

HUBUNGAN PARAMETER FISIKA KIMIA AIR TERHADAP PARAMETER NUTRIEN DAN PARAMETER INDIKATOR PENCEMAR MENURUT MUSIM DI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) CIMANUK

Siti Aisyah*

ABSTRAK

Sungai Cimanuk mensuplai air tawar yang sekaligus mengandung sedimen hasil erosi yang cukup besar dan juga polutan lain yang berasal dari limbah rumah tangga dan pertanian. Pengumpulan data dilakukan untuk sebagai dasar referensi atau bahan pengambilan keputusan dalam pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS). Studi tentang hubungan parameter fisika-kimia (suhu, turbiditas, pH, konduktivitas, dan suspendid solid) terhadap parameter nutrisi dan parameter indikator pencemar dilakukan mengingat besarnya pengaruh parameter tersebut dalam mengontrol keberadaan zat-zat penentu baik buruknya kualitas air suatu perairan. Variabel iklim/cuaca termasuk dalam hal ini faktor musim, sangat mempengaruhi kondisi ekohidrologi suatu DAS disamping faktor lainnya. Studi ini bertujuan untuk melihat distribusi spasial setiap parameter, melihat perbedaan jumlah rata-rata setiap parameter berdasarkan musim hujan dan musim kemarau, dan mengungkap hubungan antar parameter di kedua musim. Data diambil dari Laporan Tahunan Pemantauan Kualitas Air DAS Cimanuk-Cisanggarung tahun 1999-2005, Dinas Pengelolaan Sumberdaya Air. Data diolah secara piktorial menggunakan software MS Excell 2003 dan analisis statistik dengan software Statistic'99 terhadap parameter suhu, pH, turbiditas, konduktivitas, suspendid solid (SS), nitrat-N, ortofosfat-P, oksigen terlarut (DO), BOD, dan COD. Secara spasial berdasarkan parameter yang dianalisis kualitas air Sungai Cimanuk menurun dari hulu ke hilir. Perbedaan rata-rata yang signifikan antara musim hujan dan kemarau terdapat pada parameter turbiditas, suspendid solid, nitrat-N, DO, BOD, dan COD. Hubungan parameter fisika-kimia air terhadap parameter nutrisi dan parameter indikator pencemar lebih signifikan pada musim hujan dibandingkan pada musim kemarau. Parameter pH, turbiditas dan SS adalah faktor yang berkorelasi paling signifikan terhadap parameter nutrisi dan parameter indikator pencemar.

Kata kunci: hubungan, fisika-kimia, nutrisi, pencemar, Cimanuk.

ABSTRACT

Cimanuk river supplies freshwater that contain sediment of erosion result and pollutant material from domestic waste and agriculture. The collected data is considered to be used as basic reference or tool of decision making in the watershed management. Study about correlations of physico-chemical parameters (temperature, turbidity, pH, conductivity, and suspended solid) to nutrient and pollutant indicator parameters is considered because these parameters may controls presence of the parameters determinant of water quality. Climate variabels including the season factor have high influence on watershed ecohydrology condition. The aim of study were to reveal spatial distribution of each parameter, average quantity differences between the wet and dry season, and correlation between parameter on the wet and dry season. Data was taken from Annual Report of Cimanuk-Cisanggarung watershed Water Quality Monitoring (1999-2005), Water Resources Management Centre. Data of temperature, pH, turbidity, conductivity, suspendid Solid (SS), ortofosfat-P, nitrat-N, DO, BOD, and COD were processed into pictogram by Ms Excell 2003 and were analized using statistic'99 software. Spatially, water quality of Cimanuk River was decreased from upstream to downstream. There were significant differences between wet and dry season for turbidity, suspended solid, nitrat-N, DO, BOD, and COD parameters. In the wet season, correlation between physico-chemical parameters to nutrient and pollution indicator parameters were significantly stronger than in the dry season. pH, turbidity, and suspendid solid are physico-chemical factors that shows very significant correlation to nutrient and pollutant indicator parameters.

* Pusat Penelitian Limnologi LIPI
e-mail : iis_only@yahoo.com

PENDAHULUAN

Sungai sangat penting dalam pengelolaan wilayah pesisir karena fungsi-fungsinya untuk transportasi, sumber air bagi masyarakat, perikanan, pemeliharaan hidrologi, rawa, dan lahan hujan. Sebagai alat angkut, sungai membawa sedimen (lumpur, pasir), sampah, limbah dan zat hara melalui berbagai macam kawasan lalu akhirnya ke laut. Seandainya debit sungai berkurang dan beban penggunaannya makin banyak, maka kualitas air makin menurun sampai titik resiko yang merugikan untuk kegiatan produksi atau bahkan membahayakan kesehatan masyarakat dan lingkungan.

Daerah Aliran Sungai (DAS) Cimanuk mempunyai luas 3.752 km² membentang dari Kabupaten Garut hingga Kabupaten Indramayu. Penggunaan lahan didominasi oleh areal persawahan (39,3%) dan Ladang (15,1%) sedangkan hutan hanya sekitar 7,6% dan pemukiman 6,9%. Sedimentasi yang terjadi cukup mengkhawatirkan yaitu setiap tahunnya S. Cimanuk membuang hasil sedimen sebesar 8 juta ton ke laut Jawa (20 ton/ha/tahun).

Percepatan pembangunan yang diiringi dengan peningkatan populasi penduduk, pembukaan hutan, dan praktek tata guna lahan yang tidak layak dapat merubah struktur hidrologi dan kualitas air sungai. Penurunan kualitas air yang disebabkan oleh berbagai sumber polutan akan semakin meningkat. Eksploitasi berlebihan terhadap sumberdaya perairan dapat merubah struktur dan fungsi ekosistem.

Studi tentang hubungan parameter fisika-kimia (suhu, turbiditas, pH, konduktivitas, dan suspended solid) terhadap parameter nutrisi dan parameter indikator pencemar dilakukan mengingat besarnya pengaruh parameter tersebut dalam mengontrol keberadaan zat-zat penentu baik buruknya kualitas air suatu perairan. Suhu, turbiditas, dan suspended solid dalam air sungai dapat diakibatkan oleh aktivitas manusia diantaranya praktek pertanian, penebangan hutan dan penggunaan air sebagai pendingin.

Variabel iklim/cuaca termasuk dalam hal ini faktor musim, sangat mempengaruhi kondisi ekohidrologi suatu DAS disamping faktor lainnya. Perubahan variabel iklim akan mempengaruhi proses-proses yang ada dalam DAS seperti neraca air dan kondisi hidrologi serta proses-proses biokimia yang ada di dalamnya. Karena itu studi ini juga melakukan evaluasi untuk melihat pengaruh perbedaan musim.

TUJUAN

Studi ini bertujuan untuk:

1. Melihat distribusi spasial setiap parameter berdasarkan musim kemarau dan musim hujan.
2. Melihat perbedaan jumlah rata-rata setiap parameter berdasarkan musim kemarau dan musim hujan.
3. Mengungkap hubungan antar parameter pada musim kemarau dan musim hujan.

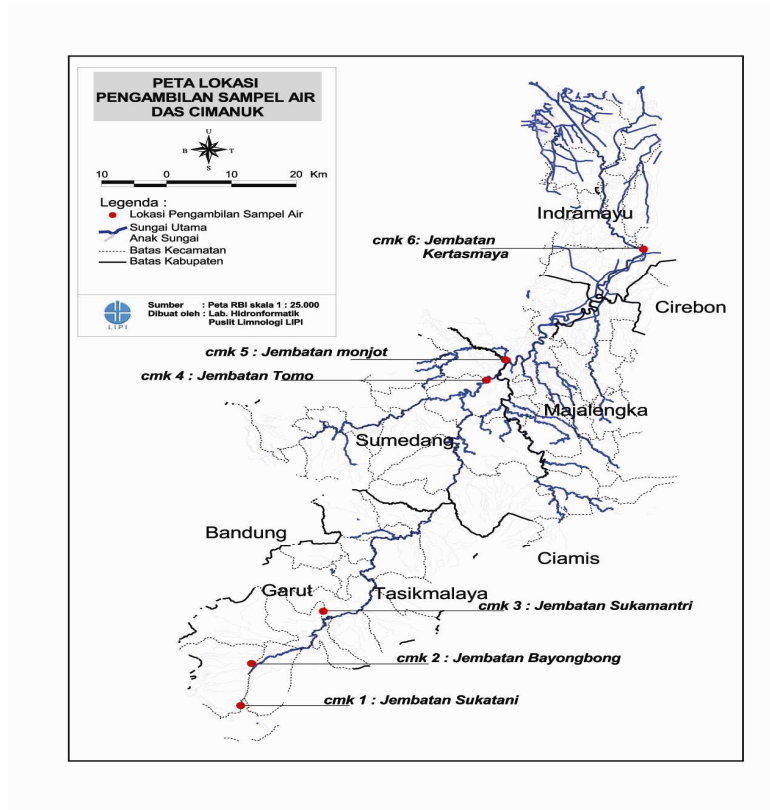
BAHAN DAN METODE

Lokasi sampling

Studi ini menggunakan data dari Laporan Tahunan Pemantauan Kualitas Air tahun 1999-2005, Dinas Pengelolaan Sumberdaya Air, Balai Pendayagunaan Sumberdaya air wilayah Sungai Cimanuk-Cisanggarung. Lokasi pengambilan sampel terdiri dari enam titik pada ruas sungai utama yaitu, CMK1, CMK 2, dan CMK3 (Garut), dan CMK 4 (Sumedang), CMK 5 (Majalengka), dan CMK 6 (Indramayu) (Gambar 1).

Analisis Data

Analisis data dilakukan terhadap parameter suhu, pH, turbiditas, konduktivitas, susupendid solid (SS), nitrat-N, ortofosfat-P, oksigen terlarut (DO), BOD, COD. Data diolah secara piktorial menggunakan software MS Excell 2003 untuk menggambarkan distribusi spasial berdasarkan musim kemarau (Juni dan September 1999, Juni 2001, September 2002, Mei dan Agustus 200) dan musim hujan (Nopember 1999, Maret dan Oktober 2000, Oktober 2001, Nopember 2002, Nopember 2005). Dan untuk melihat hubungan antar parameter menggunakan metode statistik (matriks korelasi dan uji signifikansi t pada limit konfidensi 95%) dengan software Statistic'99.

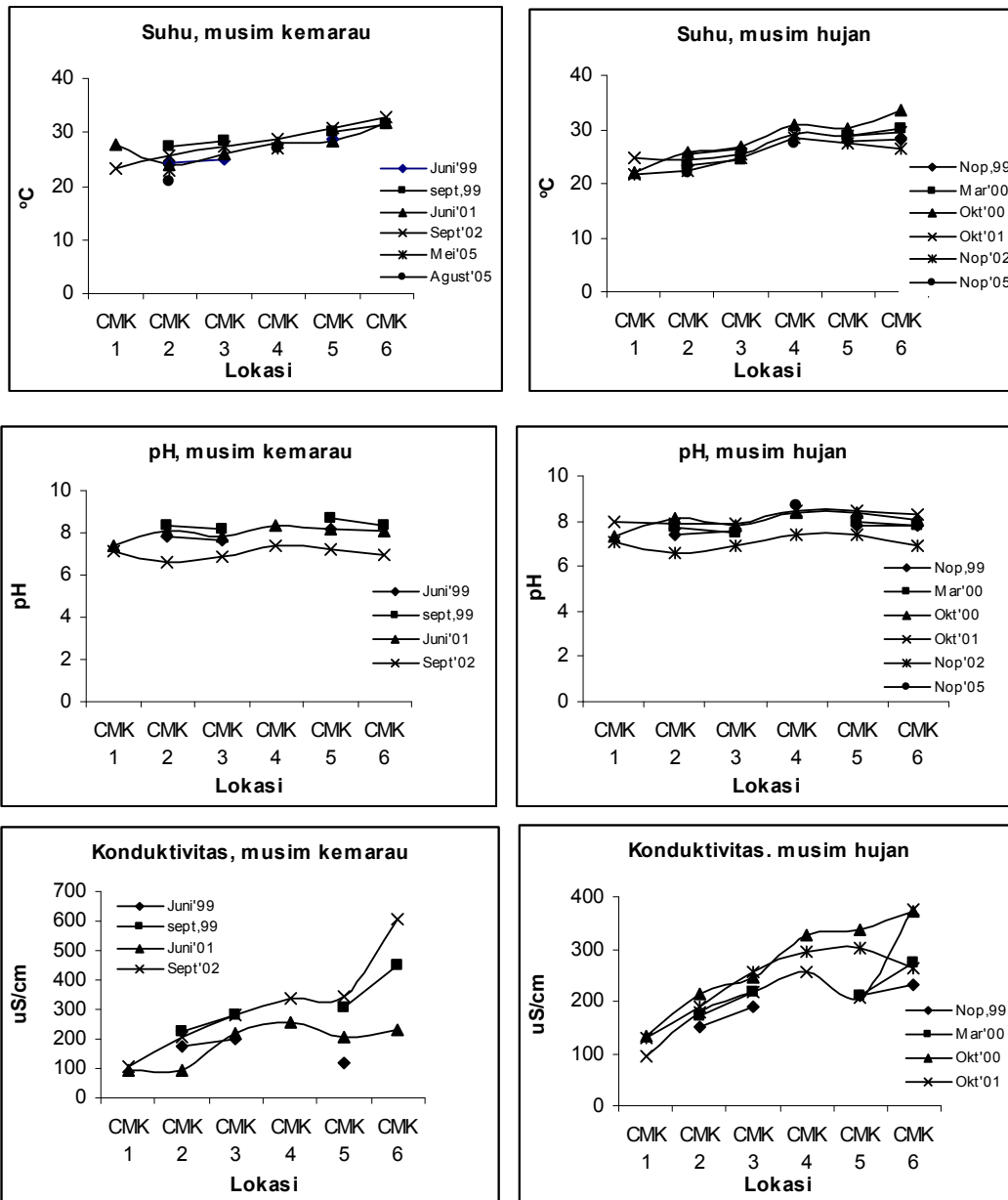


Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Air di DAS Cimanuk

HASIL DAN PEMBAHASAN

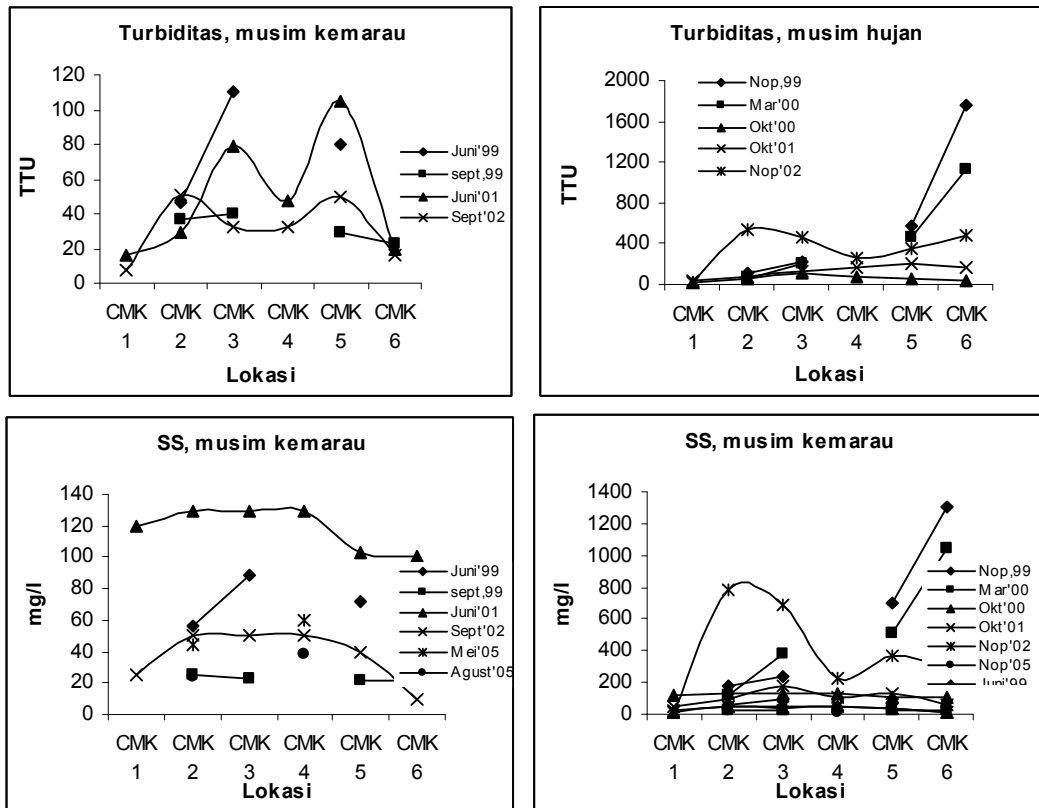
Distribusi spasial berdasarkan musim

Gambar 2. menunjukkan distribusi spasial dari suhu, pH, dan konduktivitas air Sungai Cimanuk pada pengukuran musim kemarau dan musim hujan. Secara spasial nilai ketiga parameter memiliki pola yang cenderung meningkat dari hulu ke hilir baik pada musim kemarau maupun musim hujan. Pola yang sama terjadi pada nilai parameter turbiditas dan SS (Gambar 3). Hal ini kemungkinan terjadi karena adanya penambahan bahan-bahan tersuspensi akibat sedimentasi yang terjadi sepanjang DAS Cimanuk. Effendi (2003) mengemukakan bahwa SS atau padatan tersuspensi berkorelasi positif dengan turbiditas atau kekeruhan. Kekeruhan di sungai disebabkan oleh bahan-bahan tersuspensi yang berukuran lebih besar, yang berupa lapisan permukaan tanah yang terbawa oleh aliran air pada saat hujan (Effendi, 2003).



Gambar 2. Distribusi spasial parameter fisika-kimia yang tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua musim

Perbedaan yang signifikan antara musim hujan dengan musim kemarau terjadi pada parameter turbiditas dan SS. Sedangkan untuk parameter suhu, pH, dan konduktivitas tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Chapman (1996) mengungkapkan bahwa pada musim hujan debit air meningkat akibatnya kekeruhan air

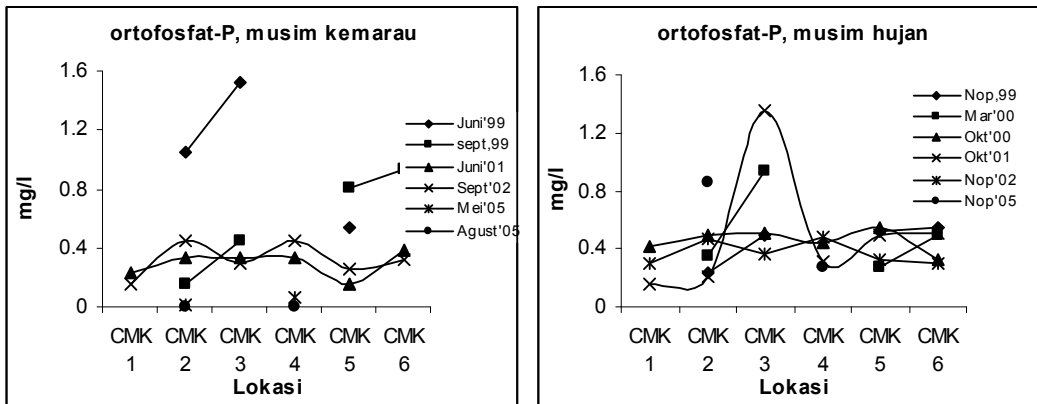


Gambar 3. Distribusi spasial parameter fisika-kimia yang menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua musim

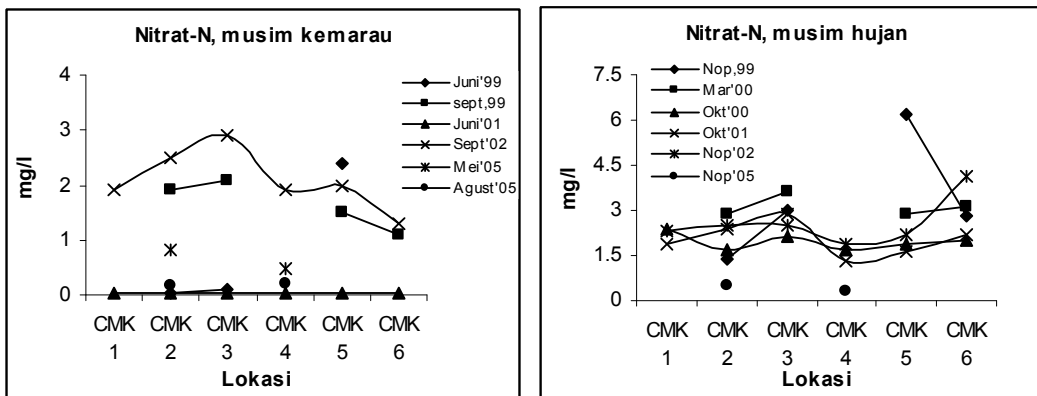
permukaan meningkat dan sejumlah padatan tersuspensi (suspended solid) turut terbawa oleh aliran air.

Gambar 4. menunjukkan distribusi spasial parameter ortofosfat-P air Sungai Cimanuk yang diukur pada waktu musim kemarau dan musim hujan. Meskipun sempat meningkat tajam pada lokasi CMK 3 tetapi secara keseluruhan nilai ortofosfat-P meningkat dari hulu ke hilir pada kedua musim. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara observasi yang dilakukan pada musim kemarau dan musim hujan.

Parameter nitrat-N menunjukkan distribusi yang cenderung merata dari hulu ke hilir baik pada musim kemarau maupun musim hujan (Gambar 5). Perbedaan yang signifikan terjadi antara observasi yang dilakukan pada musim kemarau dengan musim hujan. Begitu juga dengan parameter DO, BOD dan COD (Gambar 6). *Sub surface run-off* melepaskan karbon organik terlarut dan nutrien (N dan P) dari tanah



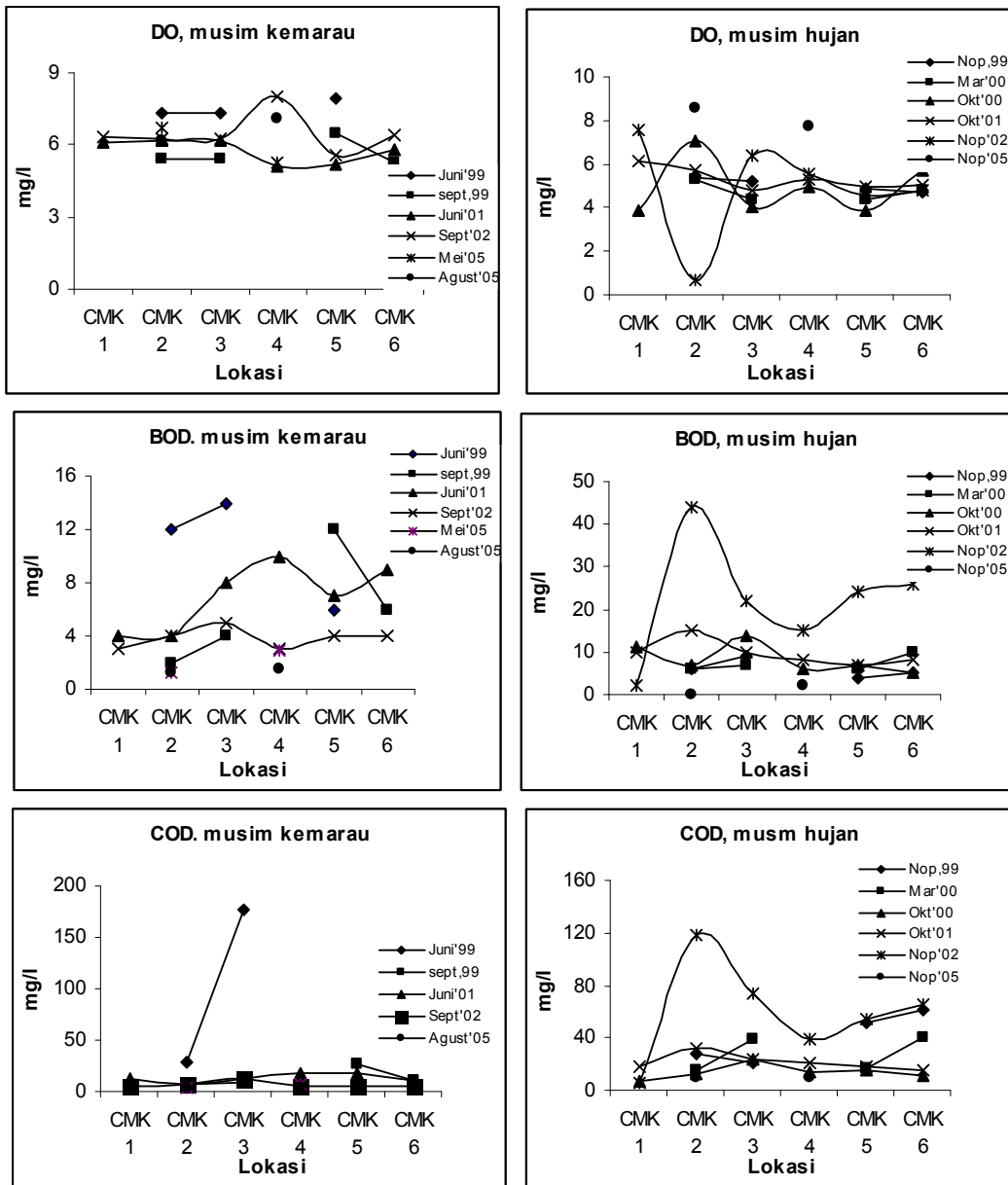
Gambar 4. Distribusi spasial parameter nutrisi yang tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua musim



Gambar 5. Distribusi spasial parameter nutrisi yang menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua musim

(Chapman, 1996). Berdasarkan distribusi spasial, nilai parameter DO cenderung menurun dari hulu ke hilir pada waktu musim kemarau. Ini diikuti dengan meningkatnya nilai BOD dan COD yang cenderung meningkat dari hulu ke hilir pada kedua musim.

Secara umum dari hasil pengukuran parameter tersebut diatas terhadap enam titik pengambilan sampel menunjukkan bahwa kualitas air DAS Cimanuk menurun dari hulu ke hilir. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya bahan-bahan terlarut baik nutrisi maupun bahan organik yang masuk kedalam perairan sepanjang DAS. Berdasarkan hasil pemantauan kualitas air tahun 1999-2005 yang dilakukan oleh Balai Pendayagunaan Sumberdaya air wilayah Sungai Cimanuk - Cisanggarung secara umum



Gambar 6. Distribusi spasial parameter indikator pencemar yang menunjukkan perbedaan yang signifikan pada kedua musim

menyimpulkan bahwa mutu kualitas air pada lokasi CMK 1 dan CMK 2 masuk katagori tercemar ringan dan sedang. Sedangkan untuk lokasi CMK 3, CMK 4, CMK 5, dan CMK 6 sudah masuk kategori tercemar berat dan kritis.

Rata-rata nilai parameter pada musim kemarau dan hujan

Tabel 3. menunjukkan hasil uji signifikansi t pada tingkat konfidensi 95% untuk rata-rata nilai setiap parameter pada musim kemarau dan musim hujan. Perhitungan didasarkan pada himpunan data hasil observasi selama musim hujan dan musim kemarau tahun 1999-2005. Hasil observasi menunjukkan rata-rata nilai ketiga parameter yaitu suhu, pH, dan DO tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan baik pada musim kemarau maupun musim hujan. Sedangkan sisanya menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Tabel 1. Uji Signifikansi t pada tingkat konfidensi 95% antara musim kemarau dan musim hujan

No.	Parameter	Unit	Rata-rata Musim kemarau	Uji signifikansi pada P>0,05	Rata-rata Musim hujan
1	Suhu	oC	27,49	TBS ^{*)}	26,58
2	pH		7,69	TBS ^{*)}	7,77
3	Turbiditas	TTU	40,61	BS ^{**)}	267,91
4	Konduktivitas	mS/cm	248,77	BS ^{**)}	229,493
5	Suspendid Solid	mg/l	62,03	BS ^{**)}	252,889
6	Nitrat	mg/l	1,018	BS ^{**)}	2,337
7	Ortofosfat	mg/l	0,396	BS ^{**)}	0,450
8	DO	mg/l	6,223	TBS ^{*)}	5,288
9	BOD	mg/l	5,369	BS ^{**)}	10,243
10	COD	mg/l	17,131	BS ^{**)}	28,853

^{*)} tidak berbeda secara signifikan

^{**)} berbeda secara signifikan

Hubungan antar parameter pada musim hujan dan kemarau

Nitrat-N

Nitrat adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Rata - rata konsentrasi nitrat-N di perairan DAS Cimanuk ini melebihi kriteria perairan alami. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya intensifikasi sistem usaha tani dan perluasan areal pertanian yang terjadi di hulu Sungai Cimanuk. Kadar nitrat-N yang melebihi 0,2 mg/l dapat mengakibatkan eutrofikasi. (Davis dan Cornwell, 1991). Korelasi yang cukup signifikan

terjadi antara nitrat dengan SS pada musim kemarau maupun musim hujan (Tabel 4 dan Tabel 5).

Ortofosfat

Ortofosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik. Konsentrasi fosfat yang tinggi dapat menunjukkan tercemarnya suatu perairan (Chapman, 1996). Ortofosfat berkorelasi secara signifikan dengan parameter BOD dan COD dan berkorelasi lemah dengan turbiditas pada musim kemarau (Tabel 4).

Oksigen terlarut (DO)

Oksigen penting bagi semua bentuk kehidupan di air, termasuk organisme yang berperan dalam proses pemurnian diri (*self-purification*) pada perairan alami. Variasi nilai DO dapat dipengaruhi oleh suhu dan aktivitas biologi (fotosintesis dan respirasi). Pengukuran DO dapat digunakan sebagai indikator tingkat pencemaran bahan organik, pemecah bahan organik, dan tingkat pemurnian diri dari perairan serta untuk mengukur kebutuhan oksigen secara biologi, BOD (Chapman, 1996). Nilai DO cukup berkorelasi dengan BOD dan COD pada musim hujan (Tabel 5).

Kebutuhan Oksigen secara Biologi (BOD)

Kebutuhan Oksigen secara Biologi didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme aerobik untuk mengoksidasi bahan organik menjadi bentuk senyawa anorganik yang stabil (Chapman, 1996). Nilai BOD berkorelasi kuat dengan nilai fosfat dan COD pada musim kemarau (Tabel 4). Sedangkan pada musim hujan antara BOD dan turbiditas berkorelasi lemah (Tabel 5).

Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)

COD menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (*non biodegradable*) menjadi CO₂ dan H₂O. Korelasi yang cukup signifikan terhadap nilai ortofosfat-P dan BOD pada musim kemarau ditunjukkan pada Tabel 4. Sedangkan pada

musim hujan (Tabel 5) menunjukkan adanya korelasi yang sangat signifikan dengan nilai pH, SS, dan BOD.

Tabel 2. Matriks korelasi untuk pengukuran musim kemarau. N=34, signifikan pada $P < 0,05$, r tabel 0,339

	Suhu	pH	Turb.	Kond.	SS	NO ₃ -N	PO ₄ -P	DO	BOD	COD
Suhu	1			0.755						
pH		1	0.344							
Turb.		0.344	1				0.385		0.460	0.561
Kond.	0.755			1	-0.474					
SS				-0.474	1	-0.557				
NO ₃ -N				-0.557	-0.557	1				
PO ₄ -P			0.385				1		0.773	0.752
DO								1		
BOD			0.460				0.773		1	0.625
COD			0.561				0.752		0.625	1

Tabel 3. Matriks korelasi untuk pengukuran musim hujan. N=26, signifikan pada $P < 0,05$, r tabel 0,388

	Suhu	pH	Turb.	Kond.	SS	NO ₃ -N	PO ₄ -P	DO	BOD	COD
Suhu	1	0.643		0.797						
pH	0.643	1							-0.643	-0.650
Turb.			1		0.940					0.548
Kond.	0.797			1						
SS			0.940		1	0.456				0.698
NO ₃ -N					0.456	1				
PO ₄ -P							1			
DO								1	-0.577	-0.536
BOD		-0.643						-0.577	1	0.811
COD		-0.650	0.548		0.698			-0.536	0.811	1

KESIMPULAN

Secara spasial, berdasarkan parameter kualitas air yang dianalisis dalam studi ini terhadap beberapa titik pengambilan sampel pada ruas sungai utama menunjukkan bahwa kualitas air DAS Cimanuk menurun dari hulu ke hilir.

Terdapat perbedaan yang signifikan antara musim kemarau dengan musim hujan untuk parameter turbiditas, SS, nitrat-N, DO, BOD, dan COD. Sedangkan untuk parameter suhu, pH, konduktivitas, dan ortofosfat-P tidak mengalami perbedaan yang signifikan.

Berdasarkan rata-rata nilai setiap parameter dari beberapa waktu pengambilan, hanya parameter suhu, pH, dan DO yang nilainya tidak berbeda secara signifikan baik pada pengambilan sampel musim kemarau maupun musim hujan. Sedangkan sisanya berbeda secara signifikan.

Hubungan parameter fisika-kimia air terhadap parameter nutrisi dan parameter indikator pencemar lebih signifikan pada musim hujan. pH, turbiditas dan SS adalah parameter yang mempunyai korelasi yang sangat signifikan terhadap parameter nutrisi dan parameter indikator pencemar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ungkapan terimakasih penulis sampaikan kepada teman-teman di Bidang Sistem Komputasi Perairan Darat yang telah banyak membantu hingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1999 – 2005. *Laporan Tahunan Pemantauan Kualitas Air*. Dinas Pengelolaan Sumberdaya Air, Balai Peningkatan Sumberdaya Air Wilayah Sungai Cimanuk-Cisanggarung.
- Chapman, 1996. *Water Quality Assessments. A Guide To The Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. Second edition. Printed in Great Britain at the University Press, Cambridge. 626p.
- Davis, M.L. and Cornwell, D.A. 1991. *Introduction to Environmental Engineering*, Second edition. Mc-Graw-Hill, Inc., New York. 822p.
- Effendi Hefni, 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Edisi pertama. Penerbit Kanisius (Anggota IKAPI), Yogyakarta. 257p.
- Wetzel, R.G. 1975. *Limnologi*. W.B. Saunders Co. Philadelphia, Pennsylvania. 743p.