

KAPASITAS WADUK SAGULING DALAM MEREDUKSI BEBAN NUTRIEN (N, P) DAN KARBON ORGANIK DARI SUNGAI CITARUM

Tuahta Tarigan* & Eko Harsono*

ABSTRAK

Waduk Saguling adalah reaktor alam yang menerima beban pencemar dari limbah domestik, pertanian dan industri yang dibawa oleh Sungai Citarum. Masuknya beban pencemar nutrien (N, P) dan karbon organik ke badan waduk, pada akhirnya dapat menurunkan kapasitas waduk untuk mendegradasi bahan pencemar. Adapun bahan pencemar dalam penelitian ini adalah besarnya konsentrasi nitrogen nir-organik (NH_4 , NO_2 , NO_3) dan karbon organik (COD, BOD_5) yang masuk dan keluar waduk. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kapasitas Waduk Saguling dalam menurunkan beban adalah sebagai berikut, COD dari $138,081 \pm 57,06$ mg/L menjadi $13,64 \pm 4,64$ mg/L, BOD_5 dari $68,60 \pm 30,86$ mg/L menjadi $6,72 \pm 2,74$ mg/L. Kandungan nitrogen nir-organik, untuk NH_3 , dari $0,470 \pm 0,447$ mg/L menjadi $0,016 \pm 0,031$ mg/L, NO_2 dari $0,417 \pm 0,429$ mg/L menjadi $0,150 \pm 0,014$ mg/L dan NO_3 , dari $5,104 \pm 1,914$ mg/L menjadi $1,612 \pm 1,008$ mg/L. Kandungan fosfat (PO_4) dari $0,049 \pm 0,034$ mg/L menjadi $0,013 \pm 0,007$ mg/L.

Kata Kunci: Kapasitas waduk, Waduk Saguling, air limbah, Nutrien (N, P), Karbon Organik

ABSTRACT

SAGULING RESERVOIR CAPACITY ON REDUCTING OF NUTRIENT (N, P) AND ORGANIC CARBON LOADING FROM CITARUM RIVER. *Saguling reservoir is a pollutant loading natural reactor from domestic and industrial wastewaters which flowing into the Citarum river. Input of nutrients (N, P) and organic carbon to the reservoir zone can reduce the reservoir capacity to degrade of pollutant loading. Objection of research to identified of reservoir capacity to degrade of wastewater constituent such as biological oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD) and nitrogen nir-organic concentrations (NH_4 , NO_2 , NO_3). Measuring of parameters was conducted in up stream and downstream of reservoir. The result shows of Saguling reservoir capacity can reduce the loading concentration of COD (138.08 ± 57.06 mg/L) to (13.64 ± 4.64 mg/L), BOD_5 (68.60 ± 30.86 mg/L) to (6.72 ± 2.74 mg/L) respectively. Concentration of nitrogen nir-organic NH_3 , ($0,470 \pm 0.447$ mg/L) to (0.016 ± 0.031 mg/L), NO_2 (0.417 ± 0.429 mg/L) to (0.015 ± 0.014 mg/L) and NO_3 , (5.104 ± 1.914 mg/L) to (1.612 ± 1.008 mg/L) and concentration of phosphate PO_4 (0.049 ± 0.034 mg/L) to (0.013 ± 0.007 mg/L).*

Key word: Reservoir capacity, wastewater, Saguling Reservoir, Nutrients, Organic Carbon

* Staf Peneliti Puslit Limnologi-LIPI

PENDAHULUAN

Waduk Saguling dengan fungsi utamanya sebagai pembangkit listrik, telah dimanfaatkan pula untuk budidaya ikan dengan sistem karamba jaring apung (KJA). Pada saat ini kualitas air Waduk Saguling telah mengalami penurunan yang ditandai dengan seringnya kematian ikan dan terjadinya fluktuasi oksigen terlarut (DO), diantaranya karena adanya proses eutrofikasi (Badrudin, 1990; Bukit, 1995; Uchida, 1997). Eutrofikasi merupakan akibat dari beban nutrien yang bersumber dari hulu. Salim (2002) mengemukakan bahwa, nitrogen dan fosfat yang hilang terbawa erosi tanah di daerah Citarum hulu, di atas Waduk Saguling berkisar antara 6.460 – 187.852 ton N tahun⁻¹ dan 3.060 – 21.992 ton P₂O₅ tahun⁻¹. Walaupun nitrogen an-organik dan orthophospat merupakan nutrien yang dibutuhkan, bila kehadirannya berlebihan, maka terjadi eutrofikasi dan terjadi *blooming* fitoplankton. Menurut Garo (2002), kepadatan fitoplankton di waduk Saguling adalah antara 19.03-

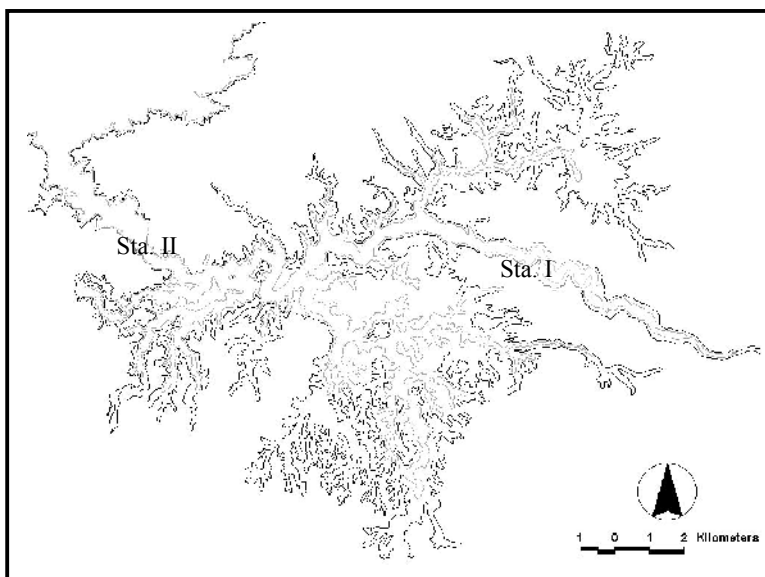
25.39*10 sel.L⁻¹ dan bila keadaan ini berlanjut maka air waduk akan didominasi oleh “*blue green algae*”. Kondisi tersebut dikuatirkan akan menunjang tumbuhnya algae toksik yang dapat meracuni kehidupan akuatik, serta dapat mengganggu kestabilan kandungan oksigen terlarut perairan.

Untuk memperbaiki kualitas air waduk tersebut, perlu dilakukan pengurangan beban yang masuk ke dalam Waduk Saguling. Permasalahannya adalah belum diketahui kapasitas waduk dalam menerima beban. Untuk itu dilakukan penelitian, untuk mengkaji kapasitas waduk Saguling dalam menerima beban Nutrien (N, P) dan Organik Karbon.

BAHAN DAN METODE

Sumber Data

Data kualitas air Waduk Saguling dari tahun 1994 - 1999 bersumber dari data sekunder (Perum Jasa Tirta II), adapun lokasi contoh air mereprestasikan kondisi inlet (Stasiun I) dan outlet (Stasiun II) Waduk Saguling (Gambar 1).



Gambar 1. Stasiun Pengambilan Sampel Waduk Saguling
Stasiun I (Inlet) dan Stasiun II (Outlet)

Analisis Data

Dari data-data material karbon organik (COD, BOD₅), nitrogen nir-organik (NH₄, NO₂, NO₃) dan fosfat kemudian dianalisis dengan statistik sederhana dengan program excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karbon Organik

Data parameter kualitas air Waduk Saguling disajikan dalam bentuk grafik (gambar 2 – 9). Terdapat penurunan kadar COD dan BOD₅ antara stasiun I ke stasiun II, masing-masing dari 138,08 mg.l⁻¹ menjadi 29,53 mg.l⁻¹ dan 68,59 mg.l⁻¹ menjadi 15,74 mg.l⁻¹. Apabila menerapkan kriteria Baku Mutu (Program Kali Bersih Propinsi D.T I Jawa Barat, 1993) untuk COD dan BOD₅ pada stasiun I telah melebihi ambang batas (baku mutu COD ≤ 100 mg.l⁻¹ dan BOD₅ ≤ 30 mg.l⁻¹). Kecenderungan peningkatan COD dan BOD₅ pada stasiun I karena sebagai inlet dari Sungai Citarum yang melintasi daerah sentra pengembangan industri tekstil (Majalaya) (Harsono, 1996). Keadaan ini ditambah lagi dengan masuknya anak Sungai Cimahi yang membawa air limbah dari sentra industri Leuwigajah, Cimahi dan sekitarnya sehingga melebihi ambang batas baku mutu (*stream standard*). Dampak dari kejadian tersebut untuk DO pada stasiun I menunjukkan di bawah baku mutu yang disyaratkan (disyaratkan DO ≥ 3 mg.l⁻¹) tetapi keadaan ini meningkat setelah stasiun II (Gambar 2).

Walaupun terdapat anak-anak sungai yang masuk ke Sungai Citarum yang berperan sebagai pengencer sebelum masuk ke badan waduk, namun pengaruhnya sangat kecil jika dibandingkan dengan masukan limbah cair industri.

Konsentrasi COD dan BOD₅ sangat berfluktuasi dan terkait dengan debit sungai, yaitu pada musim hujan terjadi pengenceran dan sebaliknya pada musim kemarau terjadi pemekatan (Gambar 3). Pada musim hujan (November - April) konsentrasi COD dan

BOD₅ naik (Gambar 4; Gambar 5). Efisiensi penurunan yang terjadi pada stasiun II (outlet Waduk Saguling) adalah sebagai berikut, COD 78,60%, BOD₅ 78,00% kemudian diikuti oleh peningkatan DO sekitar 95 %, dengan demikian kadar COD, BOD₅ dan DO masih memenuhi baku mutu.

Nitrogen Nir-organik

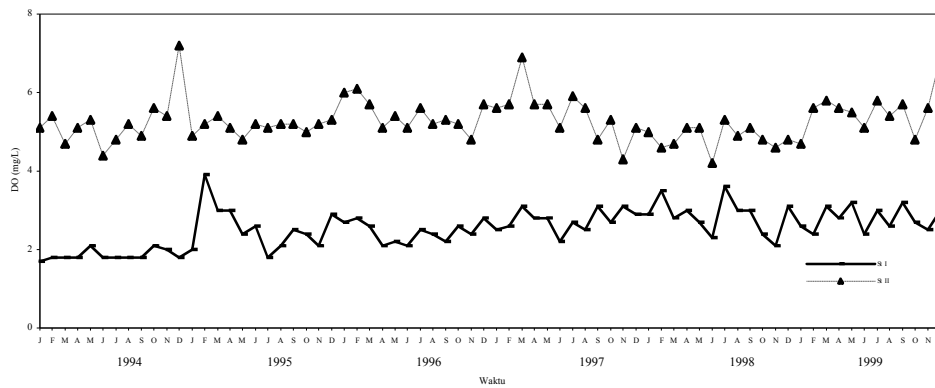
Konsentrasi nitrogen nir-organik sebagai NH₃, NO₂ dan NO₃ (Gambar 6, 7, 8) dan hasil rerata (Tabel 1) menunjukkan bahwa dari stasiun I ke stasiun II mengalami penurunan, masing-masing dari 0,469 mg.l⁻¹ menjadi 0,081 mg.l⁻¹, 0,417 mg.l⁻¹ menjadi 0,098 mg.l⁻¹ dan 5,104 mg.l⁻¹ menjadi 2,579 mg.l⁻¹. Berdasarkan data seri waktu tampak adanya peningkatan dan penurunan NH₃ yang diikuti pula oleh peningkatan dan penurunan NO₂ dan NO₃. Adapun penurunan konsentrasi NO₃ ini, kemungkinan terjadi karena proses dinitrifikasi yang melibatkan bakteri anaerobik. karena dalam kondisi anoksik. Beberapa bakteri diketahui dapat menggunakan nitrogen nitrat untuk menggantikan oksigen dalam metabolismenya (Grady,1980). Bila merujuk pada baku mutu maka, pada stasiun I kualitas air waduk untuk NH₃ telah melebihi baku mutu (baku mutu yang diizinkan NH₃ ≤ 0,02 mg.l⁻¹), demikian juga untuk NO₃ dan NO₂ (baku mutu NO₃ ≤ 0,6 mg.l⁻¹). Peningkatan NH₃, NO₂ dan NO₃ ini juga karena masukan dari anak-anak Sungai Cimahi yang membawa air limbah dari sentra industri Leuwigajah, yang relatif besar. Apabila dilihat data rata-rata oksigen berada di atas 2 mg.l⁻¹, maka kecenderungan peningkatan dan penurunan NO₃ lebih kecil dibandingkan NO₂ dan NH₃, terutama di dalam waduk. Efisiensi penurunan NO₃ selalu lebih kecil bila dibandingkan dengan NO₂ dan NH₃, ini disebabkan telah terjadi proses oksidasi NH₃ menjadi NO₂ dan NO₃ (proses nitrifikasi) (Grady,1980).

Seperti halnya pada karbon organik, penurunan NH_3 , NO_2 dan NO_3 juga terjadi di stasiun II masing-masing (82,75% untuk NH_3), (76,60% untuk NO_2) dan (49,46% untuk NO_3).

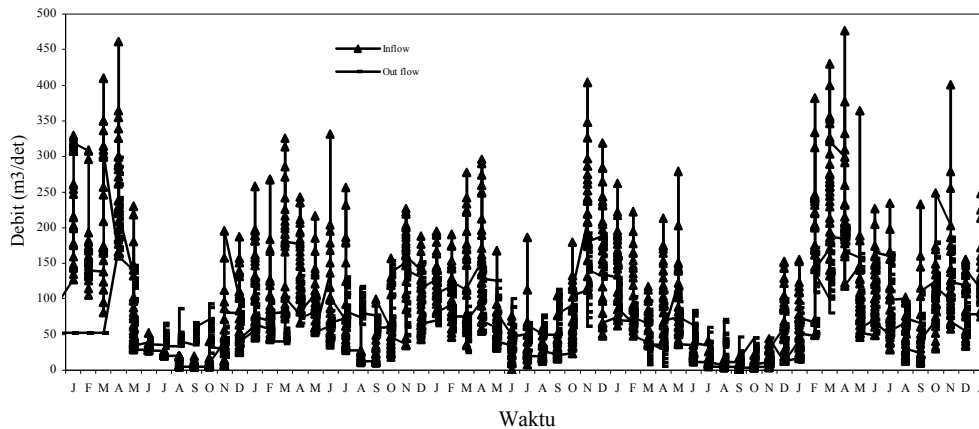
Phospat

Rerata konsentrasi fosfat (PO_4) menunjukkan kecenderungan penurunan dari stasiun I cenderung ke stasiun II, yaitu dari 0,049 mg.l^{-1} menjadi 0,033 mg.l^{-1} (Tabel 1). Adapun kenaikan PO_4 pada bulan-bulan tertentu (Gambar 9) karena masuknya

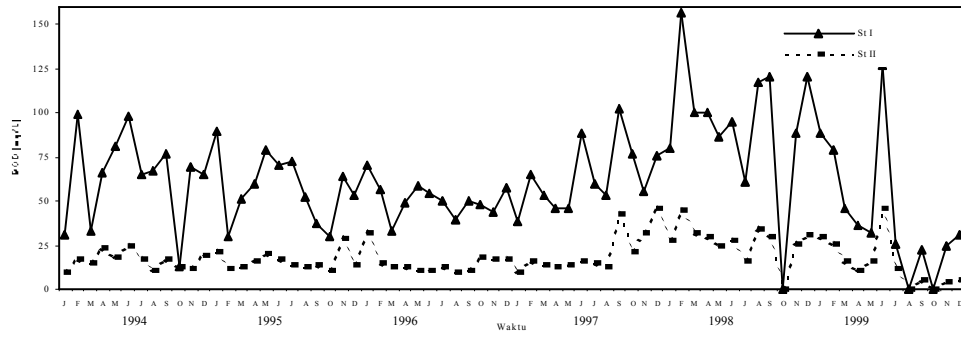
beban dari anak-anak sungai yang membawa limbah domestik maupun industri yaitu salah satu sumber PO_4 yang telah diuraikan sebelumnya. Penurunan PO_4 yang terjadi pada stasiun II mencapai 32.65% dan ini menunjukkan bahwa, di badan Waduk Saguling terjadi berbagai proses reduksi. Jørgensen *et al* (1989) menerangkan bahwa, proses penurunan PO_4 di dalam perairan tergenang (waduk) karena terjadi adsorpsi oleh partikulat kemudian mengendap atau diserap untuk pertumbuhan fitoplankton.



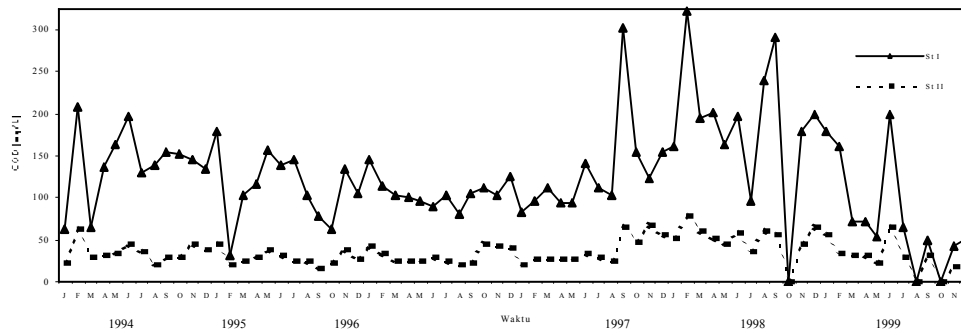
Gambar 2. Grafik DO dari Stasiun I (Inlet) ke Stasiun II (Outlet)



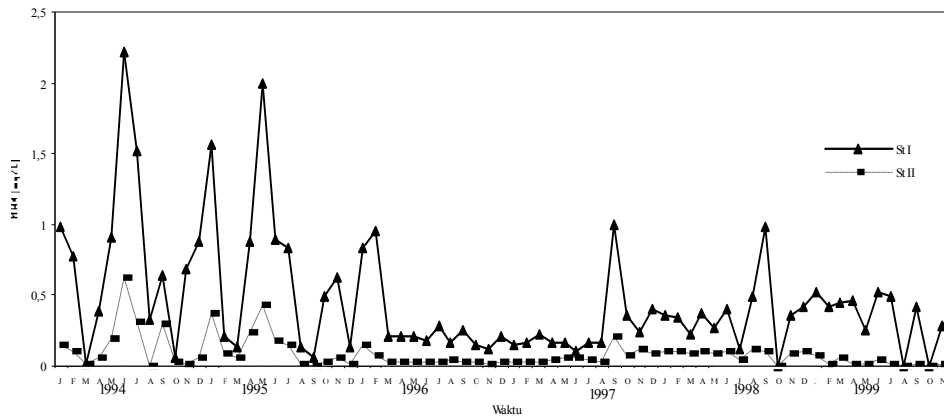
Gambar 3. Debit Sungai Citarum Masuk Waduk Saguling



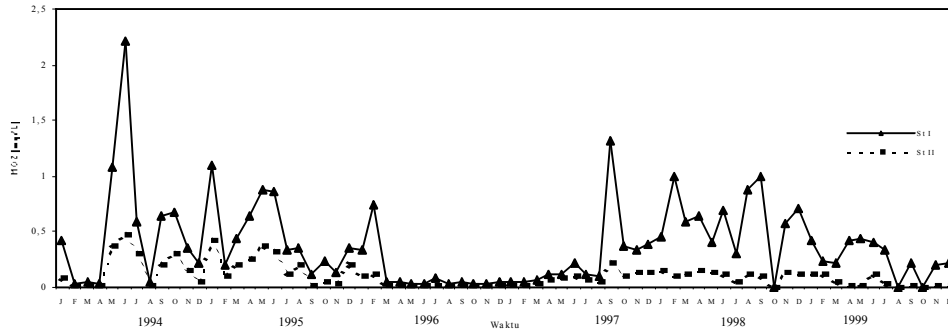
Gambar 4. Grafik BOD dari Stasiun I (Inlet) ke Stasiun II (Outlet)



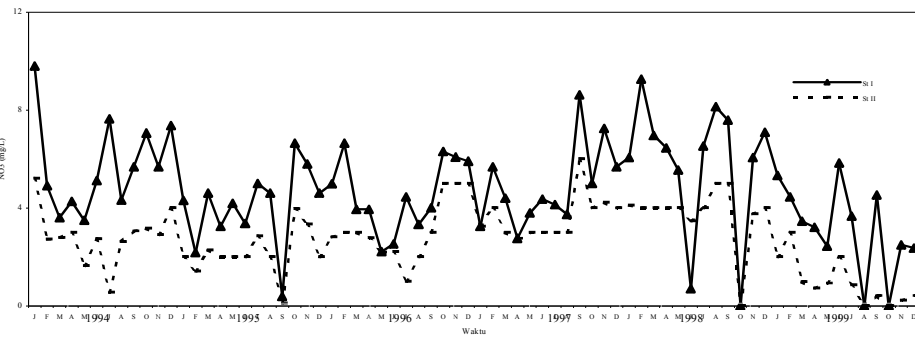
Gambar 5. Grafik COD dari Stasiun I (Inlet) ke Stasiun II (Outlet)



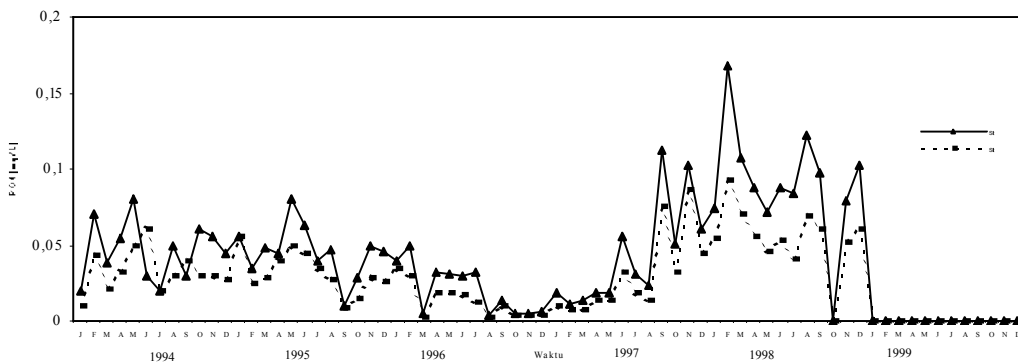
Gambar 6. Grafik NH3 dari Stasiun I (Inlet) ke Stasiun II (Outlet)



Gambar 7. Grafik NO₂ dari Stasiun I (Inlet) ke Stasiun II (Outlet)



Gambar 8. Grafik NO₃ dari Stasiun I (Inlet) ke Stasiun II (Outlet)



Gambar 9. Grafik PO₄ dari Stasiun I (Inlet) ke Stasiun II (Outlet)

Tabel 1. Rerata Hasil Pengukuran Kualitas Air Waduk Saguling Stasiun I - II

Stasiun	COD (mg.l ⁻¹)	BOD (mg.l ⁻¹)	DO (mg.l ⁻¹)	NH ₄ (mg.l ⁻¹)	NO ₂ (mg.l ⁻¹)	NO ₃ (mg.l ⁻¹)	PO ₄ (mg.l ⁻¹)
I	138.08	68.59	2.48	0.469	0.417	5.104	0.049
II	29.53	15.74	5.29	0.081	0.098	2.579	0.033

KESIMPULAN DAN SARAN

Kapasitas Waduk Saguling dalam menerima beban karbon organik dan nutrisi menunjukkan tingkat efisiensi yang relatif rendah terutama pada musim kemarau. Pada musim kemarau tersebut kualitas air waduk sangat rendah.

Untuk memperbaiki kualitas air waduk tersebut, selain dipertahankannya aliran Sungai Cisangkey dan Ciwiday karena DAS dan debit sungai tersebut relatif besar, juga disarankan mengurangi beban yang masuk ke badan waduk. Seberapa besar beban yang masuk ke badan waduk agar kualitas air tersebut tetap baik, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Badrudin M., 1990, Penggunaan Indeks Dampak pencemaran Air pada Penilaian Kualitas Air. Doctor Dissertation, Bandung Institute of Technology.
- Brahmana S., 1993, Eutrophication of Saguling Reservoir, Journal Penelitian dan Pengembangan Pengairan, 28, 41-49.
- Bukit N. T., 1995, Water Quality Conservation for The Citarum River in West Java, Journal Wat. Sci. Tech., 31, 9, Pergamon London, 1-10.
- Garno Y. S., 2002, Beban Pencemaran Limbah Perikanan Budidaya dan Eutrofikasi Perairan Waduk pada DAS Citarum, Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol 3 (2) : 112-120.
- Grady Jr., & H.C. Lim, 1980, Biology Wastewater Treatment, Theory and Application, Marcel Dekker, Inc, New York.
- Harsono, E., 1996, Identifikasi Pencemar dan Pemetaan Penyebaran Industri Potensial Pencemar Organik Karbon Di Sungai Citarum Hulu, *Prosiding Ekspose Hasil Penelitian Puslitbang Limnologi LIPI 1995/1996*, hal 26-38.
- Jørgensen, S.E. & R.A. Vollenwider, 1989, Guidelines of Lake Management, *Prinsiples of Lake Management*, Vol. 1, International Lake Environment Committee Foundation, Shiga, Japan, 2 – 23.
- Salim, H., 2002, Beban Pencemaran Limbah Domestik dan Pertanian di DAS Citarum Hulu. Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol 3 (2) : 107-111.
- Tim Pengendalian Pencemaran Limbah Industri Propinsi D.T I Jawa Barat., 1993, Program Kali Bersih Propinsi D.T I Jawa Barat Laporan Tahap IV.
- Uchida T., 1997, Research on a Water Quality Improvement System, The Case Study of Saguling Reservoir, Research and Development Centre for Limnology Indonesian Institute of Science in The Cooperation with Japan International Cooperation Agency.