

MICROBIOLOGICAL SOURCE TRACKING BAKTERI *Escherichia coli* DENGAN METODE ANTIBIOTIC RESISTANCE ANALYSIS DI SUNGAI CIKAPUNDUNG

MICROBIOLOGICAL SOURCE TRACKING OF *Escherichia coli* WITH ANTIBIOTIC RESISTANCE ANALYSIS METHOD IN CIKAPUNDUNG RIVER

***¹Ferlita Andriani dan ²Herto Dwi Ariesyady**

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung,
Jl Ganesha 10 Bandung 40132

e-mail : ¹ferlita.andriani@gmail.com dan ²herto@ftsl.itb.ac.id

Abstrak: Saat ini DAS Citarum Hulu tengah mengalami penurunan kualitas air sungai. Salah satu penyebab terjadinya permasalahan ini adalah adanya pencemaran pada anak sungai yang masuk ke badan air Citarum Hulu. Sungai Cikapundung merupakan salah satu anak sungai yang turut berkontribusi dalam penurunan kualitas air Sungai Citarum Hulu. Usaha pencegahan pencemaran yang efektif dan efisien hanya dapat dilakukan apabila sumber pencemar telah diketahui. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam pelacakan sumber pencemar adalah Microbiological Source Tracking (MST). Terdapat dua metode utama dalam MST yaitu konvensional dan modern. Antibiotic Resistance Analysis (ARA) merupakan salah satu cara modern dalam mendeteksi bakteri yang bertujuan membedakan diversitas resistensi bakteri terhadap antibiotik sehingga dapat terlihat perbedaan pola resistensi dan dapat diidentifikasi sumber bakterinya. Pada Sungai Cikapundung, pelacakan *E. coli* dilakukan dengan menguji resistensi dari tiap isolat yang diambil dari 3 titik sampling di sepanjang badan air terhadap 10 jenis antibiotik. Pada titik 1 yang terletak di hulu Cikapundung, belum ditemukan adanya pencemaran fekal. Sedangkan, sebaran *E. coli* pada titik 2 dan 3 berasal dari sumber manusia. Dengan diketahuinya sumber pencemar spesifik, maka diharapkan dapat dilakukan penanganan lebih lanjut yang tepat sasaran.

Kata kunci: Antibiotic Resistance Analysis, *Escherichia coli*, Microbiological Source Tracking, Pencemaran Fekal, Sungai Cikapundung

Abstract: Upper Citarum River is currently undergoing degradation of water quality. This problem may occur because of the polluted creeks entering Upper Citarum River. Cikapundung River are one of the tributaries that contribute to the water quality degradation in Upper Citarum River. The effective and efficient way to prevent pollution can only be done if the pollutant sources are known. One effort that can be done in tracking sources of contaminants is by doing Microbiological Source Tracking (MST). MST has two main methods in the process which are conventional and modern. Antibiotic Resistance Analysis (ARA) is one of the modern method in detecting bacteria. This method aims to differentiate bacterial resistance to antibiotics so we can see the difference of the resistance patterns and identified the source of bacteria. At Cikapundung River, *E. coli* tracking is done by testing resistance of isolates taken from 3 sampling points located along the river to 10 kinds of antibiotics. At point 1 which located in the upstream Cikapundung, any fecal contamination have not yet found. Meanwhile, the distribution of *E. coli* at point 2 and 3 are from human source. By knowing the specific pollutant sources, it is expected that further treatment can be done in the right target.

Key words: Antibiotic Resistance Analysis, Cikapundung River, *Escherichia coli*, Fecal Contamination, Microbiological Source Tracking

PENDAHULUAN

DAS Citarum merupakan DAS yang memiliki nilai ekonomis dan ekologis yang luar biasa. Secara ekologis DAS Citarum mengalami kerusakan yang sangat serius seperti terjadinya defisit neraca air, sehingga mengakibatkan banjir dan kekeringan, meluasnya lahan kritis di daerah hulu, serta tingginya bahan-bahan polutan dari limbah industri, pertanian, dan rumah tangga (Kastolani, 2007). Penurunan kualitas air yang terjadi pada Sungai Citarum Hulu sangat berkaitan erat dengan pencemaran yang terjadi pada anak-anak sungai yang masuk ke badan airnya. Sungai Cikapundung merupakan bagian dari Sub DAS Citarum Hulu yang berkontribusi dalam degradasi kualitas DAS Citarum Hulu.

Sungai Cikapundung berfungsi sebagai sumber air baku bagi Kota Bandung. Namun, pemukiman warga yang berada di sempadan sungai ini menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air sungai. Pencemaran air sungai disebabkan oleh pembuangan limbah domestik ke dalam sungai tersebut. Kualitas air sungai sangat mempengaruhi kualitas lingkungan di sekitarnya terutama kesehatan masyarakat. *Water borne diseases* atau penyakit yang ditularkan melalui air merupakan salah satu masalah yang terjadi pada DAS Citarum Hulu. *Water borne diseases* disebabkan oleh kehadiran mikroba patogen pada sumber khususnya air sungai. Bakteri *Eschericia coli* (*Fecal Coli*) seringkali digunakan sebagai indikator kehadiran mikroba patogen. Untuk itu, perlu diketahui tingkat pencemaran fekal pada Sub DAS Citarum Hulu khususnya Sungai Cikapundung.

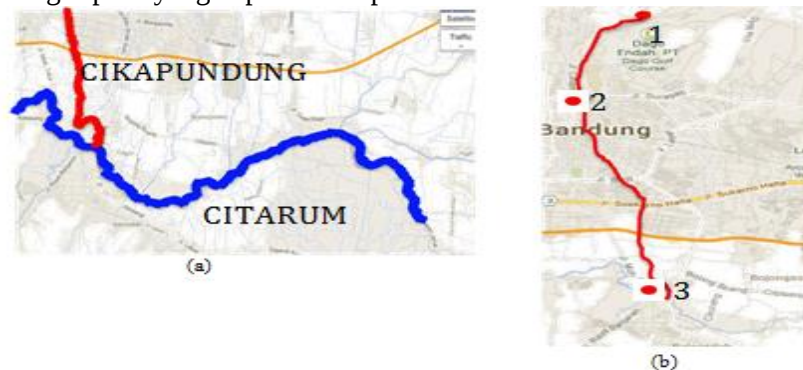
Indikator mikroorganisme sering digunakan untuk memprediksi tingkat pencemaran fekal pada air, namun sebagian besar organisme tersebut tidak terbatas pada manusia saja tetapi juga pada hewan berdarah panas lainnya. Fungsi mikroba sebagai indikator pencemar fekal dapat dikembangkan dengan metode pengujian dan teknik analisis yang dapat menentukan sumber spesifik organisme tersebut. Metode ini disebut juga *Microbiological Source Tracking* (MST) (Scott, 2002).

Saat ini, metode yang digunakan dalam MST terbagi menjadi 2 yaitu *genotypic* dan *phenotypic analysis*, baik pada kultur organisme yang dibudidayakan maupun pendekatan independen dengan analisis langsung sampel dari lingkungan. *Antibiotic Resistance Analysis* (ARA) merupakan salah satu metode *phenotypic analysis* untuk menentukan sumber kontaminasi fekal di badan air pada MST. ARA melibatkan isolasi bakteri indikator dari berbagai sampel kotoran, serta dari sampel air tercemar (Wiggins, 2003). Metode ARA didasarkan pada resistensi antibiotik antara bakteri dan sumber fekal. Tiap-tiap sumber akan menghasilkan pola resistensi terhadap antibiotik yang berbeda, oleh karena itu sumber pencemar fekal dapat teridentifikasi.

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan terbagi menjadi beberapa tahap :

1. Sampling air sungai menggunakan metode *Grab Sampling* pada 3 titik di sepanjang Sungai Cikapundung seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 1**.



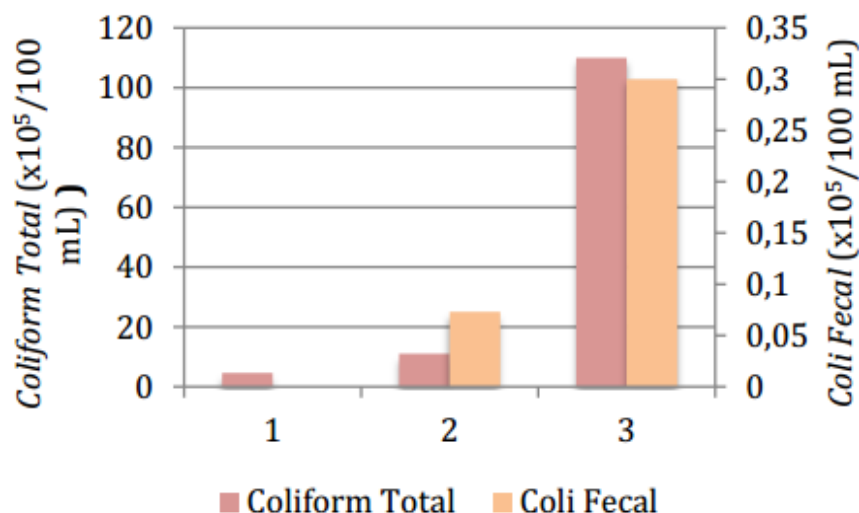
Gambar 1 Peta Lokasi (a) Sungai Cikapundung pada Sungai Citarum, (b) Titik Sampling pada Sungai Cikapundung

2. Pengujian karakteristik kimia-fisika air sungai
 - a. pH : pengukuran di lapangan menggunakan pH meter
 - b. Temperatur : pengukuran di lapangan menggunakan thermometer
 - c. DO : pengukuran di lapangan menggunakan DO meter
 - d. BOD : pengukuran BOD menggunakan metode titrasi Winkler
 - e. COD : pengukuran COD menggunakan metode Reflux Tertutup
 - f. Nitrat
 - g. Nitrit
 - h. Ammonium
 - i. Fosfat
3. Perhitungan JPT pada sampel air sungai meliputi uji pendugaan, uji ketetapan, dan uji kelengkapan
4. Pemurnian dan kultivasi isolat *Escherichia coli* di titik sampling Sungai Cikapundung menggunakan metode *Quadrant Streak*
5. Uji resistensi 10 jenis antibiotik dengan menggunakan *disk diffusion method*
6. Perbandingan pola resistensi isolat pada sampel air dengan data *library* dari feses ayam, kambing, sapi, dan manusia di sekitar Sungai Cikapundung berdasarkan literatur
7. Analisis statistik menggunakan regresi logistik

HASIL DAN PEMBAHASAN

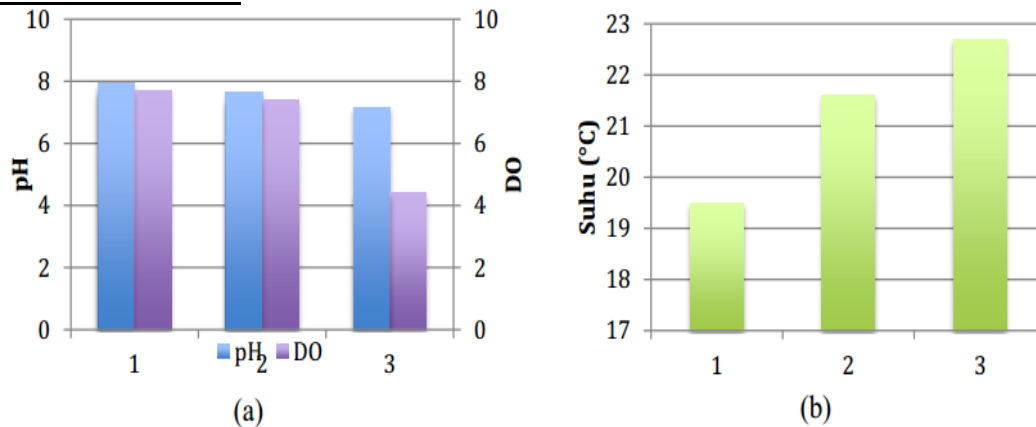
Kualitas Mikrobiologi

Hasil pengukuran jumlah bakteri *Coli* di badan Sungai Cikapundung dapat dilihat pada **Gambar 2**. Terjadi peningkatan jumlah *Coliform Total* dan *Fecal coli* di sepanjang Sungai Cikapundung seperti yang ditunjukkan pada grafik tersebut. Pada daerah hulu di titik 1, terlihat bahwa nilai *Coliform Total* tergolong rendah dan belum terdapat *Coli Fecal*. Hal ini mengindikasikan bahwa pada daerah tersebut belum terjadi pencemaran pada badan airnya. Sebaliknya pada titik 3 nilai *Coliform Total* cukup tinggi dikarenakan konsentrasi pencemar yang masuk meningkat di sepanjang badan air serta lokasinya yang dekat dengan peternakan.



Gambar 2 Pengukuran Parameter Mikrobiologi di Sungai Cikapundung

Kualitas Fisika-Kimia

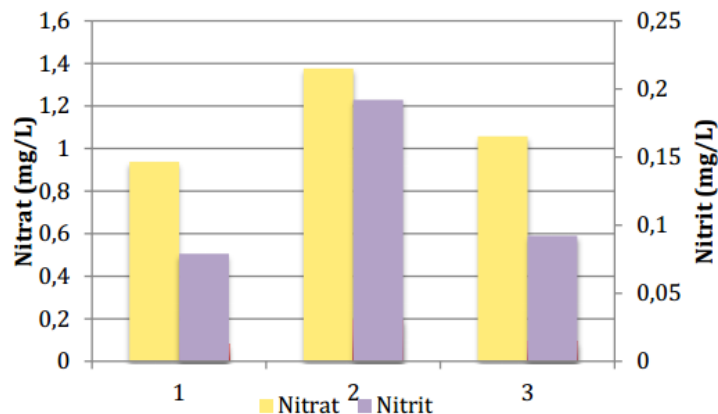


Gambar 3 Pengukuran Parameter (a) pH dan DO, serta (b) Suhu di Sungai Cikapundung

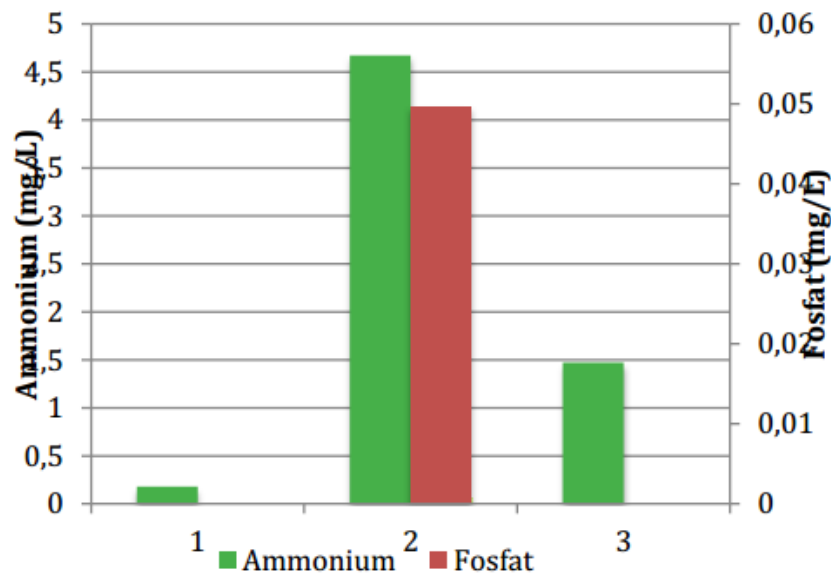
Parameter yang diperiksa secara langsung berupa pH, *dissolved oxygen* (DO), dan temperatur. Pengambilan sampel dilakukan pada cuaca cerah dengan kondisi badan air yang normal sehingga nilai pH cenderung stabil seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3**. Pada grafik juga dapat terlihat bahwa temperatur yang tinggi cenderung memiliki DO yang lebih rendah seperti yang ditunjukkan pada ketiga titik. Tingginya nilai DO pada titik 1 dan 2 disebabkan oleh adanya terjunan di sekitar lokasi *sampling*. Nilai DO yang menurun juga terkait dengan kualitas mikrobiologi sungai. Penurunan nilai DO berkaitan dengan adanya proses anaerobik saat terjadinya *self purification* yang ditunjukkan dengan meningkatnya nilai *Coli Fecal* dan *Coliform Total* pada titik tersebut.

Hasil pengukuran parameter nitrogen di Sungai Cikapundung dapat dilihat pada **Gambar 4** dan **Gambar 5**. Parameter nitrogen terlihat meningkat pada titik 2. Hal ini disebabkan area tersebut mulai ditempati sektor industri. Pembuangan limbah industri langsung ke sungai menyebabkan kenaikan pencemaran nitrogen pada Sungai Cikapundung. Konsentrasi nitrogen paling rendah yang berada di titik 1 disebabkan oleh lokasi sungai yang masih berada di kawasan pemukiman sehingga masih didominasi oleh limbah domestik dan bukan limbah industri.

Hasil pengukuran kandungan ammonium dan fosfat di Sungai Cikapundung dapat dilihat pada **Gambar 5**. Konsentrasi fosfat di sepanjang Sungai Cikapundung hanya terlihat pada titik 2, sedangkan pada titik 1 dan 3 tidak terdapat kandungan pencemaran fosfat. Hal ini kembali lagi dapat diakibatkan oleh lokasi sungai yang berada di wilayah industri. Namun konsentrasi fosfat tidak melebihi batas baku mutu fosfat untuk sungai kelas 2 maupun 3 sesuai PP no.8 tahun 2001.

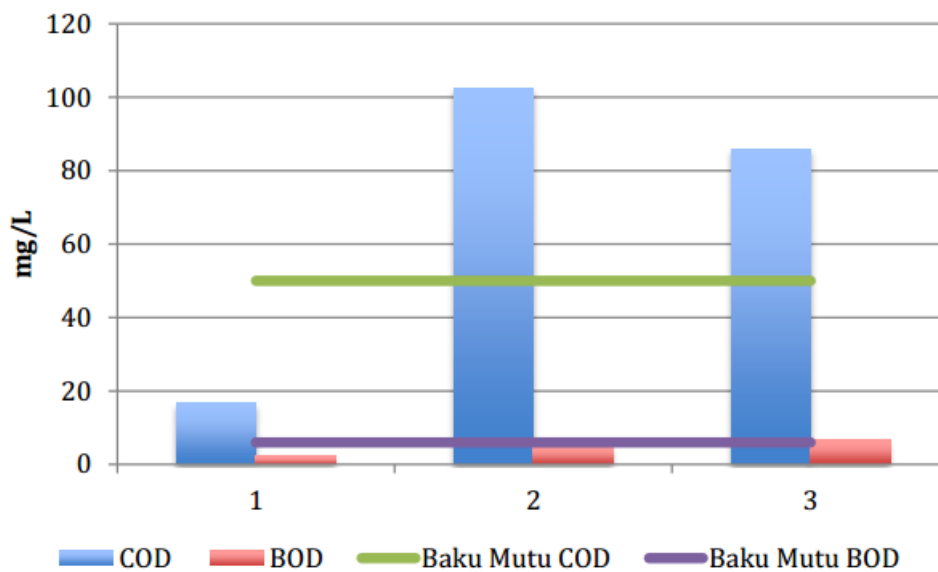


Gambar 4 Pengukuran Parameter Nitrat dan Nitrit di Sungai Cikapundung



Gambar 5 Pengukuran Parameter Ammonium dan Fosfat di Sungai Cikapundung

Hasil pengukuran kandungan organik pada Sungai Cikapundung dapat dilihat pada **Gambar 6**. Keberadaan pencemar zat organik BOD pada Sungai Cikapundung memperlihatkan adanya pencemaran yang berasal dari limbah domestik, peternakan, maupun pertanian. Namun nilai BOD pada ketiga titik masih berada di bawah baku mutu untuk sungai kelas 3. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengolahan limbah domestik pada Sungai Cikapundung berjalan cukup baik. COD yang meningkat drastis pada titik 2 menunjukkan banyaknya limbah industri yang dibuang ke badan sungai di area tersebut. Angka COD pada titik 2 dan 3 melebihi baku mutu sungai kelas 3 sedangkan pada titik 1 angka COD masih berada jauh di bawah batas baku mutu. Hal ini dikarenakan belum terdapat banyak kawasan industri pada area sekitar titik 1.



Gambar 6 Pengukuran Parameter Zat Organik di Sungai Cikapundung

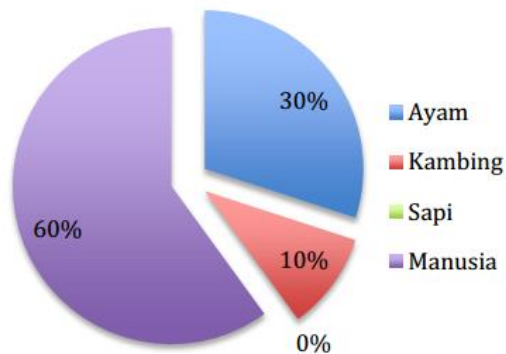
Antibiotic Resistance Analysis Bakteri *E. coli*

Tabel 1 menunjukkan hasil identifikasi sumber *Escherichia coli* pada tiap titik *sampling*. Angka tersebut mewakili persentase sumber *E.coli* yang berasal dari feses ayam, kambing, sapi, dan manusia.

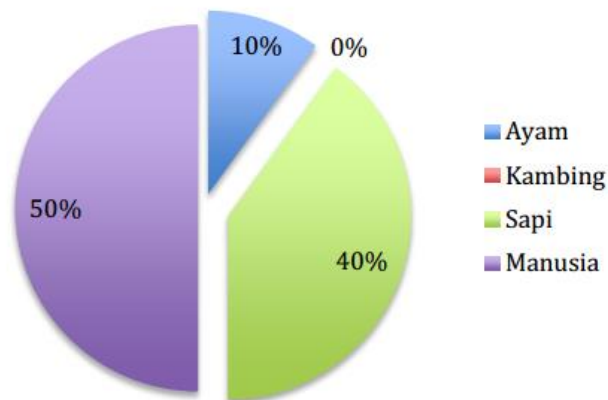
Tabel 1 Persentase Sumber *E. coli* pada Tiap Titik Sampling di Sungai Cikapundung

Titik	Persentase Sumber <i>E. coli</i> (%)			
	Ayam	Kambing	Sapi	Manusia
1	0	0	0	0
2	30	10	0	60
3	10	0	40	50

Pada titik 1 tidak dilakukan identifikasi sumber *E. coli* karena pada titik tersebut tidak terdapat pencemaran fekal. Titik 1 terletak di hulu Sungai Cikapundung di mana pada daerah tersebut masih belum banyak terjadi pencemaran. **Gambar 7** dan **Gambar 8** menunjukkan proporsi sumber pencemar *E. coli* di titik 2 dan 3. Dari gambar tersebut terlihat bahwa pada kedua titik, sumber pencemar *E. coli* terbesar merupakan kotoran manusia.



Gambar 7 Prediksi Sumber Pencemar pada Titik 2 Sungai Cikapundung



Gambar 8 Prediksi Sumber Pencemar pada Titik 3 Sungai Cikapundung

KESIMPULAN

Hasil pelacakan bakteri *Escherichia coli* pada Sungai Cikapundung menunjukkan bahwa jumlah *Coliform Total* dan *Fecal coli* terendah berada pada titik 1 yaitu di hulu sungai sedangkan jumlah tertinggi berada pada titik 3 yaitu bagian hilir sungai. Parameter organik terukur tinggi pada area dengan kondisi pemukiman padat dan dekat dengan kegiatan peternakan. Sedangkan parameter nitrogen dan fosfat terukur tinggi pada area dengan kegiatan industri yang dominan. Sumber pencemar *Escherichia coli* pada sungai Cikapundung terbanyak berasal dari kotoran manusia. Dengan demikian pada daerah ini disarankan untuk meningkatkan sarana sanitasi dan pengolahan limbah domestik.

DAFTAR PUSTAKA

- Harwood, Valerie J., et al. (2000). *Classification of Antibiotic Resistance Patterns of Indicator Bacteria by Discriminant Analysis: Use in Predicting the Source of Fecal Contamination by Subtropical Water*. Applied and Environmental Microbiology, September 2000, hal. 3698-3704, Vol. 66, No. 9.
- Kusumah, Siska Widya Dewi (2012). *Microbiological Source Tracking Bakteri Salmonella sp. Dan Escherichia coli dengan Metode Antibiotic Resistance Analysis di Sungai Citarum Hulu*. Tugas Akhir Institut Teknologi Bandung.
- Palladino, Michael A., et al. (2005). *Microbial Source Tracking in the Manasquan River Estuary*. Research Project Summary. Division of Science, Research and Technology.
- Price, Bertram et al. (2006). *Classification Tree Method for Bacterial Source Tracking with Antibiotic Resistance Analysis Data*. Applied and Environmental Microbiology, Mei 2006, hal. 3468-3475, Vol. 72, No. 5.
- Scott, M. Troy et al. (2002). *Microbial Source Tracking: Current Methodology and Future Direction*. Applied and Environmental Microbiology. Desember 2002. Hal. 5796-5803, Vol. 68, No. 12
- Wiggins, Bruce A. (2001). *Use of Antibiotic Resistance Analysis (ARA) to Identify Nonpoint Sources of Fecal Contamination in the Moores Creek Watershed*. Department of Biology. James Madison University, Harrisonburg, Virginia.