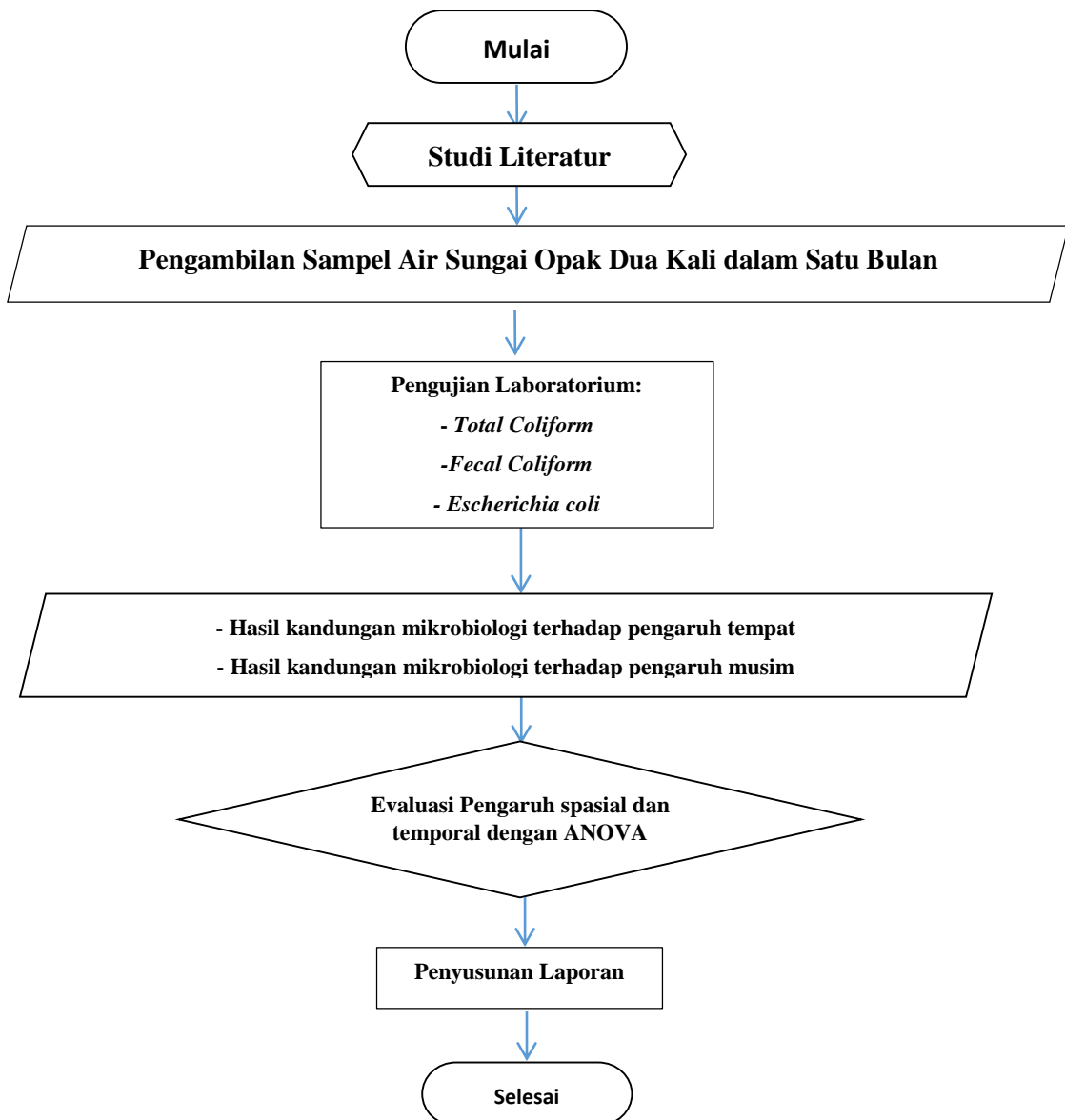


BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti diagram alir di bawah ini :

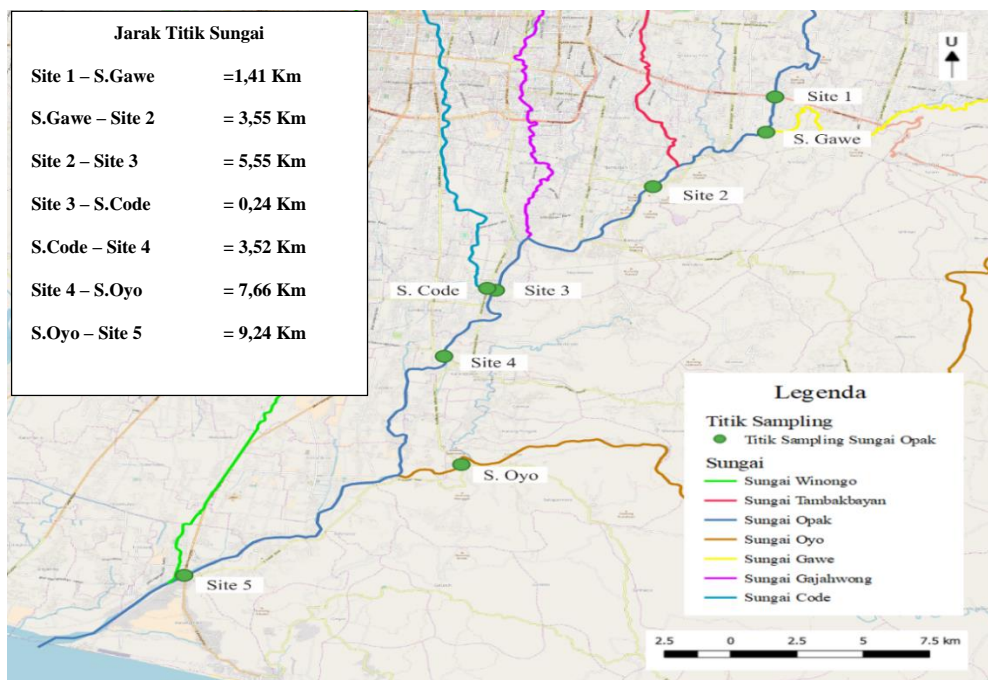


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Sungai Opak, Bantul, Yogyakarta. Pengambilan sampel mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.57:2008 mengenai Metoda Pengambilan Contoh Air Permukaan. Metode yang digunakan untuk pengambilan sampel adalah *grab sampling* yaitu metode pengambilan sampel diambil langsung pada suatu titik yang dianggap bisa menjadi perwakilan kualitas sungai di daerah tersebut, seperti pertemuan antar sungai topografi dan karakter area di sekitar daerah aliran sungai, industri, dan *home industry* di sepanjang aliran sungai.

Tempat sampling dilakukan dari atas jembatan dengan pengambilan sampel air sungai dilakukan dua kali per bulan yaitu dari Februari hingga Mei 2018. Namun pada Bulan Februari hanya dilakukan satu kali pengambilan sampel. Untuk alat yang digunakan pada sampling yakni gayung, *water sampler*, tali, drigen, pH meter, *conductivity meter*, thermometer, turbidimeter. Setelah sampel dimasukkan ke dalam drigen, drigen disimpan di dalam *ice box*.



Gambar 3.2 Lokasi Sampling Analisis Sungai Opak

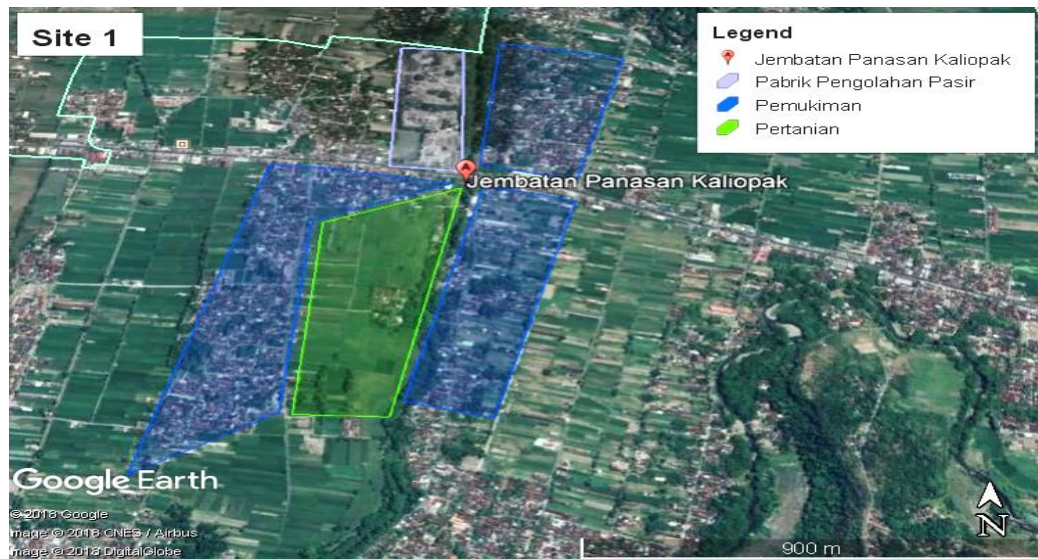
Penelitian ini dilakukan pada 8 titik sampling di sepanjang Sungai Opak dari tengah hingga ke bagian hilir berdasarkan pengaruh input *non point source* seperti wilayah industri, pemukiman warga, persawahan, dan pekarangan.

a. Jembatan Panas Kaliopak (Site 1)

Jembatan Panas Kaliopak terletak di Kelurahan Srimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul dengan Garis Lintang $7^{\circ}49'22.98''\text{S}$ dan Garis Bujur $110^{\circ}27'20.28''\text{E}$. Pengambilan sampel air pada site ini dimulai pada tanggal 17 April 2018. Lokasi site pengambilan sampel ini dekat dengan pemukiman warga, pekarangan, dan pabrik pengolahan pasir. Dari kondisi lokasi pengambilan sampel tersebut, adanya indikasi input dari pengolahan pasir yang berada di tepi sungai. Site ini memiliki lebar dan kedalaman rata-rata yaitu 20,21 m dan 0,56 m. Kondisi sungai dan peta area yang berpotensi menghasilkan beban pencemar pada site ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.3 Site 1 (Jembatan Panas Kaliopak)



Gambar 3.4 Area yang Berpotensi Menghasilkan Beban Pencemar ke Badan Sungai

b. Jembatan Bintaran Kulon (S.Gawe)

Jembatan Bintaran Kulon terletak di Kelurahan Srimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul dengan Garis Lintang $7^{\circ}50'10.31''S$ dan Garis Bujur $110^{\circ}27'07.48'' E$. Site ini memiliki lebar dan kedalaman rata-rata yaitu sebesar 20,21 m dan 0,67 m. Lokasi site pengambilan sampel ini dekat dengan pekarangan, persawahan dan perumahan warga. Site ini adalah lokasi bertemunya Sungai Gawe dan Sungai Opak, sehingga memungkinkan adanya bahan pencemar dari Sungai Gawe masuk ke aliran Sungai Opak setelah site 1. Kondisi sungai dan peta area yang berpotensi menghasilkan beban pencemar pada site ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.5 S.Gawe (Jembatan Bintaran Kulon)



Gambar 3.6 Area yang Berpotensi Menghasilkan Beban Pencemar ke Badan Sungai

c. Jembatan Ngablak (Site 2)

Jembatan Ngablak terletak di Kelurahan Jambidan, Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul dengan Garis Lintang $7^{\circ}51'09.97''S$ dan Garis Bujur $110^{\circ}25'31.35'' E$. Lokasi pengambilan sampel ini memiliki lebar dan kedalaman sungai rata-rata sebesar 14,2 m dan 1,54 m. Lokasi site ini dekat

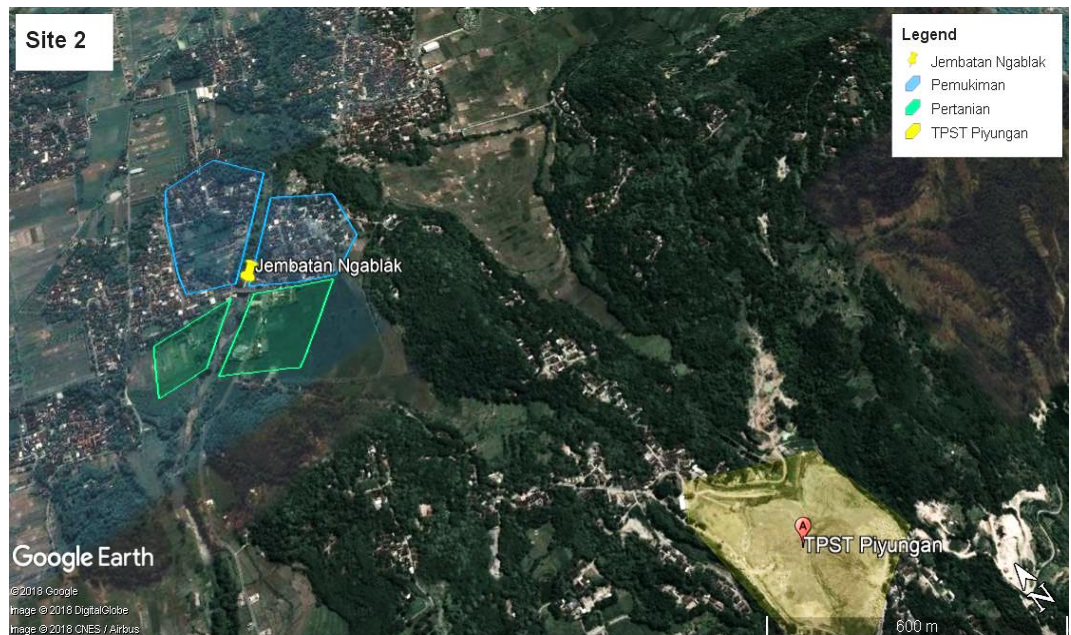
dengan TPST Piyungan yaitu sejauh 1,6 km, sehingga sungai ini memiliki potensi konsentrasi pencemar yang tinggi karena air lindi yang dihasilkan dari TPST Piyungan. Kondisi sungai dan peta area yang berpotensi menghasilkan beban pencemar pada site ini dapat dilihat pada gambar berikut.



TPST Piyungan



Gambar 3.7 Site 2 (Jembatan Ngablak)



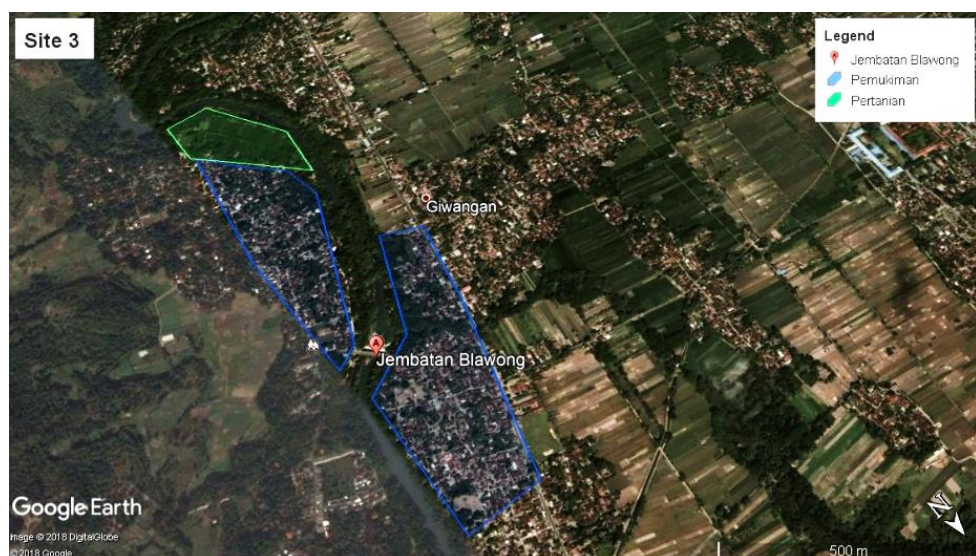
Gambar 3.8 Area yang Berpotensi Menghasilkan Beban Pencemar ke Badan Sungai

d. Jembatan Blawong (Site 3)

Jembatan Blawong terletak pada Kelurahan Trimulyo, Kecamatan Jetis, Kabupaten Bantul dengan Garis Lintang $7^{\circ}52'37.71''S$ dan Garis Bujur $110^{\circ}23'36.76''E$. Site ini memiliki lebar dan kedalaman rata-rata yaitu sebesar 30,62 m dan 1,39 m. Kondisi eksisting site ini didominasi oleh pekarangan, persawahan dan pemukiman warga. Selain itu, terdapat *input* dari buangan limbah domestik yang mengindikasikan masuknya polutan. Kondisi sungai dan peta area yang berpotensi menghasilkan beban pencemar pada site ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.9 Site 3 (Jembatan Blawong)



Gambar 3.10 Area yang Berpotensi Menghasilkan Beban Pencemar ke Badan Sungai

e. Jembatan Kembang Songo (S.Code)

Jembatan Kembang Songo terletak di Kelurahan Trimulyo, Kecamatan Jetis, Kabupaten Bantul dengan Garis Lintang $7^{\circ}53'13.74''\text{S}$ dan Garis Bujur $110^{\circ}23'11.49''\text{E}$. Lokasi pengambilan sampel ini memiliki lebar dan kedalaman sungai rata-rata sebesar 30 m dan 0,54 m. Keadaan lingkungan sekitar site pengambilan sampling didominasi dengan pemukiman warga. Terdapat beberapa saluran pembuangan air limbah domestik yang langsung masuk ke Sungai Opak. Lokasi pengambilan sampel ini merupakan tempat pertemuan dari Sungai Code dan Sungai Opak sehingga pada site ini memungkinkan adanya akumulasi bahan pencemar dari Sungai Code yang dikelilingi pemukiman di perkotaan dan mengalir ke Sungai Opak setelah site 3. Kondisi sungai dan peta area yang berpotensi menghasilkan beban pencemar pada site ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.11 S.Code (Jembatan Kembang Songo)



Gambar 3.12 Area yang Berpotensi Menghasilkan Beban Pencemar ke Badan Sungai

f. Jembatan Barongan (Site 4)

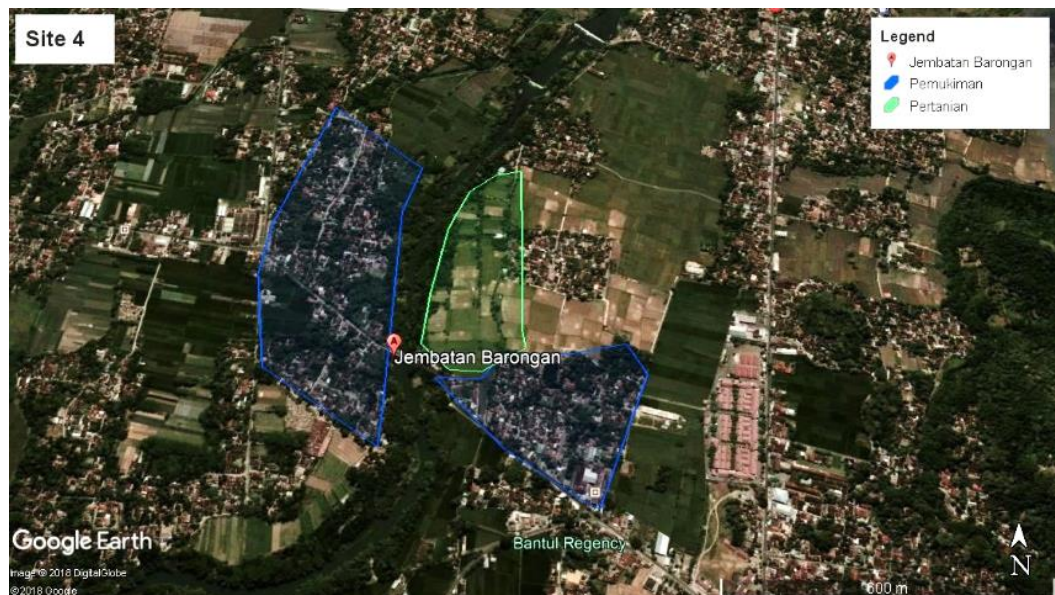
Jembatan Barongan terletak di Kelurahan Sumberagung, Kecamatan Jetis, Kabupaten Bantul dengan Garis Lintang $7^{\circ}54'35.46''\text{S}$ dan Garis Bujur $110^{\circ}22'40.11''\text{E}$. Site ini memiliki lebar dan kedalaman rata-rata yaitu 23,75 m dan 0,59 m. Kondisi sekitar lokasi sampling didominasi dengan persawahan, pekarangan dan pemukiman warga. Pada tepi sungai terdapat tumpukan sampah yang sudah menimbulkan bau sehingga berpotensi sebagai salah satu faktor tingginya konsentrasi pencemar. Selain itu warna air sungai keruh mengindikasikan tingginya kandungan kadar TSS. Kondisi sungai dan peta area yang berpotensi menghasilkan beban pencemar pada site ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Sampah pada tepi sungai



Gambar 3.13 Site 4 (Jembatan Barongan)



Gambar 3.14 Area yang Berpotensi Menghasilkan Beban Pencemar ke Badan Sungai

g. Jembatan Siluk (S.Oyo)

Jembatan Siluk terletak di Kelurahan Sriharjo, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul dengan Garis Lintang $7^{\circ}56'47.26''S$ dan Garis Bujur $110^{\circ}22'55.14''E$. Lokasi pengambilan sampel ini memiliki lebar dan kedalaman sungai rata-rata sebesar 28,12 m dan 3,08 m. Pada lokasi pengambilan sampling ini kondisi eksisting keadaan sekitar didominasi dengan persawahan, pekarangan, dan pemukiman warga. Lokasi sampling ini merupakan pertemuan

antara Sungai Opak dan Sungai Oyo. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Murtiono dan Rahardyan (2011), kondisi sekitar Sungai Oyo yaitu berupa pertanian, pemukiman, dan hutan. Kondisi air di Sungai Oyo tercemar oleh pupuk yang digunakan oleh petani di lahan pertanian ataupun pencemaran dari pemukiman, sehingga pada site ini memungkinkan adanya akumulasi bahan pencemar dari Sungai Oyo mengalir ke Sungai Opak setelah site 4. Kondisi sungai dan peta area yang berpotensi menghasilkan beban pencemar pada site ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.15 S.Oyo (Jembatan Siluk)



Gambar 3.16 Area yang Berpotensi Menghasilkan Beban Pencemar ke Badan Sungai

h. Jembatan Kretek (Site 5)

Jembatan Kretek terletak di Kelurahan Donotirto, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul dengan Garis Lintang $7^{\circ}59'09.24''S$ dan Garis Bujur $110^{\circ}18'53.15''E$. Lokasi pengambilan sampel ini memiliki lebar dan kedalaman sungai rata-rata sebesar 103,57 m dan 6,9 m. Rata lebar sungai pada site ini dihitung dengan menggunakan *software Google Earth*, karena sulitnya akses dan keterbatasan alat untuk mengukur lebar sungai secara langsung. Kondisi lingkungan site ini didominasi oleh persawahan dan pekarangan. Kondisi sungai dan peta area yang berpotensi menghasilkan beban pencemar pada site ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.17 Site 5 (Jembatan Kretek)



Gambar 3.18 Area yang Berpotensi Menghasilkan Beban Pencemar ke Badan Sungai

3.3 Metode Analisis

3.3.1 Parameter Mikrobiologi

a. *Total Coliform dan Fecal Coliform*

Parameter mikrobiologi yang diuji pada penelitian meliputi *total coliform* dan *fecal coliform* menggunakan MPN (*Most Probable Number*). Pengujian dilakukan menggunakan tiga series pendugaan 10, 1, dan 0,1 mL.

Uji Pendugaan (*Presumptive Test*) dilakukan dengan cara menginkubasi media Lactose Broth (LB) selama 24 - 48 jam pada suhu 37⁰C dan dilihat ada atau tidaknya pembentukan gas dalam tabung Durham. Jika terdapat pembentukan gas maka dilanjutkan dengan uji penegasan.

Uji Penegasan (*Confirmed Test*) dilakukan dengan cara menginokulasikan hasil yang positif dari uji pendugaan ke dalam media selektif *Brilliant Green Lactose Bile broth* (BGLB) selama 24 – 48 jam. Untuk total coliform di inkubasi pada suhu 37⁰C dan fecal coliform pada suhu 44 – 44,5 ⁰C.

Hasil tabung yang positif kemudian dicocokkan pada tabel MPN 333 menurut *Formula Thomas* (Soemarno, 2000). Pada penelitian ini metode MPN menggunakan Lactose Broth (LB) yang diperuntukkan untuk pemeriksaan kualitas air minum, air bersih, air sungai, air kolam renang, dan pemeriksaan angka kuman pada air (Sunarti, 2015).

b. *Escherichia coli* Menggunakan Media *Chromocult Coliform Agar*

Metode yang digunakan untuk menganalisa kandungan *E. coli* menggunakan isolasi bakteri dengan cara *pour plate*. Metode ini menggunakan media selektif yang dapat digunakan untuk mengetahui keberadaan *E.coli*, yaitu *Chromocult Coliform Agar (CCA)*. Media CCA ini memiliki keunggulan dalam mendeteksi *E.coli* dan *Total Coliform* secara bersamaan (Gonzalez, 2002).

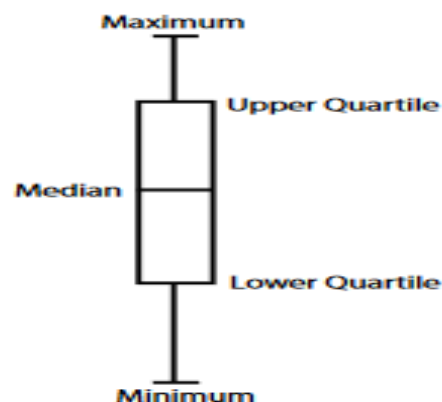
E. coli yang diukur dengan menggunakan metode *single-agar-layer* dengan *Chromocult Coliform Agar* (Merck Milipore). Setelah inkubasi pada suhu 37⁰C selama 24 jam, akan terlihat koloni biru tua sebagai terbentuknya *E. coli* (Haramoto, 2015).

3.4 Analisis Data

3.4.1 Evaluasi Pengaruh Lokasi Sampling

Analisis data yang telah di dapatkan akan diolah menggunakan boxplot. Pada penelitian ini, penggunaan boxplot dipilih untuk lebih memudahkan dalam penyajian data yang telah diperoleh. Hal ini juga bertujuan agar data yang diolah mudah untuk di pahami karena boxplot menggambarkan hasil dalam bentuk grafik untuk menjelaskan keterkaitan antara beberapa lokasi dan perubahannya pada saat di masing-masing site untuk menggambarkan kualitas air Sungai Opak. Boxplot digunakan untuk menunjukkan perbedaan antara populasi tanpa menggunakan asumsi distribusi statistik yang mendasarinya. Selain itu, dapat digunakan untuk menilai kesimetrisan data. Jika simetris, garis median akan berada di tengah box dan whisker pada bagian atas dan bagian bawah akan memiliki panjang yang sama. Jika data tidak simetris, median tidak akan berada di tengah box dan salah satu whisker lebih panjang dari yang lainnya. Karenanya, boxplot tergolong dalam *statistic non-parametrik*. Jarak antara bagian-bagian dari box menunjukkan derajat *disperse* (penyebaran) dan *skewness* (kecondongan) dalam data. Diagram *box plot* menampilkan 5 nilai secara ringkas yang terdiri dari rentang nilai data minimum dan data maksimum, quartil atas dan bawah, serta median. Nilai quartil 1 (Q1) memiliki bobot nilai 25% dari data terendah, Q2 merupakan nilai tengah atau median, dan Q3 memiliki bobot nilai 25% dari data tertinggi.

Berikut adalah penjelasan bagian-bagian dari boxplot:



Gambar 3.19 Box Plot

3.4.2 Evaluasi Pengaruh Musim

Analisis data untuk mengetahui pengaruh musim menggunakan plotting data yang dilakukan perbulan dengan mengambil rata-rata dari data yang ada terhadap konsentrasi mikroba dimasing-masing site.

3.4.3 Analysis of Variance (ANOVA)

Analisis statistik yang digunakan pada penelitian ini adalah *Analysis of Variance* (ANOVA). ANOVA merupakan salah satu model statistik yang digunakan untuk menganalisis perbedaan kelompok sampel. Pada penelitian ini, ANOVA digunakan untuk melihat perbedaan rata-rata konsentrasi data mikrobiologi terhadap lokasi dan musim. Analisis data menggunakan ANOVA dapat dikembangkan dan dimodifikasi sesuai kebutuhan menggunakan *Microsoft Excel* atau SPSS. Angka signifikansi yang digunakan adalah 0.05 yang berarti bahwa tingkat kepercayaan yang diinginkan adalah 95%. Analisis ANOVA dilakukan menggunakan *One Way ANOVA* pada *Microsoft Excel* dimana variabel independen yaitu site dan bulan.

3.4.4 Analisis Status Mutu Air Metode Indeks Pencemaran (IP)

Pada penelitian ini, analisis WQI menggunakan Metode Storet dan Indeks Pencemaran (IP). Langkah penentuan indeks kualitas air dalam metode yaitu dengan membandingkan nilai parameter yang diuji dengan nilai baku mutu sesuai kelas peruntukannya. Berdasarkan SLHD 2015, pembagian kelas air didasarkan pada pembagian wilayah, yaitu wilayah Sleman dikategorikan pada kelas I, Kota Yogyakarta dikategorikan pada kelas II, dan Kabupaten Bantul dikategorikan pada kelas III. Karena Sungai Opak berada pada Kabupaten Bantul, maka kelas Sungai yang digunakan adalah kelas III.

Dengan metode storet penentuan status mutu air menggunakan data nilai minimum, maksimum, dan rerata dalam rentang waktu tertentu. Apabila hasil memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan sesuai peruntukannya, maka skor

yang diberikan = 0, sedangkan apabila hasil tidak memenuhi baku mutu yang ditetapkan maka skor akan mengikuti tabel berikut:

Tabel 3.4 Skor Setiap Parameter untuk Metode Storet

Jumlah Parameter	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
<10	Min	-1	-2	-3
	Maks	-1	-2	-3
	Rerata	-3	-6	-9
≥10	Min	-2	-4	-6
	Maks	-2	-4	-6
	Rerata	-6	-12	-18

Semua parameter yang diuji akan dihitung total jumlah negatifnya dan skor akhir akan berupa nilai yang dapat diklasifikasikan dalam 4 Kelas (KepMenLH No. 115 Tahun 2003);

Kelas A : baik sekali, skor = 0 → memenuhi baku mutu

Kelas B : baik, skor = -1 sd -10 → cemar ringan

Kelas C : sedang, skor = -11 sd -30 → cemar sedang

Kelas D : buruk, skor = ≥-31 → cemar berat

Dalam penerapan metode IP menggunakan berbagai parameter yang diukur dalam pengambilan sampel, sehingga diperoleh nilai rata – rata keseluruhan pencemaran relatif yang diakibatkan oleh parameter kualitas air yang diukur. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.115 Tahun 2003, rumus perhitungan nilai Indeks Pencemaran adalah sebagai berikut:

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 - (C_i/L_{ij})_R^2}{2}}$$

Keterangan:

PI_j = Indeks pencemaran bagi peruntukan (j)

C_i = Parameter kualitas air di lapangan (i)

L_{ij} = Konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam baku mutu peruntukan Air (j)

$(C_i/L_{ij})_M$ = Nilai C_i/L_{ij} Maksimum

$(C_i/L_{ij})_R$ = Nilai C_i/L_{ij} Rata-rata

Hasil perhitungan Indeks Pencemaran selanjutnya dianalisis berdasarkan ketentuan berikut:

$0 \leq PI_j \leq 1,0$ → memenuhi baku mutu (kondisi baik)

$1,0 < PI_j \leq 5,0$ → cemaran ringan

$5,0 < PI_j \leq 10$ → cemaran sedang

$PI_j > 10$ → cemaran berat

Setelah nilai indeks pencemaran diperoleh, selanjutnya akan dilihat kondisi kualitas air dari perubahan musim dan lokasi sampling.