



## PENILAIAN KUALITAS PERAIRAN DITINJAU DARI KEANEKARAGAMAN INFAUNA DI SUNGAI KUMBE, PAPUA

Mirna Dwirastina dan Yoga Candra Ditya

Peneliti Balai Riset Perikanan Perairan Umum dan Penyuluhan Perikanan

E-mail: [mirna.rastina@gmail.com](mailto:mirna.rastina@gmail.com)

Diterima: 9 Januari 2018, Disetujui: 4 Juni 2018

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan memberikan informasi tentang penilaian kualitas perairan berdasarkan komposisi dan struktur komunitas infauna di Sungai Kumbe, Papua. Penelitian dilakukan pada bulan Maret dan September 2014 di lima stasiun pengamatan di Sungai Kumbe, yaitu Baad, M. Ingun, Sakor, Yakau, dan Wapeko. Metode sampling infauna menggunakan alat Ekman grab dan pemeriksaan kualitas air dilakukan secara *in situ* dan dianalisis di laboratorium pengujian Balai Riset Perikanan Perairan Umum dan Penyuluhan Perikanan (BRPPUPP). Analisis data kualitas air dihubungkan dengan komposisi dan kelimpahan infauna menggunakan PCA (Principal Component Analysis). Dari hasil penelitian ini ditemukan 2 famili dan 6 genus infauna. Kelimpahan tertinggi diamati di daerah Wapeko ( $3.467 \text{ ind/cm}^2$ ) dan kelimpahan terendah di daerah Yakau ( $400 \text{ ind/cm}^2$ ). Nilai Indeks Keanekaragaman di Sungai Kumbe berkisar 0–2, sehingga dikategorikan ke dalam keanekaragaman rendah mendekati sedang yang menandakan bahwa di Sungai Kumbe sudah mulai ada gangguan terhadap lingkungan.

**Kata kunci** : Infauna, keanekaragaman, Sungai Kumbe, kualitas perairan, Papua

### ABSTRACT

**ASSESSMENT OF WATER QUALITY REVIEWED FROM INFAUNA DIVERSITY IN RIVER KUMBE, PAPUA.** *The study aims to provide information on the water quality assessment based on the composition and structure of the infauna community in Kumbe River, Papua. The research was conducted in March and September 2014 at five observation stations in Kumbe River, namely Baad, M. Ingun, Sakor, Yakau, and Wapeko. The infauna sampling method utilized Ekman grab and the water quality measurement was done *in situ* and was analyzed in the Balai Riset Perikanan Perairan Umum dan Penyuluhan Perikanan (BRPPUPP) laboratory. Relation between water quality and the composition and abundance of infauna was examined using Principal Component Analysis (PCA). The results of this study found 2 families and 6 genera of infauna. The highest abundance was observed in Wapeko area ( $3,467 \text{ ind/cm}^2$ ) while the lowest abundance was in Yakau area ( $400 \text{ ind/cm}^2$ ). The Kumbe River Diversity Index value ranged 0–2. Therefore, it is categorized into low to moderate diversity, indicating that Kumbe River has already started to have a disruption in its environment.*

**Keywords** : Infauna, diversity, Kumbe River, water quality, Papua

## PENDAHULUAN

Sungai Kumbe merupakan salah satu dari tiga sungai besar di Kabupaten Merauke, Provinsi Papua. Bersama dua sungai besar lain, Sungai Bian dan Sungai Maro, Sungai Kumbe membentuk kawasan Bikuma yang memiliki daerah tangkapan air seluas 23.594 km<sup>2</sup> (Sulistiyawan, 2005). Dwirastina & Ditya (2016) menerangkan posisi Sungai Kumbe yang terletak di 140°37' BT dan 8°00' LS di bagian hulu sungai dan 140°13' BT dan 8°21' LS di muara sungai yang berbatasan dengan Laut Arafura. Menurut Rahman & Satria (2016) Sungai Kumbe memiliki panjang 300,42 km dengan luas daerah tangkapan air sebesar 3.766 km<sup>2</sup>. Aliran sungai Kumbe termasuk ke dalam ekosistem sungai berarus lambat yang memiliki tipe substrat berpasir, berlumpur, dalam, lebar, dan berlokasi di dataran rendah.

Rencana pembukaan lahan dan pembuatan pabrik gula di sekitar kawasan Sungai Kumbe dikhawatirkan akan merusak lingkungan dan kondisi perairan Sungai Kumbe. Permasalahan alih fungsi lahan atau perubahan antropogenik tak dapat dihindari di wilayah pinggir Sungai Kumbe dan tentunya memberi tekanan yang tinggi terhadap potensi dan keberadaan biota perairan. Oleh karena itu, penelitian dampak antropogenik terhadap status kualitas air sungai ini perlu dilakukan.

Pemantauan kualitas perairan sungai umumnya dilakukan dengan menggunakan parameter fisik atau kimia, tetapi akhir-akhir ini pemantauan dengan biota lebih diutamakan. Hal ini dikarenakan biota lebih tegas dalam mengekspresikan kerusakan sungai, termasuk pencemaran lingkungan, karena biota bersentuhan langsung dengan sungai dalam kurun waktu yang lama, sedangkan sifat-sifat fisik dan kimia cenderung menginformasikan keadaan sungai pada saat pengukuran saja. Pemantauan menggunakan penilaian terhadap biota perairan juga bersifat ramah lingkungan, lebih murah, cepat, dan mudah diinterpretasikan (Winarno *et al.*, 2000).

Penelitian tentang kelimpahan biota sungai relatif masih jarang, termasuk di sungai-sungai kecil. Padahal kondisi biota air, dapat digunakan untuk mengetahui

keberadaan perubahan lingkungan akibat kegiatan manusia (Warwick, 1993). Salah satu kelompok biota yang dapat dijadikan indikator lingkungan adalah infauna, yaitu dilihat dari komposisi dan keragaman biotanya. Menurut Sudarso & Wardiatno (2015) berdasarkan preferensi lokasi hewan tersebut, secara umum bentos dapat dibagi menjadi empat bentuk: Epifauna, yaitu bentos yang berasosiasi dengan permukaan padat atau keras dari suatu substrat seperti batu, akar, atau tanaman air; Infauna atau Endofauna, yaitu bentos yang hidup di dalam sedimen; Nekton, yaitu bentos yang secara normal hidup dengan cara berenang bebas; serta Neuston yaitu bentos yang hidup di permukaan air. Infauna yang hidup di dalam sedimen bersentuhan langsung dengan tanah dan terkena air yang masuk melalui pori-pori sedimen, sehingga tanggapan kelompok bentos ini terhadap lingkungannya merupakan bentuk adaptasi yang telah berlangsung dalam jangka panjang. Menurut Musthofa *et al.* (2014) salah satu faktor yang menjadikan infauna sebagai bioindikator unggul untuk kualitas perairan adalah sifatnya yang *ubiquitous*, yaitu memiliki sebaran yang luas dan jumlah spesies yang lebih banyak untuk memberikan spektrum respon terhadap tekanan lingkungan. Selain itu, cara hidup infauna yang relatif menetap (*sedentary*) di habitatnya dan juga memiliki siklus hidup lebih panjang memungkinkan menjelaskan perubahan temporal. Rosenberg & Resh (1993) menyatakan hewan bentos yang relatif mudah diidentifikasi dan peka terhadap perubahan lingkungan perairan adalah jenis yang tergolong ke dalam kelompok makroinvertebrata air. Makroinvertebrata air dikenal juga dengan istilah makrozoobentos. Odum (1994) menyatakan makroinvertebrata air atau infauna memegang peranan penting dalam ekosistem perairan dan menduduki beberapa tingkatan trofik pada rantai makanan.

Perubahan kualitas air mengganggu kehidupan bentos, sifat inilah yang merupakan salah satu pertimbangan mengapa bentos dipakai sebagai alat untuk menganalisis tekanan ekologis yang timbul di perairan tercemar (Martudi, 1998). Septiani *et al.* (2013) melaporkan bahwa pencemaran air

diindikasikan dengan hanya ditemukan kelompok makrozoobentos atau infauna toleran terhadap pencemaran. Hal ini menunjukkan bahwa kajian tentang keberadaan infauna sebagai salah satu bagian dari lingkungan alami perlu dilakukan sebelum upaya konservasi dilakukan. Menurut Chessman (1995), penilaian kualitas lingkungan sungai dengan biota dapat dilakukan terhadap berbagai jenis habitat, seperti riak (*riffle*), kedung (*pool*), kedung berbatu, serta hamparan makrofita dan kayu yang tenggelam. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang hasil penilaian kualitas perairan Sungai Kumbe ditinjau dari struktur komunitas infauna.

## METODE

Pengumpulan data lapangan dilakukan sebanyak dua kali, yaitu pada Maret dan September 2014 di Sungai Kumbe (Gambar 1) di lima stasiun pengamatan, yaitu Baad, Wapeko, Sakor, Yakau, dan M. Ingun (Tabel 1). Data lapangan yang diambil mencakup biota infauna dan parameter kualitas air.

Sampel infauna diambil menggunakan Ekman grab. Pengambilan sampel diulang sebanyak tiga kali dalam satu lokasi. Penanganan sampel infauna secara umum dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu

penyaringan, penyortiran, pengawetan, dan identifikasi. Penyaringan dan penyortiran dilakukan dengan menggunakan wadah saringan halus atau saringan bertingkat dengan ukuran diameter pori  $\pm 500 \mu\text{m}$  hingga sampel infauna terpisah dari serasah dan sedimen. Infauna hasil penyortiran dimasukkan ke dalam botol film yang telah diberi label, lalu diawetkan dengan alkohol 70%. Selanjutnya, infauna yang telah disortir diidentifikasi dengan bantuan lup dan mikroskop, serta merujuk buku identifikasi Epler (2001), Milligan (1997), Bruno (1980), dan Pennak (1978).

Pengamatan kualitas air meliputi parameter kejernihan, kedalaman, suhu, oksigen terlarut (*dissolved oxygen*, DO), kandungan nitrat-nitrogen dan ortofosfat. Pengambilan sampel kualitas air dilakukan di permukaan perairan menggunakan *Kemmerer water sampler*, dimasukkan ke dalam botol sampel 1 L. Semua botol sampel disimpan dalam *cool box* yang ditambahkan es sebagai pengawetnya. Sampel air ini digunakan untuk mengukur oksigen terlarut, kandungan nitrat-nitrogen, dan ortofosfat dengan mengikuti metode APHA (2005). Parameter kejernihan dan suhu diukur secara langsung dengan masing-masing menggunakan *Secchi disk* dan termometer.



Gambar 1. Lokasi pengambilan infauna.

Tabel 1. Titik koordinat pengambilan sampel di Sungai Kumbe tahun 2014.

Nama Stasiun	S	E
Muara Inggun	S 7 59.088	E 140 27.888
Baad	S 8 06.424	E 140 27.746
Sakor	S 8 06.524	E 140 30.078
Yakau	S 8 02.130	E 140 31.570
Wapeko	S 8 09.976	E 140 24.931

Kepadatan infauna dihitung dari identifikasi individu dengan menggunakan rumus Odum (1993):

$$K = \frac{10.000 \times a}{b}$$

K = Kepadatan infauna (ind/m<sup>2</sup>)

a = Jumlah infauna yang diamati dalam sampel (ind)

b = Luas bukaan *Petersen Grab* (cm<sup>2</sup>) (nilai 10.000 adalah konversi jumlah individu dari per cm<sup>2</sup> ke per m<sup>2</sup>).

Keanekaragaman infauna dihitung menggunakan indeks Shannon dan indeks keseragaman (Evenness) sesuai Magurran (2004) sebagai berikut :

*Indeks Shannon*

$$(H') = -\sum \left[ \left( \frac{n_i}{N} \right) \log_2 \left( \frac{n_i}{N} \right) \right]$$

Ni = nilai kepentingan untuk tiap spesies (jumlah individu atau biomassa)

N = total nilai kepentingan

S = jumlah spesies

Penentuan nilai indeks mengacu pada Odum (1983) dalam ekosistem alamiah yang indeks diversitasnya berkisar dari 0,6 sampai dengan 0,8 dan apabila terjadi pencemaran bahan kimia atau bahan organik (*eutrofikasi*) maka nilainya akan menurun. Wilhm & Dorris (1996) menyebutkan bahwa nilai H' < 1 mencerminkan kondisi keanekaragaman rendah, sementara 1 < H' < 3 kondisi

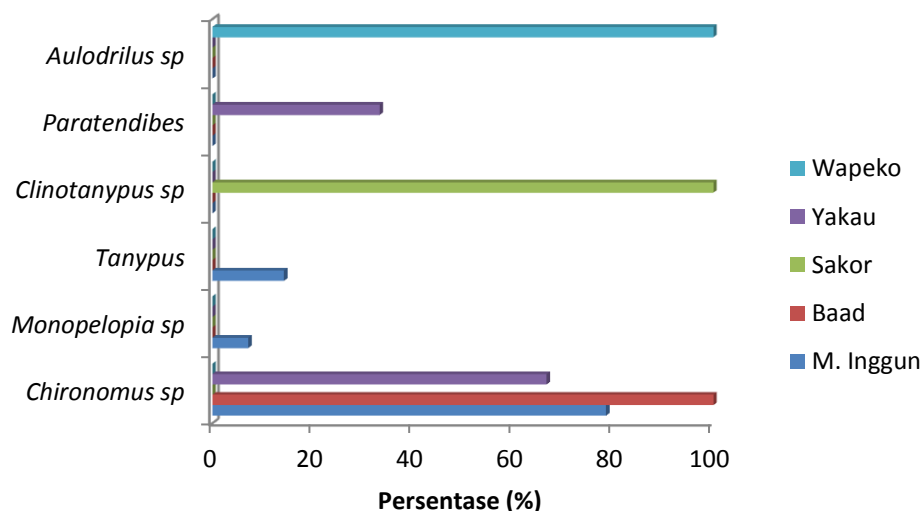
keanekaragaman sedang, dan H' > 3 keanekaragaman tinggi. Sebaliknya, menurut Lee *et al.* (1978) perairan yang belum tercemar memiliki indeks diversitas > 2,0; tercemar ringan 1,6–2,0; tercemar sedang 1,0–1,5, dan tercemar berat < 1,0. Analisis hubungan kualitas air dan infauna menggunakan pendekatan *Principal Component Analysis* (PCA).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Komposisi dan Kepadatan Infauna*

Di perairan Sungai Kumbe ditemukan enam genera infauna yang tergolong dalam dua famili, yaitu Chironimidae (5 genus) dan Tubificidae (1 genus). Terdapat tiga genera infauna dengan frekuensi kehadiran mencapai 100%, yaitu *Aulodrilus* sp., *Clinotanypus* sp., dan *Chironomus* sp.

Kehidupan bentos di habitat perairan tawar pada umumnya didominasi oleh anggota-anggota kelas Molluska, Annelida, dan Insekta. Keanekaragaman dan kelimpahannya berbeda-beda tergantung faktor lingkungan yang ada (Winarno *et al.*, 2000). Kelas Annelida yang hidup sebagai bentos disebut meiobentos, yakni tertanam di dalam sedimen. Kelas ini biasa ditemukan di dataran rendah dan berlimpah di dalam badan-badan air tercemar. Kelas Insekta umumnya mendominasi kehidupan bentos di perairan yang cenderung masih asli dan terletak di dataran tinggi (Winarno *et al.*, 2000).



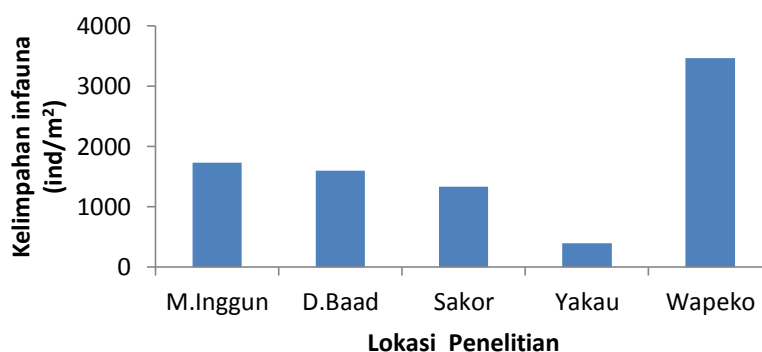
Gambar 2 . Komposisi makrozoobentos di Sungai Kumbe.

Kelimpahan infauna tertinggi teramati di daerah Wapeko dan kelimpahan terendah di daerah Yakau (Gambar 3). Menurut Sinyo & Indris (2013) organisme yang memiliki kepadatan tertinggi menandakan jenis organisme tersebut memiliki kemampuan beradaptasi dengan lingkungan yang ditempatinya serta memiliki kemampuan reproduksi yang tinggi (Odum, 1993). Nybakken (1998) juga mengemukakan bahwa organisme yang memiliki nilai kepadatan tertinggi menunjukkan bahwa jenis tersebut memiliki kemampuan menempati ruang yang lebih luas, sehingga kesempatan untuk berkembang semakin besar. Keanekaragaman dan kelimpahan infauna juga dipengaruhi oleh ketinggian lokasi dari permukaan laut, dengan jumlah terendah dilaporkan terdapat pada ketinggian 1.800–2.000 m dpl (Furtado, 1969). Di habitat alami yang jauh dari campur tangan manusia, biasanya ditemukan lebih dari 100 individu infauna setiap sekitar 10 m<sup>2</sup> (Chessman, 1995; Wright & Robbie, 1995). Menurut Odum (1996) dalam Irmawan (2010) kedalaman perairan memengaruhi jumlah jenis infauna. Semakin dalam dasar suatu perairan, semakin sedikit jumlah jenis infauna. Stasiun sampling di daerah Wapeko

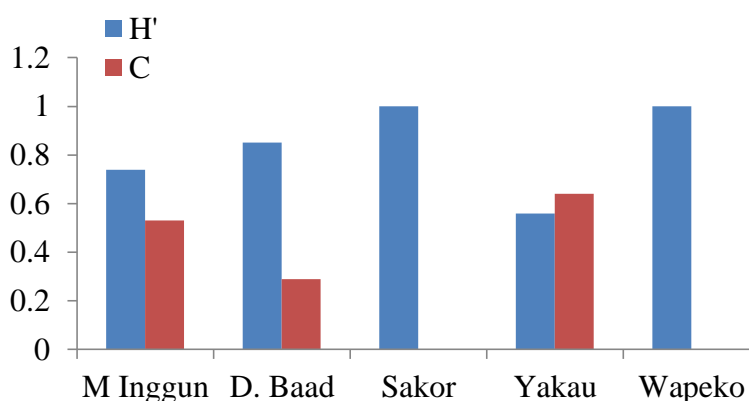
dan Yakau memiliki kedalaman ± 9 m, dengan kedalaman beraturan di Wapeko dan kedalaman tidak beraturan di Yakau.

Menurut Sinyo *et al.* (2013) dan Susanto (2000) kehidupan bentos juga dipengaruhi oleh faktor-faktor sedimen, salinitas, dan kedalaman di bawah permukaan. Oemarjati & Wardhana (1990) menyatakan bahwa kekayaan jenis bentos laut di suatu lokasi atau area tertentu, baik secara langsung maupun tidak langsung, sangat dipengaruhi oleh intensitas manusia yang hidup di area tersebut dan luas wilayah rata-rata yang tersedia di area tersebut.

Nilai indeks keanekaragaman berkisar 0–2. Berdasarkan kategori Wilhm & Dorris (1996) dan Shanon & Wiener (1949) indeks keanekaragaman infauna Sungai Kumbe  $H' < 1$  (Gambar 4), termasuk kategori rendah, kestabilan komunitas rendah mendekati sedang dan keadaan perairan mulai terganggu. Sudarso & Wardiatno (2015) dan US-EPA (1997) menggolongkan sensitivitas infauna ke dalam tiga golongan, yaitu sensitif, agak sensitif dan torelan. Berdasarkan hal itu, Sungai Kumbe termasuk ke dalam grup yang toleran dan agak sensitif.



Gambar 3. Kelimpahan infauna di Sungai Kumbe.



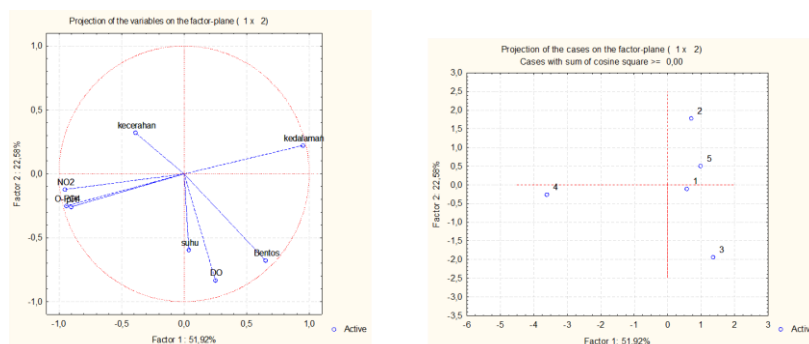
Gambar 4. Nilai indeks keanekaragaman dan dominasi di Sungai Kumbe.

Menurut Setiawan (2008) penilaian menggunakan indeks Shanon-Wiener hanya berupa keanekaragaman jenis saja tanpa memperhatikan tingkat kepekaan jenis terhadap kondisi lingkungan perairannya. Sementara itu, Odum (1971) menyatakan penilaian tercemar suatu ekosistem tidak hanya dilihat dari hubungan keanekaragaman dalam komunitasnya saja, tetapi tergantung dari jenis dan fungsi aliran energi serta karakteristik sifat fisika-kimia air yang terdapat di suatu perairan. Keberadaan komunitas bentos juga sangat dipengaruhi oleh musim. Seperti dikemukakan oleh Singh *et al.* (1989) dan Wirjoatmodjo & Atmowidjojo (1985) bahwa populasi dan keanekaragaman jenis bentos mencapai puncaknya pada awal musim kemarau dan mencapai titik terendah pada musim hujan. Dudgeon (1992) menyatakan kondisi banjir dapat mencuci komunitas bentos infauna, tetapi periode daur hidup bentos infauna akan mengembalikan densitas populasi dan

komposisi komunitas ini ke posisi semula (Bishop, 1973; Benzie, 1984). Demikian juga aktivitas penangkapan ikan dapat mengganggu keberadaan komunitas bentos di suatu perairan (Collie *et al.*, 2000; Genzano *et al.*, 2011; Kaiser *et al.*, 2000; Hiddink *et al.*, 2006a).

#### ***Pemantauan Penilaian Lingkungan Menggunakan Biota Infauna***

Dalam pengujian kualitas perairan, biota bentos atau infauna cenderung dijadikan sebagai indikator lingkungan. Rosenberg *et al.* (1993) menyatakan makrozoobentos pada umumnya sangat peka terhadap perubahan lingkungan perairan yang ditempatinya, sehingga sering digunakan sebagai bioindikator kualitas suatu perairan dengan pertimbangan antara lain pergerakannya sangat terbatas, sehingga memudahkan pengambilan sampel. Patrick (1949) dalam Odum (1994) menyatakan suatu perairan yang baik akan menunjukkan jumlah individu yang



Gambar 5. Hubungan kualitas air dengan infauna di Sungai Kumbe.

seimbang dari semua jenis makrozoobentos yang ada. Sebaliknya, dalam suatu perairan yang tercemar jumlah individu tidak sama dan ada kecenderungan satu jenis makrozoobentos yang mendominasi.

Menurut Marpaung (2013) kondisi lingkungan memengaruhi perkembangan keanekaragaman jenis makrozoobentos. Hasil analisis keterkaitan parameter kualitas air dengan biota infauna menunjukkan hubungan positif seperti diperlihatkan pada Gambar 5.

Parameter fisika, kimia, dan biologi dikelompokkan ke dalam dua sumbu, yaitu faktor analisis 1 dan 2 yang mempunyai nilai komponen total 74,50% dengan nilai faktorial satu 51,92% dan faktorial dua 22,58%. Gambar 5 menunjukkan tiga kelompok, yaitu kelompok pertama di daerah Yakau dengan parameter kualitas air ( $\text{NO}_2$  dan  $\text{PO}_4$ ) berbanding terbalik dengan suhu, DO, dan biota infauna. Dengan demikian, keberadaan suhu dan oksigen sangat memengaruhi kehidupan infauna. Kelompok kedua di stasiun Muara Ingun dan Sakor menunjukkan kualitas perairan yang mendekati kesamaan karena berada dalam kelompok yang sama, yaitu korelasi positif antara kepadatan infauna dan konsentrasi DO. Hal ini sejalan dengan Dowing (1984) dalam Sudarja (1987) yang mengatakan bahwa kadar DO yang dibutuhkan oleh makrozoobentos berkisar 1,00–3,00 mg/L, dan semakin besar kadar DO dalam suatu ekosistem, maka semakin baik pula kehidupan infauna yang mendiaminya. Kelompok ketiga yaitu daerah Baad dan Wapeko. Semakin dalam daerah tersebut maka akan berbanding terbalik dengan  $\text{NO}_2$  dan  $\text{O-PO}_4$ .

## KESIMPULAN

Perairan Sungai Kumbe termasuk kategori keragaman rendah mendekati sedang, dengan struktur komunitas yang didominasi oleh jenis-jenis agak sensitif dan toleran. Nilai Indeks Keanekaragaman di Sungai Kumbe berkisar 0–2 sehingga termasuk kategori keanekaragaman rendah mendekati sedang yang menandakan bahwa lingkungan Sungai Kumbe sudah mulai mengalami gangguan.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association (APHA), 2005, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition.
- Benzie, J.A.H., 1984, Small scale diurnal migrations by *Heterocypris incongruens* (Ramdohr, 1808) (Ostracoda: Cyprididae) in a temporary pool, Ghana, West Africa. *J. Crustac. Biol.*, 4: 63-65.
- Bishop, A.W., 1973, The stability of tips and spoil heaps. *Quarterly, Journal of Engineering Geology*, 6, 335–376.
- Bruno.S., 1980, *Simon and Schuster Guide to Shells*, Edited by Harold S. Feinberg, New York.
- Chessman, B.C., 1995, Rapid assessment of rivers using macroinvertebrates: A procedure based on habitat specific sampling, family level identification and a biotic index, *Australian Journal of Ecology*, 20, 122- 129.
- Collie, J.S., S.J. Hall, M.J. Kaiser & I.R. Poiner, 2000, A quantitative analysis

- of fishing impacts on shelf-sea benthos, *J. Anim. Ecol.*, 69: 785-798.
- Dudgeon, D., 1992, *Endangered Ecosystem: a Review of the Conservation Status of Tropical Asia Rivers*, *Hydrobiologia*, 248: 167-191.
- Dwirastina & Ditya, 2016, Potensi Produksi Perairan dengan Pendekatan Biomassa Fitoplankton di Sungai Kumbe Papua, *LIMNOTEK*, 23(2): 84-92.
- Epler, J.H., 2001, *Identification Manual for The Larval Chironomidae (Diptera) of North And South Carolina*. Departement and Natural Resources Division of Water Quality .Carolina.
- Furtado, C, 1969, *Economic Development of Latin America*. Cambridge: University Press. Translation by S. Macedo of *Formação Economica da America Latina*. S. Paulo: Cia. Editora Nacional 1969.
- Genzano, G., D. Giberto, C. Bremec, 2011. Benthic Survey of natural and artificial reefs off mar del Plata, Argentina, Southwestern, Atlantic, Lat. Am, *J. Aquat. Res.*, 39(3): 553-566.
- Hiddink, J.G., T. Hutton & S. Jennings, 2006, Predicting the effects of area closures and fishing effort restrictions on the production, biomass, and species richness of benthic invertebrate communities, *ICES J. Mar. Sci.*, 63(5): 822-830.
- Irmawan. R.N., 2010, Struktur Komunitas Makrozoobentos di Estuaria Kuala Sugihan Provinsi Sumatera Selatan, *Jurnal Ilmiah Marine Science Research*, 1(1).
- Kaiser, M.J., F.E. Spence, P.J.B. Hart, 2000, Fishinggear restrictions and conservation of benthic habitat complexity, *Conserv. Biol.*, 14: 1512-1525.
- Lee, T.D., 1978, *Handbook of Variables of Environmental Impact Assessment*. Arbor: An Arbor Science Publisher Inc.
- Nybakken, J.W., 1998, *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Magurran, A.E, 2004, *Measuring Biological Diversity*. Malden : Blackwell Science LTD.
- Martudi, S., 1998, *Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Kali Baru Kodya Bengkulu*. Bogor: Program Studi Ilmu Perairan. Institut Pertanian Bogor.
- Marpaung, A.A.F., 2013, *Keanekaragaman makrozoobentos di Ekosistem Mangrove Silvofishery dan Mangrove alami Kawasan Ekowisata pantai Boe kecamatan Galesong Kabupaten Takalar*. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makasar. 60 hal.
- Milligan, M.R., 1997, *Identification Manual for The Aquatic Oligochaeta of Florida Volume I Freshwater Oligochaeta*, Centre for Systematics and Taxonomy. Florida.
- Mushthofa, A.M.R., Muskananfolo., S. Rudiyaniti, 2014, Analisis Struktur Komunitas makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Wedung Kabupaten Demak, *Diponegoro Journal of Maguares*, 3(1): 81-88.
- Odum, E.P., 1971, *Fundamental of Ecology*, Ed ke-3, Philadelphia: W.B Saunders Co.
- Odum, E.P., 1983. *Principles of Ecology*, Philadelphia: W.B.
- Odum, E.P., 1993, *Dasar-dasar ekologi [Terjemahan dari Fundamental of ecology]*. Samingan T & Srigandono B (Penerjemah), Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, 546 hlm.
- Odum, H.T., 1994, *Ecological and General Systems: An Introduction to Systems Ecology (rev. ed.)*, University Press of Colorado, Niwot, 644 pp.
- Odum, H.T., 1996, *Environmental Accounting: Emerygy and Environmental Decision Making*, John Wiley, New York, 370 pp.
- Oemarjati, B. & Wardana, 1990, *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Avertebrata Air*, UI-Press. Jakarta.



- Pennak, R.W., 1978, Fresh-water invertebrates of the United States, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York.
- Patrick, R., 1949, A proposed biological measure of stream conditions based on a survey of the Conestoga Basin, Lancaster County, Pennsylvania, Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 101: 277-341.
- Rahman, A & H. Satria, 2016, Komunitas dan Biomassa Fitoplankton di Sungai Kumbe Kabupaten Merauke Papua, LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia, 23(1): 17-25.
- Rosenberg, D.M. & V.H. Resh, 1993, Freshwater Bio-monitoring and Benthic Macroinvertebrates, Chapman and Hall, New York.
- Septiani, E., S.T. Rima, Y.A. Hepi, 2013, Kualitas Perairan Sungai Kapuas Kota Sintang Ditinjau dari Keanekaragaman Makrozoobentos, Protobiont, 2(2): 70-74.
- Setiawan, D., 2008, Struktur Komunitas Makrozobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Lingkungan Perairan Hilir Sungai Musi. Tesis. IPB. Bogor.
- Shannon, C. E. & W. Weaver, 1949, The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana, Illinois, 144 pp.
- Singh, J.S., A.S. Raghubanshi, R.S. Singh & S.C. Srivastava, 1989, Microbial biomass act as a source of plant nutrients in dry tropical forest and savanna, Nature, 338: 499-500.
- Sinyo, Y. & J. Indris, 2013, Studi Kepadatan dan Keaneka-ragaman Jenis Organisme Bentos Pada Daerah Padang Lamun di Perairan pantai Kelurahan Kastela Kecamatan Pulau Ternate, Jurnal Bioedukasi, 2(1): 154-162.
- Sudarja, Y., 1987. Komposisi Kelimpahan dan Penyebaran mangrove dari Hulu ke Hilir Berdasarkan Gradien Kedalaman di Situ Lentik, Dermaga. Kab Bogor, Karya Ilmiah, Fakultas Perikanan. IPB. Bogor.
- Sudarso, J. & Y. Wardiatno, 2015, Penilaian Status Mutu Sungai Dengan Indikator makro-zoobentos, Pena Nusantara, Jakarta.
- Sulistiyawan, J., 2005, Analisis Pengaruh Indeks Laporan Keuangan dan Rasio-rasio Keuangan Terhadap Corporate Performance, Tesis, Universitas Diponegoro.
- Susanto, P., 2000, Pengantar Ekologi Hewan, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- US-EPA, 1997, Volunteer Stream Monitoring: A Methods Manual, EPA, 841-B-97-003.
- Warwick, R.M, 1993, Environmental impact studies on marine communities pragmatcal considerations, Aust. J. Ecol., 18: 63-80.
- Wilhm, J. L., & T.C. Doris, 1986, Biological Parameter for water quality Criteria, Bio.Science' 18 hal.
- Winarno, K., O.P. Astirin & A.D Setyawan, 2000, Pemantauan Kualitas Perairan Rawa Jabung. Berdasarkan Keanekaragaman dan kekayaan kumunitas bentos, Biosmart, 2(1): 40-46.
- Wirjoatmodjo, S. & A.H. Atmowidjojo, 1985, Komunikasi serangga air di Sungai hutan Ketambe, Taman Nasional Gunung Leuser, Aceh, Berita Biologi, 3(3) : 111 - 115.
- Wright, M. & K. Robbie, (1995). Management buy-outs, Quarterly Review from CMBOR, (Autumn), University of Nottingham.