

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kondisi Eksisting Sungai

Mangetan Kanal atau biasa dikenal dengan Kali Mangetan Kanal terletak di Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur, dengan panjang sungai ±36,3 kilometer dengan fungsi utama aliran air dari Sungai Mangetan Kanal untuk irigasi lahan pertanian di sekitar sungai (Dewiyanti et al, 2015). Sungai ini merupakan anak sungai dari DAS Brantas yang mengalir menuju Sungai Kalimas Surabaya yang mendapat limpasan limbah domestik maupun limbah industri. Salah satu Industri yang membuang limbah di Sungai Mangetan Kanal adalah industri kertas (Nasichah et al, 2016). Masuknya limbah industri dan domestik mempengaruhi perubahan nilai kandungan polutan. Akibat perubahan kandungan polutan, maka terjadi penurunan kualitas perairan dan berpengaruh negatif terhadap kehidupan biota perairan serta kesehatan penduduk yang memanfaatkan air Sungai Mangetan Kanal (Ahmad et al, 2016). Hasil analisa awal pada hulu sungai adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Hasil Uji Awal

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	pH (26°C)	-	8
2	COD	mg/L	18
3	DO	mg/L	4,9
4	Salinitas	%	0,2

(Sumber : Hasil penelitian, 2021)

Pengujian awal hanya dilakukan pada hulu sungai dimana dekat dengan pintu air. Pengujian dilakukan di satu titik dikarenakan agar nantinya dapat diketahui ada atau tidak perubahan antara hulu sampai dengan hilir. Nantinya dilakukan pengamatan di 4 titik stasiun dimana stasiun 1 adalah badan sungai hulu dekat dengan pintu air, stasiun 2 berada setelah pertemuan 2 sungai dan berjarak 800-1000 meter dari stasiun 1, stasiun 3 berada sesudah outlet limbah cair industri kertas dan berjarak 800-1000 meter dari stasiun 2, dan yang terakhir stasiun 4 berada pada bagian hilir dengan jarak 800-1000 meter dari stasiun 3. Dari penelitian ini dapat diketahui apakah ada perubahan kualitas pencemaran air di kali mangetan.

2.2 Tinjauan Umum

2.2.1 Ekosistem Perairan Lotik

Ekosistem perairan meliputi ekosistem air tawar dan ekosistem air laut. Habitat air tawar dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu sistem lentik (tambak, danau, rawa, danau, waduk) dan sistem lotik (sungai), sistem lentik adalah jenis perairan yang ditandai dengan tidak adanya aliran air, sedangkan sistem lotik adalah suatu perairan yang ditandai dengan adanya aliran air yang cukup kuat (Dimenta et al, 2020). Kondisi sungai pada umumnya digambarkan sebagai badan air dangkal, aliran air biasanya satu arah, dasar sungai berupa kerikil dan pasir, terdapat sedimentasi atau erosi, dan suhu air berfluktuasi dengan bagian atas dan bawah hampir seragam (*Dimenta et al., 2020*). Lingkungan air sungai terdiri dari komponen non-biologis dan biologis yang saling berinteraksi melalui aliran energi dan sirkulasi nutrisi (nutrien), apabila interaksi keduanya terganggu maka akan terjadi perubahan atau gangguan yang akan menyebabkan ekosistem perairan menjadi tidak seimbang (*Suranto et al, 2006*).

2.2.2 Kualitas Air Sungai

Kriteria kualitas air dapat didefinisikan sebagai batas konsentrasi atau intensitas dari kualitas air yang ditentukan berdasarkan peruntukan penggunaannya. Sedangkan standar kualitas air didefinisikan sebagai peraturan mengenai batas konsentrasi atau intensitas parameter kualitas air dan dikeluarkan oleh pihak yang berwenang dengan tujuan untuk perlindungan atau penyediaan sumber daya air bagi berbagai macam penggunaan. Menurut PP 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Pasal 8) klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas, yakni:

1. Kelas satu digunakan untuk air baku air minum.
2. Kelas dua digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan air untuk mengairi pertanaman.
3. Kelas tiga air digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman.
4. Kelas empat digunakan untuk mengairi pertanaman.

2.3 Landasan Teori

2.3.1 Pengertian *Biomonitoring*

Pemantauan biologis (*Biomonitoring*) merupakan rangkaian proses penilaian kualitas perairan, dengan mengukur keberadaan polutan tertentu dengan matriks lingkungan atau pada kompartemen organisme tertentu yang dapat memberikan informasi tentang kondisi/kualitas lingkungan (Rumahlatu, 2012). Pengukuran matriks lingkungan dapat dilakukan dengan mempertimbangkan keanekaragaman, kepadatan, dan sebaran organisme serta mengkorelasikan dengan faktor lingkungan yang mempengaruhi stabilitas lingkungan (seperti substrat, salinitas, pH, dan oksigen terlarut) (Rumahlatu, 2012). Day (2000) dalam (Rumahlatu, 2012) menjelaskan bahwa hal yang paling mendasar dalam menggunakan metode biomonitoring adalah organisme hidup dapat mencerminkan kondisi lingkungan tempat tinggalnya, sehingga apabila aspek lingkungan tertentu berubah maka organisme tersebut akan terpengaruh. Teknik ini diharapkan dapat memberikan indikasi atau gambaran bahwa lingkungan perairan cocok untuk spesies tertentu, dimana keberadaannya menunjukkan kondisi ekosistem dan kualitas lingkungan tertentu, seperti memperoleh gambaran perubahan struktur perairan dan keanekaragaman hayati akibat pencemaran air (Rosyadi et al., 2019).

2.3.2 Definisi *Bioindikator*

Bioindikator berasal dari dua kata yaitu biologi dan indikator. Biologi mengacu pada makhluk hidup seperti hewan, tumbuhan dan mikroorganisme, dan indikator mengacu pada variabel yang dapat digunakan untuk menilai keadaan atau keadaan dan memungkinkan dilakukannya pengukuran perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu (Pratiwi, 2008). Bioindikator adalah organisme (atau bagian dari organisme atau komunitas biologis) yang memuat informasi tentang kualitas lingkungan (Chufamo, 2019). Adapun faktor tertentu yang dapat mengatur keberadaan bioindikator di lingkungan, seperti transmisi cahaya, air, suhu, dan padatan tersuspensi yang dapat memprediksi keadaan alam atau tingkat/tingkat pencemaran suatu kawasan (Pratiwi, 2008).

Bioindikator dibedakan menjadi dua jenis, yaitu indikator biologi pasif dan indikator biologi aktif. Indikator biologis pasif adalah organisme, penghuni asli suatu habitat, yang mampu menunjukkan perubahan yang dapat diukur (seperti perilaku, kematian, morfologi) dalam lingkungan komunitas biologis (detektor) yang terus berubah. Indikator biologis aktif adalah

organisme yang sangat peka terhadap pencemar, biasanya dimasukkan ke dalam habitat untuk mendeteksi dan memberikan peringatan dini pencemaran.

Menurut *Kovacs* (1992) dalam (Pratiwi, 2008), indikator biologi dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Spesies indikator: Kehadiran atau ketidakhadiran mereka menunjukkan perubahan lingkungan. Toleransi terhadap perubahan lingkungan rendah (ketat), dan jika keberadaan, distribusi, dan kelimpahannya tinggi, spesies tersebut merupakan indikator positif. Sebaliknya, lenyap atau punahnya spesies akibat perubahan lingkungan disebut indikator negatif.
2. Spesies monitoring: mengindikasikan keberadaan polutan di lingkungan dalam hal kuantitas dan kualitas. Monitoring sensitif, sangat rentan terhadap berbagai polutan dan sangat cocok untuk mengidentifikasi kondisi lingkungan yang akut dan kronis. Monitoring akumulating adalah spesies resisten yang dapat mengakumulasi polutan dalam jumlah besar ke dalam jaringannya tanpa membahayakan hidupnya, hal ini dapat berupa indikator pasif, yaitu spesies yang muncul secara alami di lingkungan yang tercemar. Sedangkan, indikator aktif (percobaan) yakni spesies yang dengan sengaja dibawa dari lingkungan alaminya yang tidak tercemar ke dalam lingkungan yang tercemar (*transplantasi*).
3. Spesies uji, digunakan untuk mengetahui dampak polutan tertentu, sehingga sangat cocok untuk penelitian toksikologi.

2.3.3 Kriteria Organisme Yang Digunakan Untuk *Bioindikator*

Menurut (Harman,1974) dalam (Rosyadi et al, 2019), Kriteria jenis organisme sebagai indikator adalah sebagai berikut :

1. Mudah dikenali oleh peneliti *non-profesional*.
2. Tersebar luas di lingkungan perairan.
3. menunjukkan toleransi yang hampir sama di lingkungan perairan yang sama.
4. Memiliki masa hidup yang relatif lama
5. Tidak dapat berpindah tempat bila lingkungannya dimasuki bahan pencemar.

Makrozoobenthos dapat menggambarkan kondisi fisik, kimiawi dan biologi wilayah perairan, sehingga dapat digunakan sebagai salah satu indikator kualitas air sungai (Rahardjanto, 2019). Sifat-sifat *makroinvertebrata akuatik*, diantaranya :

1. Sensitif terhadap perubahan kualitas air, sehingga berpengaruh terhadap komposisi dan kelimpahannya
2. Ditemukan hampir di semua perairan
3. Terdiri atas banyak jenis serta merespon berbeda pada gangguan yang berbeda pula
4. Bergerak secara terbatas
5. Mengakumulasi racun pada tubuhnya
6. Mudah dikumpulkan dan diidentifikasi sampai tingkat *family*

2.3.4 Ekologi Hewan Makrozoobenthos

Makrozoobenthos adalah hewan yang hidup berkelompok di dasar perairan, yang dapat membantu mempercepat penguraian bahan organik (Ratih et al., 2016). Berdasarkan perubahan daya adaptasi dan toleransi hewan terhadap perubahan lingkungan *abiotik*, *makrozoobenthos* merupakan salah satu populasi terpenting dalam ekosistem perairan, dan komunitas hewan besar dapat digunakan sebagai indikator pencemaran air (Azwari & Suprpto, 2016). Hal ini karena organisme benthik memiliki kehidupan yang menetap (*sesile*) dan mudah beradaptasi dengan berbagai lingkungan (Ratih et al, 2016) dan dapat memberikan respon yang berbeda-beda terhadap kualitas air, penyebarannya yang luas pada berbagai kondisi kualitas air, umur hidupnya cukup lama, sehingga keberadaannya memungkinkan untuk memantau kualitas lingkungan sekitarnya (Kovacs, 1992) dalam (Azwari & Suprpto, 2016).

Menurut (Odum, 1971) berdasarkan tipe tubuhnya terdapat tiga klasifikasi hewan benthik yaitu :

1. *Mikrobenthos* (< 0,1 mm) merupakan hewan terkecil (contoh: *protozoa*, *ciliata*)
2. *Mesobenthos* (0,1 – 1 mm) merupakan hewan yang dapat ditemukan di pasir atau lumpur (contoh: cacing, *moluska*, *crustacea*)
3. *Makrobenthos* (>1 mm) merupakan kelompok hewan benthos yang terbesar (contoh: kelompok *moluska* dan kelompok *insekta*)

Selain itu, menurut penelitian (*Klapper et al*, 1978) benthos dikelompokkan menjadi tiga menurut pola makannya, yaitu :

1. *Suspension feeder* yaitu yang mendapatkan makanan dengan menyaring partikel yang mengapung di air.
2. *Deposit feeder* yaitu mencari makan di sedimen dan menyerap bahan organik yang dapat dicerna di sedimen yang disebut detritus.
3. *detritus feeder*, yaitu hanya memakan *detritus*.

2.3.5 Faktor yang Mempengaruhi Makrozoobenthos

A. Kecepatan Arus

Salah satu parameter fisik yang berperan penting dalam distribusi nutrisi kualitas air adalah arus yang dapat berpindah secara vertikal maupun horizontal yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti hembusan angin, pasang surut air, perbedaan gradien tekanan dan densitas, gravitasi bumi, topografi atau kondisi dasar perairan (Hadi, 2000) dalam (Simatupang et al., 2016).

Menurut penelitian (Grassle et al, 1987) dalam faktor-faktor tersebut juga berdampak pada bentos misalnya daerah dengan laju aliran sangat lemah (arus kurang dari 10 cm/s) organisme benthik dapat mengendap, tumbuh dan bergerak bebas tanpa gangguan, sedangkan di perairan terbuka dengan kecepatan aliran sedang 10-100 cm/s tidak terdapat pengendapan dan terdapat pembaharuan antara bahan organik dan anorganik yang menguntungkan bagi organisme dasar.

B. Suhu

Suhu air merupakan parameter fisik yang sangat mempengaruhi kelangsungan hidup organisme akuatik, seperti distribusi, kelimpahan dan kematian organisme dalam air. Suhu air di setiap badan air berbeda-beda menurut ketinggian dan kondisi geografis. Suhu air di daerah tropis berbeda dengan di daerah subtropis. Perubahan suhu badan air yang cukup tajam dari suhu sebelumnya menandakan bahwa badan air tersebut telah tercemar (Mukhtasor, 2008) dalam (*Rosyadi et al*, 2019). Menurut (Ekaningrum, 2012) Temperatur akan membatasi sebaran geografis *makrobentos*, dan temperatur yang cocok untuk pertumbuhan makrobentos adalah antara 25-31°C. Suhu terbaik untuk beberapa *moluska* adalah 20°C, jika batas ini terlampaui maka akan mengakibatkan berkurangnya aktivitas hidup.

C. Salinitas

Menurut penelitian dari (Patty, 2013) Perbedaan nilai salinitas dipengaruhi oleh cuaca dan angin, pada musim hujan dan intensitas angin tinggi nilai salinitas suatu perairan cenderung rendah, begitu pula sebaliknya jika musim kemarau dan intensitas angin rendah nilai salinitas suatu perairan cenderung tinggi. Salinitas dapat disebabkan oleh pencampuran oleh gelombang atau gerakan, jumlah air yang dihasilkan oleh hembusan air, seperti pola siklus air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai (Nontji, 2002) dalam (Patty, 2013).

Keadaan salinitas mempengaruhi jumlah organisme yang secara tidak langsung mengarah pada perubahan komposisi ekosistem. Menurut (Murray, 2006) kisaran salinitas yang biasanya dapat ditoleransi oleh hewan bentik adalah 25-40 %.

D. pH

Nilai pH air merupakan parameter penting untuk memantau kualitas air. Tinggi rendahnya pH dipengaruhi oleh fluktuasi kandungan O₂ maupun CO₂. Nilai pH kurang dari 4,8 dan lebih dari 9,2 dianggap tercemar (Sary, 2006) dalam (Rukminasari et al., 2014). Tidak semua makhluk bisa bertahan terhadap perubahan nilai pH. (Marson et al, 2021) menyatakan bahwa sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH, rentang pH 6,0-6,5 keanekaragaman *plankton* dan *bentos* sedikit menurun dan cenderung menyukai nilai pH sekitar 7 – 8,5.

E. DO (Oksigen Terlarut)

Oksigen adalah salah satu unsur kimia penopang utama kehidupan. Oksigen digunakan organisme akuatik digunakan untuk bernapas dan menguraikan zat organik menjadi zat anorganik oleh mikroorganisme. Oksigen terlarut di dalam air berasal dari difusi udara dan fotosintesis organisme berklorofil di air yang dibutuhkan organisme untuk mengoksidasi zat nutrisi tubuh (Nybakken, 1988) dalam (Simanjuntak., 2012).

Banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk proses respirasi dan penguraian zat-zat organik oleh mikroorganisme dinyatakan dengan *Apparent Oxygen Utilization (AOU)*, variasi kadar oksigen terlarut alami di lapisan permukaan perairan Indonesia berkisar antara 4,50-7,00 mg/l atau 3,15-4,90 ml/l (Simanjuntak., 2012)

F. Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)

COD adalah persamaan untuk jumlah oksigen (dalam miligram) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi dalam satu liter air limbah (Mukhtasor, 2008)

dalam (Rosyadi et al., 2019). Dengan kata lain, jumlah oksigen yang dibutuhkan diukur berdasarkan persamaan kimia, bukan jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik. Nilai COD lebih besar dari BOD (Mukhtasor, 2008) dalam (Rosyadi et al., 2019). Hal ini karena tidak semua bahan organik yang dihitung dengan persamaan kimia dapat diuraikan oleh mikroorganisme.

G. Substrat Dasar

Ukuran substrat merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi struktur komunitas *makromolekul* (seperti kandungan bahan organik dalam substrat). Penyebaran *makrobentos* jelas dapat dikaitkan dengan jenis substrat, *makrobentos* dengan mempunyai sifat penggali sedimen yang seringkali melimpah di lumpur dan sedimen lunak, dimana kandungan bahan organiknya tinggi (Hasan, 2012)

(Driscoll dan Brandon, 1973) menyatakan bahwa sebaran dan kelimpahan spesies *moluska* dipengaruhi oleh diameter rata-rata partikel sedimen, kandungan debu dan tanah liat. Pada matriks yang mengandung cangkang organisme mati, kelimpahan dan keanekaragaman spesies *epifit* meningkat, tumbuh dan berkembang pada sedimen halus karena memiliki fisiologi khusus dan dapat beradaptasi dengan lingkungan perairan dengan jenis substrat berlumpur.

E. Kecerahan

Kecerahan air adalah suatu kondisi yang menunjukkan kemampuan cahaya untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Di perairan alami, kecerahan sangat penting karena berkaitan erat dengan aktivitas fotosintesis dan produksi primer di perairan. Faktor yang mempengaruhi kecerahan adalah partikel terlarut dalam lumpur atau TSS. Semakin banyak partikel atau bahan organik terlarut, semakin tinggi kekeruhannya. Kekeruhan atau konsentrasi padatan tersuspensi dalam air akan menurunkan efisiensi makan dari organisme (Simatupang dkk, 2018).

Pada PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air tidak menyebutkan baku mutu untuk nilai kecerahan. Namun menurut (Suparjo, 2009) Nilai kecerahan yang baik untuk kehidupan akuatik adalah lebih besar dari 45 cm.

2.3.6 Indeks Keanekaragaman *Shannon-Wiener*

Indeks keanekaragaman atau “*Diversity Index*” diartikan sebagai suatu gambaran secara matematik yang melukiskan struktur informasi-informasi mengenai jumlah spesies suatu organisme. Indeks keanekaragaman akan mempermudah dalam menganalisis informasi-informasi mengenai jumlah individu dan jumlah spesies suatu organisme. Suatu cara yang paling sederhana untuk menyatakan indeks keanekaragaman yaitu dengan menentukan persentase komposisi dari spesies di dalam sampel. Semakin banyak spesies yang terdapat dalam suatu sampel, semakin besar keanekaragaman meskipun harga ini juga sangat tergantung dari jumlah total individu masing-masing spesies.

Pengolahan data keanekaragaman menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-wiener sebagai berikut:

$$H' = -\sum (P_i \ln p_i) \dots \dots \dots (\text{Rumus 1})$$

Keterangan :

H' = Indeks Keanekaragaman

Pi = ni/N

ni = Jumlah Individu dalam 1 Spesies

Berdasarkan *Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H')* dari makrozoobenthos pada masing-masing stasiun penelitian yang diamati, dapat dibuat klasifikasi derajat pencemaran lingkungannya. Menurut Sastrawijaya (2000) dalam (Pakpahan et al, 2013) Klasifikasi derajat pencemaran air berdasarkan *indeks diversitas* dapat digolongkan sebagai berikut:

Dimana kriteria penilaian berdasarkan petunjuk Shannon-Wiener dalam Odum.(1993) dengan penggolongan:

1. $H' < 1$: rendah, artinya keanekaragaman rendah dengan sebaran individu tidak merata. Berarti lingkungan perairan tersebut telah mengalami gangguan (tekanan) yang cukup besar, atau struktur komunitas organisme di perairan tersebut jelek.
2. $1 \leq H' \leq 3$: sedang, artinya keanekaragaman sedang dengan sebaran individu sedang. Berarti perairan tersebut mengalami tekanan (gangguan) yang sedang atau struktur komunitas organisme yang sedang.

3. $H' > 3$: tinggi, artinya keanekaragaman tinggi dengan sebaran individu tinggi. Berarti perairan tersebut belum mengalami gangguan (tekanan) atau struktur organisme yang ada berada dalam keadaan baik.

2.3.7 Indeks Dominasi Simpson

Dominansi jenis *makrozoobenthos* dapat diketahui dengan menghitung Indeks Dominansi (C). Nilai indeks dominansi mendekati satu jika suatu komunitas didominasi oleh jenis atau spesies tertentu dan jika tidak ada jenis yang dominan, maka nilai indeks dominansinya mendekati nol. Menurut (Odum, 1993) dalam (Pakpahan et al, 2013) sebagai rumus indeks dominansi digunakan rumus Simpson berikut:

$$C = \Sigma (ni/N)^2 \dots\dots\dots(Rumus 2)$$

Keterangan :

- ni = Jumlah individu ke i
- N = Jumlah total individu
- C = Indeks Dominansi
- Σ = Keseluruhan

2.3.8 Indeks (BMWP-ASPT) Biological Monitoring Working Party-Average Score Per Taxon

Biological Monitoring Working Party-Average Score Per Taxon merupakan indeks yang digunakan untuk menilai suatu mutu lingkungan dengan membagi biota bentik menjadi 10 tingkatan berdasarkan kemampuannya dalam merespon cemaran di habitatnya dan memperhitungkan keragaman organisme dalam kaitannya dengan tingkat pencemaran. Nilai indeks ini dapat diketahui dengan menghitung nilai skoring dari semua kelompok hewan yang ada dalam sampel. Nilai indeks hanya dapat digunakan untuk perairan sungai dan tidak dapat dibandingkan dengan tipe perairan lain. Metode ini digunakan sebagai pelengkap dari monitoring kualitas air berdasarkan parameter fisik-kimianya. Cara perhitungan metode BMWP ASPT adalah sebagai berikut :

- a. Skor dihitung berdasarkan jenis taksa yang diperoleh dengan melakukan pengecekan kesesuaian hasil sampling dengan Tabel *BMWP-ASPT*.
- b. Dijumlahkan total taksa *makroinvertebrata* yang ada, lalu dibagi dengan jumlah taksa

Tabel 2.2 *Skoring Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon (BMWP-ASPT)*

Family	Skor
<i>Siphonuridae Heptageniidae Leptophlebiidae Ephemerilidae Pothamanthidae Ephemeridae Taeniopterygidae Leutridae Capniidae Perlodidae Perlidae Chloroperlidae Aphelocheiridae Phyaneidae Molanidae Beraidae Odontoceridae Leptoceridae Goeridae Lepidostomatidae Brachycentridae Sericostimatiidae</i>	10
<i>Astacidae Lestidae Agriidae Gomphidae Cordulegastridae Aeshnidae Corduliidae Nemouridae Physchomyiidae Philopotamidae</i>	8
<i>Caenidae Nemouridae Rhyacnemididae Coenagriidae</i>	7
<i>Netridae Viviparidae Ancylidae Hydroptilidae Unionidae Corophiidae Gaamaridae Platycnemididae Coegnagriidae</i>	6
<i>Mesoveliidae Hydrometridae Gerridae Nepidae Naucoridae Notonectidae Pleidae Corixidae Halipidae Hygrobiidae Dytiscidae Grynidae Elminthidae Elmidae Hydropsychidae Planariidae Dendrocoelidae</i>	5
<i>Baetidae Sialidae Biscolidae</i>	4
<i>Valvatidae Hydropbiidae Lymnaeidae Physidae Planorbidae Corbiculidae Thiaridae Sundathepusidae Anodontidae Pilidae Sphaeriidae Glossosomatidae Hirudidae Erpobdellidae</i>	3
<i>Chironomidae</i>	2
<i>Oghlocha (semua kelas)</i>	1

(Sumber: Rahardjanto, 2019)

2.3.9 Indeks Pencemaran (*Pollution Index*)

Analisis *Water Quality Index* pada penelitian ini menggunakan Metode Indeks Pencemaran. Penggunaan metode ini dikarenakan penelitian ini akan membandingkan kualitas air secara kimia setiap pengambilan sampel. Adapun langkah menentukan indeks kualitas air dalam metode ini adalah membandingkan nilai parameter yang diuji dengan nilai baku mutu sesuai kelas peruntukannya sesuai PP No 82 (Pasal 8) tahun 2001. Metode IP (KepMenLH No. 115 Tahun 2003) digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air dengan rumus sebagai berikut (Paramata, 2018):

$$PI_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{Ci}{Lij}\right)_M^2 + \left(\frac{Ci}{Lij}\right)_R^2}{2}} \dots\dots\dots(Rumus 3)$$

Keterangan :

PI_j = indeks pencemaran untuk peruntukann j

C_i = konsentrasi parameter kualitas air i

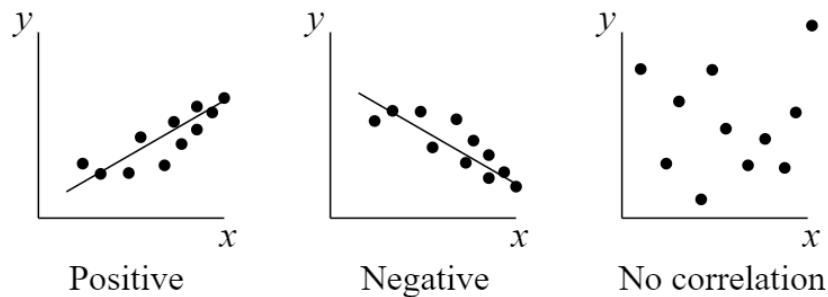
= konsentrasi parameter kualitas air yang tercantum dalam baku mutu peruntukan air j

M = maksimum

R = rerata

2.3.10 Analisa Korelasi

Korelasi dapat diartikan sebagai hubungan. Analisis korelasi bertujuan untuk mengetahui pola dan keeratan hubungan antara dua atau lebih variabel. Arah hubungan antara dua variabel dapat dibedakan menjadi :



Gambar 2.1 Grafik Arah Korelasi

1. *Direct Correlation (positive correlation)*, perubahan pada satu variabel diikuti perubahan variabel yang lain secara teratur dengan arah gerakan yang sama.
2. *Inverse Correlation (negative correlation)*, perubahan pada satu variabel diikuti perubahan variabel yang lain secara teratur dengan arah gerakan yang berlawanan.
3. *Nihil Correlation*, arah hubungan kedua variabel yang tidak teratur

Koefisien korelasi sering dilambangkan dengan huruf (r). Koefisien korelasi dinyatakan dengan bilangan, bergerak antara 0 sampai +1 atau 0 sampai -1. Apabila korelasi mendekati +1 atau -1 berarti terdapat hubungan yang kuat, sebaliknya korelasi yang mendekati 0 maka bernilai lemah. Apabila korelasi sama dengan 0, antara kedua variabel berarti tidak terdapat hubungan sama sekali. Pada korelasi +1 atau -1 terdapat hubungan yang sempurna antara kedua variabel.

Notasi positif (+) atau negatif (-) menunjukkan arah hubungan antara kedua variabel. Pada notasi positif (+), hubungan antara kedua variabel searah, jadi jika satu variabel naik maka variabel yang lain juga naik. Pada notasi negatif (-), kedua variabel berhubungan terbalik, artinya jika satu variabel naik maka variabel yang lain justru turun (Prastito, 2004) dalam (Dewi, 2017).

Tabel 2.3 Interpretasi Koefisien Korelasi (r)

R	Interpretasi
0	Tidak berkorelasi
0,01 – 0,20	Sangat rendah
0,21 – 0,40	Rendah
0,41 – 0,60	Agak rendah
0,61 – 0,80	Cukup
0,81 – 0,99	Tinggi
1	Sangat tinggi

(Sumber: Dewi, 2017)

2.4 Hasil Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya menjadi salah satu rujukan penelitian penulis, sehingga penulis dapat mencari dan mengkaji teori yang digunakan untuk mereview penelitian yang dilakukan. Berikut ini adalah penelitian-penelitian dalam bentuk jurnal yang berkaitan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh penulis:

Tabel 2.4 Penelitian Sebelumnya

No	Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Kristiandita Ariella	2017	Implementasi Metode Kimiawi dan <i>Biological Monitoring Working Party Average Score per Taxon</i> Air Saluran Kalibokor di Wilayah Surabaya	Dilakukan pemantauan 8 titik di Saluran Kalibokor di Wilayah Surabaya, digunakan metode <i>BMWP-ASPT</i> dan Analisa metode <i>LISEC Score</i> . Didapatkan hasil Saluran Kalibokor tidak memenuhi standar kualitas air kelas III, Penentuan kualitas air melalui metode <i>BMWP-ASPT</i> sebagai indeks biotik dengan menggunakan makroinvertebrata untuk Saluran Kalibokor diperoleh hasil kualitas air saluran yaitu tercemar berat, makroinvertebrata yang ditemukan di sepanjang saluran terdiri dari 10 famili yang berbeda dan <i>LISEC Score</i> , air Saluran Kalibokor termasuk pada kualitas air tercemar berat.

2.	Hilmi Irham Rosyadi dan Munawar Ali	2018	<i>Biomonitoring Maakrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Air Sungai</i>	Dilakukan di 5 titik stasiun sungai Kalimas Surabaya, dengan menggunakan metode keanekaragaman, keseragaman dan domisasi, dan digunakan analisa PCA untuk mengetahui hubungan antara faktor fisik-kimia dan biologis perairan. Didapatkan hasil 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.
3.	Virender Singh, M. P. Sharma, Shailendra Sharma & Saurabh Mishra	2019	<i>Bio-assessment of River Ujh using benthic macroinvertebrates as bioindicators, India</i>	Kualitas air di Sungai Ujh ditemukan antara kelas 2-3 berdasarkan pendekatan pra-klasifikasi dan indeks biotik. Evaluasi WA-WQI ditemukan pada kisaran 62-96 yang menunjukkan bahwa kualitas air tidak layak untuk dikonsumsi dan membutuhkan perawatan konvensional. Sebanyak 10 kelompok taksonomi yang berbeda, 36 famili dan 2193 organisme individu diidentifikasi di Sungai Ujh. Di antara semua organisme, Anggota kelompok taksonomi Ephemeroptera dan Trichoptera ditemukan melimpah di semua stasiun pengambilan sampel. Namun analisis kualitas air ditinjau dari biologi dan karakteristik fisiokimia yang dimilikinya memburuk karena akumulasi polutan organik.
4.	Biljana Rimcheska & Yanka Vidinova	2020	<i>Ecological Status Assessment of Mountain and Semi-mountain Streams in the Aegean Watershed: Applicability of Biotic Indices BMWP and ASPT Based on Macroinvertebrates</i>	Berdasarkan hasil penelitian bahwa BMWP adalah lebih sensitif dari BI. Indeks BMWP dan EPT cocok untuk perhitungan kualitas air dengan perubahan musiman komunitas invertebrata makro di ekosistem air mengalir

(Sumber : Review Jurnal, 2021)