

# Kajian Kualitas Air Berdasarkan Keanekaragaman Meiofauna dan Parameter Fisika-Kimia di Pesisir Losari, Makassar

Muh. Sri Yusal\* dan Ahmad Hasyim

Program Studi Pendidikan Biologi STKIP-PI Makassar

## ABSTRAK

Pesisir merupakan kawasan yang rentan mengalami penurunan kualitas perairan akibat masuknya bahan-bahan pencemar hasil aktivitas antropogenik dari daratan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kualitas perairan berdasarkan keanekaragaman meiofauna dan parameter fisika-kimia di pesisir Losari, Makassar. Selain itu penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh parameter fisika-kimia terhadap keanekaragaman meiofauna di dasar perairan. Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan teknik pengambilan data secara purposive sampling. Status kualitas perairan di pesisir Losari dikategorikan sebagai perairan yang tercemar berat, hal ini didasarkan pada tingkat keanekaragaman spesies meiofauna yang sangat rendah dan sebagian besar parameter fisika-kimia perairan yang tidak memenuhi baku mutu yang telah ditentukan oleh pemerintah RI melalui Kep. MLH. No. 51 Tahun 2004. Kecerahan, DO, Suhu, kedalaman, salinitas, dan nitrat sedimen merupakan parameter fisika-kimia yang berkorelasi positif atau berpengaruh terhadap tingkat keanekaragaman meiofauna. Adapun parameter lingkungan perairan yang berkorelasi negatif terhadap tingkat keanekaragaman meiofauna di pesisir Losari, diartikan sebagai hubungan yang tidak menguntungkan. Kondisi ini terjadi akibat meiofauna merasa terganggu atas sebaran fosfat sedimen, nitrat air laut, fosfat air laut, dan pH yang tidak memenuhi baku mutu air laut.

**Kata kunci:** Kualitas perairan; meiofauna; parameter fisika-kimia; pesisir Losari, Makassar

## ABSTRACT

The Coastal zone are susceptible to decreasing water quality due entry of pollutants from anthropogenic activities in the mainland. This study assessed water quality based on meiofauna diversity and physical-chemical parameters in the Losari coast, Makassar. Furthermore, this study was to analyze the physical-chemical parameters effect on the diversity of meiofauna at the seabed. It employed a quantitative approach with purposive sampling technique. Water quality status on the Losari coast categorized as heavily polluted waters, this based on low level of meiofauna species diversity and most of the physical-chemical parameters does not meet the quality standards determined by Indonesian government through Kep. MLH. No. 51 of 2004. Brightness, DO, temperature, depth, salinity, and sediment nitrate are physical-chemical parameters positively correlated or influenced of meiofauna diversity level. The aquatic environmental parameters negatively correlated with meiofauna diversity level in the Losari coast are interpreted as an unfavorable relationship. This condition occurs because the meiofauna feel disturbed by distribution of sedimentary phosphate, seawater nitrate, seawater phosphate, and pH that does not meet seawater quality regulations.

**Keywords:** Water quality; meiofauna; physical-chemical parameters; Losari Coast, Makassar

**Citation:** Yusal, M.S, dan Hasyim, A. (2022). Kajian Kualitas Air Berdasarkan Keanekaragaman Meiofauna dan Parameter Fisika-Kimia di Pesisir Losari, Makassar. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(1), 45-57, doi:10.14710/jil.20.1.45-57

## 1. Pendahuluan

Kualitas air merupakan uraian karakteristik mutu yang diperlukan dalam proses pemanfaatan atau pengelolaan sumber daya perairan. Kualitas air juga dapat diartikan sebagai sifat-sifat air yang mengandung makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain di badan air (Effendi, 2003). Standar kualitas air dapat dianalisis berdasarkan pengukuran konsentrasi kandungan unsur yang tercantum di dalam baku mutu kualitas air sehingga dapat digunakan sebagai tolak ukur dalam pemenuhan kualitasnya. Kualitas air dapat diketahui dengan jelas melalui serangkaian pengukuran terhadap parameter

lingkungan perairan, karena kegiatan tersebut akan memberikan gambaran terhadap unsur-unsur yang terkandung di dalam air (Yusal, 2012; Yusal & Hasyim, 2014; Pratama et al., 2016; Siburian et al., 2017; Yusal & Hasyim, 2017; Yusal et al., 2019b,c; & Yusal, 2020).

Kualitas air dinyatakan dengan beberapa parameter lingkungan, yaitu parameter fisika, kimia, dan biologi. Parameter fisika dapat berupa suhu, kecepatan arus, kedalaman, kecerahan, Total Padatan Terlarut (TDS), dan lain-lain, sedangkan yang digolongkan sebagai parameter kimia adalah pH, Oksigen Terlarut/DO, salinitas, kandungan fosfat dan nitrat, dan lain-lainnya. Begitupula dengan parameter biologi yang dapat berupa kandungan Bakteri

\* Penulis korespondensi: msriyusal.ugm@gmail.com

Coliform, E-coli, plankton, bentos (meiofauna), nekton, dan lain-lainnya (Adrianto et al., 2021; Darmayani et al., 2021a). Parameter fisika-kimia merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap kehidupan berbagai macam organisme di perairan, karena parameter tersebut dapat mempengaruhi laju aktivitas metabolisme, pertumbuhan, dan perkembangan organisme yang hidup di air. Selain itu parameter fisika-kimia juga berperan sebagai pembentuk energi bagi semua kehidupan makhluk hidup di perairan, penentu kesuburan perairan, menjaga keseimbangan difusi atau osmosis, dan mendukung terciptanya proses respirasi dan sistem perkembangbiakan bagi organisme yang hidup di dalam lingkungan perairan (Hutabarat & Evans, 2001; Nybakken & Bertness, 2005; Romimohtarto et al., 2005; Simanjuntak, 2009; Yusal et al., 2019b,c).

Salah satu parameter biologi yang efektif dijadikan sebagai indikator kualitas perairan adalah jenis meiofauna yang merupakan organisme dasar perairan (bentos) dengan ukuran yang sangat kecil, yaitu dengan kisaran 63-100  $\mu\text{m}$ . Beberapa keunggulan meiofauna sebagai bioindikator kualitas lingkungan perairan, yaitu 1) memiliki ukuran yang mikroskopis dan pergerakan yang sangat lambat sehingga mudah terperangkap; 2) memberikan reaksi yang cepat terhadap perubahan lingkungan perairan; 3) memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap masuknya bahan antropogenik atau bahan polutan lainnya ke wilayah perairan; dan 4) memiliki kemampuan berkembang biak yang tinggi, meskipun dalam kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Kehadiran meiofauna dapat memberikan manfaat secara ekologis bagi lingkungan perairan, karena organisme bentos ini mampu mendaur ulang atau mengkonversi bahan-bahan organik yang larut menjadi bahan makanannya. Selain itu, keberadaan meiofauna di dasar perairan juga menjadi penyeimbang dalam siklus rantai makanan di lingkungannya (Yusal, 2012; Yusal & Hasyim, 2014; Yusal et al., 2019a,b,c, d,e; Yusal, 2020; Handayani et al., 2020; Sa'diyah et al., 2021).

Pesisir Losari merupakan salah satu kawasan pesisir di Kota Makassar yang mengalami perkembangan yang sangat pesat dan mendapat perhatian serius dari pemerintah setempat untuk dikembangkan menjadi kawasan pariwisata pantai dan bisnis yang dapat meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD) Kota Makassar. Kawasan pesisir ini telah menjadi ikon Kota Makassar dan telah mengalami peningkatan aktivitas pembangunan yang sangat tinggi. Beberapa fasilitas umum telah dibangun dan dikembangkan untuk menunjang terciptanya kawasan wisata dan bisnis yang dapat menarik perhatian atau minat wisatawan lokal maupun mancanegara. Perkembangan pesat kawasan pesisir Losari saat ini ditandai dengan terealisasinya Metro Tanjung Bunga menjadi kawasan pariwisata pantai dan pusat bisnis perdagangan, penambahan fasilitas umum di anjungan Pantai Losari, pembangunan beberapa hotel berbintang di sekitar pantai, adanya proyek reklamasi

pantai, renovasi pelabuhan internasional Soekarno-Hatta, pembangunan berbagai macam restoran sebagai pendukung terciptanya pusat wisata kuliner khas Makassar, pembangunan beberapa rumah sakit, dan lain-lainnya. Kompleksitas pembangunan maupun aktivitas antropogenik tersebut telah menghasilkan beragam bahan pencemar yang masuk ke wilayah perairan di sekitarnya. Hal tersebut telah menjadi tekanan berat bagi pesisir Losari dan disertai penurunan kualitas perairan yang sekaligus sebagai ancaman serius bagi ekosistem maupun organisme lainnya (Yusal et al., 2019a,b,c,d,e; Yusal, 2020; Yusal, 2021).

Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kualitas perairan pesisir Losari berdasarkan keanekaragaman meiofauna dan parameter fisika-kimia. Selain itu penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh parameter fisika-kimia terhadap keanekaragaman meiofauna di pesisir Losari, Makassar. Output penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan maupun sebagai informasi penting bagi pemerintah setempat dalam mengelola wilayah pesisir Kota Makassar secara terpadu dan berkelanjutan.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2020 di pesisir Losari, Makassar Sulawesi Selatan (Gambar 1). Lokasi penelitian terdiri dari 9 stasiun:

- a. Stasiun 1, merupakan lokasi penelitian di sekitar bangunan hotel, restoran, cafe, dan rumah makan di bibir pantai Losari (S 05°08'20.19"; E 119°24'19.57")
- b. Stasiun 2, merupakan lokasi penelitian di sekitar outlet pembuangan air limbah dari Rumah sakit Stella Maris, limbah rumah tangga, industri kerajinan tangan, pengrajin emas, supermarket dan warung (S 05°08'41.39"; E 119°24'29.30")
- c. Stasiun 3, merupakan lokasi penelitian di sekitar reklamasi Pantai Losari (S 05°08'40.39"; E 119°24'08.55")
- d. Stasiun 4, merupakan lokasi penelitian yang berada di muara kanal Benteng Rotterdam sebagai saluran pembuangan yang mengangkut beragam limbah rumah tangga dan hasil kerajinan emas (S 05°08'09.72"; E 119°24'12.42")
- e. Stasiun 5, merupakan lokasi penelitian di sekitar Pelabuhan Internasional Soekarno Hatta (S 05°08'02.23"; E 119°24'14.34")
- f. Stasiun 6, merupakan lokasi penelitian di muara Sungai Jeneberang (S 05°11'28.87"; E 119°22'54.27")
- g. Stasiun 7, merupakan lokasi penelitian di sekitar pariwisata Pantai Tanjung Merdeka (S 05°10'42.98"; E 119°22'52.27")

- h. Stasiun 8, merupakan lokasi penelitian yang berada di Pelabuhan Tradisional Paotere (S 05°06'35.06"; E 119°25'14.71")
- i. Stasiun 9, merupakan lokasi penelitian di muara Sungai Tallo (S 05°05'59.27"; E 119°26'19.64")

**2.2 Metode Pengambilan Sampel**

Metode pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* dengan menggunakan Ekman grab sebagai perangkat meiofauna. *Sieve net mesh* 20 dengan nomor 0,0362 inch digunakan untuk mengayak dan memisahkan meiofauna dengan lumpur. Adapun Larutan rosa bengal adalah jenis bahan yang digunakan dalam proses pewarnaan sampel, sehingga mempermudah pengamatan di bawah mikroskop binokuler. Pelaksanaan identifikasi sampel meiofauna, mengacu pada buku identifikasi Higgins & Thiel (1988). Pengukuran parameter Fisik-Kimia lingkungan perairan dilakukan secara *insitu* dan *exitu*, yakni pengukuran langsung di lapangan (wilayah stasiun penelitian), sedangkan pengukuran secara *exitu* dilakukan melalui metode yang dikembangkan oleh Greenan (1995).

**2.3 Analisis Data Statistik**

Perhitungan kelimpahan meiofauna berdasarkan rumus Krebs, 1989:

$$K = \frac{10000 \times a}{b} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:  
 K : Kelimpahan organisme (individu/m<sup>2</sup>)  
 a : Jumlah organisme yang terhitung (individu)

- b : Luas mulut/bukaan *Ekman Grab* (22,5 cm x 22,5 cm)
- 10.000 : Hasil konversi dari cm<sup>2</sup> ke m<sup>2</sup>

Indeks Keanekaragaman (*Diversity Index*) spesies meiofauna di pesisir Losari, Makassar dianalisis berdasarkan indeks Shannon-Wiener (Odum, 1994):

$$H = - \sum_{i=1}^s (pi \ln pi)$$

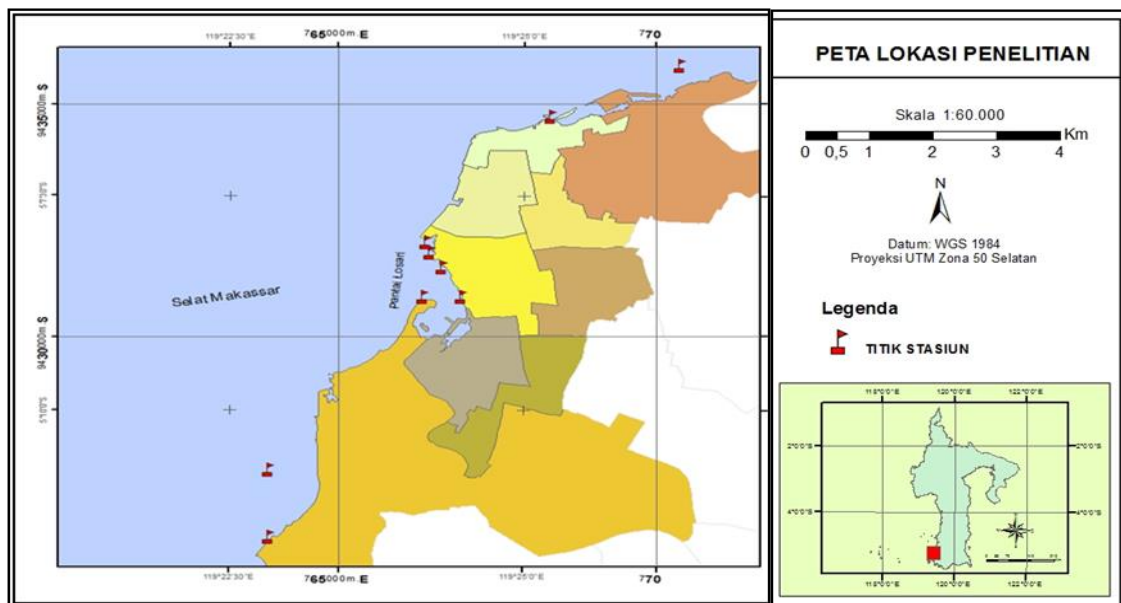
Keterangan:

H= indeks Keanekaragaman  
 $Pi = \frac{ni}{N}$ , ..... .. (2)

Keterangan: N=total individu seluruh jenis  
 ni=total individu tiap jenis

Studi keanekaragaman spesies meiofauna dianalisis berdasarkan kriteria Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener, sebagai berikut (Odum, 1994):

1. H' < 1,0 = tingkat keanekaragaman sangat rendah
2. 1,0 ≤ H' ≤ 1,59 = tingkat keanekaragaman rendah
3. 1,6 ≤ H' ≤ 2,0 = tingkat keanekaragaman sedang
3. H' > 2,0 = tingkat keanekaragaman tinggi



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Tabel 1. Kelimpahan meiofauna di pesisir Losari, Makassar

No	Phylum	Kelimpahan									Jumlah
		St.1	St. 2	St. 3	St. 4	St.5	St.6	St. 7	St. 8	St. 9	
1	Ciliophora	1206	1227	496	1366	536	594	694	872	1743	8734
2	Gastrotricha	298	-	317	-	20	119	140	-	396	1290
3	Gnathostomulida	-	20	238	-	-	20	-	100	278	656
4	Nematoda	1778	-	1621	594	336	-	-	-	652	4981
5	Nemertina	20	20	178	-	-	298	119	-	277	912
6	Oligochaeta	930	3064	6616	5099	2077	11277	6438	5611	10096	51208
7	Ostracoda	18160	7753	2555	6035	3328	17122	17569	6742	10441	89705
8	Polychaeta	910	138	2234	615	297	1364	80	456	1426	7520
9	Sarcomastigophora	3123	2709	2255	536	1108	337	1246	416	514	12244
10	Tardigrada	-	-	-	-	-	20	-	-	-	20
11	Tunicata	-	20	2212	1640	277	119	60	-	396	4724
12	Turbellaria	634	2925	100	60	418	298	336	399	140	5310
	Jumlah	27059	17876	18842	15945	8397	31548	26682	14596	26359	187304
	Std. Error =0,342										

Hasil analisis indeks keanekaragaman (*Diversity Index*) tersebut, juga dapat menjadi pedoman dalam mengukur tingkat pencemaran perairan atau penilaian kualitas perairan dalam suatu lingkungan perairan. Berikut ini adalah kriteria kualitas air berdasarkan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (Odum, 1994):

1. >2,0 = Tidak Tercemar
2. 1.6-2.0 = Tercemar Ringan
3. 1.0-1.59 = Tercemar Sedang
4. <1,0 = Sangat Tercemar/Tercemar Berat

Tujuan penggunaan standar error dalam penelitian ini adalah untuk melihat tingkat akurasi penduga sampel terhadap parameter populasi. Nilai standar error yang semakin mengecil menunjukkan bahwa penduga sampel telah mengindikasikan tingkat keakuratannya dan nilai sampel dianggap telah mewakili populasinya.

$$SE = \frac{SD}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan: SE : Standart Error  
 SD : Standart Deviasi  
 n : Jumlah individu tiap jenis

Analisis Komponen Utama (*Principal Component Analysis/PCA*) digunakan untuk mengkaji hubungan dan pengaruh parameter fisika-kimia lingkungan perairan terhadap keanekaragaman meiofauna di pesisir Losari, Makassar Indonesia. Standart error yang digunakan dalam pemakaian PCA adalah 0,15. Adapun status mutu kandungan parameter fisika-kimia lingkungan perairan dianalisis berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air Laut.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Kelimpahan meiofauna di pesisir Losari, Indonesia

Total kelimpahan meiofauna di pesisir Losari selama penelitian yaitu 187.304 ind/m<sup>2</sup> yang terdiri dari 12 phylum (**Tabel 1&2**). Pada dasarnya

kelimpahan meiofauna tersebut dibedakan menjadi tiga kelompok utama, yaitu tingkat kelimpahan meiofauna yang tinggi, kelimpahan yang rendah, dan sangat rendah. Kelompok meiofauna yang memiliki kelimpahan yang tinggi adalah jenis phylum Ostracoda (89.705 ind/m<sup>2</sup>) dan olygochaeta (51.208 ind/m<sup>2</sup>), sedangkan jenis phylum dengan tingkat kelimpahan yang rendah adalah sarcomastigophora (12.244 ind/m<sup>2</sup>), ciliophora (8734 ind/m<sup>2</sup>), polychaeta (7520 ind/m<sup>2</sup>), tunicata (4724 ind/m<sup>2</sup>), turbellaria (5310 ind/m<sup>2</sup>), dan nematoda (4981 ind/m<sup>2</sup>). Adapun jenis phylum dengan tingkat kelimpahan yang sangat rendah adalah gastrotricha (1290 ind/m<sup>2</sup>), gnathostomulida (656 ind/m<sup>2</sup>), nemertina (912 ind/m<sup>2</sup>), dan tardigrada (20 ind/m<sup>2</sup>). Kerapatan relatif pada meiofauna dengan tingkat kelimpahan yang tinggi adalah berada dalam kisaran 27,36-46,58%, sedangkan meiofauna dengan kelimpahan yang rendah berkisar 2,86-6,72%. Beberapa jenis meiofana dengan tingkat kelimpahan yang sangat rendah, juga disertai dengan nilai kerapatan relatif yang rendah, yakni hanya berkisar 0,02-0,76%. Pada umumnya meiofauna yang berada di pesisir Losari Makassar adalah jenis meiofauna sejati (**Gambar 2**), sedangkan meiofauna temporer berada dalam tingkat kelimpahan yang sangat rendah dengan rasio sekitar 3%. Hal ini berbeda dengan meiofauna yang bersifat sejati yang memiliki kelimpahan sangat tinggi, yakni dengan kisaran 96,99%.

Meiofauna sejati ialah organisme dasar perairan (bentos) yang seluruh siklus hidupnya menjadi meiofauna, sedangkan meiofauna temporer ialah jenis organisme dasar perairan yang sebagian hidupnya menjadi meiofauna kemudian berubah ukuran menjadi makro setelah dewasa (Higgins & Thiel, 1988; Nybakken & Bertness, 2005; Yusal *et al.*, 2019a,b,c,d; Yusal, 2020). Jenis meiofauna yang bersifat sejati dalam penelitian ini adalah polychaeta, turbellaria, nematoda, oligochaeta, ostracoda, sarcomastigophora, gastrotricha, tardigrada, dan gnathostomulida. Adapun tunicata dan nemertina adalah jenis meiofauna yang bersifat temporer yang telah ditemukan selama penelitian di pesisir Losari.

Tabel 2. Kelimpahan relatif meiofauna di pesisir Losari, Makassar

No	Phylum	Jumlah	Kelimpahan relatif (%)
1	Ciliophora	8734	0,047
2	Gastroicha	1290	0,007
3	Gnathostomulida	656	0,004
4	Nematoda	4981	0,027
5	Nemertina	912	0,005
6	Oligochaeta	51208	0,273
7	Ostracoda	89705	0,479
8	Polychaeta	7520	0,040
9	Sarcomastigophora	12244	0,065
10	Tardigrada	20	0,000107
11	Tunicata	4724	0,025
12	Turbelaria	5310	0,028
Jumlah		187304	100

Phylum ostracoda dan oligochaeta memiliki tingkat kelimpahan yang tinggi dibandingkan dengan golongan meiofauna lainnya. Kedua phylum tersebut memiliki daya adaptasi yang sangat luas pada berbagai macam kondisi perairan, bahkan dapat menghasilkan individu-individu baru meskipun dalam kondisi perairan yang tidak menguntungkan. Hal yang sama dilaporkan oleh Yusal *et al.* (2019a,b,c) & Yusal (2020) yang mengatakan bahwa beberapa jenis meiofauna tersebut memiliki beberapa bentuk adaptasi dalam menghadapi kondisi perairan yang telah terkontaminasi bahan-bahan pencemar, seperti kepemilikan berbagai macam bentuk pencernaan sehingga mampu memakan apa saja di dasar perairan. Ostracoda maupun oligochaeta merupakan organisme pemakan detritus (pemakan bangkai organisme yang sudah membusuk), sehingga digolongkan sebagai organisme pembersih lingkungan perairan. Bentuk adaptasi lainnya adalah adanya cilia dan setae dalam mengatasi kondisi kekurangan oksigen di dasar perairan (*anoksik*), begitupula dengan bentuk tubuh ramping yang dapat memudahkan pergerakannya, serta adanya benang-benang perlekatan yang dapat digunakan untuk mengantisipasi arus yang deras di dasar perairan.

Sarcomastigophora, ciliophora, polychaeta, tunicata, turbelaria dan nematoda merupakan jenis meiofauna dengan tingkat kelimpahan yang rendah. Beberapa meiofauna tersebut, cenderung menyukai substrat dasar perairan yang berpasir kasar maupun berlumpur kasar dan mengandung bahan organik yang tinggi, sedangkan beberapa lokasi penelitian di sekitar pesisir Losari cenderung berlumpur halus (Higgins & Thiel, 1988; Yusal *et al.*, 2019a,c,d). Selain itu beberapa meiofauna ini telah dilengkapi dengan organ pergerakan tambahan, sehingga mampu melakukan migrasi ke habitat yang cocok untuk kelangsungan hidupnya. Adapun gastrotricha, gnathostomulida, nemertina, dan tardigrada adalah jenis phylum meiofauna yang memiliki tingkat kelimpahan yang sangat rendah di sekitar pesisir Losari, kondisi ini terjadi akibat dari beberapa jenis meiofauna tersebut tidak menyukai lingkungan perairan yang telah

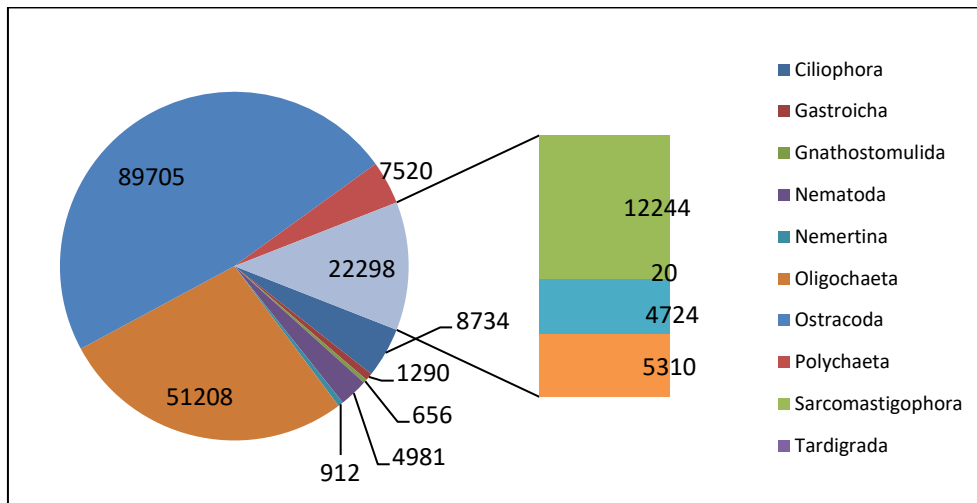
terkontaminasi dengan limbah atau bahan cemaran lainnya. Yusal *et al.* (2019a) juga menyatakan bahwa beberapa phylum tardigrada, gastrotricha, gnathostomulida, dan aelosomatidae cenderung menyukai di habitat yang bersih dan berpasir, karena mereka hidup di permukaan sedimen perairan (epibenthik).

### 3.2 Indeks keanekaragaman meiofauna di pesisir Losari, Indonesia

Hasil analisis indeks keanekaragaman spesies meiofauna dari hasil penelitian ini telah disajikan ke dalam **Tabel 3** di atas:

Hasil analisis keanekaragaman tersebut menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman meiofauna di sekitar pesisir Losari berada dalam kisaran 0,008-0,30 (**Tabel 3**). Hal ini dapat diinterpretasikan bahwa tingkat keanekaragaman meiofauna sangat rendah dan termasuk ke dalam kategori lingkungan perairan yang sangat tercemar (tercemar berat). Aktivitas manusia yang sangat tinggi di sekitar lokasi penelitian merupakan faktor penyebab utama penurunan kualitas perairan pesisir Losari, Makassar. Beragam kegiatan dan pembangunan di sekitarnya telah menghasilkan aktivitas antropogenik yang masuk ke wilayah lingkungan perairan. Hal tersebut akan mempengaruhi keberadaan berbagai macam organisme, terutama jenis meiofauna yang hidup di dasar perairan.

Nilai indeks keanekaragaman yang rendah juga diikuti dengan tingkat kelimpahan yang tinggi bagi meiofauna sejati yang mampu beradaptasi terhadap lingkungan perairan yang sudah terkontaminasi dari berbagai jenis limbah atau bahan cemaran lainnya, seperti jenis ostracoda, sarcomastigophora, oligochaeta, ciliophora, polychaeta, dan turbelaria. Organisme dasar perairan tersebut telah mengembangkan berbagai bentuk adaptasi, seperti adaptasi morfologi, anatomi, fisiologi maupun tingkah laku untuk menghadapi keadaan lingkungan perairan yang tidak menguntungkan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Yusal (2020) yang mengatakan bahwa pesisir Losari telah mengalami penurunan kualitas perairan dengan kategori perairan yang sudah sangat tercemar, penggunaan organisme sebagai bioindikator kualitas perairan telah menunjukkan tingkat keanekaragaman spesies yang sangat rendah. Begitupula beberapa parameter fisika-kimia lingkungan perairan telah berada di luar baku mutu yang telah ditetapkan Pemerintah Republik Indonesia (RI). Hal yang sama Yusal *et al.* (2019c) telah melaporkan bahwa tingkat keanekaragaman meiofauna di pesisir Losari sangat rendah dengan kualitas perairan yang sangat buruk yang disertai dengan kelimpahan yang tinggi bagi meiofauna tertentu yang mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan perairan yang mengalami pencemaran.



Gambar 2. Kelimpahan meiofauna di pesisir Losari, Makassar

Tabel 3. Indeks Keaneekaragaman meiofauna di pesisir Losari

Phylum	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9
	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Ciliophora	0,01-0,10	0,03-0,11	0,01-0,04	0,02-0,10	0,03-0,12	0,01-0,03	0,02-0,06	0,01-0,11	0,01-0,11
Gastrotricha	0,01-0,04	-	0,01-0,05	-	0,02	0,02	0,01	-	0,02-0,06
Gnathostomulida	-	0,01	0,06	-	-	0,008	-	0,018-0,020	0,02-0,03
Nematoda	0,06-0,11	-	0,04-0,16	0,02-0,07	0,05-0,12	-	-	-	0,06-0,10
Nemertina	0,01	0,01	0,05	-	-	0,01-0,03	0,03	-	0,07
Oligochaeta	0,01-0,12	0,04-0,13	0,01-0,21	0,11-0,18	0,05-0,15	0,03-0,20	0,07-0,21	0,04-0,28	0,09-0,17
Ostracoda	0,02-0,25	0,02-0,19	0,01-0,19	0,02-0,18	0,03-0,14	0,01-0,23	0,01-0,18	0,02-0,21	0,01-0,22
Polychaeta	0,12	0,015-0,036	0,02-0,12	0,02-0,05	0,12	0,01-0,09	0,01	0,02-0,04	0,02-0,07
Sarcomastigophora	0,01-0,11	0,03-0,21	0,03-0,15	0,02-0,10	0,20-0,23	0,01-0,03	0,02-0,11	0,02-0,08	0,04-0,05
Tardigrada	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-
Tunicata	-	0,01	0,29	0,3	-	0,02	0,01	-	0,09
Turbellaria	0,01-0,05	0,03-0,18	0,01-0,02	0,03	0,03-0,12	0,01-0,02	0,01-0,05	0,01-0,03	0,01-0,02

Ket. : H= Indeks Keaneekaragaman; Std. Error= 0.017

### 3.3 Parameter Fisika-Kimia lingkungan perairan di pesisir Losari, Makassar

Hasil pengukuran parameter fisika-kimia perairan di pesisir Losari menunjukkan bahwa beberapa parameter lingkungan tersebut telah berada di luar baku mutu yang telah ditentukan Pemerintah Republik Indonesia (RI) melalui Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004. Hasil pengukuran parameter lingkungan tersebut telah disajikan ke dalam **Tabel 4** berikut ini:

#### 3.3.1 Parameter Salinitas di Pesisir Losari, Makassar

Salinitas merupakan total konsentrasi larutan garam dalam satu kilogram air laut yang dapat mempengaruhi tekanan osmotik air. Pola penyebaran salinitas di lautan dipengaruhi oleh penguapan, curah hujan, pola sirkulasi air, dan aliran sungai. Timbulnya

perbedaan salinitas di perairan karena adanya peristiwa penguapan maupun presipitasi. Secara vertikal, salinitas yang berada di sekitar kolom air lebih rendah dari salinitas air pada lapisan bagian bawah. Hal tersebut terjadi karena massa jenis air laut lebih besar dari massa air tawar, sehingga air tawar cenderung mengapung di atas air laut yang memiliki berat jenis yang tinggi akibat zat garam yang dikandungnya. (Nontji, 2005). Pada umumnya salinitas di perairan Indonesia berada dalam kisaran rata-rata 32-34‰, proses terjadinya hujan menjadi penyebab adanya penurunan salinitas di perairan, tetapi proses perubahan tersebut masih terbatas di lapisan permukaan karena lapisan bawah tidak mengalami perubahan akibat adanya daya kapiler yang dapat mempertahankan tingkat air asin di lautan (Dahuri *et al.*, 2008; Nybakken & Bertness, 2005; Darmayani *et al.*, 2021b).

Hasil pengukuran salinitas di pesisir Losari berada dalam kisaran 24-29,5‰. Hal ini menunjukkan bahwa nilai salinitas tersebut masih rendah dan tidak memenuhi baku mutu yang ditentukan oleh pemerintah RI melalui Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (Kep. MNLH.) No. 51 Tahun 2004. Kandungan salinitas tersebut jauh di bawah kisaran rata-rata nilai salinitas perairan di Indonesia (32-34‰) dan hal ini tidak mampu mendukung pertumbuhan biota laut tertentu seperti karang, lamun, dan lain-lain. Kisaran salinitas rendah yang diperoleh selama penelitian, disebabkan karena lokasi stasiun penelitian berdekatan dengan perumahan penduduk, hotel, restoran, rumah makan, kanal (outlet pembuangan) dan dua muara sungai besar di Kota Makassar.

### 3.3.2 Derajat Keasaman (pH) di Pesisir Losari, Makassar

Indikator Derajat Keasaman (pH) merupakan satuan logaritma negatif yang dihasilkan dari ion-ion hidrogen yang terbebas pada suatu cairan. Konsentrasi pH adalah salah satu parameter kimia yang sangat dibutuhkan dalam indikator kualitas perairan, dalam hal ini kandungan pH dapat mendeskripsikan tentang keadaan lingkungan perairan yang bersifat asam atau basa. Kisaran pH berawal dari nilai nol sampai 14, Nilai 7 menunjukkan suatu perairan yang bersifat netral, sedangkan nilai pH di bawah 7 menunjukkan lingkungan perairan yang bersifat asam. Adapun nilai >7 telah menunjukkan bahwa lingkungan perairan tersebut bersifat basa (Nontji, 2005; Simanjuntak, 2009; Siburian *et al.*, 2017).

Hasil pengukuran pH menunjukkan bahwa lokasi penelitian di sekitar pesisir Losari, masih bisa dikategorikan sebagai perairan yang netral, meskipun nilai kandungan pH di beberapa wilayah penelitian masih berada di luar baku mutu yang telah ditentukan oleh pemerintah RI melalui Kep. MLH. No. 51 Tahun 2004. Hal ini terjadi, karena secara signifikan hasil pengukuran pH tidak mengalami perbedaan yang terlalu besar terhadap nilai ambang batas yang telah ditentukan, yaitu berada dalam kisaran 5,35-7,28. Pengecualian terjadi pada stasiun 5 yang merupakan lokasi penelitian yang sedikit bersifat asam. Hal ini terjadi karena lokasi penelitian merupakan pelabuhan internasional terbesar di kawasan timur Indonesia, yaitu Pelabuhan Soekarno-Hatta. Kawasan penelitian ini merupakan lokasi yang sibuk dengan aktivitas lalu lintas kapal yang tinggi dan adanya baling-baling kapal yang melakukan pengadukan air laut di dasar ataupun adanya pembuangan limbah-limbah kapal di lingkungan sekitarnya yang menyebabkan kondisi perairan mengalami sedikit keasaman.

### 3.3.3 Parameter Suhu di Pesisir Losari, Makassar

Suhu merupakan salah parameter fisika lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap parameter lingkungan lain di dalam suatu perairan. Suhu perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu lintang (*latitude*), musim, waktu dalam satu hari,

ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), penutupan awan, kedalaman air, dan kecepatan arus. Proses perubahan suhu di lingkungan perairan akan menyebabkan terjadinya perubahan terhadap semua proses alami di dalam perairan. Peningkatan suhu air akan memicu terjadinya peningkatan reaksi kimia, evaporasi, viskositas, volatilisasi, serta terjadinya penurunan gas terlarut dalam air seperti O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan sebagainya. Suhu air yang meningkat akan mengakibatkan air sangat jenuh terhadap oksigen dan terjadi peningkatan konsumsi gas oksigen dari berbagai macam organisme perairan (Effendi, 2003; Guntur *et al.*, 2017).

Hasil pengukuran suhu di beberapa stasiun penelitian berada dalam kisaran 29-32,5°C. Hal tersebut telah menunjukkan bahwa kisaran suhu di pesisir Losari berada dalam batas normal dan sesuai dengan nilai baku mutu yang telah ditentukan oleh pemerintah RI melalui Kep. MLH. No. 51 Tahun 2004. Kisaran suhu tersebut masih mampu menunjang kebutuhan metabolisme berbagai biota yang hidup di pesisir Losari, seperti tumbuhan mangrove, padang lamun, dan lain-lain.

### 3.3.4 Parameter Kedalaman di Pesisir Losari, Makassar

Kedalaman merupakan parameter fisika lingkungan yang berpengaruh terhadap parameter lingkungan oseanografi. Kandungan oksigen terlarut (DO), suhu, dan intensitas cahaya matahari akan berkurang pada suatu kedalaman tertentu sampai di dasar perairan. Fitoplankton berfungsi sebagai produsen primer dan membutuhkan sinar matahari selama proses fotosintesis berlangsung, oleh karena itu biasanya fitoplankton ditemukan pada wilayah kedalaman yang dapat ditembus oleh sinar matahari (Nontji, 2005; Nybakken & Bertness, 2005; Darmayani *et al.*, 2021b). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedalaman beberapa stasiun penelitian berada dalam kisaran 2-6,5 meter. Hal tersebut menunjukkan bahwa lokasi penelitian berada pada wilayah pesisir yang dikategorikan ke dalam zona litoral dan laut dangkal.

### 3.3.5 Kecepatan Arus di Pesisir Losari, Makassar

Kecepatan arus terjadi akibat pengaruh peristiwa pasang surut, tiupan angin di atas permukaan laut, dan densitas masa air laut. Peristiwa pasang surut juga memegang peran penting dalam pencegahan pencemaran di perairan, karena proses alam tersebut dapat menguraikan bahan-bahan cemaran maupun menggantikan air secara total dan berlangsung secara terus-menerus. Arus memiliki pengaruh positif maupun negatif terhadap biota perairan, dalam hal ini arus dapat menyebabkan terjadinya proses pengadukan substrat dasar perairan, sehingga terjadi kekeruhan yang dapat menghambat jalannya proses fotosintesa (Effendi, 2003; Nybakken & Bertness, 2005; Pratama *et al.*, 2016).

Arus laut berperan penting dalam menyuplai makanan di lautan, mengangkut bahan terlarut dan

padatan suspensi, membantu sirkulasi air, kelarutan oksigen, penyebaran plankton dan menghilangkan CO<sub>2</sub> ataupun sisa hasil produk biota laut (Romimohtarto *et al.*, 2005). Hasil pengukuran kecepatan arus di beberapa stasiun penelitian berada dalam batas normal dengan kisaran 0,05-0,8. Kisaran arus tersebut mampu menunjang kehidupan biota dan masih sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan oleh pemerintah RI melalui Kep. MLH. No. 51 Tahun 2004 (pengecualian pada stasiun 1 dan 2). Nilai kecepatan arus yang rendah pada stasiun 1 dan 2, disebabkan karena lokasi penelitian berbatasan langsung dengan bentangan beton anjungan pantai Losari, bangunan hotel/restoran yang menjorok ke pantai, proyek reklamasi pantai, dan keberadaan pulau-pulau kecil di bagian barat laut Kota Makassar.

### 3.3.6 Parameter Kecerahan di Pesisir Losari, Makassar

Kecerahan merupakan parameter lingkungan fisika yang menyatakan tingkat intensitas cahaya matahari ke dalam perairan/transparansi yang dipengaruhi oleh adanya kekeruhan. Nilai kecerahan yang rendah pada suatu perairan menunjukkan tingginya partikel-partikel tersuspensi ke dalam tubuh perairan tersebut. Kecerahan yang rendah dan tingkat kekeruhan yang tinggi akan berpengaruh buruk terhadap keseimbangan osmoregulasi bagi organisme-organisme dasar perairan (Khaeksi *et al.*, 2015). Hasil pengukuran kecerahan menunjukkan bahwa sebagian besar lokasi penelitian (pengecualian pada stasiun 3 dan 6) memiliki kecerahan yang rendah dan tidak sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan oleh pemerintah RI melalui Kep. MLH. No. 51 Tahun 2004.

Nilai kecerahan yang rendah pada beberapa stasiun penelitian (1,5-3,45 m) telah mengindikasikan bahwa lokasi penelitian mengandung partikel-partikel terlarut yang tinggi, suplai sedimen, ataupun bahan-bahan organik dan anorganik terlarut hasil aktivitas antropogenik yang terbawa oleh arus melalui *runoff* dari daratan di sekitarnya, sehingga mengakibatkan terjadinya peningkatan kekeruhan perairan (*turbidity*). Pada dasarnya lokasi penelitian berada di wilayah dengan kepadatan aktivitas manusia yang sangat tinggi, dalam hal ini stasiun penelitian berada di dua muara sungai besar dan muara outlet pembuangan limbah-limbah rumah tangga maupun industri lokal yang membawa partikel-partikel terlarut ataupun bahan buangan organik dan anorganik yang menyebabkan terjadinya kekeruhan yang tinggi. Selain itu stasiun penelitian berada di wilayah reklamasi pantai dan pelabuhan besar dengan kepadatan lalu lintas pelayaran yang tinggi. Sehingga aktivitas tersebut semakin menambah beban kekeruhan di pesisir Losari, Makassar. Kejadian ini akan berdampak buruk bagi beberapa kehidupan organisme di lingkungan sekitarnya, karena terhalangnya laju fotosintesis beberapa biota. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Yusal *et al.* (2019b,e) yang menyatakan bahwa peningkatan aktivitas manusia dan

pembangunan wilayah pesisir telah berpengaruh terhadap kecerahan dan kelimpahan biota perairan.

### 3.3.7 Kandungan Dissolved Oxygen (DO) di Pesisir Losari, Makassar

Kandungan oksigen terlarut adalah jumlah keseluruhan kandungan oksigen yang tersedia di dalam perairan yang berfungsi sebagai faktor pembatas kehidupan bagi organisme-organisme yang hidup di air. Kandungan DO di dalam air memiliki peranan penting dalam menunjang kehidupan bagi semua biota air. Kadar DO di dalam lingkungan perairan juga berfungsi sebagai pengurai atau pengoksidasi zat-zat organik maupun anorganik pada proses aerobik. Peran utama kandungan DO di perairan adalah sebagai sistem respirasi maupun proses metabolisme dalam menghasilkan energi untuk pertumbuhan maupun perkembangbiakan organisme (Handayani *et al.*, 2020; Darmayani *et al.*, 2021b; Handayani *et al.*, 2021).

Kandungan DO di dalam air berasal dari udara yang terbentuk melalui proses difusi ataupun hasil proses fotosintesis biota air. Oksigen berfungsi sebagai pengoksidasi bahan organik dan anorganik dalam kondisi aerob sehingga menghasilkan nutrient yang dapat memicu kesuburan perairan. Begitupula dalam kondisi anaerob, oksigen yang terbentuk digunakan sebagai pereduksi senyawa kimia yang lebih sederhana dan berbentuk nutrien atau gas (Hutabarat & Evans, 2001). Hasil pengukuran DO di beberapa lokasi penelitian menunjukkan bahwa kandungan oksigen yang tersedia dianggap tidak layak dalam mendukung kehidupan organisme di kawasan pesisir Losari. Kandungan DO yang tersedia belum memenuhi baku mutu yang telah ditentukan oleh pemerintah RI melalui Kep. MLH. No. 51 Tahun 2004.

Kandungan oksigen terlarut di lokasi penelitian sangat rendah, yaitu hanya berkisar 3,2-4,9 mg/L. Kondisi ini merupakan ancaman serius bagi kehidupan beberapa organisme yang hidup di pesisir Losari. Begitupula yang dilaporkan Yusal *et al.* (2019b,c) bahwa kandungan DO yang rendah akan mempengaruhi keberadaan biota perairan, termasuk organisme bentos di substrat perairan. Nilai kandungan DO yang rendah disebabkan oleh peningkatan laju aktivitas antropogenik yang menghasilkan bahan-bahan cemaran atau limbah organik maupun anorganik yang masuk ke dalam tubuh perairan, mengingat lokasi penelitian merupakan kawasan wisata pantai, pelabuhan internasional maupun pelabuhan tradisional, outlet pembuangan dari kawasan perumahan yang memiliki kepadatan penduduk, rumah sakit, kawasan perdagangan dan bisnis, proyek reklamasi pantai, lokasi restoran dan hotel berbintang, serta dua muara sungai besar di Makassar.



### 3.3.8 Kandungan Fosfat ( $PO_4\text{-P}$ ) di Pesisir Losari, Makassar

Fosfat di lautan berbentuk ion fosfat dan sangat berguna dalam proses pertumbuhan organisme perairan ataupun berperan penting dalam pembentukan ADP, ATP, dan Nukleotid Koenzim melalui proses fotosintesis pada tumbuhan air. Senyawa Ortofosfat ( $H_3PO_4$ ) merupakan fosfat anorganik yang paling banyak terdapat dalam siklus fosfat yang terdistribusi ke dalam laut. Proses pembentukan senyawa tersebut sangat dipengaruhi oleh parameter lingkungan fisika dan biologi. Fosfat di permukaan air laut paling banyak diserap oleh fitoplankton untuk keperluan fotosintesis, adapun kadar fosfat  $\geq 0,3$  akan memicu peningkatan pertumbuhan fitoplankton. Pada umumnya fosfor yang terkandung di dalam ekosistem perairan, akan mengalami perubahan secara terus-menerus akibat adanya dekomposisi dan sintesis senyawa organik maupun anorganik yang dihasilkan oleh mikroba (Yusal, 2019; Darmayani *et al.*, 2021b).

Hasil pengukuran senyawa fosfat di beberapa stasiun penelitian telah menunjukkan bahwa pada umumnya senyawa tersebut berada dalam kisaran yang sangat tinggi dan telah melebihi baku mutu yang telah ditentukan oleh pemerintah RI melalui Kep. MLH. No. 51 Tahun 2004. Kisaran kandungan fosfat air laut berada dalam kisaran 0,008-1,46 mg/L, sedangkan nilai kandungan fosfat sedimen adalah 14,98-22,67 mg/L. Kisaran yang sangat tinggi atas senyawa tersebut akan memicu terjadinya eutrofikasi di wilayah pesisir Losari. Eutrofikasi akan berefek buruk terhadap kehidupan biota perairan, dimana kejadian ini akan menstimulasi pertumbuhan fitoplankton ataupun alga, serta tanaman air yang tidak terkendali (*blooming*), sehingga kandungan oksigen menjadi rendah dan akan menimbulkan kematian massal bagi biota perairan akibat terjadinya proses *asphyxiation* (Yusal *et al.*, 2019b,c; Yusal, 2020; Yusal, 2021). Pada dasarnya nilai kandungan fosfat yang tidak memenuhi baku mutu di lokasi penelitian, disebabkan oleh sejumlah aktivitas antropogenik yang menghasilkan bahan limbah organik yang masuk ke dalam tubuh perairan.

### 3.3.9 Kandungan Nitrat ( $NO_3\text{-N}$ ) di Pesisir Losari, Makassar

Nitrat adalah salah satu bentuk dari senyawa nitrogen di air yang sangat berguna dalam pertumbuhan tanaman, alga, dan fitoplankton ataupun berbagai jenis organisme yang hidup di perairan. Nitrat terbentuk dari hasil oksidasi nitrogen secara sempurna melalui proses nitrifikasi yang memanfaatkan bakteri, dalam hal ini terdapat keterlibatan bakteri *Nitrosomonas* yang melakukan proses oksidasi amonia menjadi nitrit, sedangkan yang mengoksidasi nitrit menjadi nitrat adalah peran dari jenis bakteri *Nitrobacter*. Salah satu keunikan senyawa nitrat adalah memiliki kestabilan yang tinggi dan mudah larut di dalam perairan (Effendi, 2003; Yusal, 2019).

Hasil pengukuran nitrat di pesisir Losari menunjukkan bahwa kandungan senyawa tersebut tidak memenuhi persyaratan baku mutu yang telah ditentukan oleh pemerintah RI melalui Kep. MLH. No. 51 Tahun 2004, beberapa stasiun penelitian memiliki kadar nitrat yang tinggi dan berada di atas baku mutu yang telah ditentukan oleh pemerintah RI. Kadar nitrat sedimen berada dalam kisaran yang sangat tinggi, yaitu 0,44-1,25 mg/L, sedangkan nitrat air laut berada dalam kisaran yang sedikit lebih rendah dibandingkan nitrat sedimen, yaitu 0,001-0,39 mg/L. Kandungan nitrat yang tinggi juga sebagai pemicu terjadinya pengayaan unsur-unsur organik yang menyebabkan adanya *blooming* atau pertumbuhan tanaman dan fitoplankton yang tidak terkendali (*eutrofikasi*) sehingga sangat membahayakan ekosistem perairan, kejadian yang sama terjadi apabila terdapat kandungan fosfat yang tinggi di dalam suatu lingkungan perairan (Yusal, 2020; Yusal, 2021).

Salah satu penyebab tingginya kadar fosfat dan nitrat di sekitar pesisir Losari adalah adanya peningkatan aktivitas antropogenik yang menghasilkan beragam limbah organik yang masuk ke dalam tubuh perairan. Pada umumnya lokasi stasiun penelitian merupakan outlet atau saluran pembuangan dan dua muara sungai besar yang telah menampung beragam bahan cemaran organik maupun anorganik yang berasal dari limbah domestik, aktivitas industri, limbah pertanian dan peternakan, maupun limbah hasil budidaya perikanan yang ada di hilir.

### 3.4 Pengaruh parameter fisika-kimia terhadap keanekaragaman meiofauna di pesisir Losari, Makassar

**Tabel 5 & Gambar 3** menunjukkan bahwa parameter fisika-kimia berkorelasi positif maupun negatif terhadap sebaran meiofauna di dasar perairan. Parameter lingkungan seperti kecerahan, DO, salinitas, suhu, kedalaman, dan nitrat sedimen berkorelasi positif terhadap keanekaragaman meiofauna di pesisir Losari. Hal tersebut menunjukkan bahwa kisaran yang tinggi dari kandungan beberapa parameter lingkungan tersebut, juga diikuti dengan peningkatan keanekaragaman meiofauna di pesisir Losari. Begitu juga sebaliknya, keanekaragaman yang rendah juga disertai dengan kadar yang rendah pada kecerahan, DO, salinitas, suhu, kedalaman, dan nitrat sedimen. Adapun parameter fisika-kimia yang berkorelasi negatif dengan keanekaragaman meiofauna adalah fosfat sedimen, fosfat air laut, nitrat air laut, kecepatan arus, dan pH. Hal tersebut dapat diartikan bahwa peningkatan kadar beberapa parameter lingkungan tersebut diikuti dengan penurunan keanekaragaman meiofauna di dasar perairan. Begitu juga sebaliknya, tingkat keanekaragaman meiofauna yang tinggi disertai dengan penurunan kadar fosfat sedimen, fosfat air laut, nitrat air laut, kecepatan arus, dan pH di pesisir Losari, Makassar.

Tabel 4. Sebaran parameter fisika-kimia di pesisir Losari, Makassar

Parameter	Stasiun									*max. Limit
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Salinitas	25	28	29,5	28	27	25	27,5	24	28,5	33-35 ppt
pH	7,28	6,54	6,63	6,89	5,35	6,66	6,84	6,59	6,49	7-8,5
Suhu	31,2	29,5	30,5	29	32,5	32,5	30,5	30	32	25-32 °C
Kedalaman	3,5	2,8	6,5	2,5	3,2	5	2,6	3	2	Alami
Kecepatan Arus	0,05	0,078	0,45	0,28	0,82	0,665	0,395	0,56	0,685	0,1-0,9 m/s
Kecerahan	2,60	2,4	3,29	1,5	1,85	3,45	2,79	2,96	1,78	>3 m
DO	3,76	3,5	4,66	3,5	4,5	4,65	4,8	3,2	4,9	>5 mg/L
Fosfat Air Laut	0,52	0,48	0,068	0,295	0,1465	0,014	0,008	1,46	0,0512	0,015 mg/L
Fosfat Sedimen	19,14	21,03	18,765	17,455	17,98	18,81	14,98	21,745	22,67	0,015 mg/L
Nitrat Air Laut	0,0064	0,0216	0,0017	0,26755	0,0034	0,0481	0,0051	0,3925	0,00245	0,008 mg/L
Nitrat Sedimen	1,25	1,14	0,645	0,645	1,08	1,06	0,765	0,58	0,445	0,008 mg/L

Kecerahan dan kandungan DO memiliki korelasi yang kuat dengan keanekaragaman meiofauna di pesisir Losari, hubungan ini memiliki nilai korelasi yang tinggi, yaitu berada dalam kisaran 0,566-0,621. Hubungan tersebut juga dapat diartikan bahwa kedua parameter lingkungan tersebut memiliki pengaruh yang besar terhadap keanekaragaman meiofauna di pesisir Losari. Kecerahan merupakan parameter lingkungan yang cukup berpengaruh terhadap pertumbuhan organisme di lautan, dalam hal ini kecerahan mempengaruhi sistem osmoregulasi, respirasi dan penglihatan organisme perairan. Begitupula dengan kandungan DO perairan yang berperan sebagai faktor pembatas bagi kehidupan organisme perairan, sebaran DO dapat mengoksidasi kandungan organik maupun anorganik menjadi gas atau nutrisi penting bagi meiofauna di dasar perairan. Hal yang sama dilaporkan Yusal *et al.* (2019b,c,e) yang mengatakan bahwa kandungan DO mempengaruhi proses metabolisme atau respirasi aerob dan anaerobik yang menghasilkan energi untuk proses pertumbuhan maupun perkembangan meiofauna.

Suhu, kedalaman, salinitas, dan nitrat sedimen juga memiliki pengaruh terhadap keanekaragaman meiofauna di dasar perairan, meskipun pengaruhnya tidak sebesar dari kecerahan maupun DO. Beberapa parameter lingkungan tersebut mempunyai pengaruh yang rendah terhadap keanekaragaman meiofauna di pesisir Losari. Suhu perairan memiliki pengaruh terhadap penyebaran biota, metabolisme, dan konsumsi oksigen di lautan. Peningkatan suhu akan memicu pemakaian oksigen yang tinggi, sehingga kandungan DO menjadi rendah dan menyebabkan kematian beberapa organisme perairan (Effendi, 2003; pratama *et al.*, 2016). Begitupula dengan faktor kedalaman maupun salinitas perairan yang berpengaruh terhadap pola penyebaran maupun distribusi biota laut, semakin tinggi kedalaman suatu perairan akan menyebabkan intensitas cahaya matahari, kandungan DO, dan suhu semakin berkurang (Nontji, 2005). Adapun pengaruh kandungan nitrat

terhadap organisme perairan adalah merangsang atau menstimulasi pertumbuhan maupun perkembangan biota perairan. Hal ini sesuai dengan Yusal (2020) & (2021) yang menyatakan bahwa kisaran nitrat dan fosfat yang meningkat akan memicu proses pengayaan unsur hara perairan (*eutrofikasi*) yang selanjutnya menstimulasi pertumbuhan alga atau tumbuhan air dengan pesat sehingga kandungan Oksigen Terlarut (DO) semakin menurun.

Suhu, kedalaman, salinitas, dan nitrat sedimen memiliki korelasi yang lemah terhadap keanekaragaman meiofauna di pesisir Losari, yakni berada dalam kisaran 0,026-0,205. Hubungan tersebut juga menunjukkan bahwa meiofauna memiliki kemampuan beradaptasi terhadap berbagai macam kondisi lingkungan perairan, seperti keadaan lingkungan yang sangat ekstrim ataupun lingkungan perairan yang mengalami pencemaran berat (Yusal *et al.*, 2019b,c,d,e).

Fosfat sedimen memiliki korelasi negatif yang kuat dengan sebaran meiofauna di dasar perairan dengan nilai yang berkisar -0,554. Hubungan ini juga menunjukkan bahwa meiofauna terganggu dengan kehadiran kandungan zat fosfat yang tinggi di pesisir Losari, dalam hal ini kisaran fosfat yang tinggi adalah pemicu terjadinya eutrofikasi yang sangat merugikan lingkungan perairan (Yusal *et al.*, 2019b,c; Yusal 2020; Yusal, 2021). Begitupula pada parameter nitrat air laut, fosfat air laut, dan pH yang merupakan parameter lingkungan yang berkorelasi lemah terhadap keanekaragaman meiofauna, dengan nilai korelasi yang berkisar -0,016-(-0,100). Hubungan yang tidak menguntungkan ini menunjukkan bahwa meiofauna sedikit terganggu dengan kehadiran beberapa parameter fisika-kimia tersebut yang berada di luar baku mutu yang telah ditentukan oleh pemerintah RI. Hal ini sesuai dengan Effendi (2003) yang menyatakan bahwa kisaran pH 5-6,5 menandakan terjadinya penurunan keanekaragaman jenis bentos di lingkungan perairan, begitupula dengan Yusal *et al.* (2019c) yang melaporkan bahwa kadar pH perairan

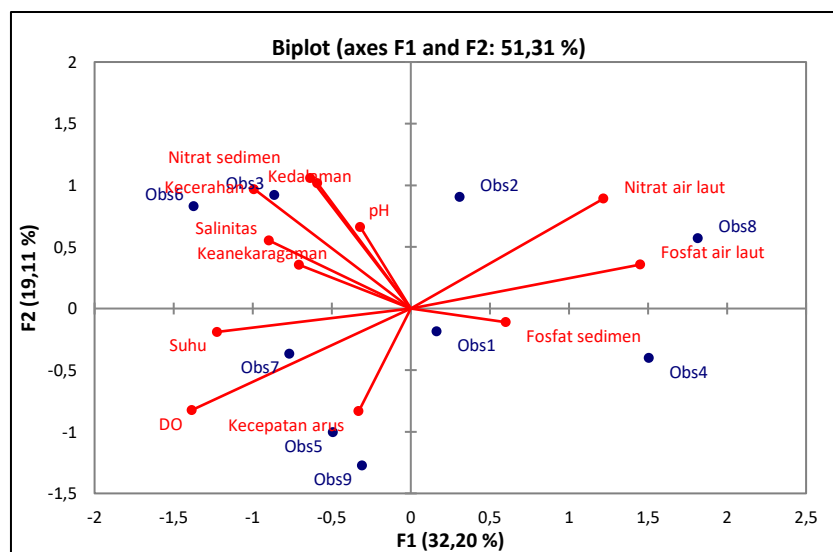
yang tidak sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan oleh pemerintah RI akan berdampak buruk bagi biota perairan karena karena dapat mengganggu

proses fisiologisnya, seperti penurunan fungsi yang terjadi pada metabolisme dan respirasi sel.

Tabel 5. Matriks Korelasi Spearman antara parameter fisika-kimia dengan keanekaragaman meiofauna dari hasil analisis *Principal Component Analysis* (PCA)

Variables	Keaneka ragaman	Salinitas	pH	Suhu	Kedalaman	Kec. arus	Kecerahan	DO	Fosfat air laut	Fosfat sedimen	Nitrat air laut	Nitrat sedimen
Keanekaragaman	<b>1</b>	0,119	-0,051	0,205	0,193	-0,017	<b>0,621</b>	<b>0,566</b>	-0,067	<b>-0,554</b>	-0,100	0,026
Salinitas	0,119	<b>1</b>	0,650	0,066	0,208	0,239	0,403	0,253	-0,550	-0,033	-0,156	0,369
pH	-0,051	0,650	<b>1</b>	0,061	0,021	0,160	0,017	0,069	-0,135	-0,017	0,152	0,450
Suhu	0,205	0,066	0,061	<b>1</b>	0,276	0,111	0,253	0,611	-0,607	-0,333	-0,564	0,339
Kedalaman	0,193	0,208	0,021	0,276	<b>1</b>	-0,134	<b>0,828</b>	0,064	-0,235	0,260	0,160	0,263
Kecepatan arus	-0,017	0,239	0,160	0,111	-0,134	<b>1</b>	-0,153	0,494	-0,183	0,101	-0,117	-0,392
Kecerahan	<b>0,621</b>	0,403	0,017	0,253	<b>0,828</b>	-0,153	<b>1</b>	0,304	-0,375	-0,047	-0,077	0,307
DO	<b>0,566</b>	0,253	-0,069	0,611	0,064	0,494	0,304	<b>1</b>	<b>-0,800</b>	-0,211	<b>-0,843</b>	-0,102
Fosfat air laut	-0,067	-0,550	-0,135	-0,607	-0,235	-0,183	-0,375	<b>0,800</b>	<b>1</b>	0,051	<b>0,833</b>	-0,174
Fosfat sedimen	<b>-0,554</b>	-0,033	-0,017	-0,333	0,260	0,101	-0,047	0,211	0,051	<b>1</b>	0,329	-0,635
Nitrat air laut	-0,100	-0,156	0,152	-0,564	0,160	-0,117	-0,077	<b>0,843</b>	<b>0,833</b>	0,329	<b>1</b>	-0,070
Nitrat sedimen	0,026	0,369	0,450	0,339	0,263	-0,392	0,307	0,102	-0,174	-0,635	-0,070	<b>1</b>

Values in bold are different from 0 with a significance level  $\alpha=0,15$



Gambar 3. Diagram biplot parameter fisika-kimia dengan keanekaragaman meiofauna dari analisis *Principal Component Analysis* (PCA)

#### 4. Kesimpulan

Status kualitas perairan di pesisir Losari, Makassar digolongkan sebagai perairan yang tercemar berat, hal ini didasarkan pada indeks keanekaragaman species yang sangat rendah dan beberapa parameter fisika-kimia perairan yang tidak sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan oleh pemerintah RI melalui Kep. MLH. No. 51 Tahun 2004. Kondisi ini terjadi akibat peningkatan aktivitas antropogenik di sekitar lokasi

penelitian yang menghasilkan limbah organik maupun anorganik yang masuk ke dalam wilayah perairan. Kandungan oksigen terlarut (DO), pH, salinitas, kecerahan, fosfat air laut, fosfat sedimen, nitrat air laut, dan nitrat sedimen merupakan parameter lingkungan perairan yang tidak memenuhi baku mutu yang telah ditentukan oleh pemerintah RI, sedangkan suhu dan kecepatan arus merupakan parameter fisika lingkungan perairan yang masih memenuhi baku mutu air laut.

Kecerahan, DO, Suhu, kedalaman, salinitas, dan nitrat sedimen merupakan parameter fisika-kimia yang berkorelasi positif dengan keanekaragaman meiofauna di pesisir Losari, Makassar. Hal ini diartikan bahwa beberapa parameter lingkungan tersebut berpengaruh terhadap keanekaragaman meiofauna di dasar perairan. Adapun parameter lingkungan yang berkorelasi negatif dengan keanekaragaman meiofauna adalah fosfat sedimen, nitrat air laut, fosfat air laut, dan pH. Hubungan tersebut diartikan sebagai hubungan yang tidak menguntungkan karena meiofauna merasa terganggu atas keberadaan sebaran kandungan parameter fisika-kimia tersebut yang tidak memenuhi baku mutu air laut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, H., Ulinniam, Purwanti, E.W., Yusal, M.S., Widyastuti, D.A., Sutrisno, E., Hetharia, C., Dailami, M., Rini, Angga, L.O., Khairina, A., Hariri, M.R., Nendissa, D.M., Nendissa, S.J., Noviantari, A., & Chrisnawati, L., 2021. *Bioteknologi*, Bandung: Widina Bhakti Persada.
- Dahuri, H. R., Rais, J., Ginting, S.P., Sitepu, H. J., 2008. *Pengelolaan Sumber daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Darmayani, S., Hidana, R., Sa'diyah, A., Laksitarahmi, P.I., Hidayati, Jumiarni, D., Anggita Rahmi Hafsa, A.R., Latumahina, F.S., Setyowati, E., Estikomah, S.A., Kurniati, S., Syam, S., Moh Imam Sufiyanto, M.I., Yusal, M.S., Watuguly, T.W., Gultom, V.D.N., 2021a. *Bioteknologi Teori dan Aplikasi*, Bandung: Widina Bhakti Persada.
- Darmayani, S., Hidana, R., Latumahina, F.S., Nendissa, S.J., Situmorang, M.V., Juniarmoko, R., Widarawati, R., Novita, M.Z., Swardana, A., Octorina, P., Siagian, G., Hasibuan, A.K.H., Yusal, M.S., Mutolib, A., 2021b. *Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan*, Bandung: Widina Bhakti Persada.
- Effendi, H., 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumber Daya Hayati Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Guntur, G., A. T. Yanuar, S. H. J. Sari dan A. Kurniawan, 2017. Analisis kualitas perairan berdasarkan Metode Indeks Pencemaran di Pesisir Timur Kota Surabaya. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 6(1) : 81-89.
- Greenan, N.S., R.L. Mulvaney, & G.K. Sims., 1995. A microscale method for colorimetric determination of urea in soil extracts. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 26:2519-2529.
- Handayani, Duhita, M.R., Ulinniam, Hetharia, C., Sianturi, B.J., Yusal, M.S., Sutrisno, E., Purbowati, R., Manik, V.T., Octorina, P., Alang, H., & Apriyanti, E., 2020. *Biologi Umum*, Bandung: Widina Bhakti Persada.
- Handayani, Darmayani, S., Nendissa, S.J., Hasibuan, A.K.H., Dimenta, R.H., Indarjani, Hetharia, C., Duhita, M.R., Arif, A., Yusal, M.S., Sianturi, B.J., Ulinniam, & Latumahina, F.S., 2021. *Fisiologi Hewan*, Bandung: Widina Bhakti Persada.
- Higgins, R.P. & H. Thiel, 1988. *Introduction to the Study of Meiofauna*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Hutabarat & Evans, 2001. *Pengantar Oseanografi*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Penetapan Status Baku Mutu Air. Jakarta
- Khaeksi, I. P., Haeruddin dan M. R. Muskananfolo, 2015. Status Pencemaran Sungai Plumbon Ditinjau dari Aspek Total Padatan Tersuspensi dan Struktur Komunitas Makrozoobenthos. *Diponegoro Journal of Maquares*. 4(3) : 1-10
- Krebs, C.J., 1989. *Ecological Methodology*, New York: University of British Colombia Press.
- Nontji, A., 2005. *Laut Nusantara*. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- Nybakken, JW & Bertness M.D., 2005. *Marine Biology: An Ecological Approach*. 3rd Edition. New York: Pearson Benjamin Cummings.
- Odum, E.P., 1994. *Fundamentals Of Ecology*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Pratama, D. R., M. Yusuf dan M. Helmi, 2016. Kajian kondisi dan sebaran kualitas air di perairan selatan Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Oseanografi*. 5(4) : 479-488.
- Romimohtarto, Kasijan dan Sri Juwana, 2005. *Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Djambatan. Jakarta.
- Sa'diyah, A., Latumahina, F.S., Sutrisno, Birahy, D.C., Yusal, M.S., N.M. Raningsih, Jumiarni, D., M. Awwanah, Purwanti, E.W., Anita, N.I.P. Sari, Meylani, V., Meiyasa, F., 2021. *Dasar-Dasar Mikrobiologi dan Penerapannya*, Bandung: Widina Bhakti Persada.
- Siburian, R., L. Simatupang dan M. Bukit. 2017. Analisis kualitas perairan laut terhadap aktivitas di lingkungan Pelabuhan Waingapu- Alor Sumba Timur. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 23 (1) : 225-232.
- Simanjuntak, M., 2009. Hubungan faktor lingkungan kimia, fisika terhadap distribusi plankton di perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *Journal of Fisheries Sciences*, 11(1), 31-45.
- Yusal, M.S., 2012. Analisis Kualitas Perairan Berdasarkan Indeks Ekologis Meiofauna Interstisial Ekosistem Mangrove di Pantai Batu Gosok Kecamatan Komodo Kabupaten Manggarai Barat Nusa Tenggara. *Jurnal Ilmiah Pena*. 1(1).
- Yusal, M.S. & Hasyim, A., 2014. Analisis Kualitas Perairan Berdasarkan Indeks Ekologis Meiofauna Interstitial disekitar Pulau Pannikiang Kab. Barru. *Jurnal Ilmiah Pena*. 5(1): 79-87.
- Yusal, M.S., & Hasyim, A., 2017. Pemeriksaan Kualitas Perairan Berdasarkan Analisa Biodiversitas Fitoplankton (Studi Kasus pada Pembuangan Limbah Cair Hasil Buangan PT. Kima Makassar). *Jurnal Ilmiah Pena*. 7(1): 31-41.
- Yusal, M.S., 2019. Kajian Kualitas Perairan Berdasarkan Keanekaragaman Meiofauna Interstitial, Kandungan Fosfor, dan Parameter Fisik Lingkungan di Zona Pesisir Losari Makassar, Disertasi: Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yusal, M.S., Marfai, M.A., Hadisusanto, S., & Khakhim, N., 2019a. Abundance and Diversity of Meiofauna as Water Quality Bioindicator In Losari Coast, Makassar, Indonesia. *Ecology, Environment and Conservation*. 25(2): 589-598.
- Yusal, M.S., Marfai, M.A., Hadisusanto, S., & Khakhim, N., 2019b. Abundance of Meiofauna and Physical-Chemical Parameters as Water Quality Indicator. *Indonesian Journal of Marine Sciences*. 24(2): 81-90. [https://doi: 10.14710/ikijms.24.2.81-90](https://doi.org/10.14710/ikijms.24.2.81-90)
- Yusal, M.S., Marfai, M.A., Hadisusanto, S., & Khakhim, N., 2019c. Water Quality Study Based on Meiofauna Abundance and Pollution Index in the Coastal Zone of

- Losari Beach, Makassar. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 17(1): 172–180. <https://doi.org/10.14710/jil.17.1.172-180>
- Yusal, M.S., Marfai, M.A., Hadisusanto, S., & Khakhim, N., 2019d. Analisis Ekologis Meiofauna Sebagai Bioindikator di Pesisir Pantai Losari, Makassar. *Bionature*. 19(1):15–22. <https://doi.org/10.35580/bionature.v19i1.7308>.
- Yusal, M.S., Marfai, M.A., Hadisusanto, S., & Khakhim, N., 2019e. The Ecological Analysis of Meiofauna as a Water Quality Bioindicator in the Coast of Losari Beach, Makassar. *International Conference on Environmental Resources Management in Global Region*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, Yogyakarta, Indonesia 256 (2019) 012024. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/256/1/012024>
- Yusal, M.S., 2020. Studi Struktur Komunitas Meiofauna dan Kualitas Perairan Zona Pesisir Losari Makassar. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 11(2):63–71. <https://doi.org/10.20956/jal.v11i2.10676>.
- Yusal, M.S., 2021. Studi Potensi Eutrofikasi di Pesisir Losari Makassar. *Jurnal Enggano*. 6 (2): 348-357. <https://doi.org/10.31186/jenggano.6.2.348-357>