

# BIOMONITORING MAKROZOOBENTOS SEBAGAI INDIKATOR KUALITAS AIR SUNGAI

**Hilmi Irham Rosyadi dan Munawar Ali**

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur  
Email: *hilmiirham2189@gmail.com*

## ABSTRAK

Penelitian telah dilakukan pada bulan September-Oktober 2018 sampel diambil dari 5 stasiun penelitian dan dilakukan 1 kali sampling/Minggunya sampai 4 Minggu. Titik pengambilan sampel ditentukan dengan metode *Purposive Random Sampling*, sampel diambil dengan menggunakan *Bottom Grab*. Dari hasil penelitian didapatkan prosentase sebanyak famili *Unionidae* 1%, famili *Corbiculidae* 3%, famili *Buccinidae* 6%, famili *Viviparidae* 15%, famili *Thiaridae* 75%. Nilai Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ) pada kelima stasiun per Mingguanya mempunyai Nilai Indeks Keanekaragaman tinggi-rendah (1,735-0,234), Nilai Dominansi (C) pada kelima stasiun per Mingguanya mempunyai Nilai Indeks Dominansi tinggi-rendah (0,88-0,088), Nilai Keseragaman (E) pada kelima stasiun per Mingguanya mempunyai Nilai baik-buruk (0,924-0,16). Dari Hasil analisis statistik PCA didapatkan nilai Eigenvalue kedua komponen utama mewakili 51,48%, 22,89% dari seluruh variabilitas. Bila diakumulasikan, kedua komponen utama menyatakan 74,37% dari total variabilitas. Ini berarti apabila kelima variabel (pH, Suhu, DO, COD, Indeks  $H'$ ) direduksi menjadi 2 variabel, maka kedua variabel baru dapat menjelaskan 74,37% dari total variabilitas kelima variabel.

**Kata Kunci :** *Bentos, Sungai Kalimas Surabaya, Analisis Komponen Utama.*

## ABSTRACT

*Research was conducted in September-October 2018 and samples were taken from 5 research stations and 1 sampling/week until 4 weeks. The sampling point was determined by the Purposive Random Sampling method, the sample was taken using Bottom Grab. The results of the study it was found that the percentage was as much as 1% Unionidae family, 6% Corbiculidae family, 3% Buccinidae family, 15% Viviparidae family, 75% Thiaridae family. The Diversity Index ( $H'$ ) value for the five stations per week has a high-low diversity index value (1,735-0,234), Dominance value (C) on all five stations per week has a high-low dominance index value (0,88-0,088), The uniformity value (E) on the five stations per week has a good-bad value (0.924- 0.16). From the results of the PCA statistical analysis, the Eigenvalue values of the two main components obtained represent 51.48%, 22.89% of all variability. When accumulated, the two main components state 74.37% of total variability. This means that if the five variables (pH, Temperature, DO, COD, H' Index) are reduced to 2 variables, then the two new variables can explain 74.37% of the total variability of the five variables.*

**Keywords:** *Benthos, Kalimas River Surabaya, Principal Component Analysis.*

## PENDAHULUAN

Air merupakan bagian atau komponen yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Sehingga bilamana air tidak tersedia atau tersedia namun dengan kualitas yang buruk maka akan menjadi malapetaka bagi penduduk (Dede et al., 2018). Meningkatnya jumlah penduduk berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan air bersih yang layak untuk digunakan. Saat ini kualitas sumber air dan badan air yang layak digunakan masyarakat sangat menurun (Dede et al., 2018). Hal ini disebabkan tercemarnya badan air yang secara langsung dibuang tanpa pengolahan terlebih dahulu, ataupun mengalami pengolahan namun masih belum memenuhi baku mutu air buangan. Tercemarnya badan air saat ini menjadi permasalahan yang sangat serius sehingga sangat dibutuhkan pemetaan kualitas dari suatu badan air untuk mendapatkan rekomendasi pengelolaan yang menjadi solusi dari permasalahan ini.

Sungai Kalimas merupakan salah satu badan air yang terdapat di Kota Surabaya. Panjang total Sungai Kalimas Kota Surabaya 12 kilometer (Dede et al., 2018). Sungai Kalimas mengalir dimulai dari pintu air Ngagel hingga kawasan Tanjung Perak. Keberadaan Sungai Kalimas yang membentang di tengah Kota Surabaya dan melewati daerah padat penduduk menyebabkan potensi pencemaran di Sungai Kalimas sangat tinggi. Potensi pencemaran Sungai Kalimas Kota Surabaya adalah limbah domestik yang bersumber dari pemukiman penduduk, industri kecil sekitar sungai seperti usaha laundry yang secara langsung membuang limbah cair ke sungai. Masuknya limbah cair pada satu badan air secara terus menerus dapat menyebabkan pendangkalan yang mungkin disebabkan oleh bahan-bahan organik yang masuk dan mengendap pada dasar sungai, hal ini merupakan salah satu penyebab banjir saat musim penghujan.

Biomonitoring yaitu pemanfaatan organisme untuk memonitor dan menilai/mendeteksi kondisi suatu

lingkungan (Lilik et al., 2016). Bioindikator kualitas perairan merupakan komponen biotik meliputi tanaman, hewan, dan microbial yang dapat dijadikan indikator kualitas perairan dari waktu ke waktu. Bioindikator dikatakan dapat digunakan sebagai pengukur kualitas air karena bioindikator memberikan respon secara spesifik terhadap perubahan-perubahan yang terjadi misalnya suhu, pH dan sebagainya. Makrobenthos merupakan organisme yang melekat pada dasar atau hidup pada sedimen dasar. Perairan yang tercemar akan mempengaruhi kelangsungan hidup makrobenthos karena makrobenthos merupakan organisme air yang mudah terpengaruh oleh adanya bahan pencemar, baik pencemar fisik maupun kimia. Oleh karena itu peran makrozoobentos dalam keseimbangan suatu ekosistem perairan termasuk Sungai Kalimas Kota Surabaya dapat menjadi indikator kondisi ekologi terkini.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di sungai Kalimas, Kota Surabaya. Pengambilan sampel makrozoobentos, sampel air dilakukan sebanyak 4 kali yaitu pada bulan September- Oktober 2018. Lokasi penelitian ditentukan dengan metode *Purposive Sampling* yaitu penentuan lokasi berdasarkan atas adanya tujuan tertentu dan sesuai dengan pertimbangan peneliti sendiri sehingga dapat mewakili populasi.



**Gambar-1:** Letak Penentuan Stasiun

Keterangan :

1. Stasiun I :

Stasiun I ini berada pada garis lintang  $7^{\circ}17'56.04''S$ , dan garis bujur

112°44'24.93"T. Stasiun ini ditentukan karena letak stasiun merupakan hulu Sungai Kalimas berada dan dekat dengan PDAM. Penduduk sekitar yang sering pula membuang sampah secara langsung yang dibuang ke badan air mengakibatkan faktor lingkungan perairan menjadi berubah dan mempengaruhi kehidupan makrozoobentos.

#### 2. Stasiun II :

Stasiun II ini berada pada garis lintang 7°16'23.21"S, dan garis bujur 112°44'40.11"T. Stasiun ini ditentukan karena letak stasiun yang sangat dengan pemukiman penduduk. Aktivitas penduduk di daerah ini seperti usaha laundry, pemancingan di area sekitarnya, dan limbah domestik yang berasal dari rumah tangga.

#### 3. Stasiun III :

Stasiun III ini berada pada garis lintang 7°15'20.57"S, dan garis bujur 112°44'27.24"T. Stasiun ini ditentukan karena letak stasiun digunakan sebagai fasilitas rekreasi. Tempat rekreasi sangat dekat pemukiman penduduk yang berada tepat di tengah Kota Surabaya.

#### 4. Stasiun IV :

Stasiun IV ini berada pada garis lintang 7°14'1.67"S, dan garis bujur 112°44'19.32"T. Stasiun ini ditentukan karena masih ada hubungannya dengan stasiun III, tetapi pada stasiun ini mulai memasuki daerah industri kecil, rumah sakit, pergudangan.

#### 5. Stasiun V :

Stasiun V ini berada pada garis lintang 7°13'19.38"S, dan garis bujur 112°44'17.02"T. Stasiun ini ditentukan karena di daerah tersebut merupakan hilir dari Sungai Kalimas Surabaya. Pada stasiun ini mulai memasuki daerah ujung Sungai Kalimas dekat dengan pelabuhan, industri kecil, dan pembuangan sampah sembarangan langsung ke badan air sungai oleh penduduk sekitar.

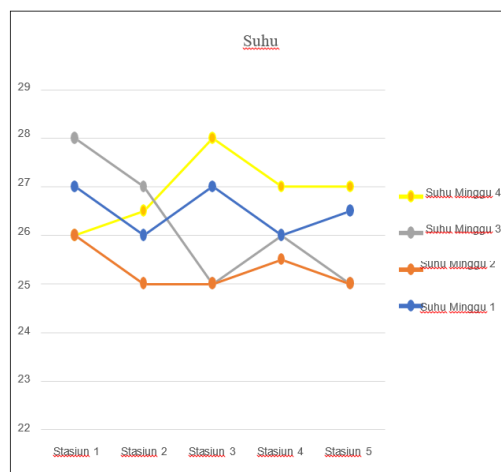
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran parameter fisika- kimia

di Sungai Kalimas Kota Surabaya pada masing - masing stasiun penelitian dibandingkan dengan baku mutu air berdasarkan Peraturan Daerah Kota Surabaya No 02 Tahun 2004 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Kategori air kelas III yang diperuntukan untuk budidaya ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mensyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

### Faktor Fisika Suhu

Pengukuran temperatur/suhu ini juga dilakukan secara insitu. Pengukuran suhu ini menggunakan alat termometer. Pengukuran ini langsung memasukkan termometer ke dalam air sungai, setelah itu tahan sampai di nilai suhu itu berhenti.

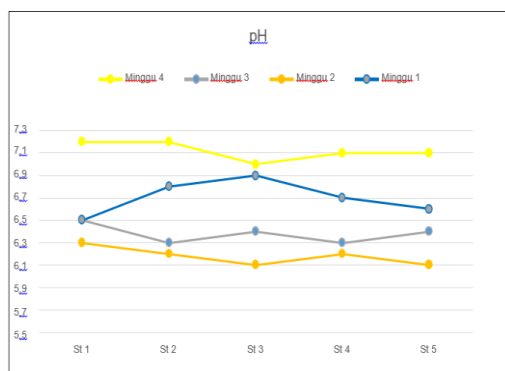


**Gambar -2:** Grafik Pengukuran Parameter Suhu Pada Sungai Kalimas

Didapatkan dari pengukuran Minggu 1- Minggu 4 suhu terendah 25° dan suhu tertinggi 28°. Hal ini disebabkan karena kelarutan berbagai jenis gas didalam air serta semua aktivitas biologis-fisiologi didalam ekosistem akuatik sangat dipengaruhi oleh suhu. Menurut Retnowati (2003) dalam (Juliana et al., 2014) menyebutkan bahwa suhu berbahaya bagi makrozoobenthos berkisar antara 35°C - 40°C. Hal ini sejalan dengan Zahidin (2008) dalam (Nisrina dan Efri, 2016) menyatakan bahwa suhu yang baik untuk organisme makrozoobentos adalah berkisar 25°C - 30°C.

Dapat disimpulkan hasil pengukuran temperatur menggunakan alat termometer pada air Sungai Kalimas ini masih tergolong aman untuk kehidupan makrozoobentos. Di dalam Baku Mutu Peraturan Daerah Kota Surabaya No. 2 Tahun 2004 tidak dicantumkan batasan untuk parameter fisika ini, akan tetapi banyak literatur yang menyebutkan rentang suhu berbahaya bagi organisme akuatik yaitu 35°C - 40°C (Juliana et al, 2014)Faktor Kimia pH

Pengukuran parameter pH ini dilakukan secara insitu yaitu pengukuran secara langsung di lapangan. Pengukuran ini menggunakan alat pH meter di setiap Stasiunnya yaitu dengan cara dikalibrasi terlebih dahulu dengan larutan buffer pH 7, setelah dikalibrasikan ukur sampel air sungai sampai mendapatkan nilai pH tersebut.



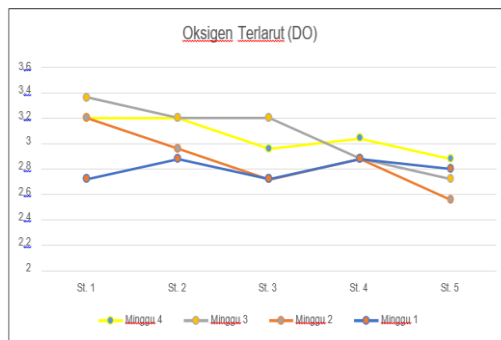
**Gambar -3:** Grafik Pengukuran Parameter pH Pada Sungai Kalimas

Dari hasil pengukuran didapatkan hasil pH terkecil 6,1 dan paling besar 7,2. . Nilai pH pada perairan dapat berubah, perubahan tersebut dapat berasal dari pembuangan limbah baik limbah yang berasal pabrik, rumah ataupun industri-industri kecil. Hal ini sejalan dengan Ayu (2009) dalam (Pardede et al, 2016) yang menyebutkan semakin menurunnya nilai pH didukung oleh semakin meningkatnya masukan senyawa-senyawa yang berasal dari aktifitas penduduk. Jadi dapat disimpulkan nilai pH dari tiap Stasiun per sampling tiap-tiap Minggunya Sungai Kalimas Kota Surabaya ini masih termasuk Kategori Air Kelas III berdasarkan Peraturan Daerah

Kota Surabaya No. 2 Tahun 2004 yang mempunyai baku mutu nilai pH antara 6 - 9.

### DO

Pengambilan sampel untuk parameter oksigen terlarut/ DO ini secara exsitu yaitu metode pengambilan sampel di lapangan dan dibawa untuk dianalisa laboratorium. Pengambilan sampel menggunakan botol winkler yang dimasukkan ke dalam air sungai secara berlawanan arah aliran sungai, setelah itu diberi larutan Alkali Iodida + MnSO4 masing-masing 2ml, lalu tutup botol winkler dan dibolak-balikkan, simpan ke dalam box yang berisi penuh es batu agar kandungan sampel tidak berubah-ubah.



**Gambar -4:** Grafik Pengukuran Parameter DO Pada Sungai Kalimas

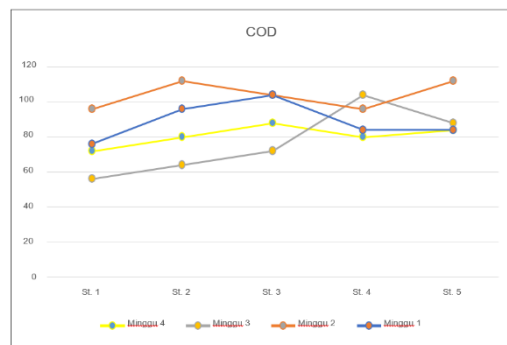
Dari pengukuran DO terendah 2,56 mg/l, tertinggi 3,36 mg/l. Kelarutan oksigen dalam perairan merupakan salah satu penentu karakteristik kualitas air yang terpenting dalam kehidupan akuatis. Berdasarkan penelitian kisaran kadar oksigen terlarut (DO) dari sampling Minggu 1-4 kelima stasiun antara 2,56 mg/l – 3,36mg/l termasuk kadar yang cukup untuk kehidupan makrozoobentos. Hal ini sejalan dengan Dowing (1984) dalam Sudarja (1987), mengatakan bahwa kadar DO yang dibutuhkan oleh makrozoobenthos berkisar 1,00 – 3,00 mg/l. Setelah diketahui hasil nilai parameter oksigen terlarut dapat disimpulkan bahwa parameter oksigen terlarut perairan Sungai Kalimas ini masih banyak nilai.

DO belum memenuhi baku mutu

Peraturan Daerah Kota Surabaya No. 2 Tahun 2004, akan tetapi pada literatur DO 1 - 3 mg/l yang dibutuhkan bentos sehingga masih layak untuk kehidupan organisme akuatik (Dowing, 1984) dalam (Sudarja, 1987).

### COD

Pengambilan parameter COD ini menggunakan metode yang sama seperti pengambilan parameter Oksigen Terlarut yaitu exsitu. Pengambilan sampel menggunakan botol coklat sampling 100ml yang dimasukkan kedalam air Sungai Kalimas sampai penuh. Lalu diberi 5 tetes  $H_2SO_4$ , selanjutnya dimasukkan kedalam box yang berisi penuh es batu.



**Gambar-5:** Grafik Pengukuran Parameter COD Pada Sungai Kalimas.

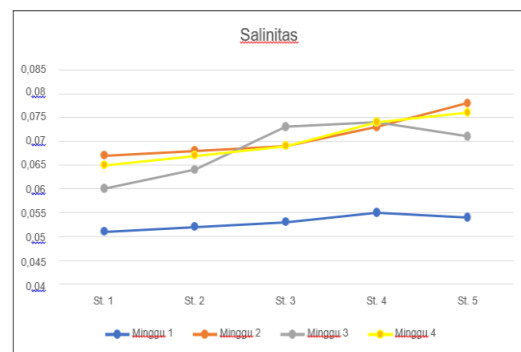
Nilai COD terendah 56 mg/l dan COD tertinggi 112 mg/l, ini dikarenakan sungai yang alirannya terus-menerus dan aktivitas penduduk yang berbeda-beda tiap hari atau minggunya. Lokasi Sungai tersebut yang berhadapan langsung dengan perumahan alami yang relatif jorok sehingga banyak diantara penduduk atau masyarakat sekitar yang membuang berbagai jenis sampahnya ke dalam selokan besar tersebut, yang mengakibatkan banyaknya bahan kimia yang sulit terdegradasi secara biologi (biodegradable) masuk ke dalamnya. Hal ini sejalan dengan UNESCO/WHO/UNEP (1992) dalam (Effendi, 2003) menyatakan keberadaan bahan organik berasal dari alam ataupun dari aktivitas rumah tangga dan industri, misalnya pabrik kertas, dan industri makanan, nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/l, sedangkan pada perairan yang tercemar biasanya lebih dari 200 mg/l dan

pada limbah industri dapat mencapai 60.000 mg/l.

Untuk parameter COD di Perairan Sungai Kalimas Kota Surabaya masih belum memenuhi baku mutu Peraturan Daerah Kota Surabaya No. 2 Tahun 2004 yaitu 50 mg/l. Dikarenakan jumlah penduduk yang semakin banyak akan banyak pula aktivitas limbah yang dihasilkan dan akan mempengaruhi kehidupan makrozoobentos yang ada di Sungai Kalimas Kota Surabaya.

### Salinitas

Pengambilan sampel salinitas pula juga menggunakan metode exsitu sama seperti parameter COD, dan Oksigen Terlarut. Untuk pengambilan sampel salinitas ini hanya menggunakan botol coklat sampling 100ml dimasukkan kedalam air sungai sampai penuh dan langsung dimasukkan ke dalam box yang penuh es batu.



**Gambar -6:** Grafik Pengukuran Parameter Salinitas Pada Sungai Kalimas

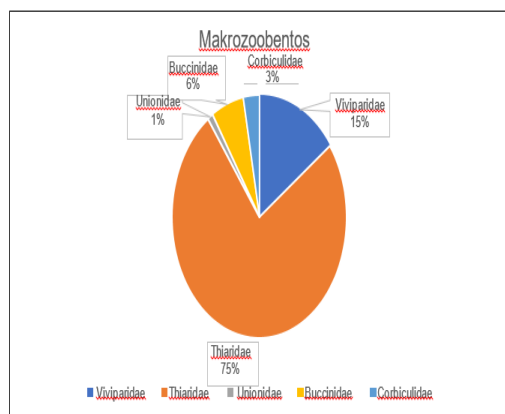
Pengukuran salinitas ini didapatkan hasil terendah 0,051‰ dan tertinggi 0,079‰. Nilai salinitas di perairan dipengaruhi oleh penguapan, jumlah air tawar yang masuk ke perairan adalah aliran permukaan, pasang surut air, curah hujan dan musim (Bowden, 1980). Hal ini diperkuat dengan pernyataan Dudgeon (2006) menyatakan bahwa distribusi dan kelimpahan bentos berhubungan dengan salinitas, kandungan bahan organik dan fraksi liat serta lumpur dari sedimen. Untuk parameter Salinitas ini dapat disimpulkan memenuhi kriteria kehidupan untuk makrozoobentos di perairan Sungai Kalimas Kota Surabaya, contoh perbandingan nyata air tawar



mempunyai Salinitas < 0,5 ‰ dan air minum maksimal 0,2 ‰. Sumber literatur lain menyebutkan standar air tawar mempunyai salinitas maksimal 1 ‰. Salinitas air minum 0,5 ‰, sedangkan air laut rata-rata mempunyai Salinitas 35 ‰ (Jamali dkk., 2007) dalam (Aswin, 2017). Dikarenakan pada baku mutu Peraturan Daerah Kota Surabaya No. 2 Tahun 2004 tidak dicantumkan batasan/baku mutu untuk parameter salinitas ini.

**Faktor Biologi Makrozoobentos**

Menurut Dobson dan Frid (1998) dalam (Bagus dan Aunurohim, 2013) Komunitas benthos adalah organisme yang hidup di dasar suatu perairan. Makrozoobentos merupakan organisme akuatik yang hidup di dasar perairan dengan pergerakan relatif lambat yang sangat dipengaruhi oleh substrat dasar serta kualitas perairan. Adanya gangguan akibat aktivitas antropogenik, industri dan perbedaan geomorfologis lingkungan dapat memberikan dampak negatif terhadap kualitas air sungai dan selanjutnya akan berdampak juga terhadap kehidupan biota air seperti perubahan pola struktur komunitas makrozoobentos misalnya perubahan jumlah komposisi, kelimpahan dan keanekaragamannya.



**Gambar -7:** Komposisi Prosentase Makrozoobentos Sungai Kalimas

Terdapat 5 famili makrozoobentos yaitu *Viviparidae*, *Corbiculidae*, *Buccinidae*, *Unionidae*, *Thiaridae* dari masing-masing stasiun dan sampling per minggunya. *Unionidae* memiliki urutan famili terendah dari famili yang lainnya yaitu memiliki

prosentase 1%, spesies yang termasuk *Unionidae* yaitu *pseudodon vondenbuschianus*, *pilsbryconcha exilis*. Selanjutnya adapun famili yang memiliki prosentase kecil yaitu famili *Corbiculidae* 3%, *Buccinidae* 6%, spesies yang termasuk *Corbiculidae* yaitu *corbicula javanica* dan yang termasuk *Buccinidae* yaitu *phos sp*, *clea helena*. 3 famili termasuk Kelas *Bivalvia*. Selanjutnya famili *Viviparidae* 15% dan *Thiaridae* 75% yang termasuk dalam kelas *Gastropoda*. Spesies yang termasuk *Viviparidae* yaitu *filopaludina javanica*, *filopaludina sp*, dan spesies yang termasuk *Thiaridae* yaitu *thiara herklotzi*, *melanoides maculata*, *plotia scabra*, *tarebia granifera*, *melanoides tuberculata*, *melanoides torulosa*. Kelas *Gastropoda* termasuk hewan yang sangat berhasil menyesuaikan diri untuk hidup di beberapa tempat dan cuaca.

*Molusca* adalah salah satu organisme yang mempunyai peranan penting dalam fungsi ekologis pada ekosistem perairan. *Molusca* yang diantaranya adalah *Gastropoda* dan *Bivalvia* merupakan salah satu filum dari makrozoobentos yang dapat dijadikan sebagai bioindikator ekosistem perairan (Macintosh, Ashton dan Havanon, 2002) dalam (Wahyuni et al, 2016).

**Tabel -1:** Nilai Indeks Tiap-Tiap Stasiun

Minggu1	H'	C	E	Minggu3	H'	C	E
Stasiun1	1,685	0,214	0,866	Stasiun1	1,71	0,204	0,879
Stasiun2	1,636	0,255	0,841	Stasiun2	1,695	0,118	0,946
Stasiun3	1,452	0,301	0,746	Stasiun3	1,426	0,292	0,795
Stasiun4	1,288	0,336	0,662	Stasiun4	1,255	0,33	0,7
Stasiun 5	0,234	0,883	0,337	Stasiun5	0,286	0,84	0,16
Minggu2	H'	C	E	Minggu4	H'	C	E
Stasiun1	1,699	0,211	0,873	Stasiun1	1,656	0,214	0,924
Stasiun2	1,732	0,218	0,89	Stasiun2	1,735	0,088	0,89
Stasiun3	1,331	0,352	0,604	Stasiun3	1,444	0,296	0,742
Stasiun4	1,281	0,335	0,75	Stasiun4	1,189	0,368	0,663
Stasiun5	0,336	0,8	0,187	Stasiun5	0,362	0,778	0,362

Menunjukkan bahwa Nilai Indeks tiap Stasiun per minggunya dari Stasiun 1 sampai Stasiun 4 Nilai H' termasuk golongan keanekaragaman sedang, Nilai C termasuk golongan Nilai tinggi, dan Nilai E termasuk golongan Nilai baik. Akan tetapi untuk hasil pengamatan Stasiun 5 ini

menandakan Hilir Sungai Kalimas telah tercemar dikarenakan Nilai H' termasuk golongan Keanekaragaman rendah, Nilai C termasuk golongan rendah dan Nilai E tergolong Nilai buruk. Hal ini diperkuat Bahtiar (2007) dalam (Pohan et al, 2016) Lingkungan dapat dikatakan tercemar jika dimasuki atau kemasukan bahan pencemar dapat mengakibatkan gangguan pada makhluk hidup yang ada didalamnya. Menurut Shannon Wiener (1963) dalam (Noorthiningsih dkk, 2008) menyatakan bahwa indeks keanekaragaman kurang dari 1 dikatakan rendah dan komunitas bentos tidak stabil.

#### Analisis Komponen Utama (PCA)

Analisis Komponen Utama adalah suatu teknik analisis statistik untuk mentransformasi peubah-peubah asli yang masih saling berkorelasi satu dengan yang lain menjadi satu set peubah baru yang tidak berkorelasi lagi. Tujuan Analisis Komponen Utama ini yaitu mereduksi dimensi data dengan cara membangkitkan variabel baru atau *component* utama yang merupakan kombinasi linier dari variabel asal sedemikian hingga varians *component* utama menjadi maksimum dan antar *component* utama bersifat saling bebas (Azizah et al., 2010).

Setelah dilakukannya pengujian stastistik Analisis Komponen Utama, dapat diketahui pula tujuan penelitian ini yaitu mengetahui keterkaitan antara keanekaragaman makrozoobentos dengan kondisi lingkungan perairan Sungai Kalimas Kota Surabaya. Dengan demikian didapatkan hasil dari Analisis Komponen Utama yaitu terbentuk 2 faktor :

1. Faktor1:pH, Suhu, COD
2. Faktor2:DO,Indeks Keanekaragaman

#### KESIMPULAN

pH, Suhu, Salinitas masih memenuhi baku mutu yang ditetapkan, tetapi parameter COD, DO ini belum memenuhi baku mutu. Nilai H' 1,71-0,234, Nilai C 0,204-0,883, dan Nilai E 0,946-0,16.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, Fraschiska R.R., Santi W. P. (2010). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kebutuhan Tenaga Kesehatan Di Indonesia Pada Tahun 2010 Menggunakan Metode PC. *Departemen Statistika, Fakultas Matematika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.*
- Dede A., Supryadi D., Kamaningroem N. (2018). Model Prediksi Kualitas Air Di Sungai Kalimas Surabaya (Segmen Ngagel – Taman Prestasi) Dengan Pemodelan QUAL2KW. *Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.*
- Gitasari P. (2017). Biomonitoring Kualitas Air Tambak Dengan Menggunakan Makrozoobentos di Kawasan Budidaya Tambak Kelurahan Segoro Tambak, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo. *Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Jawa Timur. Surabaya.*
- Juliana L., Rico R.R., Simon P.O.L. (2014). Komposisi Kimia Cacing Kacang (*Sipunculus Nudus*) Di Kabupaten Raja Ampat Dan Kabupaten Manokwari. *eJurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik. Jurusan Perikanan, FPIK UNIPA Manokwari. Papua Barat*, 1(1), 53-66.
- Made N. S., Wayan N. S., Made P., A.A.G. Raka Dalem. (2006). Makrozoobenthos Di Tukad Bausan, Desa Pererenan, Kabupaten Badung, Bali. *Jurnal Biologi. Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Udayana. Denpasar.*, 5( 2), 119-122.
- Novirina Hendrasarie, Cahyarini. (2008). Kemampuan Self Purification Kali Surabaya, Ditinjau Dari Parameter Organik Berdasarkan Model Matematis Kualitas Air. *Jurusan Teknik*

*Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Pembangunan Nasional Jawa Timur. Surabaya*

Peraturan Daerah Kota Surabaya No. 02 Tahun 2004 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.

Ricky P. (2014). Kualitas Air Kali Porong Akibat Lumpur Sidoarjo Ditinjau Dari Keanekaragaman Makrozoobenthos. *Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Jawa Timur*