p-ISSN : 2302-8114
e-ISSN : 2549-7103

Journal of MARINE AND AQUATIC SCIENCES

Vol. 4, No. 2, Desember 2018

http://ojs.unud.ac.id/index.php/jmas

https://ojs.unud.ac.id/index.php/jmas/issue/view/2423
Search

Laju Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Transplantasi Karang Acropora secale di Pantai Serangan dan Pantai Geger, Bali

Luh Putu Ayu Depi Nurcahyani, I Wayan Gede Astawa Karang, Widiastuti Karim 297-303

PDF

Status Pencemaran Lingkungan Sungai Badung dan Sungai Mati di Provinsi Bali Berdasarkan Bioindikator Phylum Annelida

Mawardi Labbaik, I Wayan Restu, Made Ayu Pratiwi 304-315

PDF

Pertumbuhan dan Struktur Umur Kerang Kepah (Meretrix meretrix) di Kampung Nipah Desa Sei Nagalawan Kecamatan Perbaungan Kabupaten Serdang Bedagai

Nafi Sakila, Dinda Ayu Ramadhani, Ani Suryanti 316-323

PDF

Hubungan Kelimpahan dan Keanekaragaman Fitoplankton dengan Kelimpahan dan Keanekaragaman Zooplankton di Perairan Pulau Serangan, Bali

Luh Putu Puspita Dewanti, I Dewa Nyoman Nurweda Putra, Elok Faiqoh 324-335

PDF

Editor-in-Chief

Abd. Rahman As-syakur, [Scopus ID: 54406313400, h-index: 6; Google Scholar] Center for Remote Sensing and Ocean Science (CReSOS), Udayana University. Gedung Pascasarjana, Lt 3. Jl. PB Sudirman, Denpasar 80232, Bali, Indonesia
Interests: Remote Sensing; GIS; Climatology; Meteorology

Co-Editor-in-Chief

Pande Gde Sasmita Julyantoro, [Scopus ID: 55704776700, h-index: 4; Google Scholar] Department of Water Resources Management (MSP), Faculty of Marine Science and Fisheries, Udayana University, Jl. Kampus Unud Bukit Jimbaran, Badung 80361, Bali, Indonesia
Interests: Aquaculture; Aquatic Microbiology

I Wayan Nuarsa, [Scopus ID: 55078250400, h-index: 4; Google Scholar] Graduate Study of Environmental Sciences, Udayana University, Post Graduate Building, 1st Fl. Jl. PB Sudirman, Denpasar 80232, Bali, Indonesia
Interests: Remote Sensing; GIS; Agriculture; Land Use

Associate Editor

I Wayan Arthana, [Scopus ID: 55486654300, h-index: 3; Google Scholar] Department of Water Resources Management (MSP), Faculty of Marine Science and Fisheries, Udayana University, Jl. Kampus Unud Bukit Jimbaran, Badung 80361, Bali, Indonesia
Interests: Coastal Environment; Lake Ecosystem

Made Sudiana Mahendra, [Scopus ID: 55879082100, h-index: 3; Google Scholar] Graduate Study of Environmental Sciences, Udayana University, Post Graduate Building, 1st Fl. Jl. PB Sudirman, Denpasar 80232, Bali, Indonesia
Interests: Environmental science

Takahiro Osawa, [Scopus ID: 47861975900, h-index: 4; Google Scholar] Center for Research and Application of Satellite Remote Sensing (CRAS), Yamaguchi University, 2-6-1 Tokiwadai Ube, Yamaguchi 7558611, Japan
Interests: Oceanography; Marine Remote Sensing

I Gusti Bagus Sila Dharma, [Scopus ID: 57189692419, h-index: 1; Google Scholar] Marine Science Department, Faculty of Marine Science and Fisheries, Udayana University, Jl. Kampus Unud Bukit Jimbaran, Badung 80361, Bali, Indonesia
Interests: Coastal engineering; Coastal modeling

I Gede Hendrawan, [Scopus ID: 56126226900, h-index: 1; Google Scholar] Marine Science Department, Faculty of Marine Science and Fisheries, Udayana University, Jl. Kampus Unud Bukit Jimbaran, Badung 80361, Bali, Indonesia
Interests: Marine sciences; Remote sensing; Oceanography modeling

Ima Yudha Perwira, [Scopus ID: 57191585233, h-index: 1; Google Scholar] Department of Water Resources Management (MSP), Faculty of Marine Science and Fisheries, Udayana University, Jl. Kampus Unud Bukit Jimbaran, Badung 80361, Bali, Indonesia
Interests: Environmental science; Environmental microbiology; Aquatic science; Aquaculture

Editorial Assistant

Herlambang Aulia Rachman, Marine Science Department, Faculty of Marine Science and Fisheries, Udayana University, Jl. Kampus Unud Bukit Jimbaran, Badung 80361, Bali, Indonesia
Mu'tasim Billah, Department of Water Resources Management (MSP), Faculty of Marine Science and Fisheries, Udayana University, Jl. Kampus Unud Bukit Jimbaran, Badung 80361, Bali, Indonesia

Status Pencemaran Lingkungan Sungai Badung dan Sungai Mati di Provinsi Bali Berdasarkan Bioindikator Phylum Annelida

Mawardi Labbaik [a*], I Wayan Restu [a], Made Ayu Pratiwi [a]

[a] *Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Bali 80361, Indonesia*

* *Penulis koresponden. Tel.: +62-81999932002*
Alamat e-mail: Mawardylabbay@gmail.com

Diterima (received) 22 Juli 2017; disetujui (accepted) 9 November 2017; tersedia secara online (available online) 11 November 2017

Abstract

Water pollution is the entry or inclusion of substances, energy and other components into the water by human activities, so that water quality decrease to a certain level. This study a timed to monitor the pollution of aquatic environment in the Badung River and Mati River by using Annelida phylum as bioindicator, the study was conducted from February to March 2017. The data obtained were analyzed by the structure of the community, and also used ABC (*Abudance-Biomass Comparison*) method. The result of the research showed that the most abundance of Annelida and dominant from all stations of Badung River and Mati River was *Lumbriculus variegatus*. Is showed that it contamination status was categorized as mild contamination because it was dominant by facultative organism. The structure of the Annelida community in the Badung River and Mati River with the value of the diversity index was categorized as low Annelida (H '<1.0). The uniformity index was categorized as depressed Annelida community (0.00 <E 0.50), high dominance index of Badung River (0.75 <C ≤ 1.00), Mati River was medium (0.50 < C < 0.75). The result of the water quality range as the supporting factor showed the average support for Annelida life i.e the current velocity 0.16 - 0.61 m/s, the temperature 25.5 - 31°C, DO 3-7.2 mg/l, pH 7.77 - 8.44 and BOD_5 0.5 - 3.1 mg/l. The analysis environmental pollution condition of Badung River and Mati River with Annelida as bioindicator by using ABC method showed that were medium contaminated.

Keywords: *Annelida; Badung River; Mati River; pollution status*

Abstrak

Pencemaran air adalah masuknya zat, energi dan komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui status pencemaran Sungai Badung dan Sungai Mati berdasarkan indikator biologi komunitas Annelida dan kualitas air sebagai faktor pendukung, penelitian dilaksanakan pada Bulan Februari-Maret 2017. Data yang diperoleh dianalisis struktur komunitasnya, dan juga digunakan metode ABC (*Abudance-Biomass Comparison*). Hasil penelitian menunjukan bahwa kelimpahan Annelida terbanyak dari seluruh stasiun Sungai Badung dan Sungai Mati yaitu jenis *Lumbriculus variegatus,* dalam hal ini status pencemaran dikategorikan tercemar sedang karena didominansi oleh organisme fakultatif. Struktur komunitas Annelida pada Sungai Badung dan Sungai Mati dengan nilai indeks keanekaragaman dikategorikan rendah (H' < 1,0), indeks keseragaman dikategorikan komunitas Annelida tertekan (0,00 < E 0,50), indeks dominansi Sungai Badung tinggi (0,75 < C < 1,00), sedangkan Sungai Mati sedang (0,50 < C < 0,75). Hasil kisaran kualitas air sebagai faktor pendukung rata-rata mendukung untuk kehidupan Annelida yakni kecepatan arus 0,16 – 0,61 m/det, suhu 25,5 – 31°C, DO 3-7,2 mg/l, pH 7,77 – 8,44 dan BOD_5 0,5 – 3,1 mg/l. Status pencemaran Sungai Badung dan Sungai Mati dengan Bioindikator Annelida menggunakan metode ABC menunjukkan bahwa Sungai Badung dan Sungai Mati tercemar sedang.

Kata Kunci: *Annelida; Sungai Badung; Sungai Mati; status pencemaran*

1. Pendahuluan

Air merupakan sumber daya alam yang sangat berperan penting bagi kehidupan makhluk hidup. Salah satu badan air yang merupakan kekayaan sumberdaya air adalah sungai. Sungai merupakan tempat-tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan, garis sempadan sungai adalah garis batas luar pengamanan sungai (Pemerintah Republik Indonesia, 1991). Fungsi sungai adalah sebagai penampung, penyimpan irigasi dan bahan baku air minum bagi sejumlah kota di sepanjang alirannya.

Status Lingkungan Hidup Provinsi Bali Tahun 2015 (BLH Provinsi Bali, 2015) menyebutkan bahwa kondisi kualitas air pada 22 sungai lintas kabupaten di Bali mengalami peningkatan diatas baku mutu yang disebabkan oleh buangan limbah domestik maupun komersial, sehingga beberapa sungai terutama yang melintasi daerah perkotaan mengalami tekanan yang cukup berat. Salah satu sungai yang melintasi daerah perkotaan khususnya Kota Denpasar adalah Sungai Badung dan Sungai Mati. Sungai Badung merupakan salah satu sungai utama di Provinsi Bali yang mengalir di tengah-tengah Kota Denpasar. Sungai Badung memiliki panjang aliran ± 21 km, Daerah Aliran Sungai Badung memiliki luas 22,5 km^2 dengan panjang sungai utama 17 km (BAPPEDA Kota Denpasar, 2014). Sungai Mati merupakan sungai yang memiliki luas 25,4 km^2 dengan panjang sungai utama 12,5 km (BAPPEDA Kota Denpasar, 2014).

Pencemaran air adalah suatu keadaan dimana air tersebut telah mengalami penyimpangan dari keadaan normalnya. Salah satu cara untuk memantau tingkat pencemaran lingkungan perairan di Sungai Badung dan Sungai Mati adalah dengan menggunakan parameter biologi. Salah satu cara untuk menilai parameter biologi tersebut adalah dengan melihat struktur komunitas makrozoobenthos. Makrozoobenthos adalah kumpulan dari berbagai macam organisme yang hidup didasar perairan maupun di permukaan perairan (Sudarso & Wardiatno, 2015). Salah satu organisme makrozoobenthos adalah Phylum Annelida. Annelida merupakan jenis organisme yang hidupnya menetap di dasar perairan dengan pergerakan yang relatif lambat sehingga cocok dijadikan indikator biologi (bio-indikator) di sungai, karena struktur dan komunitasnya sangat dipengaruhi oleh lingkungan di sekitarnya (Kusnadi, 2015). Berdasarkan paparan tersebut, maka dipandang sangat penting dan strategis untuk melakukan penelitian mengenai komunitas Annelida sebagai bioindikator pencemaran lingkungan pada Sungai Badung dan Sungai Mati.

Tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk mengetahui jenis-jenis dan kelimpahan Annelida, indeks ekologi Annelida, mengetahui kondisi pencemaran lingkungan perairan berdasarkan parameter fisik dan kimia perairan sebagai faktor pendukung, serta mengetahui status pencemaran Sungai Badung dan Sungai Mati berdasarkan indikator biologi komunitas Annelida dengan menggunakan metode ABC (*Abudance-Biomass Comparison*).

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Februari sampai Maret 2017 di Sungai Badung dan Sungai Mati Provinsi Bali. Pengambilan data dilakukan pada 3 zona secara *Purposive Sampling* yang mewakili kondisi wilayah hulu (*upstream*), tengah (*middlestream*), dan hilir (*downstream*) dengan 3 titik pada setiap stasiun penelitian. Biota Annelida sebagai sampel indikator yang dikumpulkan, diidentifikasi di Laboratorium Perikanan Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Udayana. Peta lokasi penelitian tersaji dalam Gambar 1.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk pengambilan sampel Annelida dan identifikasi Annelida serta pengukuran parameter fisika dan kimia adalah sepatu *boot*, sarung tangan karet, GPS (*Global Positioning System*), DO meter, pH meter, bola arus, *coolbox*, *stopwatch*, *surber bottom sampler*, sekop/cetok, mikroskop, buku identifikasi dalam buku Pinder (2010) dan Ahmed et al. (2015), *disceting set*, kertas label, botol sampel, timbangan elektrik, aquades, alkohol 70%, formalin 4%.

2.3 Analisis Data

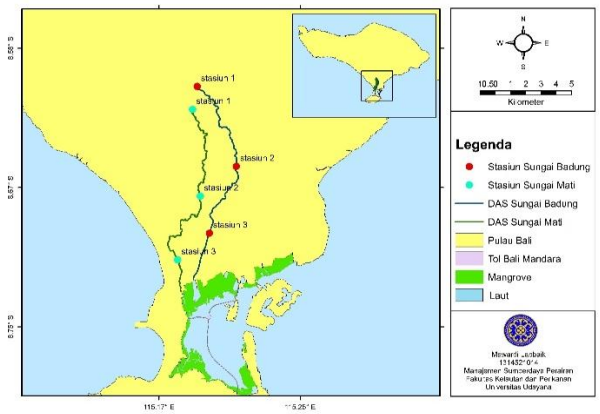
2.3.1 Indeks Kelimpahan Jenis

Rumus dari kelimpahan jenis (Brower *et al*., 1998) adalah:

$$K = \frac{ni}{A} \quad (1)$$

Dimana:

K : Kelimpahan jenis ke-i, ni : Jumlah individu jenis ke-I, A : Luas petak pengambilan sampel



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.3.2 Biomassa Annelida

Biomassa ditentukan melalui bobot basah Annelida. Data biomassa (gram/m²) digunakan dalam menganalisis kurva ABC (Warwick, 1986). Analisis data dilakukan dengan melihat biomassa per satuan luas yaitu dengan membagi biomassa total per jenis terhadap luas pengamatan.

2.3.3 Indeks Keanekaragaman Jenis

Rumus indeks keanekaragaman jenis (Poole, 1974) adalah:

$$H' = -\sum_{i-1}^{S} (Pi)\,(log_2 Pi) \quad (2)$$

Dimana:

H' : Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, S : Jumlah spesies, Pi : Proporsi jumlah individu jenis ke-i dengan jumlah individu total sampel.

2.3.4 Indeks Keseragaman Jenis

Rumus indeks keseragaman (Krebs, 1978) adalah sebagai berikut:

$$J' = \frac{H'}{log_2 S} = \frac{H'}{H_{maks}} \quad (3)$$

Dimana:

J': Indeks keseragaman (*Evenness index*), H : Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, S : Jumlah spesies

2.3.5 Indeks Dominansi

Rumus Dominansi (Odum and Barrett, 1971) adalah sebagai berikut:

$$C = \sum_{i=1}^{S} \left(\frac{ni}{N}\right)^2 = \sum_{i=1}^{S} Pi^2 \quad (4)$$

Dimana:

C : Indeks dominansi (*Index of dominance*), Ni : Nilai dari setiap spesies (jumlah jenis individu ke-i), N : Nilai total dari seluruh spesies (jumlah individu total yang telah ditemukan), Pi : Perbandingan jumlah individu jenis ke-i dengan jumlah individu total yang telah ditemukan.

2.3.6 Metode ABC (*Abudance Biomass Comparison*)

Metode ABC (Warwick, 1986) digunakan dalam menentukan tingkat pencemaran perairan berdasarkan struktur komunitas Annelida. Dari hasil yang diperoleh, apabila kurva K-*Dominance* untuk biomassa terletak diatas kurva untuk jumlah individu spesies, maka perairan dikatakan tidak tercemar. Bila kurva K-*Dominance* untuk biomassa dan jumlah individu spesies saling berhimpitan maka perairan dikatakan tercemar sedang dan sebaliknya jika kurva K-Dominance untuk jumlah individu spesies berada diatas kurva biomassa spesies maka perairan dikatakan tercemar berat (Ulfa, 2011). Data ranking jumlah Annelida per satuan luas (ind/m²) dan biomassa per satuan luas (g/m²) diplotkan pada sumbu X dalam bentuk logaritma, sedangkan sumbu Y diplotkan data persentase kumulatif dominan dari jumlah individu per satuan luas dan biomassa per satuan luas (Roulia *et al*., 2014). Bentuk kurva K-*Dominance* disajikan pada gambar berikut:

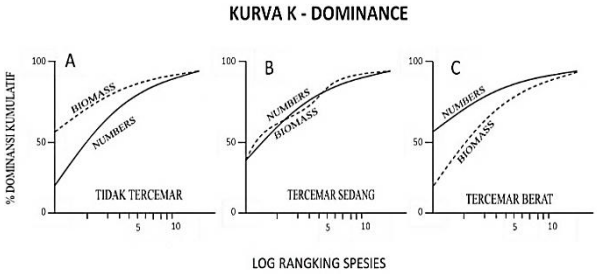
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Struktur Komunitas Annelida

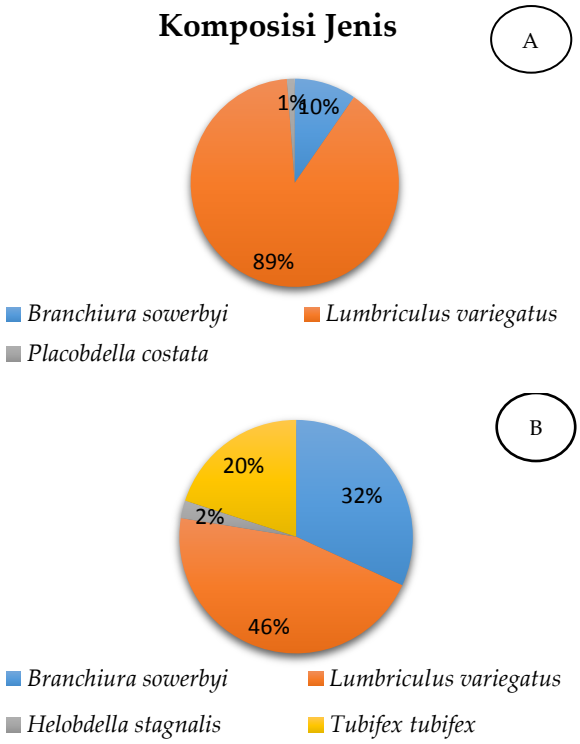
3.1.1 Komposisi Jenis Annelida

Komposisi jenis Annelida yang ditemukan di Sungai Badung dan Sungai Mati dari keseluruhan setiap stasiun ditemukan 5 jenis Annelida dari 2 kelas yaitu kelas Oligochaeta dan Hirudinea yang

meliputi diantaranya *Lumbriculus variegatus, Branchiura sowerbyi, Tubifex tubifex, Helobdella stagnalis*, dan *Placobdella costata*. Presentase komposisi Annelida Sungai Badung dan Sungai Mati tersaji pada gambar 3.



Gambar 2. Bentuk kurva K-*Dominance* untuk jumlah individu dan biomassa spesies Annelida, yang menunjukkan 3 kondisi perairan yaitu perairan yang tidak tercemar, tercemar sedang dan tercemar berat (Warwick, 1986 *dalam* Ulfa, 2011).



Gambar 3. Presentase Komposisi Annelida (A) Sungai Badung (B) Sungai Mati

Presentase komposisi Annelida pada seluruh stasiun di Sungai Badung dan Sungai Mati ditemukan hasil yang bervariatif. Jenis Annelida terbanyak dan mendominasi adalah jenis *Lumbriculus variegatus* pada Sungai Badung sebanyak 89% dan Sungai Mati 46% dengan total jumlah jenisnya yaitu 186 spesies. Hal ini disebabkan karena *Lumbriculus variegatus* merupakan organisme fakultatif, yaitu organisme yang mampu bertahan di daerah yang kaya bahan organik namun tidak dapat mentolerir tekanan lingkungan yang tinggi. *Lumbriculus variegatus* biasa ditemukan di perairan dangkal dan berada di antara dedaunan, bebatuan, dan tanaman yang berakar tetapi juga dapat ditemukan di habitat lainnya (Honatta, 2010). Dalam hal ini kondisi hasil kualitas air pada Sungai Badung dan Sungai Mati terbilang cukup baik sehingga *Lumbriculus variegatus* dapat ditemukan pada seluruh stasiun Sungai Badung dan Sungai Mati. Seperti nilai DO rata-rata Sungai Badung dan Sungai Mati berkisar 4,2 – 4,8 mg/l yang mendukung kehidupan cacing seperti dalam pernyataan Shafrudin *et al.* (2005) DO optimum yang dibutuhkan oleh Annelida yaitu antara 2,75-5 mg/l, dan pH rata-rata yaitu berkisar 7,9 – 8,3 yang mendukung kehidupan cacing juga, karena pH optimum untuk pertumbuhan Annelida yakni antara 6 – 8 (Vebriane *et al*., 2014). Pada pH netral atau nilai pH mendekati alkali merupakan kondisi yang paling menguntungkan untuk Tubificidae dan Lumbriculidae (Lou *et al*., 2013).

Kemudian yaitu dari jenis *Branchiura sowerbyi* pada Sungai Badung sebanyak 10 % dan Sungai Mati sebanyak 32% dengan total jumlah jenisnya yaitu 86 spesies, *Branchiura sowerbyi* merupakan cacing Tubificidae yang biasa ditemukan pada lingkungan air tawar yang kaya akan bahan organik terdapat didaerah tropic dan daerah yang beriklim sedang (Lobo & Alves, 2011). *Branchiura sowerbyi* juga cacing yang terdistribusi secara luas dan hampir terdapat di seluruh dunia, cacing tersebut biasanya hidup pada perairan tenang dengan tipe substrat lumpur dan mampu bertahan dengan kondisi pH dan DO ekstrim, seperti pada perairan gambut (Honatta, 2010). Menurut Lobo & Espindola (2014) *Branchiura sowerbyi* juga mempunyai potensi besar untuk digunakan dalam test spesies dalam *bioassay* toksikologi. Selanjutnya *Tubifex tubifex* pada Sungai Mati sebanyak 20 % dengan total jumlah jenisnya yaitu 46 spesies. Hal ini dipengaruhi oleh substrat yang berlumpur, menurut Kusnadi (2015) yang dominan hidup di substrat berlumpur dan mempunyai tipe cara makan *deposit feeders* itu seperti jenis cacing oligochaeta sebagai mana di ketahui bahwa kelas oligochaeta seperti *Tubifex tubifex* merupakan jenis cacing yang ujung anteriornya selalu terbenam di dasar perairan seperti lumpur, berwarna merah, pink, kadang terbungkus suatu selubung yang

ujung posteriornya dilambaikan untuk memperoleh oksigen sehingga tahan pada kandungan oksigen yang rendah serta mempunyai tingkat toleran yang tinggi terhadap pencemaran terutama kandungan bahan organik yang tinggi. Tubificidae dapat hidup di air sungai dengan bahan organik yang tinggi, keruh, berlumpur dan kandungan oksigen terlarut yng rendah (Siahaan *et al*., 2012). Setiawan (2009) juga mengatakan kelas Oligochaeta termasuk *Tubifex tubifex* dan *Branchiura sowerbyi* bersifat toleran dan mampu bertahan pada kondisi lingkungan yang mempunyai bahan organik tinggi serta memiliki kemampuan osmoregulasi yang baik, sehingga ia dapat menyesuaikan diri terhadap kondisi ekstrim.

Dalam hal ini *Branchiura sowerbyi* dan *Tubifex tubifex* yang tergolong famili Tubificidae dari kelas Oligocaheta tidak terlalu banyak ditemukan pada semua stasiun Sungai Badung dan Sungai Mati, hal ini dikarenakan pada kondisi parameter kualitas air tidak tergolong ekstrim serta diduga kandungan bahan organic tidak terlalu tinggi. Selanjutnya yaitu dari jenis *Helobdella stagnalis* pada Sungai Mati sebanyak 2 % dengan total jumlah jenisnya yaitu 6 spesies, dan yang terakhir yaitu *Placobdella costata* pada Sungai Badung sebanyak 1 % dengan total jumlah jenis 1 spesies. Pada spesies *Helobdella stagnalis* dan *Placobdella costata* yang ditemukan hanya sedikit, hal ini disebabkan karena *Helobdella stagnalis* dan *placobdella costata* (lintah) termasuk hewan nokturnal (beraktivitas di malam hari) dan umumnya bersembunyi di bawah bebatuan, tanaman, maupun debris pada saat siang hari (Honatta, 2010).

3.1.2 Kelimpahan dan Indeks Ekologi Annelida

Kelimpahan dan indeks ekologi Annelida pada tiap stasiun Sungai Badung dan Sungai Mati terdapat perbedaan yang signifikan dan nilanya bervariatif. Dari seluruh stasiun Sungai Badung dan Sungai Mati spesies yang berlimpah dan banyak ditemukan adalah *Lumbriculus variegatus*. Struktur komunitas dan daya dukung lingkungan memberikan pengaruh yang sangat besar dalam dinamika ekosistem perairan. Semakin stabil lingkungan, semakin stabil pula ekosistem perairan (Hasanah *et al.,* 2014). Berikut adalah beberapa Tabel kelimpahan spesies dari keseluruhan stasiun Sungai Badung disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1
Kelimpahan Annelida di Sungai Badung

No	Nama Spesies	Stasiun			Total
		1	2	3	
1	*Placobdella costata*	-	11,11	-	11,11
2	*Lumbriculus variegatus*	-	488,89	333,33	822,22
3	*Branchiura sowerbyi*	-	22,22	66,67	88,89

Berdasarkan Tabel 1 menjelaskan bahwa pada kelimpahan spesies dari tiap stasiun berbeda nyata. Pada stasiun 1 Sungai Badung tidak ada sama sekali ditemukan Annelida disebabkan oleh pengaruh substrat, kecepatan arus dan lingkungan yang tidak mendukung kehidupan Annelida. Pada stasiun 2 Sungai Badung spesies yang paling berlimpah yaitu *Lumbriculus variegatus* dengan nilai kelimpahan individu 488,89 ind/m^2. Sedangkan pada stasiun 3 Sungai Badung spesies yang belimpah juga *Lumbriculus variegatus* dengan nilai kelimpahan individu yaitu 333,33 ind/m^2. Kelimpahan total jenis *Lumbriculus variegatus* dari seluruh stasiun Sungai Badung adalah 822,22 ind/m^2. Sedangkan untuk kelimpahan total jenis *Branchiura sowerbyi* dari seluruh stasiun Sungai Badung adalah 88,89 ind/m^2, dan kelimpahan total untuk jenis *Placobdella costata* dari seluruh stasiun Sungai Badung adalah 11,11 ind/m^2. Selanjutnya untuk indeks ekologi Annelida pada stasiun Badung disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2
Indeks Ekologi Annelida Sungai Badung

Indeks	Nilai antar stasiun			Keterangan
	1	2	3	
Keanekaragaman (H')	-	0,2780	0,4506	H' < 1,0
Keseragaman (E)	-	0,1663	0,2895	0,00 < E ≤ 0,50
Dominansi (C)	-	0,8787	0,7222	0,75 < C ≤ 1,00

Berdasarkan Tabel 2 nilai keanekaragaman jenis yang telah diamati oleh peneliti pada Sungai Badung menunjukan bahwa nilai keanekaragaman pada Sungai Badung dikategorikan keanekaragaman rendah. Menurut Poole (1974) jika H'<1,0 yaitu keanekaragaman rendah, miskin, produktivitas sangat rendah sebagai indikasi

adanya tekanan yang berat dan ekosistem tidak stabil. Sedangkan nilai keseragaman Sungai Badung tegolong komunitas tertekan dalam pernyataan Krebs (1978) jika $0,00 < E \leq 0,50$ maka komunitas tertekan. Kemudian nilai dominansi Sungai Badung dikategorikan dominansi tinggi. Odum and Barrett (1971) menyatakan jika $0,75 < C \leq 1,00$ maka dominansi tinggi. Untuk kelimpahan Annelida Sungai Mati disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3
Kelimpahan Annelida di Sungai Mati

No	Nama Jenis	Stasiun			Total
		1	2	3	
1	*Branchiura sowerbyi*	66,67	722,22	77,78	866,67
2	*Lumbriculus variegatus*	666,67	222,22	355,56	1244,44
3	*Helobdella stagnalis*	66,67	-	-	66,67
4	*Tubifex tubifex*	-	544,44	-	544,44

Berdasarkan Tabel 3 menjelaskan pada stasiun 1 Sungai Mati spesies yang berlimpah yaitu *Lumbriculus variegatus* dengan nilai kelimpahan individu 666,67 ind/m^2. Kemudian stasiun 2 Sungai Mati spesies yang belimpah yaitu *Branchiura sowerbyi* dengan nilai kelimpahan 722,22 ind/m^2. Sedangkan untuk stasiun 3 Sungai Mati spesies yang berlimpah yaitu *Lumbriculus variegatus* dengan nilai kelimpahan individu 355,56 ind/m^2. Untuk kelimpahan total jenis *Branchiura sowerbyi* dari seluruh stasiun adalah 866,67 ind/m^2. Kemudian kelimpahan total jenis *Lumbriculus variegatus* dari seluruh stasiun yaitu 1244,44 ind/m^2. Selanjutnya kelimpahan total jenis *Helobdella stagnalis* dari seluruh stasiun yaitu 66,67 ind/m^2. Kemudian kelimpahan total jenis *Tubifex tubifex* dari seluruh stasiun yaitu 544,44 ind/m2. Indeks ekologi Annelida Sungai Mati disajikan pada Tabel 4.

Nilai keanekaragaman jenis yang telah diamati oleh peneliti pada Sungai Mati menunjukan nilai keanekaragaman rendah miskin, produktivitas sangat rendah sebagai indikasi adanya tekanan yang berat dan ekosistem tidak stabil (Poole, 1974). Menurut Rahmawaty (2011) keanekaragaman suatu area juga dipengaruhi oleh faktor substrat yang tercemar, kelimpahan sumber makanan, kompetisi antar dan intra taxa, gangguan dan kondisi dari lingkungan sekitarnya sehingga taxa yang mempunyai daya toleransi yang tinggi akan semakin bertambah sedangkan yang memiliki daya toleransi yang rendah akan semakin menurun. Nilai keseragaman jenis Sungai Mati menunjukan bahwa nilai keseragaman dikategorikan sebagai komunitas Annelida tertekan. Indeks keseragaman berkisar antara nol sampai satu. Semakin mendekati nol semakin kecil keseragaman populasi, artinya penye-baran jumlah individu setiap jenis tidak sama dan ada kecenderungan satu jenis mendominansi. Semakin mendekati nilai satu, maka penyebarannya cenderung merata dan tidak ada jenis yang mendominasi (Alfin, 2014). Sedangkan untuk nilai dominansi jenis Sungai Mati menunjukan nilai dominansi sedang dalam pernyataan Odum and Barrett, 1971 jika $0,50 < C < 0,75$ maka dominansi sedang.

Tabel 4
Indeks Ekologi Annelida Sungai Mati

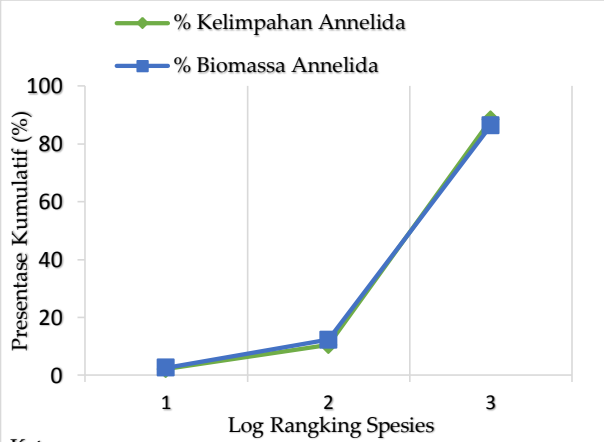
Indeks	Nilai antar Stasiun			Keterangan
	1	2	3	
Keanekara-gaman (H)	0,5661	1,0027	0,4706	H' < 1,0 dan 1,0 < H' < 3,322
Keseragaman (E)	0,3048	0,4714	0,2958	0,00 < E ≤ 0,50
Dominansi (C)	0,7083	0,3913	0,7055	0,50 < C ≤ 0,75

3.1.3 Status Pencemaran Berdasarkan Metode ABC *(Abundance-Biomass Comparison)*

Setelah mendapatkan data dari biomassa dan kelimpahan setiap spesies Annelida pada semua stasiun Sungai Badung dan Sungai Mati, kemudian data tersebut dianalisis dengan menggunakan metode ABC (*Abundance-Biomass Comparison*). Berikut adalah grafik kurva ABC total dari seluruh stasiun Sungai Badung tersaji pada gambar 4.

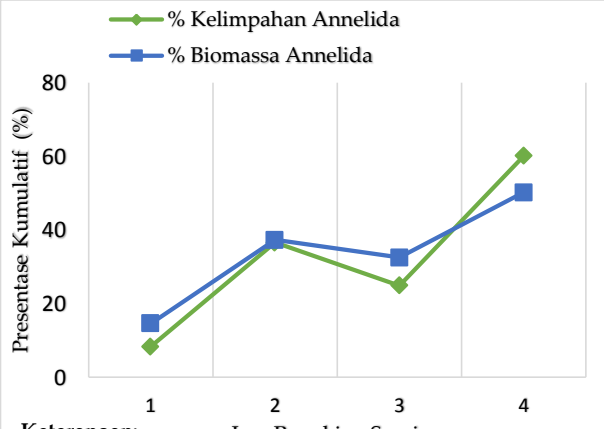
Dari hasil kurva ABC diatas menunjukan kurva ABC Annelida dari keseluruhan tiap stasiun Sungai Badung kurva Annelida dan kurva Biomassa Annelida saling berhimpitan. Hal ini menunjukan bahwa perairan Sungai Badung tercemar sedang. Menurut Warwick (1986) kategori tercemar sedang jika kurva biomassa per satuan luas dan kurva jumlah individu per satuan

luas saling tumpang tindih atau berimpit. Kurva kelimpahan dan biomassa yang berimpit menunjukkan perkembangan jumlah dan biomassa sama dan kedua variabel ini cukup sesuai dengan kualitas air Sungai Badung. Berikut adalah grafik kurva ABC total dari seluruh stasiun Sungai Mati tersaji pada gambar 9.



Keterangan:
1. *Placobdella costata*
2. *Branchiura sowerbyi*
3. *Lumbriculus variegatus*

Gambar 4. Kurva ABC Annelida Keseluruhan dari Setiap Stasiun Sungai Badung



Keterangan:
1. *Helobdella stagnalis*
2. *Tubifex tubifex*
3. *Branchiura sowerbyi*
4. *Lumbriculus variegatus*

Gambar 5. Kurva ABC Annelida Keseluruhan dari Setiap Stasiun Sungai Mati

Dari hasil kurva ABC diatas menunjukan kurva ABC Annelida dari keseluruhan tiap stasiun Sungai Mati kurva Annelida dan kurva Biomassa Annelida saling berhimpitan dan berpotongan. Hal ini menunjukan bahwa perairan Sungai Mati tercemar sedang. Yonvitner dan Imran (2006) menyatakan bahwa adanya kurva saling tumpang tindih antara kelimpahan dan biomassa menunjukkan tercemar sedang karena kemampuan jumlah dan biomassa untuk berkembang dalam kualitas air ini adalah sama. Sedangkan jika kurva biomassa berada diatas kurva kelimpahan menunjukkan tidak tercemar karena setiap jenis mampu hidup pada kualitas air tersebut sehingga terjadi perkembangan biomassa dari masing-masing jenis organisme, dan jika kurva kelimpahan berada diatas kurva biomassa menunjukkan tercemar berat karena setiap jenis tidak mampu hidup dengan baik pada kualitas air tersebut sehingga terjadi perkembangan biomassa yang kecil dari masing-masing jenis organisme.

3.2 Parameter Kualitas Air

3.2.1 Kecepatan Arus

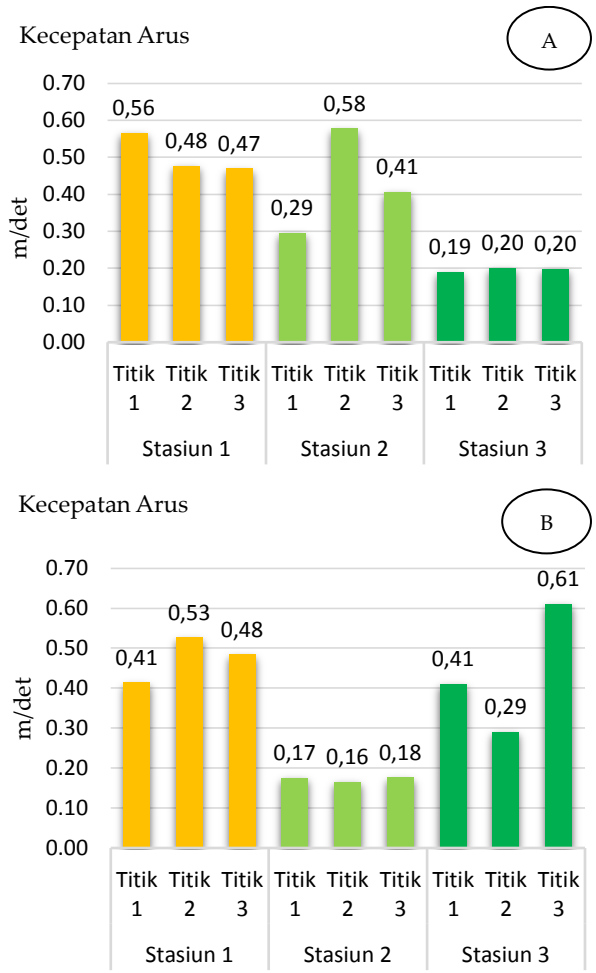
Kecepatan arus merupakan faktor fisika yang mempengaruhi kehidupan akuatik terutama organisme benthos (Ira *et al*., 2015). Kecepatan arus yang diperoleh pada seluruh stasiun Sungai Badung dan Sungai Mati yang telah diamati oleh peneliti dilapangan menunjukan perbedaan yang bervariatif, kecepatan arus setiap stasiun Sungai Badung berkisar antara 0,19 – 0,58 m/det. Kecepatan arus tertinggi berada pada stasiun 2 titik 2 yang yaitu 0,58 m/det, sedangkan kecepatan arus terendah berada pada stasiun 3 titik 1 yaitu 0,19 m/det.

Kecepatan arus yang diperoleh di seluruh stasiun Sungai Mati menunjukan bahwa kecepatan arus setiap stasiun berkisar antara 0,16 – 0,61 m/det. Kecepatan arus tertinggi berada pada stasiun 3 titik 3 yaitu 0,61 m/det, Sedangkan kecepatan arus terendah berada pada stasiun 2 titik 2 yaitu 0,16 m/det. Secara umum makrozoobenthos termasuk Annelida menyukai kisaran kecepatan arus dari 0,45 hingga 0,75 m/detik (Sudarso & Wardiatno, 2015). Grafik kecepatan arus tiap stasiun Sungai Badung dan Sungai Mati tersaji dalam gambar 6.

3.2.2 Suhu

Nilai suhu perairan Sungai Badung yang telah diamati oleh peneliti dilapangan menunjukan bahwa suhu perairan setiap stasiun berkisar antara 26,1 – 30,5 °C. Suhu perairan tertinggi berada pada stasiun 2 dan 3, titik 3 yaitu 30,5 °C, sedangkan

suhu perairan terendah berada pada stasiun 1 titik 1 yaitu 26,1 °C.

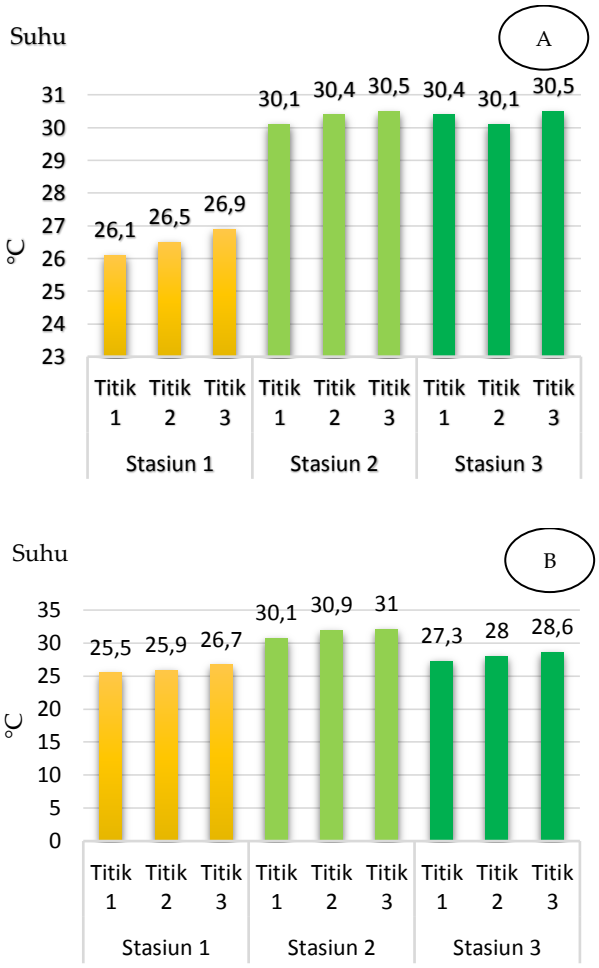


Gambar 6. (A) Kecepatan arus Sungai Badung tiap Stasiun (B) Kecepatan arus Sungai Mati tiap Stasiun

Nilai suhu perairan Sungai Mati yang telah diamati menunjukan bahwa suhu perairan setiap stasiun berkisar antara 25,5 – 31 °C. Suhu perairan tertinggi berada pada stasiun 2 titik 3 yaitu 31°C, sedangkan suhu perairan terendah berada pada stasiun 1 titik 1 yaitu 25,5 °C. Menurut Ekaningrum *et al.* (2012), suhu optimum bagi perkembangan makrozoobenthos berkisar antara 26 – 31 ˚C. Bervariasi nya nilai suhu yang terjadi di suatu perairan, mengindi-kasikan bahwa nilai suhu di suatu perairan dipengruhi oleh faktor eksternal antara lain cuaca, angin dan arus (Patty, 2013). Grafik suhu perairan tiap stasiun Sungai Badung dan Sungai Mati tersaji dalam gambar 7.

3.2.3 DO *(Dissolved Oxygen)*

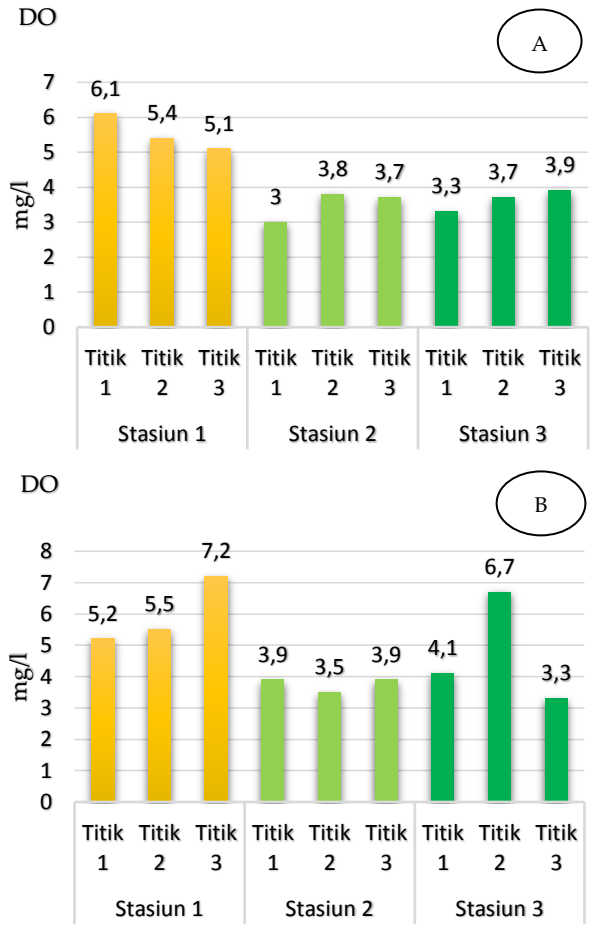
Nilai DO perairan Sungai Badung yang telah diamati oleh peneliti dilapangan menunjukan bahwa DO perairan setiap stasiun berkisar antara 3 – 6,1 mg/l. DO perairan tertinggi berada pada stasiun 1 titik 1 yaitu 6,1 mg/l, sedangkan DO perairan terendah berada pada stasiun 2 titik 1 yaitu 3 mg/l.



Gambar 7. (A) Suhu Sungai Badung tiap stasiun (B) Suhu Sungai Mati tiap Stasiun

Nilai DO perairan Sungai Mati yang telah diamati oleh peneliti dilapangan menunjukan bahwa DO perairan setiap stasiun berkisar antara 3,3 – 7,2 mg/l. DO perairan tertinggi berada pada stasiun 1 titik 3 yaitu 7,2 mg/l, sedangkan suhu perairan terendah berada pada stasiun 2 titik 2 yaitu 3,5 mg/l. Rata- rata nilai DO dari seluruh stasiun Sungai Mati yaitu 4,8 mg/l. kelarutan oksigen di dalam air (DO) berpengaruh terhadap kesetimbangan kimia perairan dan kehidupan biota, dan akan berkurang dengan adanya bahan organik yang mudah terurai (Sudirman *et al.*, 2013). Putra *et al*. (2014) mengatakan salah satu penyebab utama berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam air disebabkan adanya bahan pencemar yang dapat menguras oksigen. Grafik

DO perairan tiap stasiun Sungai Badung dan Sungai Mati tersaji pada gambar 8.

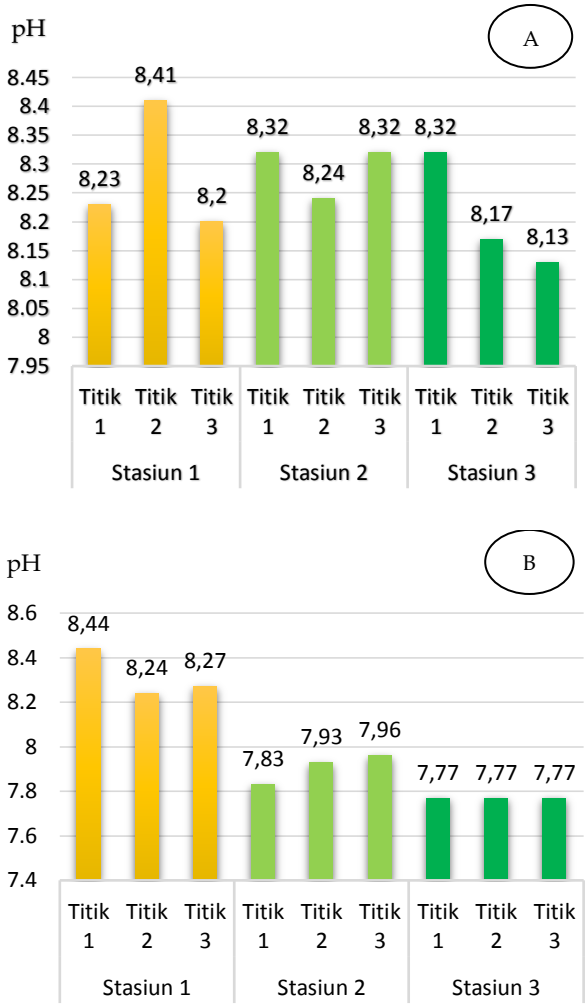


Gambar 8. (A) DO Sungai Badung tiap Stasiun (B) DO Sungai Mati tiap Stasiun

3.2.4 pH

Nilai pH perairan Sungai Badung yang telah diamati oleh peneliti dilapangan menunjukan bahwa pH perairan setiap stasiun berkisar antara 8,2 – 8,41. pH perairan tertinggi berada pada stasiun 1 titik 2 yaitu 8,41, sedangkan pH perairan terendah berada pada stasiun 1 titik 3 yaitu 8,2.

Nilai pH perairan Sungai Mati yang telah diamati oleh peneliti dilapangan menunjukan bahwa pH perairan setiap stasiun berkisar antara 7,77 – 8,44. pH perairan tertinggi berada pada stasiun 1 titik 1 yaitu 8,44, sedangkan pH perairan terendah berada pada stasiun 3 yaitu 7,77. Menurut Yisa dan Jimoh (2010) bahwa pH perairan adalah indikator penting penentuan kualitas air dan pencemaran sungai. Jika pH air lebih rendah dari 5 dan lebih tinggi dari 9 mengindikasikan perairan tersebut telah tercemar sehingga kehidupan biota air akan terganggu dan tidak layak digunakan untuk keperluan rumah tangga. Grafik pH perairan tiap stasiun Sungai Badung dan Sungai Mati tersaji pada gambar 9.



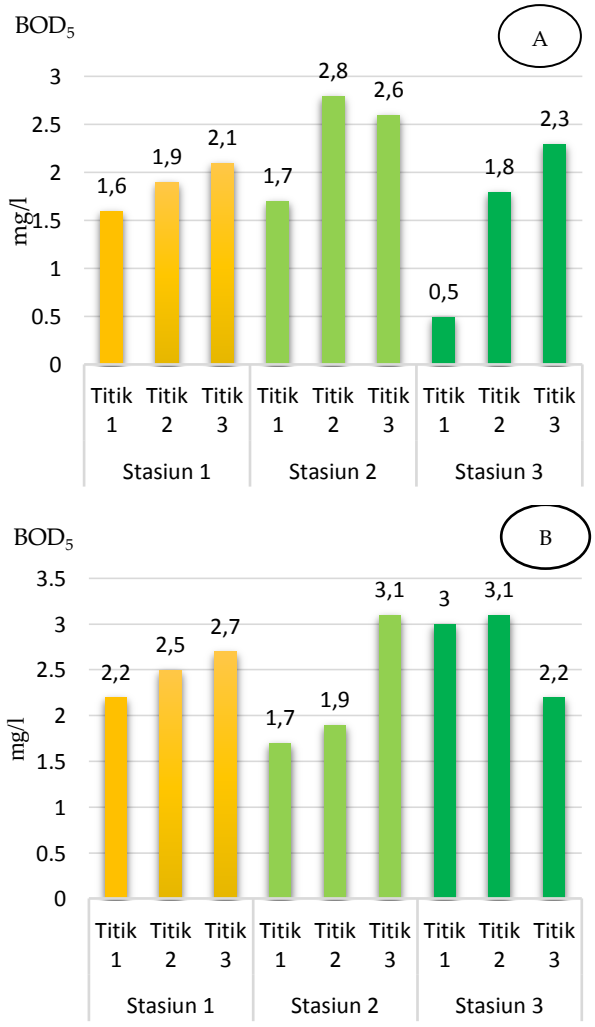
Gambar 9. (A) pH Sungai Badung tiap Stasiun (B) pH Sungai Mati tiap Stasiun

3.2.5 BOD_5

Nilai BOD_5 perairan Sungai Badung yang telah diamati oleh peneliti dilapangan menunjukan bahwa BOD_5 perairan setiap stasiun berkisar antara 0,5 – 2,8 mg/l. BOD_5 perairan tertinggi berada pada stasiun 2 titik 2 yaitu 2,8 mg/l, sedangkan suhu perairan terendah berada pada stasiun 2 titik 2 yaitu 0,5 mg/l. rata-rata nilai BOD_5 pada seluruh stasiun Sungai Badung yaitu 1,9 mg/l.

Nilai BOD_5 perairan Sungai Mati yang telah diamati oleh peneliti dilapangan menunjukan bahwa BOD_5 perairan setiap stasiun berkisar antara 1,7-3,1 mg/l. BOD_5 perairan tertinggi berada pada stasiun 2 dan 3 pada titik 3,2 yaitu 3,1 mg/l.

Sedangkan BOD_5 terendah berada pada stasiun 2 titik 1 yaitu 1,7 mg/l. Rata-rata nilai BOD_5 pada seluruh stasiun Sungai Mati yaitu 2,5 mg/l. menurut Peraturan Gubernur Bali No. 16 Tahun 2016 nilai BOD_5 Sungai Badung dan Sungai Mati dikategorikan kelas 1 yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air bakti air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Grafik nilai BOD_5 perairan Sungai Badung dan Sungai Mati tiap stasiun tersaji pada gambar 10.



Gambar 10. (A) BOD_5 Sungai Badung tiap Stasiun (B) BOD_5 pH Sungai Mati tiap Stasiun

4. Simpulan

Berdasarkan hasil kajian tentang status pencemaran Sungai Badung dan Sungai Mati dengan menggunakan phylum Annelida sebagai indikator biologi dan parameter fisika dan kimia sebagai faktor pendukung, yang dilaksanakan pada Februari sampai Maret 2017 dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut yaitu kelimpahan Annelida terbanyak dari seluruh stasiun Sungai Badung dan Sungai Mati adalah jenis *Lumbriculus variegatus,* dalam hal ini status pencemaran dikategorikan tercemar sedang karena didominansi oleh organisme fakultatif. Struktur komunitas Annelida pada Sungai Badung dan Sungai Mati dengan nilai indeks keanekaragaman dikategorikan rendah (H' < 1,0), indeks keseragaman dikategorikan komunitas Annelida tertekan (0,00 < E 0,50), indeks dominansi Sungai Badung tinggi (0,75 < C < 1,00), sedangkan Sungai Mati sedang (0,50 < C < 0,75).

Hasil kisaran kualitas air sebagai faktor pendukung rata-rata mendukung untuk kehidupan Annelida yakni kecepatan arus 0,16 – 0,61 m/det, suhu 25,5 – 31°C, DO 3-7,2 mg/l, pH 7,77 – 8,44 dan BOD_5 0,5 – 3,1 mg/l. Status pencemaran lingkungan Sungai Badung dan Sungai Mati dengan Bioindikator Annelida menggunakan metode ABC menunjukan bahwa Sungai Badung dan Sungai Mati tercemar sedang.

Ucapan terimakasih

Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak atas dukungan dan rekan-rekan yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian ini. Terimakasih juga kepada Fakultas Kelautan dan Perikanan Univeristas Udayana atas segala fasilitas yang telah diberikan selama penelitian berlangsung.

Daftar Pustaka

Ahmed, R. B., Romdhane, Y., & Tekaya, S. (2015). Checklist and Distribution of Marine and freshwater leeches (Annelida, Clitellata, Hirudinea) in Tunisia with identification key. *Ecologica Montenegrina*, **2**(1), 3-19.

Alfin, E. (2014). Kelimpahan Makrozoobentos di Perairan Situ Pamulang. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, **7**(2), 69-73.

BLH Provinsi Bali. (2015). *Status Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Bali*. Denpasar, Indonesian: Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Denpasar.

BAPPEDA Kota Denpasar. (2014). *Masterplan Drainase dan Irigasi Kota Denpasar*. Denpasar, Indonesia: Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kota Denpasar.

Brower, J. E., Zar, J. H., & von Ende, C. (1998). *Field and laboratory methods for general ecology*. Iowa, USA: Wm. C. Brown Company Publisher.

Ekaningrum, N. Ruswahyuni, R., & Suryanti, S. (2012). Kelimpahan Hewan Makrozoobentos Yang Berasosiasi Pada Habitat Lamun Dengan Jarak Berbeda di Perairan Pulau Pramuka Kepulauan Seribu. *Management of Aquatic Resources Journal*, **1**(1), 13-18.

Hasanah, A. N., Rukminasari, N., & Sitepu, F. G. (2016). Perbandingan Kelimpahan dan Struktur Komunitas Zooplankton di Pulau Kodingareng dan Lanyukang, Kota Makassar. *TORANI: Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*, **24**(1), 1-14.

Honatta, L. (2010). *Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Danau Lido, Bogor, Jawa Barat.* Skripsi. Bogor: Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.

Ira, I., Rahmadani, R., & Irawati, N. (2015). Keanekaragaman Dan Kepadatan Gastropoda Di Perairan Desa Morindino Kecamatan Kambowa Kabupaten Buton Utara. *AQUASAINS (Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan)*, **3**(2), 265-272.

Kusnadi, A. (2015). *Struktur Komunitas Annelida Sebagai Bioindikator Pencemaran Sungai Ancar Kota Mataram dan Upaya Pembuatan Poster Untuk Pendidikan Masyarakat Tahun 2013*. Dalam Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi 2015. Malang, Indonesia, 21 Maret 2015 (pp. 1-8).

Krebs, C.J. (1978). *Ecology the Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Third Edition*. New York, USA: Harper and Row Distribution.

Lou, J., Cao, Y., Sun, P., & Zheng, P. (2013). The Effects of Operational Conditions on the Respiration Rate of Tubificidae. *PloS one*, **8**(12), e81219.

Lobo, H., & Alves, R. D. G. (2011). Reproductive cycle of Branchiura sowerbyi (Oligochaeta: Naididae: Tubificinae) cultivated under laboratory conditions. *Journal Sociedade Brasileira de Zoologia*, **28**(4), 427-431.

Lobo, H., & Espindola, E. L. G. (2014). Branchiura sowerbyi Beddard, 1892 (Oligochaeta: Naididae) as a test species in ecotoxicology bioassays: a review. *Zoosymposia*, **9**, 59-69.

Odum, E. P., & Barrett, G. W. (1971). *Fundamentals of ecology (Vol. 3)*. Philadelphia, USA: W. B Sounders Co.

Patty, S. I. (2013). Distribusi Suhu, Salinitas dan Oksigen Terlarut Di Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Planax*, **1**(3), 148-157.

Republik Indonesia, (1991). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 35 Tahun 1991 tentang Sungai*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1991 Nomor 44. Jakarta, Indonesia: Menteri/Sekretaris Negara Republik Indonesia.

Pemprov Bali. (2016). *Peraturan Gubernur Bali No. 16 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup*. Berita Daerah Provinsi Bali Tahun 2016 Nomor 16. Bali, Indonesia. Pemerintah Daerah Provinsi Bali.

Pinder, A. (2010). Tools for identifying selected Australian aquatic oligochaetes (Clitellata: Annelida). *Museum Victoria Science Reports*, **13**, 1–26.

Poole, R.W., (1974). *An Introduction to quantitative ecology.* New York, USA: McGraw-Hill.

Putra, H., Izmiarti, I., & Afrizal, A. (2014). Komunitas Makrozoobenthos di Sungai Batang Ombilin Sumatera Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, **3**(3), 175-182.

Rachmawaty, R. (2017). Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Tingkat Pencemaran Di Muara Sungai Jeneberang. *Bionature*, **12**(2), 103-109.

Roulia, I. S., Barus, T. A., & Ezraneti, R. (2014). Kualitas Air Sungai Belawan di Desa Lalang Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Aquacoastmarine*, 3(2), 55-65.

Setiawan, D. (2009). Studi komunitas makrozoobenthos di perairan hilir Sungai Lematang sekitar daerah pasar bawah Kabupaten Lahat. *Jurnal Penelitian Sains*, **12**, 67-72.

Shafrudin, D., Efiyanti, W., & Widanarni, W. (2005). Pemanfaatan ulang limbah organik dari substrak *Tubifex sp*. di alam. *Jurnal Akuakultur Indonesia,* **4**, 97-102.

Siahaan, R., Indrawan, A., Soedharma, D., & Prasetyo, L. B. (2012). Keanekaragaman Makrozoobenthos Sebagai Indikator Kualitas Air Sungai Cisadane, Jawa Barat-Banten. *Jurnal Bioslogos*, **2**(1), 1-9.

Sudarso, J., & Wardiatno, Y. (2015). *Penilaian Status Mutu Sungai dengan indicator Makrozoobenthos.* Bogor, Indonesia: Pena Nusantara.

Sudirman, N., Husrin, S., & Ruswahyuni, R. (2013). Baku mutu air laut untuk kawasan pelabuhan dan indeks pencemaran perairan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Kejawanan, Cirebon. *Jurnal Saintek Perikanan*, **9**(1), 14-22.

Ulfa, S. (2011). *Status Pencemaran Dan Indeks Ekologi Annelida Sebagai Bioindikator Pencemaran Lingkungan Pada Muara Sungai Di Kabupaten Pangkep*. Tesis. Makassar, Indonesia: Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.

Vebriane, W., Moesriati, A., & Purnomo. (2014). *Pengaruh Penambahan Cacing Akuatik Terhadap Konsentrasi Nitrogen dan Fosfor dalam proses Reduksi Lumpur Limbah*. Dalam Seminar Ilmiah Nasional X: Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia. Malang, Indonesia, 20 Agustus 2014.

Warwick, R. (1986). A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine biology*, **92**(4), 557-562.

Yisa, J., & Jimoh, T. (2010). Analytical studies on water quality index of river Landzu. *American Journal of Applied Sciences*, **7**(4), 453-458.

Yonvitner, Y., & Imran, Z. (2006). Rasio biomasa dan kelimpahan makrozoobenthos sebagai penduga tingkat pencemaran di teluk jakarta. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, **11**(3), 11-17.

© 2017 by the authors; licensee Udayana University, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/).