hutan mangrove antara lain sebagai pelindung garis pantai, mencegah intrusi air laut, tempat hidup (*habitat*), tempat mencari makan (*feeding ground*), tempat pengasuhan dan pembesaran (*nursery ground*), tempat pemijahan (*spawning ground*) bagi aneka biota perairan, serta sebagai pengatur iklim mikro (Rochana, 2010).

Chusing dan Walsh (1976) melambangkan migrasi sebagai gerakan dari *spawning ground* ke *nursery ground*, selanjutnya dari *nursery ground* ke *feeding ground*, dan dari *feeding ground* kembali lagi ke *spawning ground*, dengan bentuk segitiga siklus kehidupan (Gambar 2). Pemijahan biasanya terjadi pada daerah yang bersuhu lebih tinggi, kemudian telur menetas menjadi larva pada *spawning ground*. Larva selanjutnya hanyut oleh arus dan terbawa hingga menuju ke *nursery ground*. Disana larva akan tumbuh menjadi hewan dewasa. Hewan dewasa selanjutnya akan bermigrasi ke tempat lain untuk mencari makan

dan menemukan *feeding ground*. Saat hewan dewasa siap untuk memijah, dia akan kembali ke tempat semula dilahirkan yaitu *spawning ground*.



Gambar 2. Segitiga Siklus Migrasi
sumber : (Chusing dan Walsh, 1975)

2.3 Makrozoobentos

Makrozoobentos adalah organisme yang melekat di dasar perairan yang dapat terlihat dengan mata biasa. Biasanya menempati ruang kecil antara batuan di dasar dalam runtunan bahan organik, di atas batang kayu dan tanaman air atau di dalam sedimen halus, dan biasanya berukuran lebih besar dari 1 mm. Kelompok organisme makrozoobentos ini biasanya tersusun atas empat kelompok, yaitu Polychaeta, Crustacea, Echinodermata, dan Mollusca (Nybakken, 1988).

Komunitas dari organisme yang hidup di dalam, atau diluar dasar perairan biasa dikenal dengan “benthos”. Komunitas benthik tergolong rumit, karena terdapat cakupan yang luas dari organisme bakteri hingga tumbuhan (phytobenthos) dan hewan (zoobenthos) dan berasal dari level jaring-jaring makanan yang berbeda.

Berdasarkan ukuran tubuhnya ada 3 klasifikasi pada benthos yaitu mikrobenthos (< 0,1 mm), meiobenthos (0,1 – 1 mm) dan makrobenthos (> 1 mm). Sedangkan berdasarkan tempat hidupnya, benthos dapat dikelompokkan

sebagai epifauna yaitu yang hidup menempel pada daun-daun lamun/ rumput laut dan diatas dasar laut, dan infauna yaitu yang hidup di dalam sedimen (Odum, 1971). Sedangkan menurut Davide dan Marcos (2010), benthos dapat diklasifikasikan menjadi 4, yaitu : microbenthos <0.063 mm, meiobenthos 0.063–1.0 (or 0.5) mm, macrobenthos >1.0 mm dan, megabenthos > 10.0 mm.

Makrozoobentos memerankan peran penting pada fungsi estuari. Spesies benthik ini terbagi atas beberapa kelompok dan mereka adalah bagian utama di dalam rantai makanan. Menurut Prabang (2006), makrozoobentos berperan sebagai bioindikator perairan. Makrozoobentos merupakan komponen biotik yang sangat strategis untuk dikaji mekanisme adaptasinya terhadap pencemaran karena memiliki daya adaptasi terhadap dampak pencemaran yang terjadi. Makrozoobentos melakukan proses makan dengan sistem filter feeder, yaitu dengan menyaring bahan-bahan organik pada air yang masuk ke dalam tubuh. Menurut United Stated EPA (2001), pada proses ini juga terjadi remineralisasi yaitu berubahnya bahan organik menjadi bahan anorganik (nutrien) yang kemudian dilepas pada kolom air. Proses remineralisasi inilah yang penting sebagai sumber nutrien pada lautan dan ini penting dalam pemeliharaan tingkat produktivitas primer pada estuari.

2.4 Makrozoobentos yang Ditemukan

Berdasarkan hasil identifikasi, makrozoobentos yang ditemukan di Taman Hutan Raya Ngurah Rai terbagi menjadi 10 spesies, yaitu *Uca dussumieri*, *Uca triangularis*, *Uca coarctata*, *Thalassina squamifera*, *Cerithidea quadrata*, *Cerithidea cingulata*, *Chicoreus capucinus*, *Tectus fenestratus*, *Cypraea vitellus*, dan *Polinices mammilla*. Berikut adalah taksonomi dan informasi singkat mengenai makrozoobentos di Taman Hutan Raya Ngurah Rai yang telah diidentifikasi.

- ***Uca dussumieri***



Gambar 3. *Uca dussumieri*
sumber : www.roboastra.com (2014)

Taksonomi :

Kingdom : Animalia - C. Linnaeus, 1758 - animals

Phylum : Arthropoda - Latreille, 1829 - Arthropods

Class : Malacostraca - Latreille, 1802

Superorder : Eucarida - Calman, 1904

Order : Decapoda - Latreille, 1802 - Decapods

Family : Ocypodidae - Rafinesque, 1815

Genus : *Uca* - Leach, 1814

Scientific name: *Uca dussumieri* (H. Milne-Edwards 1852)

Nama Umum : Kepiting Biola, *Fiddler Crab*

Kepiting biola adalah golongan kepiting yang memiliki capit besar sebelah.

Uca dussumieri mungkin adalah spesies yang paling melimpah keberadaanya dari subgenusnya, ditemukan di kawasan mangrove mulai dari Timur India, hingga Cina. *Uca dussumieri* Jantan memiliki salah satu capit yang lebih besar, sedangkan betina memiliki capit yang sama besarnya. Para pejantan menggunakan capit mereka untuk bertarung memperebutkan makanan atau betina. Selain itu pejantan juga menggunakan capitnya untuk menarik sang betina, dengan cara melambaikannya (Crane, 1975).

- ***Uca triangularis***



Gambar 4. *Uca Triangularis*
 Sumber : web.nchu.edu.tw (2013)

Taksonomi :

Kingdom : Animalia - C. Linnaeus, 1758 - animals

Phylum : Arthropoda - Latreille, 1829 - Arthropods

Class : Malacostraca - Latreille, 1802

Order : Decapoda - Latreille, 1802 - Decapods

Family : Ocypodidae - Rafinesque, 1815

Genus : *Uca* - Leach, 1814

Scientific name: *Uca triangularis* (A. Milne-Edwards 1873)

Nama Umum : Kepiting Biola, *Fiddler Crab*

Uca triangularis hanya hidup di satu atau dua habitat terpencil yang biasanya jauh dari pasang surut air laut dan biasanya sering diperairan sungai hampir payau. Spesies ini biasanya melakukan kegiatan sosial dalam keadaan nocturnal dan makan di keadaan diurnal. Jenis ini telah terbukti sangat aktif dalam berbagai musim, pasang surut, fase bulan, siang dan malam, habitat, dan geografis. *Uca triangularis* biasanya ditemukan pada perairan payau dan di tepi sungai dekat pasang surut, selalu terlindung dari perairan terbuka serta dari kontak matahari yang terlalu banyak (Crane, 1975).

- ***Uca coarctata***



Gambar 5. *Uca coarctata*

Sumber : www.manko-mizudori.net (2014)

Taksonomi :

Kingdom : Animalia - C. Linnaeus, 1758 - animals

Phylum : Arthropoda - Latreille, 1829 - Arthropods

Class : Malacostraca - Latreille, 1802

Order : Decapoda - Latreille, 1802 - Decapods

Family : Ocypodidae - Rafinesque, 1815

Genus : *Uca* - Leach, 1814

Scientific name: *Uca coarctata* (H. Milne-Edwards 1852)

Nama Umum : Kepiting Biola, *Fiddler Crab*

Menurut Crane (1975), spesies ini adalah yang paling terlihat berwarna-warni dari kepiting lainnya. Biasanya berwarna merah, dan sering dengan putih atau biru, dengan karapas berwarna hitam. *Uca coarctata* berada dari Sumatera ke Kepulauan Fiji dan dari barat laut Australia ke Filipina utara.

- ***Thalassina squamifera***



Gambar 6. *Thalassina squamifera*

Sumber : wamuseum.com.au (2006)

Taksonomi :

Kingdom : Animalia - C. Linnaeus, 1758 - animals

Phylum : Arthropoda - Latreille, 1829 - Arthropods

Epiclass : Eucrustacea

Class : Malacostraca - Latreille, 1802

Order : Decapoda - Latreille, 1802 - Decapods

Family : Thalassinidae - Latreille, 1831

Genus : *Thalassina* - Latreille, 1806

Scientific name: *Thalassina squamifera* de Man, 1915

Nama umum : Lobster mangrove, *mud lobster*

Thalassina squamifera adalah hewan lobster yang dapat tumbuh hingga panjang 30 cm (12 inch), tetapi biasanya memiliki panjang 6-20 cm (2,4-7,9 inch). Rentang warna dari lobster ini mulai pucat hingga coklat gelap dan hijau kecoklatan. Karapasnya berbentuk panjang dan bulat telur, membentang dengan ukuran kurang dari sepertiga dari panjang hewan. Spesies ini hidup di liang hingga kedalaman 2 m, dan aktif di malam hari. Aktifitas menggali memiliki peran penting dalam ekosistem mangrove yaitu membawa bahan organik naik dari sedimen. Keluaran hewan dapat berbentuk gundukan gunung berapi ketinggian 3 m (10 kaki) dan sangat penting bagi banyak spesies lain seperti *Odontomachus malignus* (semut), *Episesarma singaporense* (kepiting), *Wolffogebia phuketensis* (udang lumpur), *Littoralis idioclis* (laba-laba), *Acrochordus granulatus* (ular), *Excoecaria agallocha* (bakau) dan rayap sebagai tempat tinggal mereka. Aktifitas menggali dapat menyebabkan *T.squamifera* dikategorikan sebagai hama, jika mereka hidup di wilayah tambak. Aktifitas penggalian tersebut dapat melemahkan tanggul yang melindungi tambak (Encyclopedia,2013).

- ***Cerithidea quadrata***



Gambar 7. *Cerithidea quadrata*

Sumber : www.wildsingapore.com (2014)

Taksonomi :

Kingdom : Animalia - C. Linnaeus, 1758 - animals

Phylum : Mollusca - (C. Linnaeus, 1758) Cuvier, 1795 - Molluscs

Class : Gastropoda - Cuvier, 1795 - Snails and Slugs

Order : Sorbeoconcha - Ponder & Lindberg, 1997

Family : Potamididae - H. Adams & A. Adams, 1854

Genus : *Cerithidea* - W.A. Swainson, 1840

Scientific name: *Cerithidea quadrata* Sowerby, 1866

Nama umum : siput nenek

Maksimum panjang cangkang dari *Cerithidea quadrata* adalah 5,5 cm, biasanya 4,5 cm. Biasa ditemukan di area mangrove atau perairan payau.

Seringkali ditemukan memanjat pohon (mangrove) untuk memakan alga yang tumbuh pada akar atau batang. Biasa ditemukan bersama dengan *Cerithideo obtusa*. Biasanya spesies ini dikumpulkan sebagai makanan pada beberapa area Selatan Asia, Bagian Barat Samudra Hindia, dan Pasifik Timur, mulai dari laut Andaman hingga Indonesia bagian barat (Poutiers, 1998).

- ***Cerithidea cingulata***



Gambar 8. *Cerithidea cingulata*
Sumber : digiarch.sinica.edu.tw (2014)

Taksonomi :

Kingdom : Animalia - C. Linnaeus, 1758 - animals

Phylum : Mollusca - (C. Linnaeus, 1758) Cuvier, 1795 - Molluscs

Class : Gastropoda - Cuvier, 1795 - Snails and Slugs

Order : Sorbeoconcha - Ponder & Lindberg, 1997

Family : Potamididae - H. Adams & A. Adams, 1854

Genus : *Cerithidea* - W.A. Swainson, 1840

Scientific name: *Cerithidea cingulata* (Gmelin, 1791)

Nama umum : siput nenek

Menurut Poutiers (1998), panjang maksimum cangkang dari *Cerithidea cingulata* adalah 4.5 cm, biasanya 3,5 cm. Biasa ditemukan di area berlumpur dekat dengan mangrove, dan di perairan payau, atau perairan sangat asin.

Terkadang, dapat dijumpai 500 individu dalam 1 meter persegi. Biasa hidup di atas permukaan lumpur yang berupa cairan kental. Biasanya spesies ini dikumpulkan sebagai makanan pada beberapa area Filipina, Pasifik bagian barat, dari India dan Srilanka hingga Papua.

- ***Chicoreus capucinus***



Gambar 9. *Chicoreus capucinus*
Sumber : www.conchology.be (2014)

Taksonomi :

Kingdom : Animalia - C. Linnaeus, 1758 - animals

Phylum : Mollusca - (C. Linnaeus, 1758) Cuvier, 1795 - Molluscs

Class : Gastropoda - Cuvier, 1795 - Snails and Slugs

Order : Sorbeoconcha - Ponder & Lindberg, 1997

Family : Muricidae - Rafinesque, 1815 - Drills

Genus : *Chicoreus* - Montfort, 1810

Scientific name: *Chicoreus capucinus* (Lamarck, 1822)

Nama umum : siput karang

Bentuknya seperti bor besar dan bertekstur agak rumit. *Chicoreus capucinos* biasa ditemui di pohon-pohon bakau. Makanannya adalah teritip yang tumbuh pada batang bakau. Memiliki panjang cangkang maksimum yaitu 9 cm, biasanya berukuran 4-5 cm. Cangkangnya tebal dan penuh pahatan. Biasanya tersembunyi di balik kayu, dan memangsa teritip yang menempel pada kayu tersebut (Wildsingapore, 2013).

- ***Tectus fenestratus***



Gambar 10. *Tectus fenestratus*
Sumber : www.liveaquaria.com (2014)

Taksonomi :

Kingdom : Animalia - C. Linnaeus, 1758 - animals

Phylum : Mollusca - (C. Linnaeus, 1758) Cuvier, 1795 - Molluscs

Class : Gastropoda - Cuvier, 1795 - Snails and Slugs

Order : Vetigastropoda

Family : Trochidae - C.S. Rafinesque, 1815 - Top Snails

Genus : *Tectus* - Montfort, 1810

Scientific name: *Tectus fenestratus* (Gmelin, 1791)

Nama umum : -

Tectus fenestratus memiliki tubuh yang rucing seperti kerucut. Panjang dari cangkangnya bisa mencapai 7 cm, biasanya 5 cm. Biasa ditemukan pada pantai berbatu, dan di area berlumpur. Cangkang *T.fenestratus* dan cangkang gastropod lainnya biasa dijual sebagai hiasan dan dijual di pasar tradisional di daerah Filipina Utara dan Tengah. Biasa ditemukan di Pasifik Barat, dari Samudra Hindia hingga ke Melanesia, Filipina utara hingga selatan (Poutiers, 1998).

- *Cypraea vitellus* L.



Gambar 11. *Cypraea vitellus*

Sumber : www.gastropods.com (2014)

Taksonomi :

Kingdom : Animalia - C. Linnaeus, 1758 - animals

Phylum : Mollusca - (C. Linnaeus, 1758) Cuvier, 1795 - Molluscs

Class : Gastropoda - Cuvier, 1795 - Snails and Slugs

Order : Sorbeoconcha - Ponder & Lindberg, 1997

Family : Cypraeidae - C.S. Rafinesque, 1815

Genus : *Cypraea* - C. Linnaeus, 1758

Scientific name: *Cypraea vitellus* L., 1758

Nama umum : Cowry

Warna sisi dorsal biasanya coklat kekuningan dengan 2 garis melintang berwarna pucat, dengan hamburan bintik-bintik putih yang menonjol dari berbagai ukuran. Sisi lateral lurik dan melintang dengan warna putih krem. Panjang maksimum dari *Cypraea vitellus* mencapai 10 cm, dengan rata-rata tumbuh sampai 7 cm. Habitatnya biasa berada pada daerah terumbu karang dan pantai berbatu. Umumnya ditemukan di perairan dengan pasang rendah, di bawah karang, atau di antara lamun, dan terkadang terkubur di pasir (Poutiers, 1998).

- ***Polinices mammilla***



Gambar 12. *Polinices mammilla*

Sumber : www.flickr.com (2012)

Taksonomi :

Kingdom : Animalia - C. Linnaeus, 1758 - animals

Phylum : Mollusca - (C. Linnaeus, 1758) Cuvier, 1795 - Molluscs

Class : Gastropoda - Cuvier, 1795 - Snails and Slugs

Order : Sorbeoconcha - Ponder & Lindberg, 1997

Family : Naticidae - L. Guilding, 1834 - Moon Snails

Genus : *Polinices* - Montfort, 1810

Scientific name: *Polinices mammilla*

Nama umum : moonsnail

Pada cangkang *Polinices mammilla* terkadang terdapat bintik-bintik samar, atau dengan noda kekuningan. Panjang cangkang maksimum adalah 6 cm, dengan rata-rata biasa ditemukan dengan ukuran 5 cm. Spesies ini melimpah pada daerah pantai berpasir, dan sering dikaitkan dengan terumbu karang. Biasa dikumpulkan dalam jumlah besar untuk dijadikan makanan di Thailand, dan cangkang digunakan sebagai kerajinan tangan. Tersebar luas di Pasifik Indo-Barat, dari Timur dan Afrika Selatan ke Polinesia timur; utara ke Jepang dan Hawaii, dan selatan ke selatan Queensland (Poutiers, 1998).

2.5 Rentang Hidup (*Lifespan*)

Menurut James (2000), rentang hidup (*lifespan*) merupakan karakteristik sejarah kehidupan dari organisme yang mengacu pada durasi perjalanan hidupnya. Penerapan konsep ini langsung pada tingkat individu maupun kelompok. Konsep ini juga berguna untuk menentukan periode antara kelahiran hingga kematian sebuah individu dan panjang rata-rata kehidupan sebuah kelompok. Namun, ketika masa hidup diterapkan pada populasi atau spesies membutuhkan pengubah untuk menghindari ambiguitas. Rentang hidup maksimum yang diamati adalah diverifikasi usia tertinggi pada kematian, mungkin terbatas pada populasi tertentu, kelompok atau spesies dalam jangka waktu tertentu. Keseluruhan usia tertinggi untuk spesies disebut sebagai rekor rentang hidupnya (*record lifespan*). Secara teoritis usia tertinggi yang dapat dicapai dikenal baik sebagai potensi maksimum rentang kehidupan.

Menurut Azinet (2009), rentang hidup (*lifespan*) sangat beragam dari spesies ke spesies lainnya. Di alam liar, hewan merupakan objek untuk diserang oleh predator atau kompetitor, mengalami kesulitan mencari makanan, dan bertahan pada kondisi lingkungan yang buruk. Hewan yang lebih tua, atau lemah akan sulit bertahan. Di bawah pemeliharaan laboratorium atau manusia, hewan memiliki makanan yang cukup dan terlindungi dari ancaman predator, dan kondisi alam yang buruk. Hewan peliharaan mendapat perhatian kesehatan, dan hal ini menyebabkan mereka lebih berumur panjang daripada hewan liar. Rata-rata rentang hidup (*lifespan*) dari hewan liar lebih pendek daripada hewan peliharaan, namun terkadang rentang hidup (*lifespan*) maksimum terjadi pada hewan liar. Berikut adalah deskripsi sampel dari makrozoobentos yang ditemukan di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi Sampel Makrozoobentos

	Ukuran, Umur	Habitat	Klim	Distribusi	Makanan	Deskripsi singkat
<i>Uca dussumieri</i>	Lebar karapas = 3-5 cm, Umur = 1-2 tahun	Pinggir aliran sungai berlumpur yang dekat mulut sungai dan berada di hutan bakau.	Tropis	Indo-Pasifik Timur (China-Taiwan, Thailand, Indonesia, Australia Utara, dan Papua New Guinea).	Organisme mikroskopik, algae, bakteri.	<i>U. dussumieri</i> mungkin adalah jenis yang paling melimpah dari subgenus lainnya nya, Ciri-cirinya :bermata panjang. karapas hitam, penyempitan ke arah belakang. Pejantan memiliki satu capit besar, kasar, jari jari berwarna putih.
<i>Uca triangularis</i>	Lebar karapas = 2-5 cm, Umur = 1-2 tahun	<i>U. triangularis</i> biasanya terdapat pada perairan payau dan di tepi sungai yang terkena pasang surut.	Tropis	Indo-Pasifik Timur : Australia, Indonesia, Malaysia, Filipina, Taiwan, China, dan Papua New Guinea.	Organisme mikroskopik, alga, bakteri.	Dalam beberapa sub spesies Warna karapas terkadang sepenuhnya oranye, kuning, atau putih, baik sepanjang hari dan malam hari atau hanya selama periode sinar matahari cerah.
<i>Uca coarctata</i>	Lebar karapas = 2-5 cm, Umur = 1-2 tahun	Pinggir sungai yang berlumpur, miring atau curam, dekat dengan mulut sungai dan rawa. Selalu dekat vegetasi dan terlindungi dari sinar matahari.	Tropis	Indo-Pasifik Timur: Australia Utara, Indonesia, Filipina, Papua New Guinea, dan Taiwan.	Organisme mikroskopik, alga, bakteri.	Bermata panjang. Pejantan memiliki satu capit besar, berwarna orange, ujung jari putih. White spot pada kaki jalan.

	Ukuran, Umur	Habitat	Iklim	Distribusi	Makanan	Deskripsi singkat
<i>Thalassina squamifera</i>	Panjang = 16 cm, Umur = 16 tahun	<i>Thalassina squamifera</i> mendiami lumpur di dekat atau di antara bakau. Lobster jarang terlihat karena mereka sebagian besar aktif di malam hari.	Tropis	Ditemukan di sepanjang pantai Asia terutama dari Kerala, India ke Vietnam, termasuk Sri Lanka and the Andaman and Nicobar Islands.	Material organik di lumpur	Berwarna pucat hingga coklat gelap dan hijau kecoklatan. Karapas berbentuk tinggi dan bulat telur, membentang di atas kurang dari sepertiga dari panjang seluruh tubuh.
<i>Cerithidea quadrata</i>	Panjang = 4.5 cm, Umur = 1-2 tahun	Terdapat di kawasan mangrove dan tambak payau. Sering memanjat pohon untuk memakan alga yang tumbuh pada akar dan batang.	Tropis	Asia Selatan, bagian Timur Samudra Hindia dan Pasifik barat, dari Laut Andaman hingga Indonesia Timur; Utara Vietnam dan Filipina.	Alga, detritus	Cangkang berbentuk aksial dan spiral, Columella tanpa Cekungan spiral, bibir luar tidak diperluas dengan flaring.
<i>Cerithidea cingulata</i>	Panjang = 5.5 cm, Umur = 1-2 tahun	Berlimpah di perairan berlumpur dekat bakau dan payau atau tambak. Biasanya hidup di lapisan bawah atas lumpur yang hampir cair.	Tropis	Indo-Pasifik Timur: dari India dan Sri Lanka hingga Papua New Guinea, utara Jepang dan selatan Queensland.	Alga, detritus	Cangkang berbentuk aksial dan spiral, Columella tanpa Cekungan spiral, bibir luar diperluas dengan flaring.
<i>Chicoreus capucinus</i>	Panjang = 6 cm, Umur = 1 tahun	Pada umumnya, <i>Chicoreus capucinus</i> hidup pada hutan mangrove di tepi pantai berlumpur dekat dengan sungai.	Tropis	Indo-Pasifik Timur, dari selatan Africa hingga Micronesia and Melanesia; Jepang utara hingga pulau Fiji.	Teritip	<i>Chicoreus capucinus</i> adalah spesies siput laut, moluska gastropoda laut dalam keluarga Muricidae, siput atau bekicot murex rock.
<i>Tectus fenestratus</i>	Panjang = 3.5 cm, Umur = 4 tahun	Ditemukan pada pantai berbatu, biasanya di daerah berlumpur.	Tropis	Indo-Pasifik Timur, dari bagian Barat Samudra Hindia hingga Melanesia; dan Utara Filipina hingga selatan Queensland.	Alga	Cangkang padat memiliki bentuk kerucut. Berwarna putih atau keabu-abuan, berbintik-bintik dan yg dilapiskan dgn noda dengan hijau, atau coklat. Dasar

	Ukuran, Umur	Habitat	Iklim	Distribusi	Makanan	Deskripsi singkat
						cangkang berwarna putih.
<i>Cypraea vitellus</i>	Panjang = 4.5 cm, Umur = 3 tahun	Ditemukan pada daerah habitat terumbu karang dan berbatu, pada umumnya diperairan pasang yang dangkal, bersembunyi di bawah karang dan batu, atau di antara rumput laut, kadang-kadang setengah terkubur di pasir.	Tropis	Widespread in the Indo-Pacific, from East Africa, including Madagascar, the Red Sea and the Persian Gulf, to eastern Polynesia and Clipperton Island off Central America; north to Japan, Midway and Hawaii, and south to central New South Wales and New Zealand.	Alga, detritus	Cangkang berbentuk bulat telur seperti pipir. Terdapat garis lateral yang melintang,
<i>Polinices mammilla</i>	Panjang = 5-6 cm, Umur = 1 tahun	Spesies ini melimpah pada daerah pantai berpasir, dan sering dikaitkan dengan terumbu karang,	Tropis	Tersebar luas di Pasifik Indo-Barat, dari Timur dan Afrika Selatan ke Polinesia timur; utara ke Jepang dan Hawaii, dan selatan ke selatan Queensland.	Kerang dan siput kecil,	Pada cangkang <i>Polinices mammilla</i> terkadang terdapat titik-titik samar, atau dengan noda kekuningan. Panjang cangkang maksimum adalah 6 cm, dengan rata-rata biasa ditemukan dengan ukuran 5 cm.

Sumber : * Poutiers (1998)

* Crane (1975)

* Wildsingapore (2014)

2.6 Asosiasi Makrozoobentos dan Ekosistem Mangrove

Menurut Restu (2000), struktur komunitas gastropoda di ekosistem mangrove yang ditemukan dalam keadaan stabil dengan keanekaragaman spesies dan persebaran jumlah individu setiap jenis yang merata, komunitas yang seragam serta tidak ditemukan adanya spesies yang mendominasi. Hasil analisis regresi berganda memperlihatkan bahwa suhu, salinitas, DO, dan pH tidak memberikan pengaruh yang signifikan (nyata) terhadap kepadatan gastropoda, sebaliknya kerapatan mangrove memberikan pengaruh yang signifikan.

Biota golongan invertebrata adalah komponen penting yang menyediakan berbagai sumber makanan bagi manusia dan hewan lain yang lebih tinggi tingkatan trofiknya. Makrozoobentos memproduksi berjuta larva dalam bentuk meroplankton yang mendukung populasi ikan dan menjaga keseimbangan ekosistem dengan membuat lubang, sehingga air dan udara dapat masuk ke dalam tanah (Chaudhuri & Choudhury 1994 in Fitriana 2006). Umumnya mangrove ditempati oleh kepiting (*Uca*, *Cardisoma*, *Cleistostoma*), udang, Moluska (*Littorinidae*, *Ellobiidae* dan *Potamididae*), serta beberapa jenis *Polikaeta* (Nybakken 1988).

2.7 Indeks Struktur Komunitas

Dalam stuktur komunitas terdapat 5 karakteristik yang dapat diukur, yaitu keanekaragaman, keseragaman, dominansi, kelimpahan, relative dan pola pertumbuhan (Odum, 1971). Keanekaragaman, keseragaman dan dominansi selain merupakan kekayaan jenis, juga keseimbangan pembagian jumlah individu tiap jenis. Pengertian keanekaragaman jenis bukan hanya sinonim dari

banyaknya jenis, melainkan sifat komunitas yang ditentukan oleh banyaknya jenis serta pemerataan hidup individu tiap jenis.

Kelimpahan suatu organisme dalam suatu perairan dapat dinyatakan sebagai jumlah individu persatuan luas atau volume. Sedangkan kepadatan relatif adalah perbandingan antara kelimpahan individu tiap jenis dengan keseluruhan individu yang tertangkap dalam suatu komunitas. Dengan diketahuinya nilai kepadatan relatif maka akan didapat juga nilai indeks dominansi. Sementara kepadatan jenis adalah sifat suatu komunitas yang menggambarkan tingkat keanekaragaman jenis organisme yang terdapat dalam komunitas tersebut. Kepadatan jenis tergantung dari pemerataan individu dalam tiap jenisnya. Kepadatan jenis dalam suatu komunitas dinilai rendah jika pemerataannya tidak merata (Odum, 1993).

Indeks keanekaragaman (H') dapat diartikan sebagai suatu penggambaran secara sistematis yang melukiskan struktur komunitas dan dapat memudahkan proses analisa informasi mengenai macam dan jumlah organisme. Selain itu keanekaragaman dan keseragaman biota dalam suatu perairan sangat tergantung pada banyaknya spesies dalam komunitasnya. Semakin banyak jenis yang ditemukan maka keanekaragaman akan semakin besar, meskipun nilai ini sangat tergantung dari jumlah individu masing-masing jenis (Wilhm dan Doris 1986). Pendapat ini juga didukung oleh Krebs (1985) yang menyatakan bahwa semakin banyak jumlah anggota individunya dan merata, maka indeks keanekaragaman juga akan semakin besar.

Indeks keanekaragaman (H') merupakan suatu angka yang tidak memiliki satuan dengan kisaran 0 – 3. Tingkat keanekaragaman akan tinggi jika nilai H' mendekati 3, sehingga hal ini menunjukkan kondisi perairan baik. Sebaliknya jika

nilai H' mendekati 0 maka keanekaragaman rendah dan kondisi perairan kurang baik (Odum, 1993).

Keseragaman adalah komposisi jumlah individu dalam setiap Genus atau species yang terdapat dalam komunitas. Nilai keseragaman suatu populasi akan berkisar antara 0–1 dengan kriteria : $0,4 \leq E \leq 0,6$ dengan keseragaman populasi kecil; Keseragaman populasi sedang; sampai dengan keseragaman tinggi (Brower et.al, 1990).

Menurut Leviton (1982) yang dimaksud dengan indeks keseragaman adalah komposisi tiap individu pada suatu spesies yang terdapat dalam suatu komunitas. Indeks keseragaman (e) merupakan pendugaan yang baik untuk menentukan dominasi dalam suatu area. Apabila satu atau beberapa jenis melimpah dari yang lainnya, maka indeks keseragaman akan rendah. Jonathan (1979) menyatakan bahwa jika nilai indeks keseragaman melebihi 0,7 mengindikasikan derajat keseragaman komunitasnya tinggi.

Selanjutnya untuk dominansi dapat diketahui dengan menghitung indeks dominansinya (C), bahwa nilai indeks dominansi yang tinggi (ada yang mendominasi) sedangkan nilai indeks dominansi terkait satu sama lain, dimana apabila organisme beranekaragam berarti organisme tersebut tidak seragam dan tentu ada yang dominan.

2.8 Parameter Lingkungan

2.8.1 Suhu

Suhu perairan merupakan parameter fisika yang sangat mempengaruhi pola kehidupan biota akuatik seperti penyebaran, kelimpahan dan mortalitas (Brower et.al, 1990). Menurut Sukarno (1981) bahwa suhu dapat membatasi sebaran hewan makrobentos secara geografik dan suhu yang baik untuk pertumbuhan hewan makrobentos berkisar antara 25 - 31 °C. Suhu optimal

beberapa jenis Mollusca adalah 20 °C dan apabila melampaui batas tersebut akan mengakibatkan berkurangnya aktivitas kehidupannya (Clark, 1986).

Menurut Nontji (1987), suhu air permukaan diperairan nusantara kita umumnya berkisar antara 28-31°C, dan suhu air didekat pantai biasanya sedikit lebih tinggi dari pada dilepas pantai. Selanjutnya dikatakan bahwa hewan laut hidup batas suhu tertentu, ada yang mempunyai toleransi besar terhadap perubahan suhu, disebut bersifat euritem, sebaliknya ada pula toleransinya sangat kecil disebut bersifat stenoterm. Hewan yang hidup pada zona pasang surut dan sering mengalami kekeringan mempunyai daya tahan yang besar terhadap perubahan suhu.

2.8.2 Salinitas

Salinitas merupakan ciri khas perairan pantai atau laut yang membedakannya dengan air tawar. Berdasarkan perbedaan salinitas, dikenal biota yang bersifat stenohaline dan euryhaline. Biota yang mampu hidup pada kisaran yang sempit disebut sebagai biota bersifat stenohaline dan sebaliknya biota yang mampu hidup pada kisaran luas disebut sebagai biota euryhaline (Supriharyono, 2000).

Salinitas dapat mempengaruhi penyebaran organisme benthos baik secara horisontal, maupun vertikal. Secara tidak langsung mengakibatkan adanya perubahan komposisi organisme dalam suatu ekosistem (Odum, 1993). Menurut Hutabarat dan Evans (1985) kisaran salinitas yang masih mampu mendukung kehidupan organisme perairan, khususnya fauna makrobentos adalah 15 - 35‰.

2.8.3 DO

Oksigen terlarut merupakan variabel kimia yang mempunyai peranan yang sangat penting bagi kehidupan biota air sekaligus menjadi faktor pembatas bagi kehidupan biota. Daya larut oksigen dapat berkurang disebabkan naiknya suhu air dan meningkatnya salinitas. Konsentrasi oksigen terlarut dipengaruhi

oleh proses respirasi biota air dan proses dekomposisi bahan organik oleh mikroba. Pengaruh ekologi lain yang menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut menurun adalah penambahan zat organik (buangan organik) (Connel dan Miller, 1995).

Menurut Basu Arnab (2011) dan M.Shafiqul Islam (2013), DO (Dissolved Oxygen) memiliki hubungan yang kuat dengan makrobentos. Variasi dari DO adalah parameter utama yang menjelaskan keanekaragaman spesies dan kepadatan populasi makrobentos yang ditemukan. Besarnya oksigen terlarut yang ada pada perairan menunjukkan besarnya populasi dari makrobentos.

2.8.4 pH

Nilai pH perairan merupakan salah satu parameter yang penting dalam pemantauan kualitas perairan. Organisme perairan mempunyai kemampuan berbeda dalam mentoleransi pH perairan. Kematian lebih sering diakibatkan karena pH yang rendah daripada pH yang tinggi (Pescod, 1973).

pH merupakan faktor pembatas bagi organisme yang hidup di suatu perairan. Perairan dengan pH yang terlalu tinggi atau rendah akan mempengaruhi ketahanan hidup organisme yang hidup didalamnya (Odum, 1993). Effendi (2003) menambahkan bahwa sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai kisaran pH sekitar 7 – 8,5.

2.8.5 Substrat

Menurut Haidir (2013), makrozoobentos dapat hidup dan ditemukan pada berbagai jenis substrat dan sedimen. Substrat adalah media yang digunakan oleh tanaman untuk tumbuh, seperti halnya mangrove yang memerlukan substrat untuk tumbuh. Makrozoobentos dan mangrove sama –sama membutuhkan substrat untuk kehidupan mereka.

Menurut (Peter, 2001) substrat di kawasan mangrove terdiri dari pasir, lumpur dan tanah liat dalam kombinasi yang berbeda, dan lumpur sebenarnya mengacu pada campuran lumpur dan tanah liat, yang keduanya kaya bahan organik (detritus).

Kondisi tanah merupakan salah faktor yang berkontribusi dari zonasi antara hewan dan tumbuhan, misalnya spesies yang berbeda dari kepiting biola berkembang dalam kondisi tanah yang berbeda, dan sementara tanaman seperti *Avicennia* dan *Sonneratia* tumbuh dengan baik di daerah berpasir, *Rhizophora* tumbuh lebih baik pada lumpur yang kaya akan humus lembut sedangkan *Bruguiera* lebih baik tumbuh pada lempung yang mengandung sedikit bahan organik. Chairunnisa (2004), mengklasifikasikan sedimen menurut ukuran diameter butirannya, yang tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 2. Sedimen Dasar Menurut Ukuran Butirannya

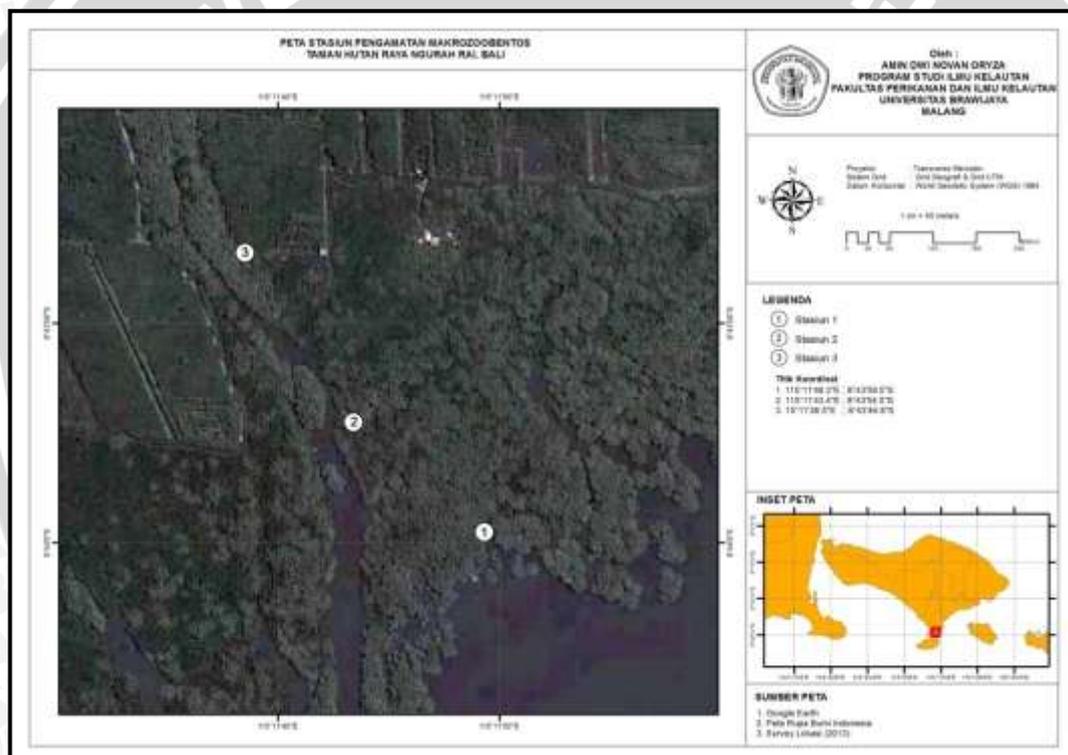
No	Sedimen	Diameter Ukuran (mm)
1.	Batuan (boulders)	> 256
2.	Kerikil (gravels)	2-256
3.	Pasir sangat kasar (very course sand)	1 – 2
4.	Pasir kasar (course sand)	0,5 – 1,0
5.	Pasir(medium sand)	0,25 – 0,50
6.	Pasir halus (find sand)	0,125 – 0,250
7.	Pasir sangat halus (very find sand)	0,0625 – 0,1250
8.	Lumpur (silt)	0,0020 – 0,625
9.	Liat (clay)	0,0005 – 0,0020
10.	Bahan terlarut (dissolved material)	< 0,0005

Sumber : Chairunnisa (2004)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga April di Taman Hutan Raya (TAHURA) Ngurah Rai yang terletak di Jalan By Pass Ngurah Rai, Kecamatan Kuta, Kabupaten Badung, Propinsi Bali. Taman Hutan Raya Ngurah Rai terletak pada koordinat 115° 10' – 115° 15' BT dan 8° 41' - 47' LS dan memiliki kawasan hutan bakau seluas 1.343,5 hektar. Peta Lokasi dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Peta Lokasi Penelitian

3.2 Deskripsi Stasiun Pengamatan

Stasiun pengamatan pada penelitian ini berada pada lokasi Wisata Taman Hutan Raya Ngurah Rai, lokasinya berdekatan dengan kantor BPHM Wil-I, Bali yang beralamat di Jalan By Pass Ngurah Rai, Kecamatan Kuta, Kabupaten Badung, dan Kecamatan Denpasar, Kotamadya Denpasar, Propinsi Bali. Terdapat tiga stasiun pengamatan, yaitu stasiun 1, stasiun 2, dan stasiun 3.

Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan pada tiga titik pengambilan sampel (stasiun), dapat dilihat pada Tabel 3. Penentuan dan pengambilan sampel makrozoobentos dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Penentuan titik pengambilan sampel didasari oleh zonasi hutan mangrove, yaitu stasiun 1 terletak pada zona depan (daerah mangrove yang dekat dengan laut), stasiun 2 terletak pada zona tengah (daerah diantara zona depan dan zona belakang), dan stasiun 3 terletak pada zona belakang (daerah mangrove yang dekat dengan daratan).

Tabel 3. Lokasi dan Titik Koordinat Pengambilan Sampel

Stasiun	Koordinat		Deskripsi Stasiun
	Lintang	Bujur	
1	08° 43 ' 59,5 "	115° 11 ' 49,3 "	Zona depan (daerah mangrove yang dekat dengan laut)
2	08° 43 ' 54,5 "	115° 11 ' 43,4 "	Zona tengah (daerah diantara zona depan dan zona belakang)
3	08° 43 ' 46,8 "	115° 11 ' 38,5 "	Zona belakang (daerah mangrove yang dekat daratan)

Stasiun 1

Stasiun ini berlokasi di daerah yang paling dekat dengan laut. Daerah ini termasuk ke dalam zona depan, ditandai dengan adanya *Sonneratia alba*, *Rhizophora*, dan *Ceriop tagal*. Pengambilan sampel pada stasiun ini dilakukan siang hari pada pukul 13.00 WITA dengan keadaan cuaca cerah dan perairan dalam keadaan surut. Kondisi air berwarna coklat kehijauan, dan oksigen terlarutnya 6,14 mg/L. Kondisi stasiun I dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Kondisi Stasiun 1

Stasiun 2

Stasiun ini berlokasi di daerah diantara zona depan dan zona belakang. Daerah ini termasuk ke dalam zona tengah, ditandai dengan adanya *Sonneratia alba*, *Rhizophora stylosa*, *Rhizophora mucronata*, dan *Aegiceras corniculatum*. Pengambilan sampel pada stasiun ini dilakukan siang hari pada pukul 13.00 WITA dengan keadaan cuaca cerah dan perairan dalam keadaan surut. Kondisi air berwarna kecoklatan, dan oksigen terlarutnya 2,63 mg/L. Kondisi stasiun I dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Kondisi Stasiun 2

Stasiun 3

Stasiun ini berlokasi di daerah paling dekat dengan daratan. Daerah ini termasuk ke dalam zona belakang, ditandai dengan adanya *Rhizopora* dan *Sonneratia caseolaris*. Pengambilan sampel pada stasiun ini dilakukan siang hari pada pukul 13.00 WITA dengan keadaan cuaca cerah dan perairan dalam keadaan surut. Kondisi air berwarna coklat kehijauan jernih, dan oksigen terlarutnya 2,69 mg/L. Kondisi stasiun I dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Kondisi Stasiun 3

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian dibagi menjadi 2 bagian yaitu alat lapang dan alat laboratorium. Alat lapang dan laboratorium tersaji dalam Tabel 4.

Tabel 4. Alat Penelitian

No	Penelitian	Alat	Merk / Spesifikasi	Fungsi
1.	Lapang	Tali raffia	-	Sebagai pembatas transek
		Pensil dan papan dada	-	Mencatat data
		Kamera digital	Canon	Mengambil gambar
		pH paper + kotak standard	Merck	Untuk menghitung nilai pH perairan
		Refraktometer	ATAGO <i>Hand refractometer master - 4T</i>	Mengukur kadar salinitas perairan
		<i>Global Positioning System (GPS)</i>	GPSMAP 76CSx Garmin	Menentukan titik koordinat pengambilan sampel
		Botol DO	-	Wadah sampel untuk pengukuran DO perairan
		Pipet Volume	-	Memindahkan larutan
		Bola Hisap	-	Membantu memindahkan larutan dengan pipet
		Pipet tetes	-	Memindahkan larutan dalam jumlah sedikit
		Termometer Hg	-	Mengukur suhu perairan
		Roll meter	-	Mengukur panjang transek

No	Penelitian	Alat	Merk / Spesifikasi	Fungsi
		Sekop	-	Membantu mengambil sampel makrozoobentos
		Saringan berukuran 1 mm	-	Memisahkan makrozoobentos dengan lumpur
		Toples	-	Wadah sampel makrozoobentos
2.	Laboratorium	Jangka sorong	-	Mengukur panjang sampel makrozoobentos
		Buku identifikasi <i>The Living Marine Resources Of The Western Central Pacific Vol. 1</i> , dan <i>Fiddler Crab's of The Worlds</i>	-	Untuk identifikasi spesies makrozoobentos yang ditemukan

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu bahan lapang dan bahan laboratorium. Bahan lapang dan laboratorium tersaji dalam Tabel 5.

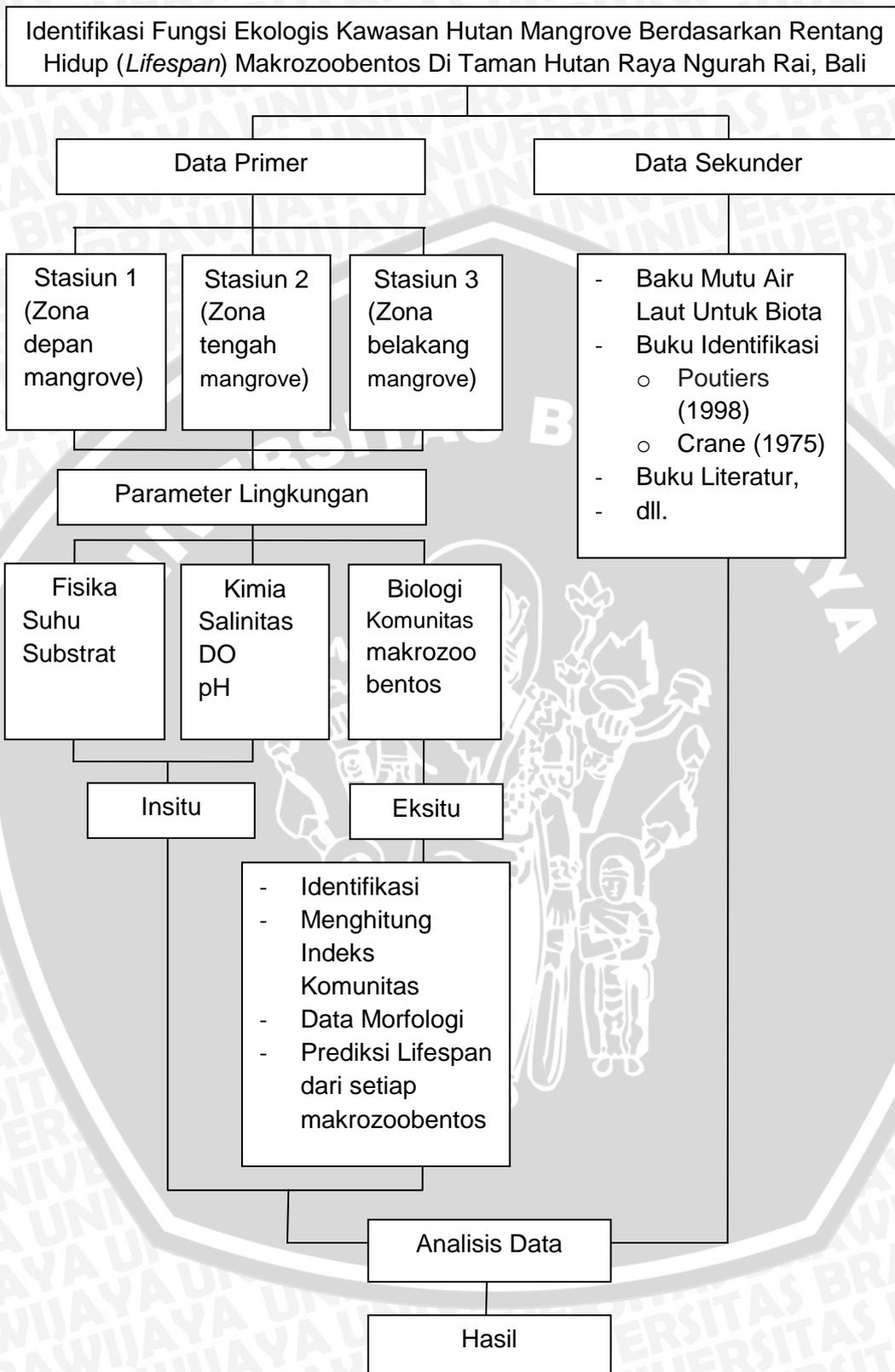
Tabel 5. Bahan Penelitian

No	Penelitian	Bahan	Fungsi
1.	Lapang	Formalin 10%	Mengawetkan sampel
		Alkohol 70%	Mengawetkan sampel
		Akuades	Mensterilkan alat kalibrasi
		Air	Memisahkan sampel dengan lumpur
		MnSO ₄	Mengikat O ₂ dalam air

No	Penelitian	Bahan	Fungsi
		Amylum	Sebagai indikator basa dan warna ungu
		H ₂ SO ₄	Melarutkan endapan coklat
		NaOH+KI	Membuat endapan coklat dan melepas I ₂
		Na ₂ S ₂ O ₃	Sebagai penetrasi dan mengikat I ₂
		Plastik	Wadah sampel sebelum dicuci
		Lakban	Menutup toples lebih rapat
2.	Laboratorium	Air	Membersihkan sampel
		Tisue	Membersihkan sisa air
		Masker	Menahan bau menyengat formalin

3.4 Prosedur Penelitian

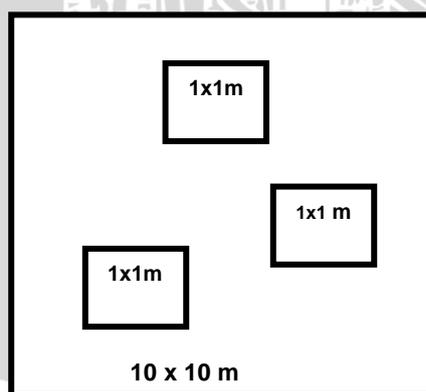
Prosedur penelitian dimulai dengan melakukan pengambilan data primer, yang meliputi suhu, salinitas, DO, pH, substrat, dan makrozoobentos. Data sekunder didapatkan dari perbandingan literatur, meliputi baku mutu air laut untuk biota, buku identifikasi, dan buku literatur lainnya. Selanjutnya dilakukan analisis data untuk mendapatkan hasil dari tujuan penelitian. Alur kerja penelitian dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Alur Kerja Penelitian

3.4.1 Pengambilan Sampel

Terdapat 3 lokasi stasiun masing-masing dengan transek 10 x 10 m yang di dalamnya terdapat 3 transek berukuran 1 x 1 m. Transek pengambilan sampling dapat dilihat pada Gambar 18. Yang pertama dilakukan adalah pengukuran parameter seperti suhu, salinitas, pH, dan DO. Kemudian selanjutnya dilakukan pengambilan contoh makrozoobentos yang ada di substrat dilakukan dengan mengambil substrat dengan bantuan sekop. Seluruh substrat yang selanjutnya disimpan dalam kantong plastik. Pengambilan sampel substrat dilakukan dengan mengambil substrat tanah dengan sekop dan dimasukkan ke dalam plastik. Pemisahan antara makrozoobentos dengan substrat dilakukan di laboratorium lapangan dengan bantuan air serta saringan berukuran 1 mm. Makrozoobentos yang telah terpisah dari substratnya dimasukkan ke dalam larutan formalin agar tidak membusuk dan rusak sebelum diidentifikasi. Dan sampel substrat selanjutnya diidentifikasi di Laboratorium Tanah, Universitas Brawijaya.



Gambar 18. Transek Pengambilan Sampling

3.3.2 Identifikasi Makrozoobentos

Sampel organisme makrozoobentos diidentifikasi di Laboratorium Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Identifikasi dilakukan di laboratorium dengan

menggunakan jangka sorong serta buku identifikasi makrozoobentos. Sampel yang telah berada di dalam toples, dikeluarkan dari dalam toples untuk diidentifikasi. Makrozoobentos dilihat secara visual untuk memisahkan sampel tiap kelasnya. Lalu sampel diidentifikasi menggunakan jangka sorong untuk mengetahui ukurannya, selain itu dilihat secara visual untuk mengetahui ciri – cirinya. Setelah itu dibandingkan dengan buku identifikasi *The Living Marine Resources of the Western Central Pacific Vol 1 : Seaweeds, Corals, Bivalves, and Gastropods*, dan *Fiddler Crab's of The Worlds* untuk mengetahui spesies makrozoobentos.

3.5 Perhitungan Nilai Indeks Struktur Komunitas

Data makrozoobentos yang telah diidentifikasi, kemudian dianalisis dengan melihat kelimpahan, kelimpahan relatif, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominasi dari sampel makrozoobentos. Berikut ini adalah langkah dalam mengolah data sampel makrozoobentos

3.5.1 Kelimpahan

Menurut (Soegianto, 1994), Kemelimpahan adalah jumlah individu per satuan luas atau per satuan volume. Rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Kelimpahan } (D_i) = \frac{n_i}{A}$$

D_i : kemelimpahan individu jenis ke-i

n_i : jumlah individu jenis ke-i

A : luas kotak pengambilan contoh

3.5.2 Kelimpahan Relatif

Kelimpahan relatif individu makrozoobentos dihitung dengan menggunakan rumus Cox (1967) dalam Effendy (1993)

$$\text{Kepadatan Relative (R)} = \frac{n_i}{\sum n} \times 100 \%$$

Dimana :

R = Kelimpahan Relatif

n_i = Jumlah Individu Setiap Jenis

N = Jumlah seluruh individu

3.5.3 Indeks Keanekaragaman

Menghitung Indeks Keanekaragaman (H') jenis dihitung menurut Shannon-Wiener dalam Krebs (1989), sebagai berikut :

$$\text{Indeks Keanekaragaman (H')} = -\sum \left(\frac{n_i}{N} \right) + \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

Dimana :

H' = Indeks Keanekaragaman

N_i = Jumlah individu setiap jenis

N = Jumlah individu seluruh jenis.

Kisaran yang digunakan dalam indeks keanekaragaman adalah

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

3.5.4 Indeks Keseragaman

Sedangkan untuk menghitung Indeks Keseragaman (E) jenis dapat menggunakan rumus Evenness Indeks dari Shannon Indeks of Diversity (Krebs, 1971), sebagai berikut.

$$\text{Indeks Keseragaman (E)} = \frac{H'}{\ln S}$$

Dimana :

E= Indeks Keseragaman

H' = Indeks Keanekaragaman

S= Jumlah species

Kisaran yang digunakan dalam indeks keseragaman adalah

- $0,0 < E \leq 0,5$: komunitas tertekan;
- $0,5 < E \leq 0,75$: komunitas labil dan
- $0,75 < E \leq 1$: komunitas stabil.

3.5.5 Indeks Dominasi

Indeks Dominansi dihitung dengan menggunakan rumus Indeks Of Dominance dari Simpson (Odum, 1971). Sebagai berikut :

$$C = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Dimana :

C = Indeks Dominansi

n_i = Jumlah individu setiap jenis

N = Jumlah individu seluruh jenis

Kisaran yang digunakan dalam indeks keseragaman adalah

- $0,0 < D \leq 0,5$: dominasi rendah;
- $0,5 < D \leq 0,75$: dominasi sedang dan
- $0,75 < D \leq 1$: dominasi tinggi.

3.6 Analisis Clustering

Analisis *cluster* adalah suatu analisis statistik yang bertujuan memisahkan obyek kedalam beberapa kelompok yang mempunyai sifat berbeda antar kelompok yang satu dengan yang lain. Dalam analisis ini tiap-tiap kelompok bersifat homogen antar anggota dalam kelompok atau variasi obyek dalam kelompok yang terbentuk sekecil mungkin (Prayudho, 2008).

Analisis *cluster* akan mengelompokkan obyek-obyek data hanya berdasarkan pada informasi yang terdapat pada data, yang menjelaskan obyek dan relasinya. Tujuan analisis *cluster* adalah agar obyek-obyek di dalam grup adalah mirip (atau berhubungan) satu dengan lainnya, dan berbeda (atau tidak berhubungan) dengan obyek dalam grup lainnya. Semakin besar tingkat kemiripan/ *similarity* (atau homogenitas) di dalam satu grup dan semakin besar tingkat perbedaan diantara grup, maka semakin baik (atau lebih berbeda) clustering tersebut. Dalam penelitian ini, clustering dilakukan pada data makrozoobentos dan data parameter lingkungan. Hal ini untuk mengetahui kesamaan antar stasiun.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan

Pengukuran kualitas air perlu dilakukan pada daerah mangrove tempat pengambilan sampel, bertujuan untuk mengetahui kondisi lingkungan makrozoobentos yang hidup pada daerah mangrove. Hasil pengukuran yang telah dilakukan, diperoleh data seperti yang ada pada Tabel 6 dan baku mutu perairan untuk biota dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan

Stasiun	Parameter				
	Suhu (°C)	DO (mg/L)	pH	Salinitas (‰)	Substrat
1	29	6,14	8	28	Pasir
2	28	2,63	8.5	20	Pasir Berlumpur
3	28	2.69	8.5	17	Pasir Berlumpur
Rata-Rata	28.3	3.82	8.3	20.6	-
Std. dev	± 0.58	± 2	± 0.29	± 5.68	

1. Suhu

Dari hasil pengukuran parameter lingkungan, didapatkan bahwa suhu pada stasiun 1 adalah 29°C, stasiun 2 adalah 28°C, dan stasiun 3 adalah 28°C. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup dalam Lampiran 3 Nomor 51 Tahun 2004, baku mutu suhu untuk biota di mangrove yaitu berkisar antara 28 - 32 °C dan didapatkan suhu rata-rata pada Taman Hutan Raya Ngurah Rai sebesar 28,3°C. Jika suhu rata-rata dibandingkan dengan baku mutu maka didapatkan kondisi kawasan mangrove masih dalam kondisi yang baik untuk kehidupan biota.

2. DO

Dari hasil pengukuran parameter lingkungan, didapatkan bahwa DO pada stasiun 1 adalah 6,14 mg/L, stasiun 2 adalah 2,63 mg/L, dan stasiun 3 adalah 2,69 mg/L. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup dalam Lampiran 3 Nomor 51 Tahun 2004, baku mutu oksigen terlarut (DO) untuk biota yaitu > 5 mg/L. Nilai rata-rata DO yang didapatkan dari ketiga stasiun di ekosistem Taman Hutan Raya Ngurah Rai sebesar 3,82 mg/L. Jika nilai DO rata-rata dibandingkan dengan baku mutu maka didapatkan kondisi kawasan mangrove dalam keadaan kurang baik. Hal ini akan berpengaruh terhadap kehidupan biota perairan mangrove, karena biota membutuhkan oksigen untuk proses respirasi.

3. Salinitas

Dari hasil pengukuran parameter lingkungan, didapatkan bahwa salinitas pada stasiun 1 adalah 25 ‰, stasiun 2 adalah 20 ‰, dan stasiun 3 adalah 17 ‰. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup dalam Lampiran 3 Nomor 51 Tahun 2004, baku mutu salinitas untuk biota yang berada di mangrove yaitu berkisar sampai dengan 34 ‰. Namun diperbolehkan terjadi perubahan salinitas sampai dengan < 5 ‰ rata-rata tiap musimnya. Nilai rata – rata salinitas yang didapatkan dari ketiga stasiun di ekosistem Taman Hutan Raya Ngurah Rai 20,6‰. Dapat disimpulkan bahwa salinitas perairan di taman Hutan Raya Ngurah Rai tergolong rendah. Rendahnya kadar salinitas di perairan tersebut dikarenakan adanya masukan air tawar dari aliran Sungai Badung yang mengakibatkan menurunnya salinitas air.

4. pH

Dari hasil pengukuran parameter lingkungan, didapatkan bahwa pH pada stasiun 1 adalah 8; stasiun 2 adalah 8,5; dan stasiun 3 adalah 8,5. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup dalam Lampiran 3 Nomor 51 Tahun 2004, baku mutu pH untuk biota yaitu berkisar antara 7 – 8,5; namun diperbolehkan jika terjadi perubahan sampai dengan $>0,2$. Nilai rata – rata pH yang didapatkan dari ketiga stasiun di ekosistem 8,3. Nilai tersebut menunjukkan bahwa lokasi tersebut optimal untuk kehidupan biota.

5. Substrat

Dari hasil analisa substrat, di dapatkan hasil bahwa substrat pada stasiun 1 didominasi oleh pasir. Menurut Arief (2003) faktor arus dalam keadaan pasang dan surut sangat mempengaruhi terbentuknya substrat. Saat terjadi pasang, arus membawa partikel-partikel pasir dan debu, dan saat terjadi surut sebagian debu tertarik kembali ke laut namun sebagian besar pasir akan mengendap. Hal ini menyebabkan tipe substrat di stasiun 1 yang berdekatan dengan laut bertipe pasir. Substrat pada stasiun 2 dan 3 tergolong dalam pasir berlumpur. Lokasi ini adalah zona peralihan antara daratan dan laut, material yang dibawa oleh sungai akan mengendap didaerah mangrove karena tertahan oleh perakaran mangrove itu sendiri. Hal tersebut menyebabkan lapisan teratas akan didominasi oleh lumpur (Peter, 2001).

4.2 Hasil Identifikasi Makrozoobentos

Berdasarkan hasil perhitungan dan identifikasi di laboratorium, ditemukan makrozoobentos pada stasiun 1 terdapat 5 spesies, stasiun 2 terdapat 5 spesies, dan stasiun 3 terdapat 7 spesies.

Jenis makrozoobentos yang mendominasi berasal dari Genus *Uca*. Terbagi atas 3 spesies yaitu *Uca dussumieri*, *Uca triangularis*, dan *Uca coarctata*. Jenis lainnya yang juga sering dijumpai berasal dari Genus *Cerithidea*, yang terbagi menjadi 2 spesies yaitu *Cerithidea quadrata* dan *Cerithidea cingulata*. Spesies makrozoobentos lainnya yaitu *Thalassina squamifera*, *Chicoreus capucinus*, *Tectus fenestratus*, *Cypraea vitellus*, dan *Polinices mammilla* hanya ditemukan beberapa dan tidak mendominasi kawasan tersebut.

Dari hasil tersebut makrozoobentos terbagi menjadi 10 spesies, yaitu : *Uca dussumieri*, *Uca triangularis*, *Uca coarctata*, *Thalassina squamifera*, *Cerithidea quadrata*, *Cerithidea cingulata*, *Chicoreus capucinus*, *Tectus fenestratus*, *Cypraea vitellus*, dan *Polinices mammilla*. Gambar spesies yang ditemukan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil identifikasi Makrozoobentos

No	Photo	Gambar Literatur	Species
1.		 sumber : www.roboastra.com (2014)	<i>Uca dussumieri</i>
2.		 Sumber : manko-mizudori.net (2014)	<i>Uca coarctata</i>

No	Photo	Gambar Literatur	Species
3.		 Sumber : web.nchu.edu.tw (2013)	<i>Uca triangularis</i>
4.		 Sumber : wamuseum.com.au (2006)	<i>Thalassina squamifera</i>
5.		 Sumber : digiarch.sinica.edu.tw (2014)	<i>Cerithidea cingulata</i>
6.		 Sumber : wildsingapore.com (2014)	<i>Cerithidea quadrata</i>
7.		 Sumber : www.conchology.be (2014)	<i>Chicoreus capucinus</i>

No	Photo	Gambar Literatur	Species
8.		 Sumber : www.liveaquaria.com (2014)	<i>Tectus fenestratus</i>
9.		 Sumber : www.gastropods.com (2014)	<i>Cypraea vitellus</i>
10.		 Sumber : www.flickr.com (2012)	<i>Polinices mammilla</i>

4.2 Komposisi Makrozoobentos

Pada penelitian ini ditemukan makrozoobentos dari kelas Gastropoda, dan Malacostraca. Makrozoobentos yang ditemukan pada Taman Hutan Raya Ngruh Rai adalah jenis makrozoobentos yang umum ditemukan pada hutan mangrove. Seperti yang dijelaskan oleh Arief (2003), bahwa beberapa jenis makrozoobentos yang sering ditemukan di hutan mangrove Indonesia adalah makrozoobentos dari kelas Gastropoda, Bivalvia, Crustacea, dan Polychaeta. Komposisi makrozoobentos lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Komposisi Makrozoobentos

No.	Nama Spesies	St. 1	St. 2	St.3	Σ
1.	<i>Uca dussumieri</i>	17	22	24	63
2.	<i>Uca triangularis</i>	-	7	7	14
3.	<i>Uca coarctata</i>	-	-	2	2
4.	<i>Thalassina squamifera</i>	-	1	1	2
5.	<i>Cerithieae quadrata</i>	-	10	8	18
6.	<i>Cerithidea cingulata</i>	14	10	12	36
7.	<i>Chicoreus capucinus</i>	-	-	2	2
8.	<i>Tectus fenestratus</i>	1	-	-	1
9.	<i>Cypraea vitellus</i>	2	-	-	2
10.	<i>Polinices mammilla</i>	2	-	-	2
Jumlah					142

Komposisi makrozoobentos yang ditemukan di Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali terdiri dari 10 spesies, yaitu : *Uca dussumieri*, *Uca triangularis*, *Uca coarctata*, *Thalassina squamifera*, *Cerithieae quadrata*, *Cerithidea cingulata*, *Chicoreus capucinus*, *Tectus fenestratus*, *Cypraea vitellus*, dan *Polinices mammilla*. Jumlah dari seluruh makrozoobentos yang ditemukan di stasiun 1, stasiun 2, dan stasiun 3 adalah 142 individu.

Makrozoobentos dengan jumlah tertinggi adalah *Uca dussumieri* yaitu ditemukan 63 individu dalam 3 stasiun. Golongan *Uca* memiliki jumlah yang tinggi di dalam ekosistem mangrove. Seperti yang dijelaskan Mulyanto (2013) bahwa organisme pemakan detritus seperti kepiting biola diuntungkan dengan banyaknya jumlah makanan berupa detritus yang melimpah dari serasah yang dihasilkan vegetasi mangrove. Jadi dapat disimpulkan bahwa lebat vegetasi mangrove berpengaruh pada banyaknya golongan *Uca*.

Pada komposisi makrozoobentos di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, jumlah paling rendah adalah *Tectus fenestratus*. Menurut Poutiers (1998) *Tectus fenestratus* biasa hidup pada daerah pantai berbatu dan berlumpur. Spesies ini jarang ditemukan keberadaannya di kawasan mangrove. Rendahnya jumlah

spesies kemungkinan disebabkan karena spesies ini berasal dari daerah laut didepan hutan mangrove dan terbawa arus sehingga spesies ini ditemukan pada kawasan hutan mangrove zona depan yang dekat dengan laut.

4.3 Indeks Struktur Komunitas Makrozoobentos

4.3.1 Kelimpahan Makrozoobentos

Setelah dilakukan identifikasi makrozoobentos, selanjutnya yang dilakukan adalah menghitung kelimpahan makrozoobentos. Berikut adalah hasil perhitungan kelimpahan makrozoobentos dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Kelimpahan Makrozoobentos

Stasiun	Spesies	Jumlah	D (ind/m ²)	RDi (%)
1	<i>Uca dussumieri</i>	17	5.7	50.00
	<i>Cerithidea cingulata</i>	14	4.7	41.18
	<i>Tectus fenestratus</i>	1	0.3	2.94
	<i>Cypraea vitellus</i>	2	0.7	5.88
	<i>Polinices mammilla</i>	2	0.7	5.56
2	<i>Uca dussumieri</i>	22	7.3	44.00
	<i>Uca triangularis</i>	7	2.3	14.00
	<i>Cerithidea quadrata</i>	10	3.3	20.00
	<i>Cerithidea cingulata</i>	10	3.3	20.00
	<i>Thalassina squamifera</i>	1	0.3	2.00
3	<i>Uca dussumieri</i>	24	8.0	42.86
	<i>Uca triangularis</i>	7	2.3	12.50
	<i>Uca coarctata</i>	2	0.7	3.57
	<i>Cerithidea quadrata</i>	8	2.7	14.29
	<i>Cerithidea cingulata</i>	12	4.0	21.43
	<i>Chicoreus capucinus</i>	2	0.7	3.57
	<i>Thalassina squamifera</i>	1	0.3	1.79

Uca dussumieri memiliki kelimpahan yang paling tinggi disetiap stasiun.

Pada stasiun 1 memiliki kelimpahan sebesar 5,7 ind/m² dan indeks kelimpahan relatif yaitu 50%, pada stasiun 2 memiliki kelimpahan sebesar 7,3 ind/m² dan indeks kelimpahan relatif yaitu 44%, dan Pada stasiun 3 memiliki kelimpahan sebesar 8 ind/m² dan indeks kelimpahan relatif yaitu 42,86%. Melimpahnya *Uca*

dussumieri disebabkan keberadaan vegetasi mangrove di Taman Hutan Raya Ngurah Rai yang mendukung kehidupan spesies ini. Seperti yang dijelaskan Mulyanto (2013) bahwa organisme pemakan detritus seperti kepiting biola (*Uca* sp.) diuntungkan dengan banyaknya jumlah makanan berupa detritus yang melimpah dari serasah yang dihasilkan vegetasi mangrove. Jadi dapat disimpulkan bahwa lebat vegetasi mangrove berpengaruh pada kelimpahan kepiting *Uca*.

Makrozoobentos yang memiliki kelimpahan terendah pada stasiun 1 adalah *Tectus fenestratus*. Dengan kelimpahan sebesar 0,3 ind/m² dan indeks kelimpahan relatif yaitu 2,94%. Menurut Poutiers (1998) *Tectus fenestratus* biasa hidup pada daerah pantai berbatu dan berlumpur. Spesies ini jarang ditemukan keberadaannya di kawasan mangrove. Rendahnya kelimpahan spesies ini pada stasiun 1 kemungkinan disebabkan karena spesies ini berasal dari daerah laut didepan hutan mangrove dan terbawa arus sehingga sehingga spesies ini ditemukan pada stasiun 1.

Pada stasiun 2 dan 3, ditemukan bahwa makrozoobentos dengan nilai kelimpahan terendah adalah *Thalassina squamifera*. Pada stasiun 2 spesies ini memiliki kelimpahan sebesar 0,3 ind/m² dan indeks kelimpahan relatif yaitu 2%. Pada stasiun 3 spesies ini memiliki kelimpahan sebesar 0,3 ind/m² dan indeks kelimpahan relatif yaitu 1,79%. Rendahnya kelimpahan *Thalassina squamifera* pada stasiun 2 dan 3 dikarenakan spesies ini tidak hidup secara berkelompok dan kurang adaptif. Seperti yang dijelaskan oleh Syamsurisal (2013), bahwa beberapa jenis makrozoobenthos dari phylum Crustacea kurang mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrim, oleh sebab itu organisme ini kurang ditemukan di daerah ini.

4.3.2 Indeks Shanon Wiener

Selanjutnya dilakukan perhitungan indeks Shanon Wiener untuk mengetahui kondisi komunitas makrozoobentos yang ada di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. Berikut adalah hasil perhitungan indeks Shanon Wiener dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Indeks Shanon Wiener

St.	H' (Keanekaragaman)	Kategori	E (Keseragaman)	Kategori	C (Dominansi)	Kategori
1	1.15	Sedang	0.71	Tinggi	0.42	Rendah
2	1.36	Sedang	0.84	Tinggi	0.29	Rendah
3	1.54	Sedang	0.79	Tinggi	0.27	Rendah
Rata-rata	1.35	Sedang	0.78	Tinggi	0.33	Rendah

- Indeks Keanekaragaman

Menurut Restu (2002) Nilai tolak ukur dari Indeks Keanekaragaman dibagi menjadi 3. Jika $H' < 1,0$ maka termasuk dalam golongan keanekaragaman rendah (produktivitas sangat rendah sebagai indikasi adanya tekanan yang berat dan ekosistem tidak stabil). Jika $1,0 < H' < 3,322$, maka termasuk dalam golongan keanekaragaman sedang (produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, dan tekanan ekologis sedang). Dan jika $H' > 3,322$, maka termasuk dalam golongan keanekaragaman tinggi (stabilitas ekosistem tinggi, produktivitas tinggi, tahan terhadap tekanan ekologis).

Stasiun 1, dengan nilai indeks keanekaragaman yaitu 1,15 dapat digolongkan ke dalam keanekaragaman sedang. Pada stasiun 2 memiliki nilai indeks keanekaragaman yaitu 1,36 dapat digolongkan dalam ke dalam golongan keanekaragaman sedang. Pada stasiun 3 memiliki nilai indeks keanekaragaman yaitu 1,54 maka dapat digolongkan ke dalam keanekaragaman sedang.

Stasiun 3 memiliki nilai indeks paling tinggi karena macam spesies yang ditemukan lebih banyak daripada stasiun lainnya. Menurut Krebs (1978), keanekaragaman dalam komunitas ditandai oleh banyaknya spesies organisme yang membentuk komunitas tersebut. Semakin banyak jumlah spesies semakin tinggi keanekaragaman. Banyaknya macam spesies ini didukung oleh jenis substrat yang cocok bagi kehidupan makrozoobentos yaitu jenis pasir berlumpur. Seperti yang dijelaskan Lind (1979) bahwa substrat pasir berlumpur merupakan habitat yang paling disukai makrozoobenthos.

Rata-rata dari indeks keanekaragaman komunitas makrozoobentos di Taman Hutan Raya Ngurah Rai adalah 1.35, yang menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman masih tergolong sedang. Seperti yang dijelaskan Restu (2002), tingkat keanekaragaman sedang mengindikasikan bahwa produktivitas di kawasan tersebut cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, dan tekanan ekologis sedang.

- Indeks Keseragaman

Indeks keseragaman dari komunitas makrozoobentos pada stasiun 1, 2, dan 3 adalah 0.71, 0.84, dan 0.79. Nilai keseragaman (E) berkisar antara 0-1, dimana semakin kecil nilai dari keseragaman suatu populasi, artinya penyebaran jumlah individu tiap Genus tidak sama atau ada kecenderungan bahwa suatu genera mendominasi populasi tersebut dan sebaliknya.

Pada stasiun 2 nilai indeks keseragaman lebih tinggi daripada stasiun lainnya karena ada kecenderungan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi, dan jumlah spesiesnya merata. Hal ini disebabkan karena lokasi dari stasiun 2 berada di zona tengah mangrove dimana pengaruh dari daratan dan lautan tidak terlalu besar sehingga lokasi ini memiliki kondisi lingkungan dan parameter lingkungan yang lebih stabil. Keadaan yang stabil ini membuat keberadaan biota

tidak terusik oleh perubahan kondisi alam sehingga jumlahnya stabil dan tidak ada satu spesies yang mendominasi.

Rata – rata dari indeks keseragaman komunitas makrozoobentos di Taman Hutan Raya Ngurah Rai adalah 0.78 maka tingkat keseragaman makrozoobentos tergolong tinggi. Seperti yang dijelaskan oleh Jonathan (1979) menyatakan bahwa jika nilai indeks keseragaman melebihi 0,7 mengindikasikan derajat keseragaman komunitasnya tinggi. Ekosistem dengan tingkat keseragaman yang tinggi akan lebih stabil dan kurang terpengaruh oleh tekanan dari luar dibandingkan dengan ekosistem yang memiliki keseragaman yang rendah (Boyd, 1979).

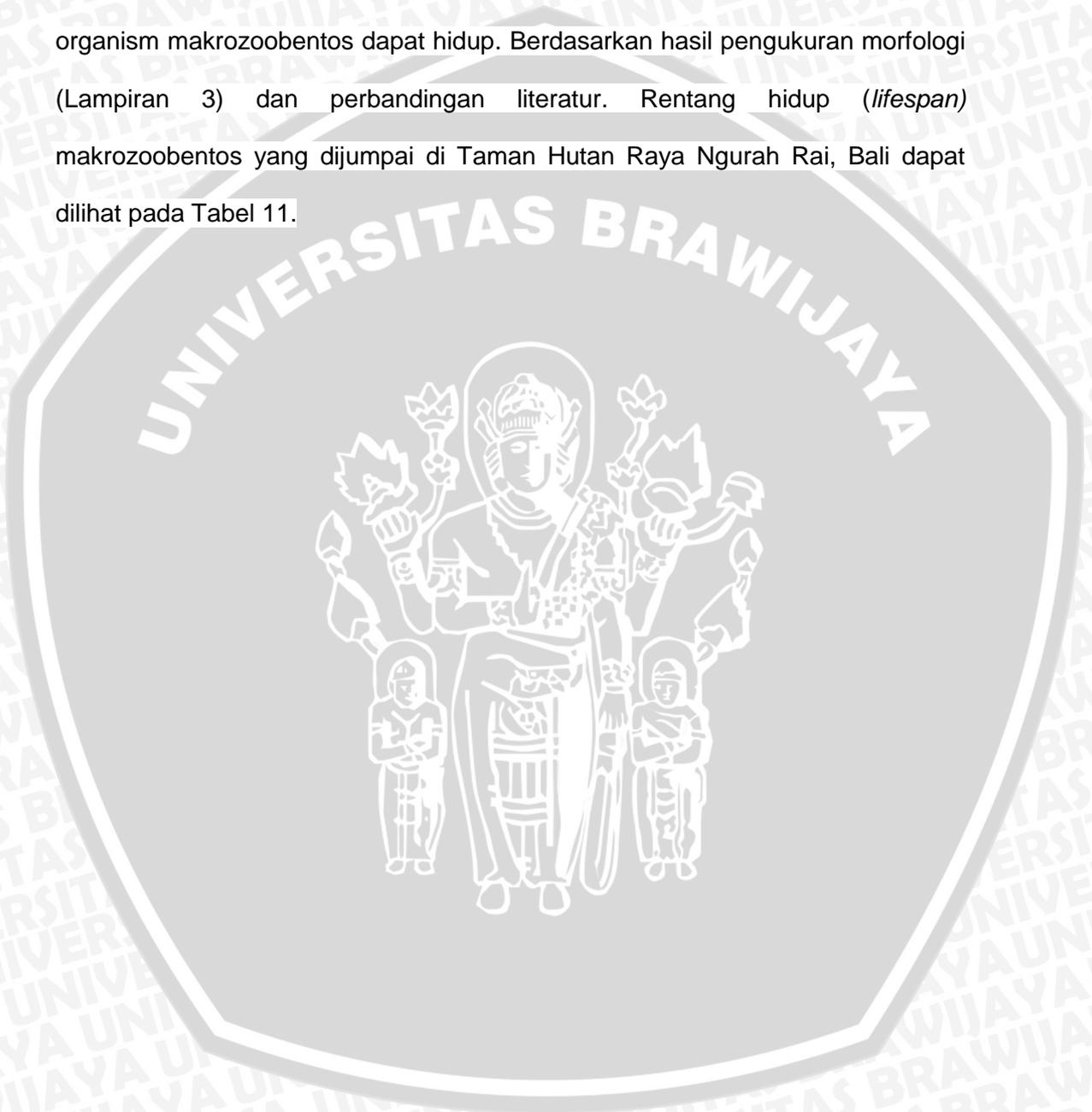
- Indeks Dominansi

Nilai indeks dominansi dari komunitas makrozoobentos pada stasiun 1 adalah 0.42, pada stasiun 2 adalah 0.29, dan pada stasiun 3 adalah 0.27. Dominansi paling tinggi ditemukan pada stasiun 1 disebabkan oleh jenis *Uca dussumieri* memiliki jumlah yang lebih menonjol dibandingkan dengan spesies lain. Hal ini menyebabkan dominasi di stasiun 1 sedikit lebih tinggi daripada stasiun lain. Hal ini disebabkan karena jenis *Uca dussumieri* memiliki toleransi terhadap salinitas dan pasang surut dibandingkan biota lain, sehingga keberadaan lebih banyak daripada spesies lain pada stasiun 1.

Rata-rata indeks dominansi komunitas makrozoobentos di Taman Hutan Raya Ngurah Rai adalah 0.33. Odum (1998) menyatakan bahwa apabila nilai indeks dominansi (C) mendekati 0 berarti tidak ada jenis yang mendominasi dan apabila nilai indeks dominansi (C) mendekati 1 berarti ada jenis yang dominan muncul di perairan tersebut. Dapat disimpulkan bahwa indeks dominansi komunitas makrozoobentos di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali termasuk kedalam golongan rendah, dan tidak ada spesies yang mendominasi.

4.4 Rentang Hidup (*Lifespan*) Sampel Makrozoobentos

Menurut James (2000), rentang hidup (*Lifespan*) merupakan karakteristik sejarah kehidupan dari organisme yang mengacu pada durasi perjalanan hidupnya. Hal ini dapat digunakan sebagai acuan seberapa lama suatu organism makrozoobentos dapat hidup. Berdasarkan hasil pengukuran morfologi (Lampiran 3) dan perbandingan literatur. Rentang hidup (*lifespan*) makrozoobentos yang dijumpai di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali dapat dilihat pada Tabel 11.



Tabel 11. Rentang Hidup (*Lifespan*) Sampel Makrozoobentos

	<i>Uca dussumieri</i>	<i>Uca triangularis</i>	<i>Uca coarctata</i>	<i>Thalassina squamifera</i>	<i>Cerithidea quadrata</i>	<i>Cerithidea cingulata</i>	<i>Chicoreus capucinus</i>	<i>Tectus fenestratus</i>	<i>Cypraea vitellus</i>	<i>Polinices mammilla</i>
L_{rata-rata} sampel	2.47	1.03	2.56	12.78	2.89	2.87	5.19	2.10	3.57	3.67
Suhu habitat °C	24 – 29	24 – 29	24 – 29	24-29	24-36	24-36	27-29	25-42	8.5 - 28	21-29
Rentang Hidup (Lifespan) (tahun)	2	2	2	5	2	2	1	4	3	1
Regenerasi (tahun)	1	1	1	0.4	1	1	1	6	0.5	0.5
L_{rata-rata} (cm)	3	2	3	16	4.5	3.5	6	3.5	4.5	5
L_{maksimal} (cm)	5	2.5	5	30	5.5	4.5	12	5	5	6
Tipe makan	scavanger	scavanger	scavenger	scavanger	scavanger	scavanger	karnivora	scavanger	scavenger	karnivora
Σ Sampel	43	14	2	2	33	27	2	1	2	2
Perkiraan Umur	0.99	0.82	1.03	2.13	1.05	1.28	0.43	1.68	2.14	0.61

Jenis kepiting *Uca* biasa hidup di daerah tropis dengan kisaran suhu 24-29°C. Kepiting *Uca* yang ditemukan di Taman Hutan Raya Ngurah Rai adalah *Uca dussumieri*, *Uca triangularis*, dan *Uca coarctata*. Golongan kepiting *Uca* biasa hidup sampai dengan umur 2 tahun dan berukuran maksimum hingga 5 cm. Setelah dilakukan pengukuran morfologi dari kepiting *Uca* diketahui bahwa rata-rata lebar karapas dari *Uca dussumieri* adalah 2.47 cm, *Uca triangularis* adalah 1.03 cm, dan *Uca coarctata* adalah 2.56 cm. Diperkirakan rata-rata umur dari masing-masing spesies *Uca dussumieri*, *Uca triangularis*, dan *Uca coarctata* berturut-turut adalah 0.99, 0.82, dan 1.02 tahun.

Thalassina squamifera adalah jenis lobster mangrove, cara hidupnya yang tidak berkelompok membuat spesies ini jarang dijumpai di Taman Hutan Raya Ngurah Rai. Spesies ini mampu hidup hingga umur 5 tahun, dan memiliki panjang maksimum hingga 30 cm. Setelah dilakukan pengukuran morfologi dari *Thalassina squamifera* diketahui bahwa rata-rata panjang tubuh dari spesies ini adalah 12.78 cm. Diperkirakan bahwa rata-rata umur dari *Thalassina squamifera* adalah 2.13 tahun.

Cerithidea atau biasa dikenal sebagai siput nenek adalah jenis siput yang biasa ditemukan di hutan mangrove kawasan Asia. Keberadaannya biasanya menempel pada substrat, akar, atau kayu dari mangrove. Spesies yang ditemukan di Taman Hutan Raya Ngurah Rai adalah *Cerithidea cingulata* dan *Cerithidea quadrata*. *Cerithidea* dapat hidup hingga umur 2 tahun, dengan panjang cangkang maksimal untuk *Cerithidea quadrata* adalah 5.5 cm, dan *Cerithidea cingulata* adalah 4.5 cm. Setelah dilakukan pengukuran morfologi diketahui bahwa rata-rata panjang cangkang dari *Cerithidea quadrata* adalah 2.89 cm, dan *Cerithidea cingulata* adalah 2.87 cm. Dari hasil tersebut

diperkirakan bahwa rata-rata umur dari *Cerithidea quadrata* adalah 1.05 tahun, dan *Cerithidea cingulata* adalah 1.28 tahun.

Siput karang atau *Chicoreus capucinus* biasa ditemukan hidup berdampingan dengan jenis cerithidea. Hal ini disebabkan jenis cerithidea adalah makanan dari *Chicoreus capucinus*. Siput karang mengebor cangkang cerithidea untuk mendapatkan bagian tubuh dari cerithidea. Spesies ini mampu hidup hingga berumur 1 tahun, dan memiliki panjang maksimum hingga 12 cm. Setelah dilakukan pengukuran morfologi dari *Chicoreus capucinus* yang ada di Taman Hutan Raya Ngurah Rai diketahui bahwa rata-rata panjang tubuh dari spesies ini adalah 5.91 cm. Diperkirakan bahwa rata-rata umur dari *Thalassina squamifera* adalah 0.43 tahun.

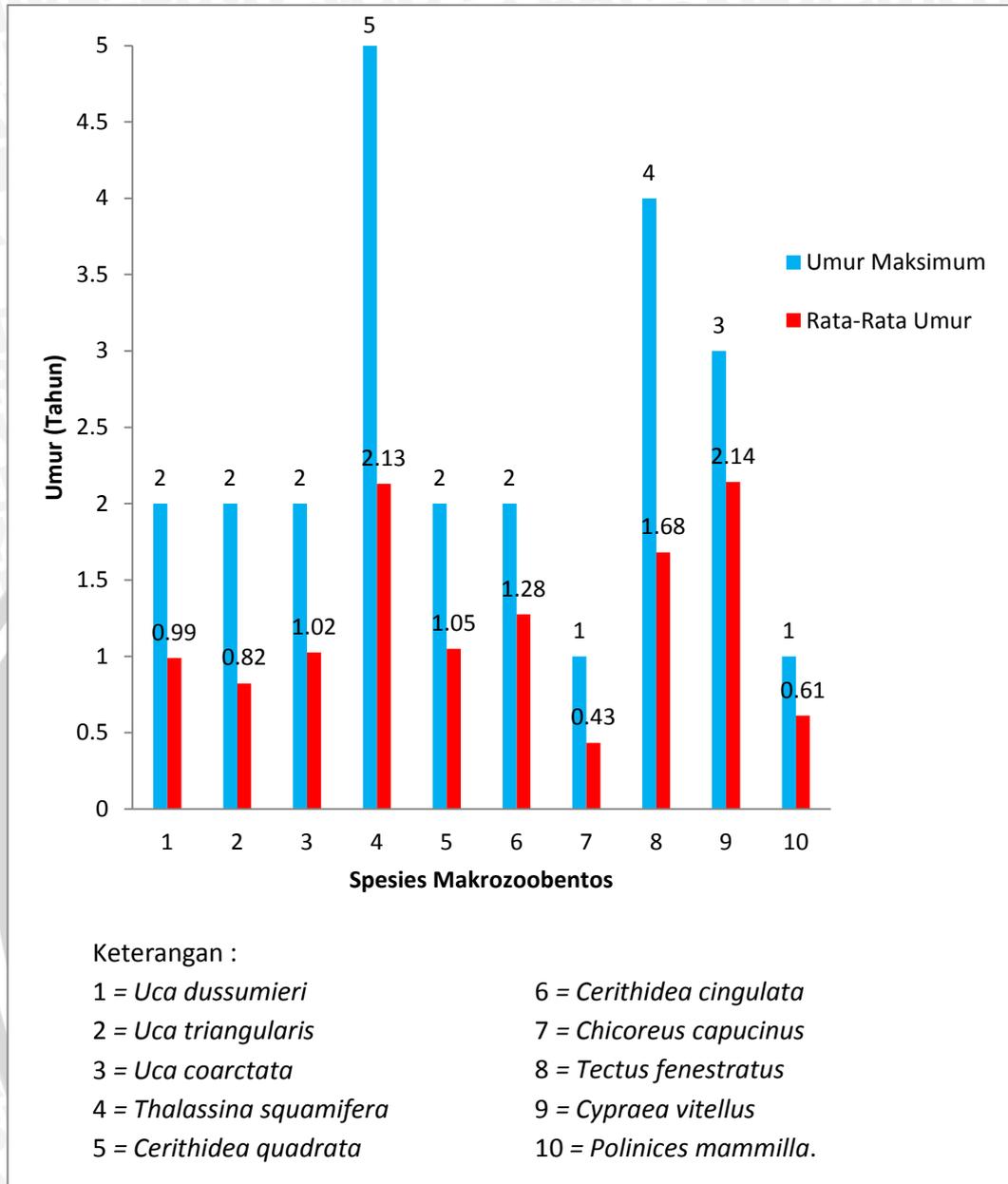
Tectus fenestratus biasa hidup di perairan berbatu. Hidup dengan memakan alga yang tumbuh di bebatuan. Spesies ini dapat hidup sampai dengan umur 4 tahun dan dengan panjang cangkang maksimum adalah 5 cm. Setelah dilakukan pengukuran morfologi dari spesies ini diketahui bahwa panjang cangkang dari spesies ini adalah 2.1 cm. Dan diperkirakan bahwa umur dari *Tectus fenestratus* adalah 1.68 tahun.

Cypraea vitellus biasa ditemukan pada daerah habitat terumbu karang dan berbatu, pada umumnya diperairan pasang yang dangkal, bersembunyi di bawah karang dan batu. Spesies ini dapat hidup sampai dengan umur 3 tahun dan dengan panjang cangkang maksimum adalah 5 cm. Setelah dilakukan pengukuran morfologi dari spesies ini diketahui bahwa panjang cangkang dari spesies ini adalah 3.57 cm. Dan diperkirakan bahwa umur dari *Tectus fenestratus* adalah 2,14 tahun.

Polinices mammilla adalah keong berbentuk seperti bulan (*moon snail*), biasa ditemukan di daerah berpasir atau dekat dengan kawasan terumbu karang. Spesies ini dapat hidup sampai dengan umur 1 tahun dan dengan panjang cangkang maksimum adalah 6 cm. Setelah dilakukan pengukuran morfologi dari spesies ini diketahui bahwa panjang cangkang dari spesies ini adalah 3.67 cm. Dan diperkirakan bahwa umur dari *Tectus fenestratus* adalah 0.61 tahun.

Setelah dilakukan perhitungan perkiraan umur dari masing-masing makrozoobentos yang ditemukan, maka dapat dilihat bahwa rata-rata umur dari makrozoobentos yang ditemukan di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali adalah setengah dari umur maksimum mereka. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 19.





Gambar 19. Perbandingan Umur Maksimum dan Rata-Rata Umur Sampel Makrozoobentos

Rata-rata dari umur makrozoobentos telah mencapai setengah dari umur maksimum dari masing-masing makrozoobentos. Hal ini dapat diindikasikan bahwa makrozoobentos di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali telah menjalani setengah dari seluruh siklus kehidupannya, dalam kondisi ini makrozoobentos dapat dikatakan dalam keadaan dewasa (matang gonad). Seperti yang di

jelaskan oleh (Paul, 1997) bahwa hewan akan berada hewan siap untuk bereproduksi pada kondisi dewasa. Rata-rata hewan telah berada dalam masa dewasa sebelum mencapai setengah umur dari masa hidupnya.

Hewan yang telah dewasa akan berpindah dari tempat asalnya dilahirkan, dan mencari makanan ke tempat yang banyak sumber makanannya (*feeding ground*) dan beberapa spesies apabila telah mencapai masa subur maka mereka akan kembali ke tempat semula dilahirkan (*spawning ground*) untuk berkembang biak disana (Chusing dan Walsh, 1976).

Dari pernyataan di atas, maka ada 2 wilayah yang akan di ditempati oleh makrozoobentos dalam kondisi dewasa. Wilayah pertama adalah kawasan makanan (*feeding ground*), makrozoobentos dewasa akan mencari makan dan berada di kawasan tersebut. Menurut Barry (1997), *feeding ground* adalah wilayah untuk mencari makan dimana di sana berlimpah akan sumber makanan dan energy. Wilayah yang ke dua adalah kawasan pemijahan (*spawning ground*), makrozoobentos dewasa dalam keadaan siap reproduksi sehingga mereka berada pada kawasan pemijahan. Menurut Warren (2008), *spawning ground* adalah wilayah untuk melakukan pemijahan dimana hewan tersebut awalnya dilahirkan dan akan kembali ke tempat semula untuk melahirkan anak-anak mereka.

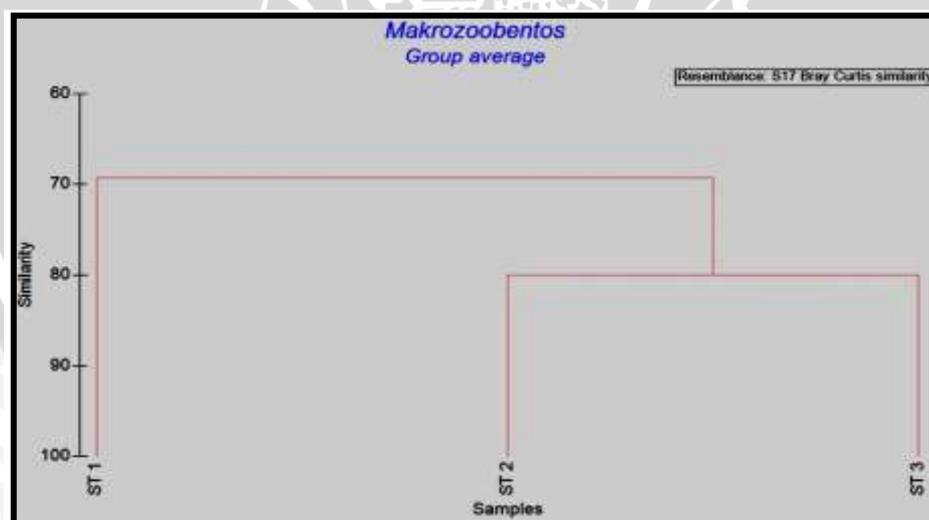
Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis dari morfologi dan rentang hidup (*lifespan*) makrozoobentos di atas dapat disimpulkan bahwa kawasan mangrove Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali memiliki kecenderungan fungsi ekologis sebagai kawasan makanan (*feeding ground*), atau kawasan berpijah (*spawning ground*) bagi sebagian besar makrozoobentos yang ada di kawasan tersebut.

4.5 Hasil Analisis *Clustering*

Analisis *clustering* disebut juga dengan analisa kelompok dengan software *cluster analysis* yang mana pada penelitian skripsi ini bertujuan untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok yang memiliki sifat berbeda antar kelompok, sehingga objek yang teletak dalam satu kelompok akan memiliki sifat yang relatif sama. Data yang dimaksud pada penelitian ini adalah parameter penelitian yang meliputi makrozoobentos dan parameter lingkungan perairan (parameter fisika dan kimia).

- Makrozoobentos

Analisis *clustering* makrozoobentos bertujuan untuk mengelompokkan stasiun penelitian berdasarkan kesamaan dari makrozoobentos yang ditemukan. *Clustering* akan mengelompokkan makrozoobentos yang memiliki karakteristik yang sama, dan dendogram hasil *clustering* makrozoobentos dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Dendogram *Clustering* Makrozoobentos di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali

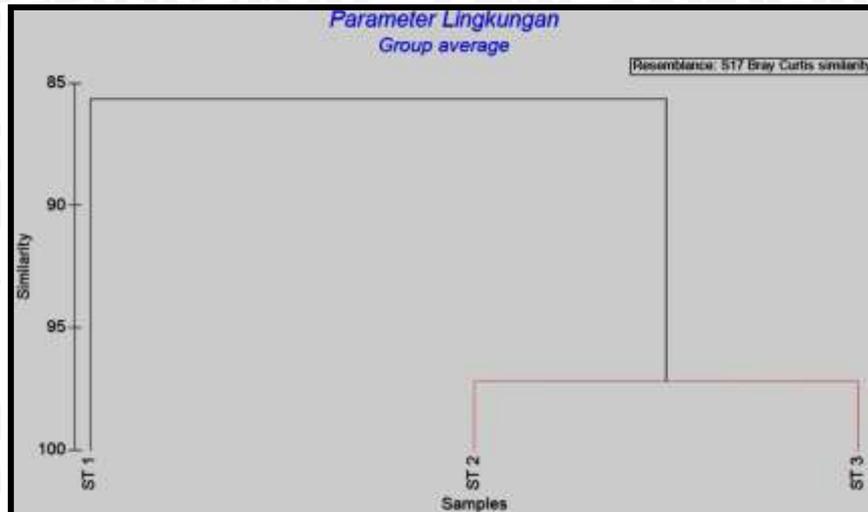
Berdasarkan Gambar 20 *clustering* parameter makrozoobentos diatas menunjukkan bahwa semakin keatas grafik yang ditunjukkan pada sumbu y, maka *similarity* makin rendah. Dari hasil analisis didapatkan nilai *similarity*

(Lampiran 2) paling tinggi yaitu sebesar 90.567, terdapat diantara stasiun 2 dan stasiun 3.

Tingginya nilai *similarity* pada stasiun 2 dan stasiun 3 dikarenakan komposisi jenis makrozoobentosnya yang hampir sama. Spesies yang sama adalah *Uca dussumieri*, *Uca triangularis*, *Thalassina squamifera*, *Cerithidea quadrata*, *Cerithidea cingulata*, *Chicoreus capucinus*, dan *Polinices mammilla*. Persamaan ini disebabkan oleh kesamaan karakteristik lingkungan pada stasiun 2 dan stasiun 3 yang stabil karena lokasinya yang tertutup oleh vegetasi mangrove, berbeda dengan stasiun 1 yang langsung berhadapan dengan laut sehingga banyak faktor yang membuat lingkungan kurang stabil. Kusmana, dkk (2003) menjelaskan bahwa fungsi dari ekosistem mangrove adalah menjaga kondisi pantai agar stabil dan juga melindungi kehidupan organisme makro dan mikro yang hidup di dalamnya.

- Parameter Lingkungan

Analisa *clustering* parameter lingkungan bertujuan untuk mengelompokan stasiun penelitian berdasarkan kesamaan dari parameter lingkungan. Beberapa data parameter yang dianalisis meliputi data suhu, DO, pH, salinitas, dan substrat. Dendogram hasil *clustering* parameter lingkungan dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Dendrogram *Clustering* Parameter Lingkungan di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali

Berdasarkan Gambar 21 *clustering* parameter lingkungan diatas menunjukkan bahwa semakin keatas grafik yang ditunjukkan pada sumbu y, maka *similarity* makin rendah. Dari hasil analisis didapatkan nilai *similarity* (Lampiran 2) paling tinggi sebesar 97.18, terdapat diantara stasiun 2 dan 3.

Tingginya nilai *similarity* pada stasiun 2 dan stasiun 3 dikarenakan nilai parameter lingkungannya yang hampir sama dibandingkan dengan stasiun 1. Persamaan ini disebabkan oleh kesamaan karakteristik lingkungan pada stasiun 2 dan stasiun 3 yang stabil karena lokasinya yang tertutup oleh vegetasi mangrove, berbeda dengan stasiun 1 yang langsung berhadapan dengan laut sehingga banyak faktor (gelombang, pasang surut, angin, dan lain-lain) yang membuat parameter lingkungannya lebih berbeda. Dapat dilihat pada tabel 6 bahwa nilai DO dan salinitas pada stasiun 1 berbeda jauh bila dibandingkan dengan stasiun 2 dan stasiun 3.

Seperti yang dijelaskan pada *clustering* Gambar 20 dan Gambar 21 menunjukkan bahwa stasiun 2 dan stasiun 3 berada dalam kondisi lingkungan yang terlindungi oleh vegetasi mangrove. Hal ini membuat parameter lingkungan pada stasiun 2 dan stasiun 3 memiliki nilai yang hampir sama, karena letaknya

yang jauh dari laut akan membuat kondisi lingkungannya jauh lebih stabil, sehingga nilai parameternyapun tidak berbeda jauh. Keadaan lingkungan yang stabil akan disukai oleh makrozoobentos, dan hal ini menyebabkan stasiun 2 dan stasiun 3 memiliki jumlah makrozoobentos yang lebih tinggi dibanding dengan stasiun 1. Kusmana, dkk (2003) menjelaskan bahwa fungsi dari ekosistem mangrove adalah menjaga kondisi pantai agar stabil dan juga melindungi kehidupan organisme makro dan mikro yang hidup di dalamnya. Keadaan pantai yang stabil akan baik bagi kehidupan organisme makro dan mikro.

Setelah analisa *clustering* dilakukan, didapatkan hasil bahwa stasiun 2 dan 3 berada dalam satu kelompok. Dari kedekatan tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa stasiun 2 dan stasiun 3 memiliki peran lebih besar sebagai *spawning ground* dan *feeding ground*.



5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari Penelitian Skripsi mengenai Identifikasi Fungsi Ekologis Kawasan Mangrove berdasarkan Rentang Hidup (*Lifespan*) Makrozoobentos Di *Mangrove Trail*, Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali adalah sebagai berikut:

1. Makrozoobentos di taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali yang teridentifikasi sebanyak 10 spesies, yaitu : *Uca dussumieri*, *Uca triangularis*, *Uca coarctata*, *Thalassina squamifera*, *Cerithidea quadrata*, *Cerithidea cingulata*, *Chicoreus capucinus*, *Tectus fenestratus*, *Cypraea vitellus*, dan *Polinices mammilla*.
2. Makrozoobentos yang memiliki kelimpahan tertinggi di kawasan mangrove Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali adalah *Uca dussumieri* dengan nilai kelimpahan 7 ind/m². Pada perhitungan nilai indeks struktur komunitas makrozoobentos didapatkan nilai rata-rata pada tiga stasiun yaitu H' (1,35), E (0,78), dan C (0,33).
3. Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis dari morfologi dan rentang hidup (*lifespan*) makrozoobentos didapatkan hasil bahwa kawasan mangrove Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali memiliki kecenderungan fungsi ekologis sebagai kawasan makanan (*feeding ground*), atau kawasan berpijah (*spawning ground*) bagi sebagian besar makrozoobentos yang ada di wilayah Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali.
4. Berdasarkan hasil analisis *clustering* pada data makrozoobentos dan parameter lingkungan, didapatkan hasil bahwa stasiun 2 dan stasiun 3 memiliki karakteristik yang lebih dekat sehingga muncul dalam satu kelompok.



5.2 Saran

Saran yang diberikan pada penelitian skripsi ini sebagai berikut:

1. Penyuluhan tentang bahaya membuang sampah sembarangan bagi masyarakat di sekitar wilayah Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali hendaknya lebih ditingkatkan guna menambah kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga lingkungan, dan agar kawasan Taman Hutan Raya Ngurah Rai, tetap menjadi kawasan yang asri dan bebas sampah kedepannya.
2. Perlunya adanya penelitian lanjutan yang dilakukan secara berkala mengenai makrozoobentos ini. Agar diketahui penurunan atau peningkatan jumlah organisme makrozoobentos dan memantau ekosistem mangrove di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali.



DAFTAR PUSTAKA

- Aksornkoae Tuwo., Rohani A.R., A. Saru, C. Rani. 1996. **Kajian Struktur Komunitas Makrozoobentos Pada Hutan Bakau Hasil Rehabilitasi**. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.
- Arief, A. M. P., 2003. **Hutan Mangrove Fungsi dan Manfaatnya**. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Azinet LLC. 2009. **Animal Life Span Data**. www.programmed-aging.org. Diakses pada 19 April 2013.
- Barry Sinervo. 1997. **Optimal Foraging Theory : Constraints and Cognitive Processes**. University of Southern California Santa Cruz.
- Basu Arnab, et all. 2011. **Studies on macrobenthic organisms in relations to water parameters at East Calcutta Wetlands**. Vidyasagar College. India.
- Bengen, D.G 2000. **Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengolahan Ekosistem Mangrove**. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Laut. Institut Pertanian Bogor.
- Boyd, C.Z. 1979. **Water Quality Management for Pond Fish Culture**. Elsevier. Science Publication Co. Amsterdam. 319 p.
- Brower JE, Zar JH, Ende von CN. 1990. **Field and Laboratory Methods for General Ecology** Dubuque. WCB Publishers.
- Chaudhuri dan Choudhury. 1994. **Marine Invertebrata**. University of Chittagong. Bangladesh.
- Chairunnisa, Ritha. 2004. **Kelimpahan Kepiting Bakau (*Scylla* spp.) Di Kawasan Hutan Mangrove KPH Batu Ampar, Kabupaten Pontianak, Kalimantan Barat**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Chusing DH & Walsh R. 1976. **Field Biology and Ecology**. McGrew Hill Publishing Company Ltd. New Delhi. 53 pp.
- Clark, R.B. 1986. **Marine Pollution**. Claredon Press. Oxford.
- Conchology. 2014. ***Chicoreus capucinus***. <http://www.conchology.be/images/Label/530000web/>. Diakses pada tanggal 22 April 2014.
- Connel dan Miller. 1995. **Soft Sedimen Marine Invertebrates of Southeast Asia and Australia : A Guide to Identification**. Australia Institute of Marine Science. Townsville.

Crane Jocelyn. 1975. **Fiddler Crabs of The World**. Princeton University Press. United States of America.

Davide Tagliapietra and Marco Sigovini. 2010. Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-ISMAR), Riva Sette Martiri 1364/a 30122, Venice, Italy. Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Lingkungan Perairan**. Kanisius. Yogyakarta.

Denis Riek. 2014. **Sea Slug - Uca dussumieri**. <http://www.roboastra.com/brunscrust2/brde545.htm>. Diakses pada tanggal 22 April 2014.

Departemen Kehutanan. 2013. <http://sim-rlps.dephut.go.id/mangrove/>. Diakses pada 10 Oktober 2013.

Digiarch Sinica. 2014. **Cerithidea cingulata**. http://digiarch.sinica.edu.tw/photosinica/sinica_arch/thumb/98_09_shell. Diakses pada tanggal 22 April 2014.

Effendy, I.J. 1993. **Komposisi Jenis Dan Kelimpahan Makrozoobentos Pada Daerah Pasang Pantai Bervegetasi Mangrove Di Sekitar Teluk Mandar Desa Miring Kecamatan Polewali Kabupaten Polmas**. Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.

Encyclopedia. 2013. **Encyclopedia of Life : Animal and Plants**. www.encyclopedia.com/

Fitriana. 2006. **Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan dan Pantai Pulau Kambuno Pulau-pulau Sembilan Kabupaten Sinjai**. Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.

Flickr. 2012. **Polinices mammilla**. <http://www.flickr.com/photos/29287337@N02/6842008738/>. Diakses pada tanggal 22 April 2014.

Gastropods. 2014. **Cypreae vitellus**. http://www.gastropods.com/8/Shell_98.shtml. Diakses pada tanggal 22 April 2014.

Haidir Muhaimin. 2013. **Distribusi Makrozoobentos pada Sedimen Bar (Pasir Penghalang) di Intertidal Pantai Desa Mappakalombo, Kabupaten Takalar**. Universitas Hasanuddin. Makassar.

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

Hsi-Te SHIH. 2013. **Uca triangularis**. http://web.nchu.edu.tw/~htshih/uca/list_uca/U_triangularis.htm. Diakses pada tanggal 22 April 2014.

- James R. Carey. 2000. **Lifespan**. University of California, Davis.
- Jonathan 1979. **The index of linguistic diversity: A new quantitative** . Claredon Press. Oxford.
- Karen L. McKee. 2000. **Mangrove Ecology: A Manual for a Field Course**. Department of Systematic Biology, Smithsonian Institution.
- Keputusan Menteri Nomor 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut.
- Krebs, C. J.1971. **A review of Chitty's hypothesis of population regulation**. *Canadian Journal of Zoology* 56: 2463-2480.
- Krebs, C.J. 1978. **Ecological Methodology**. New York: Harper and Row Publisher
- Krebs 1985 *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. New York: Harper and Row Publishers.
- Krebs, C.J. 1989. **Ecological Methodology**. Harper and Row Publishers, New York. 654 pp.
- Kusmana, dkk, 2003. **Hutan Mangrove Fungsi dan Manfaatnya**. Fakultas Kehutanan IPB.Bogor.
- Leviton. 1982. **Comparing Species Diversity and Evenness Indices** . University of California. United States of America.
- Lind, L. T., 1979. **Hand Book of Common Method in Lymnology**. Second Edition. The C. V. Mosby Company St. Louis. Toronto. London.
- Liveaquaria. 2014. **Tectus fenestratus**. <http://www.liveaquaria.com/images/categories/product/p-89375-snail.jpg>. Diakses pada tanggal 22 April 2014.
- M.Shafiqul Islam, et all. 2013. **Intertidal Macrobenthic Fauna of The Karnafuli Estuary : Relations with Environmental Variables**. University of Chittagong. Bangladesh.
- Manko Mizudori. 2014. **Uca coarctata**. http://www.manko-mizudori.net/uca_coarctata/. Diakses pada tanggal 22 April 2014.
- Mulyanto. 2013. **Kajian tentang Kepiting Biola (Uca spp.) sebagai Perekayasa C/N Rasio dan Potensial Redoks Di Ekosistem Mangrove Mangunharjo, Probolinggo**. Universitas Brawijaya. Malang.
- Nontji, Anugerah. 1987. **Laut Nusantara**. Penerbit Djambatan: Jakarta.
- 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. 1971. **Fundamental of Ekology**. Third Edition, W.B. Saunders Company. Toronto Florida.
- Odum, E.P. 1993. **Fundamental of Ecology** Edition II. W.B. Sounders Corporation. Philadelphia.
- Pescod, M.B. 1973. **Investigation of ration effluent and stream of tropical countries. Bangkok**. AIT. 59 hal.
- Paul Walker. 1997. **Animal Life Cycling**. University of California. United Stated of America.
- Peter Rudock. 2001. **Soil** . North London University. London.
- Poutiers, J.M. 1998. Bivalves and Gastropods in FAO Spesies Identification Guide For Fishery Purposes, **The Living Marine Resources of the Western Central Pacific Vol 1 : Seaweeds, Corals, Bivalves, and Gastropods**. K.E. Carpenter dan V.H. Niem (editors) Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Prabang Setyono. 2006. **Bioindikator Komunitas Makrozoobenthos untuk Monitoring Degradasi Ekosistem Di Sungai Mentaya Kalimantan Tengah**. Seminar Nasional Limnologi 2006. Jakarta.
- Prayudho B.J. 2008. **Analisis Cluster**.
<http://prayudho.wordpress.com/2008/12/30/analisis-cluster/>. Diakses pada 3 April 2014.
- Restu Sirante. 2000. **Studi Struktur Komunitas Gastropoda Di Lingkungan Perairan Kawasan Mangrove Kelurahan Lappa dan Desa Tongke-Tongke, Kabupaten Sinjai**. Universitas Negeri Malang.
- Restu, I.W. 2002. **Kajian Pengembangan Wisata Mangrove di Taman Hutan Raya Ngurah Rai Wilayah Pesisir Selatan Bali**. [Tesis]. Bogor: Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Rochana, E. 2010. **Ekosistem mangrove dan Pengelolaannya di Indonesia**
<http://www.irwantoshut.com>, diakses 18 April 2014.
- Romimohtarto, K., 2001. **Biologi Laut**. LIPI. Gramedia. Jakarta.
- Sahabat Bakau. 2012. **Zonasi Ekosistem Mangrove**. www.sahabatbakau.com. Diakses pada tanggal 20 April 2014.
- Santoso, N. 2000. **Pola Pengawasan Ekosistem Mangrove. Makalah disampaikan pada Lokakarya Nasional Pengembangan Sistem Pengawasan Ekosistem Laut Tahun 2000**. Jakarta, Indonesia.
- Sidik, F. 2005. **Coastal Greenbelt**. Balai Riset dan Observasi Kelautan-DKP.
- BaliSoegianto, A. 1994. **Ekologi Kuantitatif : Metode Analisis Populasi dan Komunitas**. Usaha Nasional. Surabaya.

- Soegianto. 1994. **Ekologi Kuantitatif : Metode Analisa Populasi dan Komunitas**. Airlangga University–Press, Surabaya.
- Sukarno, 1981. **Terumbu Karang di Indonesia. Permasalahan dan Pengelolaannya** LON-LIPI. Jakarta.
- Supriharyono. 2007. **Ekologi Sulawesi**. Gadjra Mada University Press.
- Syamsurisal. 2011. **Studi Beberapa Indeks Komunitas Makrozoobenthos Di Kelurahan Coppo Kabupaten Barru**. Universitas Hasanuddin. Makasaar.
- The Western Australian Museum. 2006. **Explore The Collection : Crustaceans**. http://wamuseum.com.au/dampier/explore_crustacean_mangrovelobster.asp. Diakses pada tanggal 22 April 2014.
- United States Environmental Protection Agency. 2001. **Benthic Community**. <http://omp.gso.uri.edu/ompweb/doe/science/biology/benth3.html>. Diakses pada 1 Juni 2013.
- Warren Gill. 2008. **Applied Sheep Behavior**. Agricultural Extensions Service. The University of Tennessee.
- Wildsingapore. 2013. **Gastropoda**. www.wildsingapore.com/wildfacts/mollusca/gastropoda.html. Diakses pada 20 April 2014.
- Wildsingapore. 2014. **Cerithidea quadrata**. <http://www.wildsingapore.com/wildfacts/mollusca/gastropoda/potamidae/quadrate/>. Diakses pada tanggal 22 April 2014.
- Wilhm, J. L., and T.C. Doris. 1986. **Biological Parameter for water quality Criteria**. Bio.Science: 18.

LAMPIRAN

Lampiran 1 . Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut dalam Lampiran 3
Keputusan Menteri Negara Lingkungan Nomor 51 Tahun 2004

BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK BIOTA LAUT		Lampiran III. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: Tahun 2004	
No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
FISIKA			
1.	Kecerahan ^a	m	coral: >5 mangrove: - lamun: >3
2.	Kebauan	-	alami ³
3.	Kekeruhan ^a	NTU	<5
4.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	coral: 20 mangrove: 80 lamun: 20
5.	Sampah	-	nihil ¹⁽⁴⁾
6.	Suhu ^c	°C	alami ³⁽⁴⁾ coral: 28-30 ⁽⁴⁾ mangrove: 28-32 ⁽⁴⁾ lamun: 28-30 ⁽⁴⁾
7.	Lapisan minyak ^e	-	nihil ¹⁽⁵⁾
KIMIA			
1.	pH ^d	-	7 - 8,5 ⁽⁴⁾
2.	Salinitas ^a	‰	alami ³⁽⁴⁾ coral: 33-34 ⁽⁴⁾ mangrove: s/d 34 ⁽⁴⁾ lamun: 33-34 ⁽⁴⁾
3.	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD5	mg/l	20
5.	Ammonia total (NH ₃ -N)	mg/l	0,3
6.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,008
8.	Sianida (CN)	mg/l	0,5
9.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0,01
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	Senyawa Fenol total	mg/l	0,002
12.	PCB total (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
13.	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
14.	Minyak & lemak	mg/l	1
15.	Pestisida ^f	µg/l	0,01
16.	TBT (tributil tin) ^g	µg/l	0,01
Logam terlarut:			
17.	Raksa (Hg)	mg/l	0,001
18.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,005
19.	Arsen (As)	mg/l	0,012

Lampiran 2. Nilai Similarity Analisa Clustering

Makrozoobentos
Similarity (0 to 100)

	ST 1	ST 2	ST 3
ST 1			
ST 2	62,791		
ST 3	63,043	90,566	

Gambar 23. Nilai *Similarity* Makrozoobentos

Parameter Lingkungan
Similarity (0 to 100)

	ST 1	ST 2	ST 3
ST 1			
ST 2	86,998		
ST 3	84,28	97,183	

Gambar 24. Nilai *Similarity* Parameter Lingkungan

Lampiran 3. Data Pengukuran Morfologi Makrozoobentos

• *Uca dussumieri*

Transek	No.	Lebar Karapas	Panjang Karapas	Panjang Capit	Letak Capit
1A	1	3.205	1.9	6.02	kiri
	2	2.21	1.3	2.34	kanan
1B	1	3.235	2.045	6.235	kanan
1C	1	2.545	1.635	4.8	kiri
2A	1	3.025	0.815	6.13	kanan
	2	2.905	1.315	3.8275	kanan
	3	2.3	1.245	3.51	kiri
	4	1.92	1.2	2.815	kanan
	5	1.945	1.105	2.51	kanan
	6	2.52	1.605	4.01	kanan
2B	1	3.14	1.9	6.7	kiri
	2	3.13	1.9	6.815	kanan
	3	2.72	1.415	4.63	kanan
	4	2.905	1.71	-	-
	5	1.92	0.7275	1.63	kiri
	6	1.135	0.7	-	-
	7	0.7	0.4075	0.815	kiri
	8	0.815	0.43	-	-
2C	1	3.235	1.92	6.225	kiri
	2	3.2	1.84	6.44	kanan
	3	3.3	1.92	5.62	kiri
	4	2.505	1.505	4.24	kiri
	5	2.405	1.335	3.53	kiri
	6	1.24	0.5	1.115	kiri
	7	0.84	0.42	-	-
	8	0.74	0.42	0.5	kiri
3A	1	3.3	2.025	6.91	kiri
	2	2.9	1.835	5.62	kiri
	3	2.205	1.325	3.42	kiri
	4	2.245	1.42	3.745	kanan
	5	2.32	1.305	3.445	kanan
	6	3.42	1.9	6.73	kiri
3B	1	3.23	1.945	6.42	kiri
	2	3.3	1.92	5.51	kiri
	3	3.63	1.815	6.445	kanan
	4	3.015	1.515	4.12	kiri
	5	2.415	1.41	3.53	kiri
	6	0.815	0.4	0.7	kiri
	7	0.845	0.44	-	-

Transek	No.	Lebar Karapas	Panjang Karapas	Panjang Capit	Letak Capit
	8	2.32	1.305	3.445	kanan
	9	2.54	1.51	3.84	kanan
	10	0.715	0.42	0.62	kiri
3C	1	2.205	1.325	3.42	kiri
	2	2.245	1.42	3.745	kanan
	3	2.32	1.305	3.445	kanan
	4	2.54	1.51	3.84	kanan
	5	0.815	0.435	0.845	kiri
	6	3.015	1.515	4.12	kiri
	7	2.415	1.41	3.53	kiri
	8	1.12	0.5	0.62	kanan
Rata-rata		2.31	1.30	3.88	-

• *Uca triangularis*

Transek	No.	Lebar Karapas	Panjang Karapas	Panjang Capit	Letak Capit
2A	1	1.025	0.525	1.43	kanan
	2	0.93	0.51	0.8	kiri
	3	0.805	0.315	1.115	kanan
2B	1	1.02	0.525	1	kiri
	2	1.12	1.015	1.835	kiri
	3	0.93	0.415	1.14	kiri
	4	0.9	0.5	1.11	kanan
3A	1	1.025	0.525	1.415	kiri
	2	1.12	0.6175	-	-
3C	1	1.22	0.6425	0.735	kanan
	2	1.525	0.52	1.135	kiri
	3	1.13	0.625	-	-
	4	0.735	0.42	0.81	kiri
	5	0.92	0.525	-	-
Rata-rata		1.03	0.55	1.14	-

• *Uca coarctata*

Transek	No.	Lebar Karapas	Panjang Karapas	Panjang Capit	Letak Capit
3A	1	2.615	1.71	-	-
	2	2.51	1.63	-	-
Rata-rata		2.56	1.67	-	-

- ***Thalassina squamifera***

Stasiun	No.	Panjang
2	1	13.32
3	1	12.235
Rata-rata		12.78

- ***Cerithidea quadrata***

Stasiun	No.	Panjang	Lebar	Mulut
1A	1	3.515	1.1075	1.1175
	2	3.34	1.52	1.1175
	3	3.42	1.03	1.025
	4	2.315	1.105	1.035
1B	1	3.13	1.11	1.12
	2	3.42	1.2	1.025
	3	3.545	1.3325	1.145
	4	1.945	0.805	0.535
1C	1	3.035	1.21	1.125
	2	2.115	0.9	0.605
	3	3.515	1.145	1.115
2A	1	2.605	0.8	0.54
	2	2.825	0.905	0.615
2B	1	4.305	1.93	1.235
	2	3.51	1.535	1.005
	3	1.925	0.93	0.21
	4	1.82	1.03	0.215
	5	1.4	0.605	0.415
2C	1	4.71	0.605	1.625
	2	3.105	1.2	0.8025
	3	2.2475	0.905	0.6
3A	1	3.31	1.2	1
	2	2.82	1.13	0.815
3C	1	1.815	1.21	0.515
Rata-rata		2.8703854	1.102083	0.856563

- ***Cerithidea cingulata***

Stasiun	No.	Panjang	Lebar	Mulut
1A	1	3.22	1.2	1.225
	2	3.3	1.025	0.9475
	3	3.035	0.92	0.71
1B	1	4.105	1.43	1.2

Stasiun	No.	Panjang	Lebar	Mulut
	2	3.905	1.34	1.115
	3	4.1425	1.445	1.21
	4	3.42	1.21	1.01
	5	4.44	1.61	1.3375
	6	3.605	1.235	1.145
	7	3.71	1.22	1.125
	1C	1	3.84	1.445
2		2.725	0.9	0.5
3		2.92	1	0.53
4		3.145	1.21	0.93
2A	1	2.33	0.715	0.33
	2	2.135	0.63	0.4
	3	2.405	0.715	0.345
2B	1	4.645	1.72	1.525
	2	4.105	1.64	1.315
	3	3.42	1.21	0.9325
	4	3.225	1.2	0.9075
	5	2.84	0.84	0.63
	6	2.64	0.815	0.615
	7	2.4	0.725	0.5
3B	1	2.605	0.83	0.5125
3C	1	2.645	0.92	0.625
	2	2.21	1.005	0.615
	3	2.63	0.8275	0.515
	4	2.015	0.735	0.505
	5	2.13	0.815	0.625
	6	2.5	0.92	0.51
	7	2.3	0.725	0.42
	8	2.3	0.825	0.6
	9	2.605	0.7475	0.545
	10	2.2	0.7	0.525
	11	1.8475	0.545	0.405
Rata-rata		2.860139	1.027639	0.775694

- ***Chicoreus capucinus***

Stasiun	No.	Panjang	Lebar	Mulut
3	1	5.545	2.315	1.945
	2	4.84	2.01	1.12
Rata-rata		5.19	2.16	1.53

- ***Tectus fenestratus***

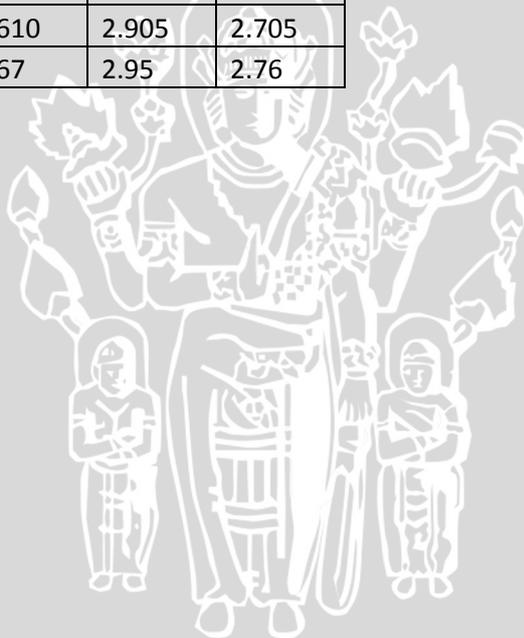
Stasiun	Spesies	No.	Panjang	Lebar	Mulut
2	<i>Tectus fenestratus</i>	1	2.1	2	1.1

- ***Cypraea vitellus***

Stasiun	No.	Panjang	Lebar
1	1	3.5	2
	2	3.64	2.105
Rata-rata		3.57	2.05

- ***Polinices mammilla***

Stasiun	No.	Panjang	Lebar	Mulut
1A	1.000	3.725	3.000	2.808
1C	1.000	3.610	2.905	2.705
Rata-rata		3.67	2.95	2.76



Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian



Gambar 25. Pengambilan Makrozoobentos



Gambar 26. Proses Pencucian Makrozoobentos



Gambar 27. Proses Identifikasi Makrozoobentos



Gambar 28. Proses Pengukuran Morfologi Makrozoobentos