

Variabilitas Temporal Bakteri *Coliform* Sebagai Indikator Pencemaran pada Sistem Sungai Permukaan Daerah Tangkapan Air Pindul

Hanindha Pradipa

pradipa.hanindha@gmail.com

M. Widyastuti

m.widyastuti@geo.ugm.ac.id.

ABSTRACT

The water quality of the surface water at Pindul Catchment Area as the source of clean water needs to be tested, especially the microbiological parameters. This study aims to (1) identify temporal variability of coliform bacteria found in the surface water of Pindul Catchment Area, (2) determine human activities at the study area as source of water pollutants, and (3) analyze the correlation between the number of coliform bacteria and precipitation, along with water velocity data temporally. Total coliform and fecal coliform are the microbiological parameters tested in this study. Purposive sampling technique is used in choosing the location of the sampling sites based on the surrounding landuses. The number of coliform bacteria is estimated by Most Probable Number method. The laboratory result shows that the variety of total coliform dan fecal coliform are not temporally varied. Agricultural waste in the form of animal manure residue is the main source of water pollutant at the study area. The correlation analisis result shows that there is a weak positive correlation between the number of coliform bacteria and precipitation & water velocity data.

Keywords: *coliform bacteria, water quality, water pollution*

Abstrak

Pemanfaatan sungai permukaan Daerah Tangkapan Air Pindul sebagai sumber air bersih perlu mempertimbangkan kualitas airnya, terutama dari segi parameter mikrobiologi. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengidentifikasi variasi jumlah bakteri *coliform* pada sistem sungai permukaan Daerah Tangkapan Air Pindul secara temporal, (2) menemukan aktivitas manusia di daerah penelitian yang menjadi sumber pencemar, dan (3) mengetahui ada/tidaknya korelasi antara jumlah bakteri *coliform* dalam air dengan curah hujan dan debit aliran secara temporal. Total *coliform* dan *fecal coliform* merupakan parameter mikrobiologi yang diuji pada penelitian ini. Teknik penentuan titik sampel menggunakan *purposive sampling* yang didasarkan pada penggunaan lahan di sekitar sungai. Metode yang digunakan dalam penentuan jumlah bakteri *coliform* adalah *Most Probable Number*. Hasil uji laboratorium menunjukkan variasi total *coliform* dan *fecal coliform* yang tidak terlalu beragam secara temporal pada kelima titik sampel. Sumber pencemar utama tidak lain adalah limbah pertanian berupa sisa-sisa pupuk organik. Hasil uji korelasi menunjukkan adanya hubungan yang berbanding lurus antara kedua variabel, namun tidak terlalu kuat.

Kata kunci: bakteri coliform, kualitas air, pencemaran air

PENDAHULUAN

Sistem hidrologi suatu perairan tentu tidak terlepas dari kondisi fisik, kimia, dan biologi air yang mencerminkan kualitas dari perairan tersebut. Kualitas suatu sistem hidrologi dapat dijadikan sebagai indikator bisa/tidaknya perairan tersebut digunakan sebagai pemasok kebutuhan air sehari-hari. Air yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup harus disesuaikan dengan baku mutu air yang telah ditetapkan. Peraturan Pemerintah nomor 82 (2001) mendefinisikan baku mutu air sebagai ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat energi, dan komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air. Nilai baku mutu air dapat digunakan sebagai indikator apakah suatu badan air mengalami pencemaran atau tidak pada peruntukannya. Dix (1981) mengatakan bahwa pencemaran air merupakan terjadinya perubahan kualitas air secara alami atau oleh kegiatan manusia yang menyebabkan air tersebut tidak dapat dimanfaatkan atau membahayakan bagi peruntukannya, seperti kesehatan manusia, industri, pertanian, dan perikanan.

Salah satu komponen penting dalam air yang dapat digunakan sebagai indikator terjadinya pencemaran pada suatu badan air adalah parameter mikrobiologi berupa bakteri coliform (U.S. Environmental Protection Agency, 1976). Cullimore (2008) mengategorikan bakteri coliform ke dalam dua golongan, yaitu: Total Coliform yang merupakan gabungan dari keseluruhan bakteri coliform, serta Fecal Coliforms yang merupakan bagian dari total coliform yang memiliki sifat sebagai bakteri patogen dalam air. Beberapa peraturan yang mengatur tentang jumlah bakteri coliform yang diperbolehkan dalam suatu badan air, yaitu: (1) Peraturan

Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 416 tahun 1990, (2) Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 82 tahun 2001, dan (3) Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta nomor 20 tahun 2008.

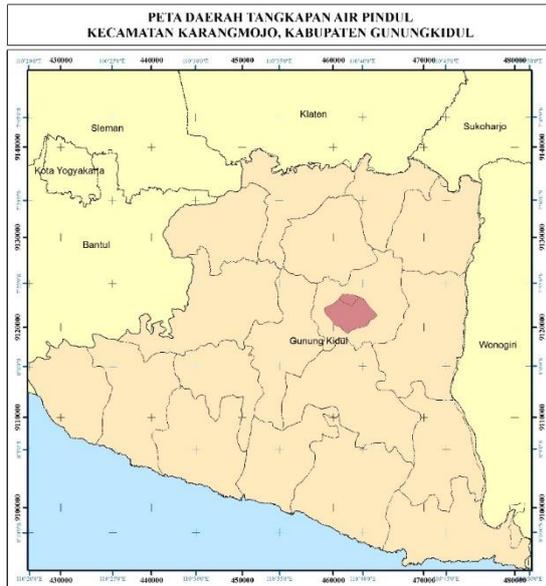
Jika bakteri coliform dapat ditemukan keberadaannya dalam air, belum tentu bakteri patogen juga terdapat pada badan air tersebut. Akan tetapi jika bakteri coliform yang ditemukan memiliki konsentrasi dalam jumlah yang banyak pada suatu badan air, maka perlu dilakukan pengujian kualitas air karena kemungkinan besar pencemaran dapat terjadi.

Penelitian ini menjadikan kawasan karst Gunungkidul sebagai lokasi kajian, tepatnya pada penggal badan air yang masuk dalam batas Daerah Tangkapan Air Pindul. Lokasi kajian merupakan wilayah dengan penggunaan lahan dominan berupa permukiman, tegalan, dan sawah irigasi. Pemilihan lokasi kajian ini tidak terlepas dari faktor penggunaan lahan yang dapat mempengaruhi kondisi mikrobiologi air di sekitarnya, sehingga akan memudahkan peneliti dalam mencapai tujuan dilakukannya penelitian ini.

Tujuan dari penelitian ini, yaitu (1) Mengidentifikasi variasi jumlah bakteri coliform pada sistem sungai permukaan Daerah Tangkapan Air Pindul secara temporal, (2) Menemukenali aktivitas manusia di daerah penelitian yang menjadi sumber pencemar, dan (3) Mengetahui ada/tidaknya korelasi antara jumlah bakteri coliform dalam air dengan curah hujan dan debit aliran secara temporal dari bulan Januari hingga Mei.

METODE PENELITIAN

Daerah Tangkapan Air Pindul terletak di Kecamatan Karangmojo, Kabupaten Gunungkidul, dimana secara geografis berada di zona 49S dengan koordinat antara 459040 mT - 464820 mT dan 9119340 mS - 9123720 mS.

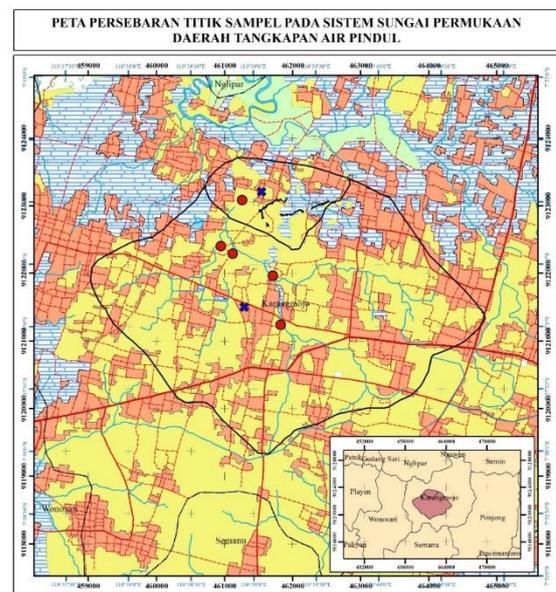


Gambar 1. Peta DTA Pindul

Daerah Tangkapan Air Pindul dapat dibagi menjadi dua zona berdasarkan tipe akuifer yang terbentuk, yaitu zona akuifer diffuse pada bagian selatan dan zona akuifer conduit pada bagian utara. Tipe aliran diffuse merupakan tipe aliran yang bergerak turun melalui proses infiltrasi pada wilayah dengan sistem pelorongan yang belum berkembang. Sedangkan tipe aliran conduit merupakan aliran permukaan setelah terjadi hujan yang masuk ke sistem sungai bawah tanah melalui ponor, serta ikut berkontribusi dalam pembentukan sistem pelorongan bawah tanah.

Penelitian ini menggunakan purposive sampling sebagai teknik penentuan sampel penelitian. Hal tersebut didasarkan pada penggunaan lahan di sekitar sungai permukaan yang dapat menjadi sumber pencemar bakteri coliform. Penggunaan lahan yang mendominasi

daerah penelitian ada tiga, yaitu: tegalan, permukiman, dan sawah tadah hujan. Limbah domestik dan limbah pertanian yang dihasilkan oleh ketiga penggunaan lahan tersebut menjadi faktor utama akan keberadaan bakteri coliform dalam badan air, yang tentu saja didukung pula oleh adanya curah hujan yang menjadi media pengangkut limbah. Sebanyak lima titik sampel telah dipilih untuk merepresentasikan jumlah bakteri coliform pada sistem sungai permukaan Daerah Tangkapan Air Pindul.



Gambar 2. Peta Persebaran Titik Sampel

Pengambilan sampel air dilakukan selama 5 bulan, mulai dari Januari 2017 hingga Mei 2017, agar dapat menggambarkan jumlah bakteri coliform dalam air baik pada musim penghujan maupun musim kemarau. Pengambilan sampel air hanya dilakukan satu kali dalam sebulan.

Data primer yang dikumpulkan meliputi (1) jumlah total coliform dan fecal coliform dengan melakukan uji laboratorium terhadap sampel air, (2) data debit aliran air ketika dilakukan pengambilan sampel air, dan (3) data curah hujan yang terukur secara otomatis

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis statistikal untuk melakukan uji korelasi. Uji korelasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah korelasi sederhana karena hanya digunakan untuk mengukur hubungan antara dua variabel. Rumus yang digunakan sebagai berikut.

$$r = \frac{n(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{[n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2][n(\sum Y_i^2) - (\sum Y_i)^2]}}$$

dimana,

r : koefisien korelasi

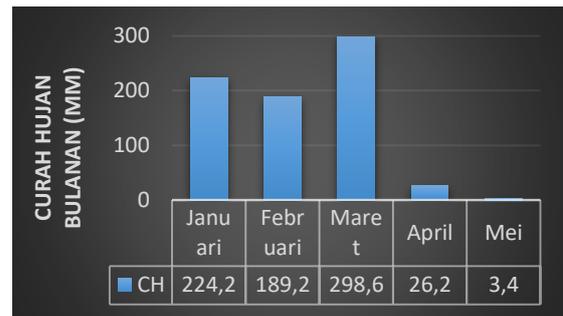
X : curah hujan dan/atau debit aliran

Y : jumlah total coliform & fecal coliform

Nilai koefisien korelasi dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Jika nilai r menunjukkan angka positif, maka kedua variabel yang dikorelasikan memiliki hubungan positif atau berbanding lurus, begitu pula sebaliknya. Sehingga nilai positif dan negatif dalam uji korelasi hanya menunjukkan arah hubungan antarvariabel. Rentang nilai koefisien korelasi dimulai dari -1 hingga +1. Nilai 1 (baik positif maupun negatif) menunjukkan bahwa kedua variabel memiliki hubungan yang sempurna. Semakin nilai r mendekati 0, maka semakin kecil pula hubungan antara dua variabel yang dikorelasikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Asdak (2010) mendefinisikan presipitasi sebagai peristiwa iklim yang bersifat alami, yang dicirikan dengan terjadinya perubahan bentuk dari uap air di atmosfer menjadi curah hujan karena adanya kondensasi. Curah hujan merupakan banyaknya air yang jatuh ke permukaan bumi dalam jangka waktu tertentu dan dapat diukur dengan satuan tinggi yaitu milimeter. Satu milimeter menandakan tinggi hujan yang jatuh pada suatu area dengan luas satu meter persegi.



Gambar 3. Curah Hujan DTA Pindul

Data primer curah hujan di Kecamatan Karangmojo menunjukkan bahwa selama bulan Januari hingga Juni 2017, curah hujan bulanan yang jatuh berkisar antara 3,4 mm hingga 298,6 mm. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Maret 2017, sedangkan curah hujan terendah terjadi pada bulan Mei 2017. Perbedaan curah hujan yang cukup drastis dari bulan Maret ke bulan April menunjukkan bahwa bulan April sudah memasuki musim kemarau.

Berdasarkan hasil pengujian sampel air di laboratorium, dapat diketahui bahwa hampir seluruh titik pengamatan pada bulan Januari hingga April memiliki jumlah total coliform lebih dari 2400 MPN/100ml. Hal tersebut menunjukkan bahwa titik pengamatan yang berada di Mataair Banteng, Kali Banteng, Tempuran Kali Banteng, Kali Mudal, dan Tempuran Mudal-Beji masuk dalam baku mutu air kelas 2 sesuai dengan Peraturan Gubernur DIY No 20 Tahun 2008, yang menetapkan batas maksimal kelas 2 yaitu 5000 MPN/100ml.

Fecal coliform di kelima titik pengamatan pada bulan Januari hingga April sebagian besar nihil, yang menandakan tidak adanya fecal coliform di dalam air. Fecal coliform yang berjumlah nihil menunjukkan bahwa saat pengambilan sampel air tidak ditemukan adanya pencemaran dari limbah peternakan maupun limbah pertanian.

Tabel 1. Hasil Uji Parameter Mikrobiologi DTA Pindul

Bulan	Titik	Parameter Biologi	
		Total Coliform	Fecal Coliform
Januari	Mataair Banteng	≥2400	Nihil
	Kali Banteng	≥2400	Nihil
	Tempuran Kali Banteng	≥2400	Nihil
	Kali Mudal	≥2400	2372
	Tempuran Mudal-Beji	≥2400	Nihil
Februari	Mataair Banteng	≥2400	Nihil
	Kali Banteng	≥2400	Nihil
	Tempuran Kali Banteng	≥2400	Nihil
	Kali Mudal	≥2400	Nihil
	Tempuran Mudal-Beji	≥2400	Nihil
Maret	Mataair Banteng	≥2400	Nihil
	Kali Banteng	≥2400	Nihil
	Tempuran Kali Banteng	≥2400	Nihil
	Kali Mudal	≥2400	Nihil
	Tempuran Mudal-Beji	≥2400	Nihil
April	Mataair Banteng	≥2400	Nihil
	Kali Banteng	≥2400	Nihil
	Tempuran Kali Banteng	1100	1072
	Kali Mudal	1100	640
	Tempuran Mudal-Beji	≥2400	2373
Mei	Mataair Banteng	7	3
	Kali Banteng	43	36
	Tempuran Kali Banteng	11	8
	Kali Mudal	7	Nihil
	Tempuran Mudal-Beji	15	8

Jumlah total coliform dan fecal coliform di kelima titik pengamatan pada bulan Mei berdasarkan hasil pengujian sampel air di laboratorium menunjukkan hasil yang jauh berbeda dibandingkan dengan jumlah total coliform dan fecal coliform pada bulan-bulan sebelumnya, Hal ini dapat disebabkan oleh jarak antara waktu pengambilan sampel air dengan waktu pengujian sampel air cukup lama dikarenakan kesalahan peneliti. Sampel air yang tidak langsung diujikan dan hanya disimpan pada pendingin dengan ketentuan suhu tertentu pastinya akan mempengaruhi nilai parameter yang akan diamati. Semakin lama waktu penyimpanan sampel air maka akan semakin berbeda jumlah total coliform dan fecal coliform yang didapatkan dari hasil pengujian, sehingga tidak dapat merepresentasikan jumlah yang sesungguhnya di lapangan.

Bakteri coliform, terutama fecal coliform, dapat mempengaruhi kegiatan rekreasi air yang ada. Seperti ketentuan peruntukan air yang telah ditetapkan, penyediaan sarana/prasarana rekreasi air hanya dapat dilakukan apabila kualitas sumber air setidaknya tergolong dalam Kelas 2.

Hasil wawancara menunjukkan bahwa faktor yang paling mempengaruhi ada dan tidaknya fecal coliform pada kelima titik sampel adalah penggunaan pupuk organik. Meskipun sebagian besar bernilai nihil, ada beberapa titik sampel yang memiliki nilai fecal coliform yang cukup tinggi hingga mencapai lebih dari 1000 MPN/100ml. Tingginya nilai tersebut tentu akan mempengaruhi peruntukan badan air yang diperbolehkan. Jumlah fecal coliform yang ditenggang keberadaannya untuk air minum adalah 0 (Peraturan

Menteri Kesehatan RI, 1990). Oleh karena itu, tidak disarankan bagi penduduk untuk mengonsumsi air dari sungai permukaan Daerah Tangkapan Air Pindul.

Jumlah total coliform yang dikorelasikan dengan data curah hujan dan debit aliran memiliki nilai positif pada keduanya. Nilai koefisien korelasi antara jumlah total coliform dengan data debit yaitu sebesar 0,370. Nilai tersebut jauh lebih kecil dibandingkan dengan nilai koefisien korelasi antara total coliform dengan data curah hujan yang mencapai nilai 0,764. Keduanya menghasilkan nilai positif yang menandakan adanya hubungan yang berbanding lurus antara variabel musim dengan jumlah total coliform.

Berkebalikan dengan total coliform, analisis korelasi antara variabel musim dan jumlah fecal coliform justru menghasilkan nilai yang negatif. Nilai $r = -0,105$ didapatkan dari perhitungan korelasi antara fecal coliform dengan data debit aliran, sedangkan analisis korelasi menggunakan data curah hujan menghasilkan nilai $r = -0,194$. Nilai negatif tersebut menunjukkan adanya hubungan yang berbanding terbalik antara variabel musim dengan jumlah fecal coliform.

KESIMPULAN

Keterdapatannya total coliform dalam suatu badan air tidak menjadi masalah karena total coliform merupakan bakteri non-patogenik yang tidak membahayakan kesehatan manusia. Seperti yang tercantum dalam Peraturan Gubernur DIY No 20 Tahun 2008, batas maksimal total coliform dalam suatu badan air adalah 5000 MPN/100ml. Sebaliknya parameter yang perlu diperhatikan lebih kepada fecal coliform yang bersifat patogen. Jumlah fecal coliform pada beberapa titik sampel adalah nihil, yang menandakan bahwa

mataair dan sungai di sistem sungai permukaan Daerah Tangkapan Air Pindul terbebas dari pencemaran air.

Pencemaran air dalam hal ini berfokus pada sisa-sisa penggunaan pupuk pestisida pada lahan pertanian. Berdasarkan penggunaan lahan yang dijumpai di lapangan, sumber utama pencemaran fecal coliform lebih banyak bersumber dari sisa-sisa pupuk organik dari hasil pertanian yang masuk ke sungai irigasi.

Hasil analisis statistik menggunakan uji koefisien korelasi menunjukkan nilai positif, yang berarti ada hubungan yang berbanding lurus antara jumlah total coliform dengan data curah hujan dan data debit aliran. Sebaliknya, korelasi antara variabel hujan dengan jumlah fecal coliform justru menghasilkan nilai negatif, yang berarti keduanya memiliki hubungan yang berbanding terbalik. Nilai r mendekati 0 menunjukkan bahwa hubungan bakteri coliform dengan variabel musim tidak terlalu kuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Cullimore, D. R. (2008). *Practical Manual of Groundwater Microbiology: Second Edition*. New York and London: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Dix, H.M. (1981). *Environmental Pollution*. United States: John Wiley & Sons Ltd.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2001). *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta.
- U.S. Environmental Protection Agency. (1976). *Quality Criteria for Water*. Washington D.C.: U.S. Government Printing Office.