

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Manusia tidak terlepas dari kebutuhan air dalam melakukan berbagai aktivitas, baik dalam hal untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari bagi manusia terutama untuk kebutuhan air mandi, kebutuhan air minum, kebutuhan rumah tangga, kebutuhan irigasi, peribadatan dan membersihkan kotoran yang ada di sekitar rumah, dan lain-lain (Chandra., dan Budiman, 2006). Kehidupan manusia sangat bergantung pada air dalam segala aspek. Kebutuhan air dalam bidang Teknik diantaranya untuk kegiatan irigasi, konstruksi bangunan, pelayanan air minum (PDAM), serta dalam pengolahan air limbah.

Menurut Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup bahwa air sebagai komponen penting lingkungan hidup akan mempengaruhi dan dipengaruhi oleh komponen lainnya. Oleh karena itu, sumber daya air wajib dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk hidup yang lain. Sungai merupakan suatu ekosistem perairan terbuka yang mengalir dari bagian hulu hingga ke hilir, badan sungai, bantaran (sempadan sungai) dan daerah tangkapan air sepanjang daerah aliran sungai (DAS) tersebut dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitarnya (Junaidi, J., dan Alan, I., 2014).

Kabupaten Gianyar memiliki aliran sungai yaitu Tukad Pakerisan. Tukad Pakerisan berasal dari beberapa buah sumber mata air pegunungan kintamani.

Tukad Pakerisan mempunyai daerah aliran (DAS) seluas kurang lebih 29,88 Km dengan panjang sungai 34,50 Km (Esti, A., dan Vipriyanti, U., 2016). Pemanfaatan air sungai sebagian besar untuk pelayanan daerah irigasi. Tukad Pakerisan melewati tiga kecamatan yakni Tampaksiring, Blahbatuh, serta Gianyar, dan bermuara diantara pantai lebih dan pantai cucukan (Esti, A., dan Vipriyanti, U., 2016).

Tata guna lahan disepanjang Tukad Pakerisan berada pada daerah permukiman penduduk, area persawahan, semak belukar serta area tegalan. Faktor utama yang mempengaruhi adalah peningkatan angka jumlah penduduk akan mempengaruhi ketersediaan air di wilayah tersebut, sehingga membuat sumber daya air semakin tidak seimbang menyebabkan peningkatan tekanan pada lingkungan tersebut semakin berat di Kabupaten Gianyar yang menyebabkan banyaknya limbah aktivitas manusia dibuang secara langsung ke sepanjang badan sungai sehingga terjadinya peningkatan beban pencemaran yang berasal dari buangan limbah ke badan sungai dan mempengaruhi perubahan ekosistem sungai sehingga tidak sesuai dengan daya dukung lingkungannya.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang berjudul kualitas air sebagai indikator pengelolaan DAS Pakerisan berkelanjutan telah dilakukan di kawasan Tukad Pakerisan, Kabupaten Gianyar, bahwa penelitian hanya meneliti kualitas mutu air Tukad Pakerisan dari hulu sampai ke hilir (Esti, A., dan Vipriyanti, U., 2016). Didapatkan hasil kualitas air semakin buruk ke bagian hilir sungai, terlihat bahwa nilai indeks pencemaran di hilir semakin tinggi. Sumber pencemaran di Tukad Pakerisan berasal dari aktivitas manusia seperti sektor industri, persawahan dan pembuangan sampah ke sungai. Selama ini sungai tersebut digunakan sebagai

tempat pembuangan limbah yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas air di sepanjang Tukad Pakerisan yang tidak sesuai dengan daya dukung lingkungannya (Esti, A., dan Vipriyanti, U., 2016).

Besarnya penyebab beban pencemaran yang masuk kedalam perairan yang berasal dari berbagai sumber pencemaran akan meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan kegiatan lainnya seperti limbah padat dan limbah cair. Limbah tersebut secara alamiah mengandung banyak bahan pencemar yang sangat merugikan perairan maupun lingkungan. Air sungai dikatakan tercemar apabila kualitasnya turun hingga ke tingkat yang membahayakan sehingga air tidak bisa dipergunakan sesuai peruntukannya.

Hal ini akan berdampak terhadap pencemaran air di Tukad Pakerisan bagian antara titik tengah dan titik hilir. Oleh sebab itu, pemantauan jumlah beban pencemaran yang masuk ke badan sungai perlu dilakukan pengujian secara berkala terhadap kualitas air tersebut, sehingga dapat diketahui apakah masih dalam batas wajar atau sudah tidak dapat dipergunakan lagi, karena akan mengancam kesinambungan lingkungan hidup, masyarakat, serta kesehatan. Pelestarian sumber daya air harus mencapai kualitas air dengan baik sehingga dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan sesuai dengan tingkat mutu air yang diinginkan serta harus terus dijaga kelestariannya dari bahan pencemar. Hal tersebut memerlukan penanganan secara periodik mengingat aliran Tukad Pakerisan bagian hulu hingga hilir.

Pemantauan kualitas air adalah salah satu pemantauan yang berfungsi untuk mengetahui kondisi air/badan sungai dan menjamin keamanan serta kelestarian

dalam penggunaannya. Pengujian yang biasa dilakukan adalah uji kualitas air menggunakan metode indeks pencemaran dengan parameter kimia, fisik, serta biologi dengan memperhatikan bahwa nilai parameter tidak melebihi standar baku mutu yang ditetapkan. Tinggi nilai dari ketiga parameter tersebut dapat mengindikasikan bahwa sungai tersebut mengalami pencemaran akibat sumber pencemar yang terdapat di dalam sungai tersebut, sehingga dapat menurunkan kualitas air dan dapat menimbulkan dampak buruk bagi biota yang hidup di sungai tersebut.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dilakukan kajian dan pemantauan dengan analisis kualitas air menggunakan metode indeks pencemaran di Tukad Pakerisan penting dilakukan agar dapat mengantisipasi tercemarnya lingkungan, dan dapat dimanfaatkan sesuai dengan peruntukannya terutama di Tukad Pakerisan Kabupaten Gianyar yang tertuang dalam Peraturan Pemerintahan No. 22 Tahun 2021, maka perlu dilakukan suatu upaya pemantauan secara periodik sehingga dapat diketahui lebih awal apakah sungai yang dipantau itu sudah tercemar atau tidak. Apabila sudah tercemar sehingga diperlukan upaya lebih lanjut dan memiliki data terbaru mengenai beban pencemar dan kualitas air, sehingga perlu dilaksanakan penelitian mengenai kualitas air sungai dapat dimanfaatkan sesuai dengan peruntukkan air sungai. Berdasarkan latar belakang tersebut perlu dilakukan penelitian dengan judul: **“Identifikasi Beban Pencemaran Dan Analisis Kualitas Air Tukad Pakerisan Menggunakan Metode Indeks Pencemaran”**.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan suatu masalah yaitu:

1. Bagaimana tingkat beban pencemaran yang terdapat di Tukad Pakerisan?
2. Bagaimana kualitas air Tukad Pakerisan berdasarkan analisis menggunakan metode indeks pencemaran?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada diatas, maka tujuan dari pelaksanaan penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui jumlah beban pencemaran pada Tukad Pakerisan.
2. Untuk mengetahui bagaimana kualitas air Tukad Pakerisan dilihat dari standar baku mutu.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Sebagaimana hakikat dari suatu penelitian yang senantiasa diharapkan dapat memberikan kegunaan atau manfaat, baik secara langsung maupun tidak langsung, maka penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Internal

Menambah wawasan terkait beban pencemar dan kualitas air pada bidang pengelolaan lingkungan serta menambah keterampilan dan wawasan dalam melakukan pemantauan kualitas air.

## 2. Manfaat Eksternal

### a. Manfaat bagi peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan perbandingan atau penerapan teori yang telah diperoleh pada saat perkuliahan dengan kenyataan yang terjadi di lapangan.

### b. Bagi perusahaan yang bergerak di bidang pengelolaan lingkungan

Agar dapat memanfaatkan penelitian ini serta metode yang digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk mengidentifikasi beban pencemar dan analisis kualitas air pada bidang pengelolaan lingkungan

### c. Bagi pembaca

Dapat menambah wawasan serta pengetahuan umum bagi yang membutuhkan dan ingin mengembangkan penelitian ini.

## 1.5 Batasan Penelitian

Pembatasan dalam masalah bertujuan agar tujuan penelitian ini mencapai sasaran yang diinginkan dan lebih terarah serta penelitian tercapai dengan jelas, maka diberikan batasan-batasan masalah, diantaranya sebagai berikut:

- a) Lokasi penelitian berada di Tukad Pakerisan, Kabupaten Gianyar, Bali.
- b) Lokasi pengambilan sampel hanya melakukan pada 3 titik sungai diantaranya Titik Hulu terletak di Br. Sare Seda, Desa Manukaya, Kecamatan Tampaksiring, Kabupaten Gianyar, Titik Tengah terletak di Br. Petemon, Desa Pejeng Kelod, Kecamatan Tampaksiring, Kabupaten Gianyar, serta Titik Hilir terletak di Br. Cucukan, Desa Medahan, Kecamatan Blahbatuh Kabupaten Gianyar, Bali (Jembatan *By Pass* Prof. Ida Bagus Mantra).

- c) Pengujian kualitas air menggunakan parameter yaitu:
- a) Parameter Fisik: Rasa, Bau, Suhu, *Total Suspended Solid* (TSS).
  - b) Parameter Kimia: pH, *Dissolved Oxygen* (DO), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Dissolve Solid* (TDS), Nitrat, Fosfat,
  - c) Parameter Biologi: *Fecal Coliform*.
- d) Parameter uji kualitas air Tukad Pakerisan dibandingkan dengan baku mutu kelas air yang mengacu pada Peraturan Pemerintahan No. 22 Tahun 2021 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Gambaran Umum Tukad Pakerisan**

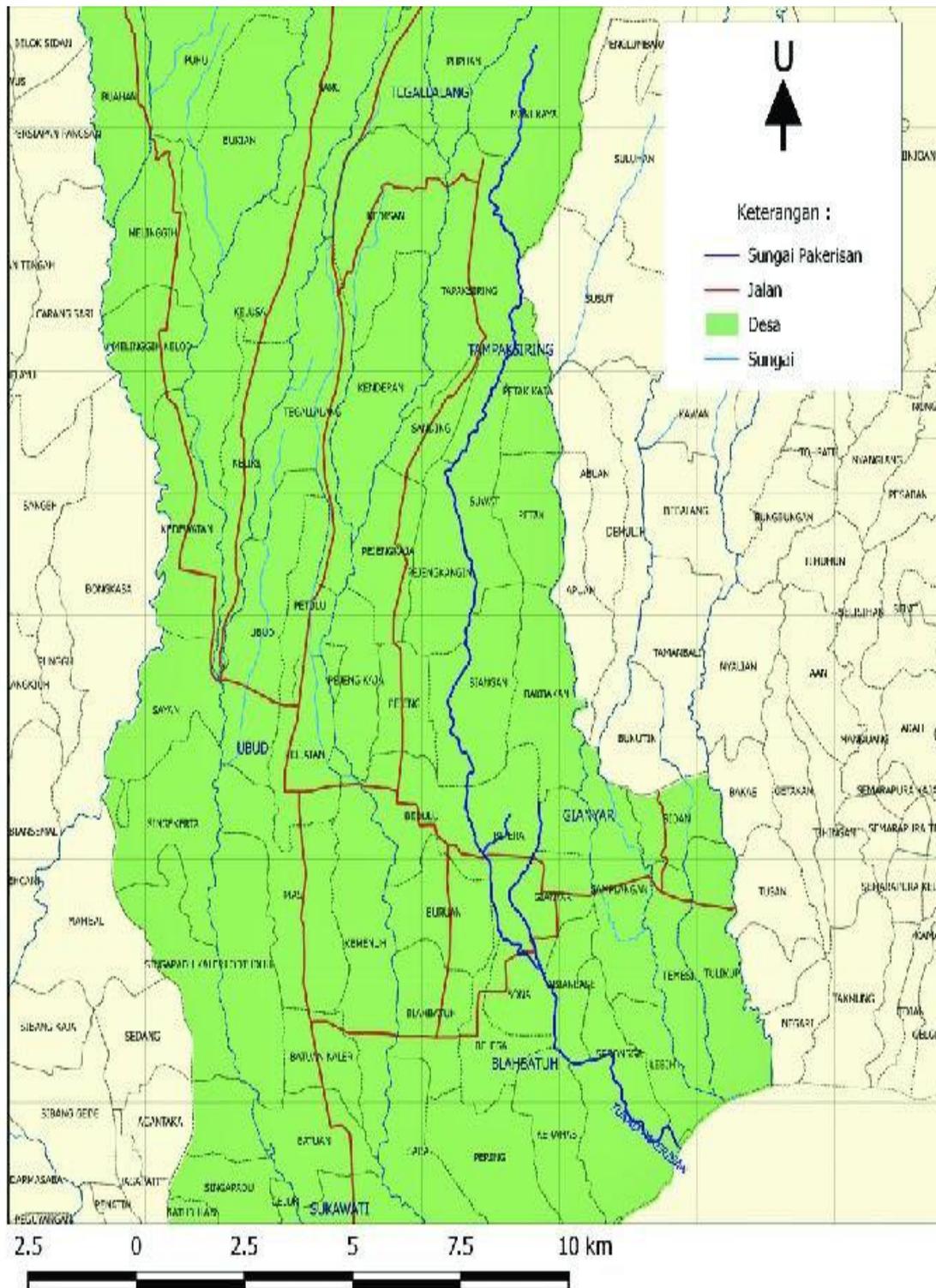
Tukad Pakerisan melintasi dua kabupaten yaitu Kabupaten Gianyar dan Kabupaten Bangli. Tukad Pakerisan terbentuk dari endapan tufa dan endapan lahar Buyan-Beratan, dan Batur (Vipriyanti, N., U., dan Arnawa, I., K., 2016). Secara umum topografi Tukad Pakerisan mulai dari datar (3% - 8%), kemudian landai (0% - 3%), dan di beberapa tempat bergelombang atau agak miring dengan kemiringan (9%) (Vipriyanti, N., U., dan Arnawa, I., K., 2016).

Tukad Pakerisan dari zone yang paling hulu mempunyai kemiringan relatif datar antara 3% - 8% sedangkan pada zona tengah mempunyai topografi bergelombang dengan kemiringan antara 8% sampai 15% (Vipriyanti, N., U., dan Arnawa, I., K., 2016). Pada daerah tebing Tukad Pakerisan mempunyai kemiringan curam diatas 50%. Bagian hilir Tukad Pakerisan merupakan daerah dengan topografi yang datar (0% - 3%) sampai jarak 10 km dari muara dengan ketinggian antara 50 m sampai dengan 150 m diatas permukaan laut (Vipriyanti, N., U., dan Arnawa, I., K., 2016).

Tukad Pakerisan ini mempunyai panjang 36,5 km dan luas daerah pengaliran sungai 29,875 km<sup>2</sup>. Tukad Pakerisan memiliki satu Tukad utama dan 95 anak Tukad dengan 32 diantaranya merupakan tukad musiman seperti Tukad Geria, Tukad Junk, Tukad Melet, Tukad Pakerisan, dan Tukad Tinggie (Vipriyanti, N., U., dan Arnawa, I., K., 2016). Pemanfaatan air sungai sebagian besar untuk pelayanan

daerah irigasi. Bagian paling hulu untuk wilayah Kabupaten Gianyar sungai ini berada di Pura Mengening Kecamatan Tampaksiring, sedangkan muaranya berada di perbatasan antara Desa Lebih Kecamatan Gianyar dan Desa Medahan Kecamatan Blahbatuh (Vipriyanti, N., U., dan Arnawa, I., K., 2016).

Pemanfaatan lahan mulai dari bagian hulu sungai sampai Br. Seribatu Desa Penglumbaran Kecamatan Kintamani merupakan areal semak belukar dengan tebing sungai relatif curam dan sekitarnya merupakan lahan tegalan. Dari Br. Seribatu sampai Br. Petak Desa Petak Kaja Kecamatan Gianyar merupakan lahan tegalan dengan tebing sungai juga relatif curam. Br. Petak sampai Br. Umakuta Desa Pejeng Kangin Kecamatan Tampaksiring merupakan semak belukar dan sekitarnya sudah terdapat areal persawahan. Dari Desa Pejeng Kelod sampai muara sungai membentang areal persawahan dengan relief yang landau (Vipriyanti, N., U., dan Arnawa, I., K., 2016). Permukiman penduduk yang relatif berdekatan dengan sungai terdapat di Br.Lokaserana Desa Siangan Kecamatan Gianyar, Br. Semabaung Desa Bedulu Kecamatan Blahbatuh, Br. Batarsari dan Br. Sema Desa Bitera Kecamatan Gianyar, Br. Celuk Desa Buruan Kecamatan Blahbatuh, serta Br. Penulisan dan Br. Medahan Desa Medahan Kecamatan Blahbatuh (Vipriyanti, N., U., dan Arnawa, I., K., 2016).



Gambar 2.1 Peta Lokasi Tukad Pakerisan

Sumber: (Suantika, W., 2020)

## 2.2 Pencemaran Air

Berdasarkan Sekretariat Kabinet Republik Indonesia yang terkandung dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, bahwa pencemaran air merupakan suatu kondisi lingkungan dimana masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi maupun komponen lain ke dalam air atau perairan oleh kegiatan manusia sehingga melampaui batas baku mutu air yang telah ditetapkan sehingga kualitas mengalami penurunan yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan peruntukannya.

Demikian pula dengan lingkungan air yang terdapat di sungai yang dapat tercemar karena masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup atau zat yang membahayakan bagi kesehatan air. Air sungai dikatakan tercemar apabila secara jika parameter fisik, kimia, maupun biologi yang melampaui batas maksimum baku mutu yang sudah ditetapkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 sehingga mengakibatkan kualitas air mengalami penurunan sampai ke tingkat yang membahayakan sehingga air tidak bisa digunakan sesuai peruntukannya.

### 2.2.1 Sumber Pencemaran

Sumber pencemaran terdiri dari sumber *domestic* seperti pada limbah rumah tangga, rumah sakit dan pasar. Sumber *non-domestic* juga merupakan sumber pencemaran dari pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi dan sumber lainnya. Adapun sumber bahan pencemar yang masuk dalam perairan dapat berasal dari buangan yang diklasifikasikan (Yuwono. E., dkk, 2017):

1. *Point source discharges* (sumber titik) yaitu sumber titik pencemar yang diketahui secara pasti bahwa limbah tersebut berasal dari hasil pembuangan seperti industri, *domestic*, dan saluran drainase.
2. *Non point source* (sebar menyebar) yaitu sumber titik pencemaran tidak diketahui secara pasti. Pencemaran masuk ke perairan melalui limpasan yang bisa berasal dari wilayah pertanian dan pemukiman.

Karakteristik sumber pencemar baik *point source* maupun *non point source* sebagai berikut:

Tabel 2.1 Karakteristik Sumber Pencemar

<i>Point Source</i>	<i>Non Point Source</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limpasan dari lokasi pembuangan limbah.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limpasan dari pertanian, perkebunan, lokasi konstruksi, lokasi bekas tambang dan limbah perkotaan baik limbah cair maupun sampah degan jumlah penduduk &lt; 100.000.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lindi dari lokasi pembuangan limbah.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lindi dari septic tank.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Outfall dari saluran drainase kota dengan jumlah penduduk &gt; 100.000.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aktivitas di darat yang menghasilkan kontaminan seperti penerbangan kayu, alih fungsi lahan, pembangunan, dll.</li> </ul>

Sumber: (Yuwono. E., dkk, 2017).

### 2.2.2 Beban Pencemaran

Beban pencemaran merupakan jumlah suatu unsur pencemar yang berada pada air ataupun air limbah. Pencemaran air menjadi suatu masalah pada lingkungan setempat maupun lingkungan yang luas yang dapat dipengaruhi oleh

pencemaran udara dan penggunaan lahan tanah atau daratan. Meskipun air merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui kembali, namun air dapat dengan mudah terkontaminasi oleh berbagai aktivitas manusia (Hamakonda, dkk, 2019).

Beban pencemaran yang masuk kedalam perairan yang berasal dari berbagai sumber akan meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan kegiatan lainnya. Perhitungan beban pencemar didapatkan dari hasil menghitung beban pencemar maksimum (BPM) dan beban pencemar actual (BPA). Adapun BPA tidak boleh melebihi ambang batas dari BPM yang telah terhitung (Siregar A.,M., 2019). Perhitungan BPM dan BPA dapat dilakukan apabila telah mendapatkan data debit, data kelas air, dan data kualitas air. Beban pencemar maksimum adalah beban pencemar yang diperbolehkan di suatu sungai berdasarkan peruntukannya. Perhitungan tersebut bertujuan untuk mengetahui kondisi awal sungai sebelum adanya masukan sumber pencemar, dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut (Rahayu. Y., dkk, 2018):

$$BPM = Q \times C_{BM} \quad (2.1)$$

Keterangan:

BPM : Beban pencemar maksimum (kg/hari)

Q : Debit terukur ( $m^3/detik$ )

$C_{BM}$  : Konsentrasi terukur (mg/l)

Beban pencemar aktual merupakan beban pencemar yang dihasilkan di suatu sungai pada saat kondisi eksisting, rumus yang digunakan dalam menghitung beban pencemar aktual sebagai berikut.

$$BPA = Q \times C_M \quad (2.2)$$

Keterangan:

BPA : Beban pencemaran aktual (kg/hari)

Q : Debit air (m<sup>3</sup>/detik)

C<sub>M</sub> : Konsentrasi terukur (mg/l)

Perhitungan beban pencemaran dapat dihitung setelah melakukan pengukuran debit air. Debit air adalah suatu ukuran banyaknya volume air yang mengalir dalam suatu tempat maupun yang dapat di tampung dalam suatu tempat pada tiap satuan waktu. Satuan debit air dalam sistem satuan (SI) yaitu meter kubik per detik (m<sup>3</sup>/dt) (Tarigan, I., L., 2019). Pengukuran debit air dilakukan untuk mengevaluasi ketersediaan air pada suatu daerah, serta sebagai bentuk pengawasan terhadap munculnya limpasan air yang berlebihan atau banjir. Debit aliran air dapat diukur menggunakan rumus berikut ini (Tarigan, I., L., 2019).

$$Q = A \times V \quad (2.3)$$

Keterangan:

Q : Debit air (m<sup>3</sup>/detik)

A : Luas penampang (m<sup>2</sup>)

V : Kecepatan aliran (m/detik)

Untuk mendapatkan nilai A maka dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini:

$$A = L \times H \quad (2.4)$$

Keterangan:

A : Luas penampang (m<sup>2</sup>)

L : Lebar sungai (m)

H : Kedalaman sungai (m)

### 2.3 Kualitas Air

Kualitas air merupakan karakteristik mutu yang sangat dibutuhkan dalam pemanfaatannya sebagai sumber-sumber air (Sanjaya, R., E., 2018). Ketersediaan air semakin tidak seimbang seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Jumlah penduduk yang semakin meningkat pada luas lahan yang tidak berubah maka akan menyebabkan jumlah tekanan pada lingkungan tersebut semakin berat (Demus, N., 2019).

Berbagai aktivitas manusia yang menghasilkan limbah sangat mempengaruhi peningkatan konsentrasi zat pencemar yang dapat melampaui batas maksimum yang telah ditetapkan. Konsentrasi zat pencemar melampaui ambang batas akan mengakibatkan dampak negatif pada kualitas air seperti kematian biota air, rusaknya rantai makanan, timbulnya penyakit bagi manusia dan dapat merusak ekosistem perairan (Demus, N., 2019).

Karakteristik kualitas air sungai sangat penting dalam pengelolaan sungai yang berkelanjutan. Air dikategorikan memiliki kualitas yang baik apabila memenuhi persyaratan antara lain fisik, kimia dan bakteriologi. Secara fisik, air yang berkualitas apabila tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau. Syarat kualitas air secara kimia yaitu tidak melebihi konsentrasi zat-zat yang berada dalam air. Secara bakteriologi, bakteri-bakteri di dalam air tidak melampaui ambang batas yang telah ditentukan (Sanjaya, R., E., 2018).

Parameter fisika kualitas air menggambarkan kondisi yang dapat dilihat secara visual/kasat mata yang meliputi kekeruhan, suhu, kandungan padatan terlarut, rasa, bau, dan TSS. Parameter kimia meliputi derajat keasaman (pH), oksigen terlarut DO, BOD, COD, TDS. Parameter biologi meliputi kandungan mikroorganisme dalam air seperti *fecal coliform*.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, bahwa Klasifikasi mutu air yang ditetapkan menjadi 4 kelas, sebagai berikut:

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk budidaya ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

## 2.4 Parameter Kualitas Air

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, bahwa dalam mengidentifikasi kualitas air sungai, parameter fisik, kimia, biologi sangat penting untuk diketahui. Parameter kualitas air tersebut akan dianalisis menggunakan metode dan peralatan yang sesuai dengan pengujian pada masing-masing parameter. Parameter kualitas air terdapat 3 macam diantaranya sebagai berikut:

### 2.4.1 Parameter Fisik

Pengukuran parameter fisik digunakan sebagai langkah awal dalam menganalisis suatu kualitas air pada wilayah tertentu. Adapun parameter fisik yang digunakan diantaranya sebagai berikut.

#### 1. Rasa

Air yang baik adalah air yang tidak berasa atau tawar. Air bisa dirasakan oleh lidah, air yang terasa asam, manis, pahit, atau asin menunjukkan bahwa kualitas air tersebut tidak baik. Adanya perubahan rasa pada air harus diindikasikan sebagai kehadiran senyawa kimia pencemar didalam air. Apabila keadaan air sudah menunjukkan sifat berubah rasa tanpa diketahui penyebabnya maka disarankan agar tidak mengonsumsinya (Situmorang, 2017).

#### 2. Bau

Air yang berkualitas baik tidak berbau apabila dicium dari jarak jauh maupun dari dekat. Air yang mempunyai bau busuk berarti mengandung bahan-bahan organik yang sedang mengalami dekomposisi (penguraian) oleh mikroorganisme

akibat masuknya limbah buangan ke dalam air dapat juga menghasilkan bau yang spesifik. Perubahan bau air dan meningkatnya kadar bau pada air dapat dijadikan sebagai indikator tingkat pencemaran air. (Situmorang, 2017).

### **3. Suhu**

Ciri air yang baik harus memiliki temperatur yang sama dengan temperatur udara 20°C - 28°C. Air yang mempunyai temperatur diatas atau dibawah temperature udara berarti mengandung zat-zat tertentu (misalnya fenol yang terlarut di dalam air cukup banyak) atau sedang terjadi proses tertentu (proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme yang menghasilkan energi) yang mengeluarkan atau menyerap energi dalam air (Situmorang, 2017).

### **4. Total Suspended Solid (TSS)**

*Total Suspended Solid* (TSS) adalah jumlah padatan tersuspensi yang dapat menimbulkan kekeruhan pada air, tidak mudah terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang dimensi ataupun beratnya lebih kecil dari sedimen. Contohnya yaitu minyak, endapan, tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme sertabahan kimia yang tidak larut (Kusniawati, dkk.,2020).

#### **2.4.2 Paramater Kimia**

Pengukuran parameter kimia merupakan senyawa kimia berupa unsur organik dan unsur anorganik. Pada umumnya unsur organik berupa limbah dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme. Unsur anorganik merupakan unsur kimia yang dapat larut (Paramata, 2018). Adapun parameter kimia yang digunakan diantaranya sebagai berikut.

## 1. pH

pH merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan (Sutrisno, 2004). Skala pH diukur dengan pH meter atau lakmus. Air murni memiliki pH 7. Apabila dibawah 7 maka air bersifat asam, sedangkan apabila di atas 7 maka bersifat basa (rasanya pahit). Nilai pH sangat dipengaruhi oleh kadar  $\text{CO}_2$ , pada siang hari pH akan meningkat dan pada malam hari pH akan turun. Pada musim penghujan pH cenderung lebih tinggi diakibatkan akumulasi senyawa bikarbonat. (Kusnaedi, 2010).

## 2. *Dissolved Oxygen (DO)*

*Dissolved Oxygen* di dalam air merupakan indikator kualitas air karena kadar oksigen yang terlarut di dalam air sangat dibutuhkan oleh organisme air untuk mendukung kelangsungan hidup (Situmorang, 2017). Kadar oksigen dapat dipergunakan sebagai indikator tingkat pencemaran air karena berkurangnya kadar oksigen di dalam air dapat terjadi dengan kehadiran zat-zat kimia yang menyebabkan reaksi kimia yang mengkonsumsi oksigen (Situmorang, 2017). Konsentrasi oksigen terlarut yang terlalu rendah akan mengakibatkan ikan atau hewan air lainnya mati, sebaliknya oksigen terlarut *Dissolved Oxygen (DO)* yang terlalu tinggi menandakan kelangsungan hidup biota perairan semakin baik. (Situmorang, 2017).

Penentuan angka DO dapat dilakukan dengan cara titrasi atau metode winkler yang menggunakan metode elektrokimia, yaitu menggunakan alat DO meter (Sutisna, 2018). Metode titrasi dengan cara winkler ini umumnya digunakan untuk

menentukan kadar oksigen terlarut dalam perairan dengan menggunakan prinsip titrasi iodometri (Sutisna, 2018).

### **3. *Biological Oxygen Demand (BOD)***

*Biological Oxygen Demand (BOD)* adalah salah satu parameter kimia yang digunakan dalam menentukan kualitas limbah cair pada perairan. Nilai BOD menunjukkan bahwa banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengurai bahan organik secara biologis di dalam limbah cair (Mulyadi, 2020). Parameter BOD yang diukur menunjukkan adanya tingkat penurunan mutu air akibat dari tingginya polutan organik pada badan air. Polutan organik yang cukup tinggi tersebut akan mengalami penguraian karena adanya aktivitas dari bakteri. Aktivitas tersebut membutuhkan oksigen, semakin banyak zat organik yang larut dalam air limbah maka kebutuhan oksigen juga akan semakin tinggi pula sehingga kadar DO akan semakin rendah (Mulyadi, 2020).

Metode pengukuran BOD yang sering dilakukan cukup sederhana, yaitu dengan mengukur kandungan oksigen terlarut awal (DO) dari sampel saat pengambilan sampel, kemudian melakukan pengukuran kandungan oksigen terlarut kembali setelah sampel diinkubasi selama 5 hari pada kondisi gelap dan suhu tetap yang sering disebut dengan  $DO_5$ . Pengukuran oksigen dapat dilakukan secara analitik melalui metode winkler, iodometri dengan cara titrasi (Santoso, 2018).

Pengukuran BOD dalam perairan melibatkan mikroorganisme (bakteri) yang bertindak sebagai pengurai bahan organik, sehingga analisis BOD memerlukan jangka waktu yang relatif lebih lama (Santoso, 2018). Waktu oksidasi biokimia yang dilakukan oleh bakteri dalam perairan sangat dipengaruhi oleh suhu perairan

itu sendiri. Metode standar yang sering digunakan saat melakukan analisis pada suhu air yaitu suhu 20°C. Suhu rata-rata perairan di Indonesia sekitar 25 - 30°C sehingga dapat mempengaruhi lamanya masa inkubasi dan aktivitas bakteri pengurai (Santoso, 2018).

Pengukuran BOD diperlukan ketelitian karena air sampel yang akan dianalisis biasanya tidak dilakukan secara langsung, namun terlebih dahulu harus melakukan penetralan pH, aerasi, pengenceran, ataupun penambahan jumlah bakteri (Santoso, 2018).

#### **4. *Chemical Oxygen Demand (COD)***

*Chemical Oxygen Demand (COD)* merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam mengurai bahan organik yang terkandung dalam air (Santoso, 2018). Seluruh bahan organik di dalam air akan diurai karena pengukuran COD umumnya menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat sehingga bahan organik yang mudah urai ataupun kompleks dan sulit urai akan teroksidasi. Nilai COD menggambarkan jumlah total bahan organik yang ada di dalam perairan (Santoso, 2018).

Metode pengukuran COD menggunakan peralatan khusus yaitu *reflux*, pemanasan, penggunaan asam pekat, dan titrasi. Peralatan *reflux* digunakan untuk menghindari berkurangnya air sampel karena pemanasan (Santoso, 2018). Pengukuran COD pada prinsipnya dilakukan penambahan kalium bikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) sebagai oksidator pada sampel (dengan volume diketahui) yang telah ditambahkan katalis perak sulfat dan asam pekat, kemudian dipanaskan dalam

beberapa waktu. Kalium bikromat yang terpakai dalam proses oksidasi bahan organik dalam sampel dapat dihitung dan ditentukan nilai COD (Santoso, 2018).

## 5. Nitrat

Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) merupakan ion organik alami, yang merupakan bagian dari siklus nitrogen. Dalam suatu lingkungan, nitrogen dalam bentuk senyawa organik seperti urea, protein dan asam nukleat atau sebagai senyawa anorganik seperti ammonia, nitrat dan nitrit (Ginting, 2007). Nitrat berbentuk dari asam nitrit yang berasal dari ammonia melalui proses oksidasi katalitik. Nitrit juga merupakan hasil metabolisme dari siklus nitrogen, nitrit dan nitrat adalah komponen yang mengandung nitrogen berkaitan dengan atom oksigen, dimana nitrat mengikat tiga atom oksigen sedangkan nitrit mengikat dua atom oksigen (Ginting, 2007).

## 6. Fosfat

Fosfor merupakan suatu komponen penting sekaligus sering menimbulkan permasalahan lingkungan dalam air. Fosfor termasuk salah satu dari beberapa unsur yang esensial untuk pertumbuhan ganggang dalam air (Achmad, R., 2004). Kadungan fosfor yang tinggi dalam perairan menyebabkan suburnya algae dan organisme lainnya atau yang dikenal dengan eutrofikasi. Kesuburan tanaman akan menghalangi kelancaran arus air dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut (Ginting, 2007). Umumnya kandungan fosfat dalam perariran alami sangat kecil dan tidak pernah melampaui 0,1 mg/l kecuali apabila ada penambahan dari luar oleh faktor antropogenik seperti dari sisa pakan ikan dan limbah pertanian (Marganof, 2007).

## **7. Total Dissolved Solid (TDS)**

*Total Dissolved Solid* (TDS) merupakan zat padat yang larut dalam air, baik berupa senyawa, ion ataupun koloid. Air yang mengandung senyawa zat padat terlarut bentuk senyawa nitrit, fosfat berupa nutrisi dapat mendukung kehidupan organisme (Situmorang, 2017). Air yang mengandung tinggi senyawa zat padat terlarut berupa nutrisi disebut eutrofik, sedangkan air yang mengandung sedikit zat padat terlarut disebut oligotrofik karena memiliki daya dukung rendah terhadap organisme (Situmorang, 2017). Sumber utama untuk TDS dalam perairan yaitu limbah pertanian, rumah tangga, dan industri. Kandungan TDS yang berbahaya yaitu pestisida yang timbul dari aliran permukaan (Situmorang, 2017).

Pengukuran *Total Dissolved Solid* (TDS) dapat dilakukan melalui percobaan di laboratorium, yaitu dengan menguapkan air yang dianalisis pada volume tertentu di dalam oven, kemudian diukur berat beaker sebelum dan sesudah pengeringan air. Selisih antara berat beaker sebelum dan setelah pengeringan air dinyatakan sebagai berat total zat padat terlarut dengan satuan (mg/liter) air atau *part per million* (ppm) (Situmorang, 2017).

### **2.4.3 Parameter Biologi**

Parameter yang berhubungan dengan kehadiran jasad renik seperti bakteri yang bersifat patogen sebagai penghasil racun terutama yang berasal dari limbah domestik maupun industri yang menimbulkan gangguan terhadap kesehatan.

#### **1. Fecal Coliform**

Bakteri *Coliform* merupakan suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai salah satu indikator kualitas air, biasanya melalui kotoran yang kondisinya tidak

baik terhadap kualitas air, makanan, maupun minuman (Waluyo, 2012). *Coliform* sebagai suatu kelompok bakteri berbentuk batang, gram negative, tidak membentuk spora, aerobik dan anaerobik fakultatif yang memfermentasi laktosa dengan menghasilkan asam yang ditandai dengan terbungahnya gas pada tabung yang telah diinkubasi pada media yang sesuai (Waluyo, 2012). Untuk mengetahui jumlah bakteri *coliform* di dalam air digunakan metode *most probable number* (MPN) (Waluyo, 2012).

## 2.5 Indeks Pencemaran

Indeks Pencemaran (IP) digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. Pengelolaan kualitas air atas dasar Indeks Pencemaran (IP) ini dapat memberi masukan pada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas badan air untuk suatu peruntukan serta melakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran senyawa pencemaran. Indeks Pencemaran mencakup berbagai kelompok parameter kualitas yang *independent* dan bermakna.

Analisis kualitas air dengan menggunakan metode indeks pencemaran menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 Lampiran II Tentang Penentuan Status Mutu Air, untuk mengetahui tingkat pencemaran sungai dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$IP = \sqrt{\frac{\left(\frac{Ci}{Lij}\right)^{2m} + \left(\frac{Ci}{Lij}\right)^2 R}{2}} \quad (2.5)$$

Keterangan:

IP : Indeks Pencemaran bagi peruntukan (j)

Ci : konsentrasi parameter kualitas air hasil pengukuran

Lij : konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam baku mutu peruntukan air (j)

M : Nilai Cij/Lij maksimum

R : Nilai Cij/Lij rata-rata

Nilai kualitas air IP ditentukan dari result nilai maksimum dan nilai rerata rasio konsentrasi per parameter terhadap nilai baku mutunya. Metode ini memiliki tingkatan kelas pada pencemaran yang berbeda, sehingga mengetahui layak atau tidak layak dalam penggunaan tertentu dengan nilai-nilai parameter tertentu. Tingkatan kelas indeks pencemaran (IP) ada 4 yaitu:

Skor  $0 \leq Pij \leq 1,0$  Baik (*good*)

Skor  $1,0 < Pij \leq 5,0$  Tercemar ringan (*slightly polluted*)

Skor  $5,0 < Pij \leq 10$  Tercemar sedang (*fairly polluted*)

Skor  $Pij > 10$  Tercemar berat (*heavily polluted*)

Pada perhitungan kualitas air dengan menggunakan metode indeks pencemaran yang berpedoman pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 Lampiran II Tentang Penentuan Status Mutu Air, ada beberapa prosedur yang harus diketahui antara lain:

1. Menentukan nilai Ci dan Lij setiap parameter pada tiap-tiap titik. Ci merupakan hasil konsentrasi nilai parameter pada titik lokasi, sedangkan Lij adalah nilai baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

2. Menghitung nilai  $C_i/L_{ij}$  untuk setiap parameter yang telah ditentukan pada setiap titik pengambilan sampel.
3. Jika sebuah nilai  $C_i/L_{ij}$  berdekatan atau berlebihan nilai acuan  $C_i/L_{ij} = 1$ , maka digunakan rumus:
  - a. Jika nilai  $C_i/L_{ij}$  lebih kecil dari 1,0 ( $C_i/L_{ij} < 1$ ) maka  $C_i/L_{ij}$  tetap menggunakan nilai yang sama.
  - b. Jika nilai  $C_i/L_{ij}$  lebih besar dari 1,0 ( $C_i/L_{ij} > 1$ ) maka  $C_i/L_{ij}$  harus dilakukan penentuan nilai  $C_i/L_{ij}$  baru.
4. Menghitung nilai konsentrasi parameter jika nilai parameter yang menurun dengan menyatakan tingkat pencemaran meningkat maka dilakukan perhitungan  $C_i$  Baru dengan persamaan:
 
$$(C_i/L_i)_{baru} = 1 + P \cdot \log(C_i/L_i)_{hasil\ pengukuran} \quad (2.6)$$
5. Menghitung nilai rata-rata dan nilai maksimum dari sebuah nilai  $C_i/L_{ij}$  dan  $C_i/L_{ij}$  Baru.
6. Menentukan nilai IP.

Metode Indeks Pencemaran sendiri memiliki keunggulan dan kekurangan. Keunggulan metode ini adalah dapat menghemat waktu dan biaya, karena dapat digunakan untuk sampel yang hanya diambil sesaat atau *grab sampling*. (Fitriyah, 2020). Sedangkan kekurangannya adalah data tunggal yang didapatkan kurang dapat menggambarkan keadaan sungai yang ada secara nyata, dan hasil dari metode IP tergantung dari berapa parameter yang diuji, jika parameter yang diuji sedikit maka akan mempengaruhi kesensitivitasnya (Fitriyah, 2020).

## **2.6 Hasil Penelitian Terdahulu Yang Relevan**

Penelitian terdahulu menjadi acuan dasar dalam pembuatan penelitian dengan mengambil beberapa penelitian yang menjadi bahan perbandingan dan referensi terkait beban pencemar dan analisis kualitas air dengan menggunakan metode indeks pencemaran telah banyak digunakan diberbagai wilayah Indonesia. Berikut ini merupakan beberapa hasil penelitian terdahulu beban pencemar dan analisis kualitas air dengan menggunakan metode indeks pencemaran:

### **1) Kualitas Air Sebagai Indikator Pengelolaan DAS Pakerisan Berkelanjutan**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi air di Tukad Pakerisan cukup baik. Dimana sampel air diambil di hulu sungai yang memenuhi ketentuan air kelas 1 berdasarkan Pergub Bali No.8 Tahun 2007 dimana semua parameter pengujian memenuhi syarat batas. Kualitas mutu air sungai makin ke hilir makin memburuk yang terlihat dari makin besarnya nilai indeks pencemaran semakin ke hilir. Penyebab pencemaran di Tukad Pakerisan antara lain industri dan usaha, penggunaan pupuk kimia dan peptisida, serta pembuangan sampah di sungai (Esti, A., & Vipriyanti, N., E., 2016).

### **2) Studi Analisis Kualitas Air di Daerah Aliran Sungai Pakerisan Provinsi Bali**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa evaluasi indeks pencemaran terhadap baku mutu air kelas I pada wilayah hulu tergolong kondisi air baik karena belum adanya pencemaran, di tengah Banjar Sema Desa Bitra tercemar berat dan di hilir Banjar Cucukan kondisi air baik. Tingginya nilai indeks pencemaran karena terakumulasinya bahan pencemar dari aktivitas manusia sedangkan penurunannya

karena di hilir aktivitas manusia berkurang, adanya sumber mata air baru dan terjadinya pemurnian air (*self purification*) oleh kondisi fisik sungai (Asrini, N., K., dkk. 2017).

### **3) Penentuan Status Mutu Air Sungai Winongo dan Sungai Gajahwong Pada Parameter Fosfat, Nitrat dan Amonia Menggunakan Metode Storet, Indeks Pencemaran, CCMEWQI Dan BCWQI**

Hasil penentuan kualitas mutu air sungai menunjukkan bahwa parameter amonia, fosfat, dan nitrat pada Sungai Gajah Wong dan Sungai Winongo memiliki kecenderungan melebihi baku mutu. Dengan metode indeks Pencemaraan, didapatkan hasil tercemar ringan. Pada metode Storet, didapatkan hasil tercemar sedang hingga berat. Pada metode CCMEWQI didapatkan hasil sangat buruk. Serta pada metode BCWQI didapatkan hasil buruk. Metode yang paling sesuai untuk penelitian ini adalah Indeks Pencemaran. perhitungan dapat dilakukan hanya dengan satu seri data, sehingga hasil yang didapatkan lebih representatif apabila penelitian menggunakan data sekunder layaknya penelitian ini (Reza, K., 2021).

### **4) Penentuan Status Mutu Air Sungai Kalimas Dengan Metode Storet dan Indeks Pencemaran**

Hasil penelitian status mutu air Sungai Kalimas berdasarkan metode Storet menunjukkan berada pada kondisi tercemar berat. Hasil ini berdasarkan perhitungan keseluruhan selama periode sampling. Pada Indeks Pencemaran status mutu air dapat ditentukan pada setiap kali sampling. Status mutu Indeks Pencemaran selama berada pada kondisi tercemar ringan (Awalunikmah, R., 2017).