

**STUDI DISTRIBUSI BEBERAPA LOGAM BERAT
DI SUNGAI CIMADUR BANTEN SELATAN*)**

Oleh
A w a l i n a**)

ABSTRACT

STUDY ON DISTRIBUTION OF SOME HEAVY METALS ON CIMADUR RIVER, SOUTH BANTEN. Measurements on the distribution of some heavy metals: Hg, Fe, Pb, Mn, and Cd in the water of Cimadur river have been done three times in June, August, and October 1994. Samples were taken from three different stations which consist of upper-stream, middle-stream, and down-stream segments. These stations are representative of three different physical conditions. Flame Atomic Absorption Spectrophotometry (Flame-AAS) was applied for Fe, Pb, Mn, and Cd determination. Especially for Hg, cold vapour-AAS method was applied. Measurements of primary supporting data such as pH, DO (Dissolved Oxygen), SS (Suspended Solid), turbidity, and current velocity were also carried out. The results from pictorial analysis show that Fe was dominant element at each sampling time. The location where the highest Fe content found shifted from upper-stream (5.493 mg/L) in June, middle-stream (1.641 mg/L) in August, down-stream (1.147 mg/L) in October. These results were congruent to Suspended solid (SS) pattern which shifted from upper-stream (620 mg/L) in June, middle-stream (25 mg/L) in August, and down-stream (7.1 mg/L) in October. On the other hand mercury (Hg) has constant pattern of distribution in all of the times, that is 0.060 mg/L) in upper-stream, 0,060 mg/L in middle-stream, and 0.090 mg/L in down-stream. Pb, Mn, and Cd, evidently have irregular pattern of distribution. How anthropogenic activities have direct and indirect effect on composition and distribution of heavy metals in this river is discussed too.

Key words: Heavy Metals, Cimadur River, Pictorial Analysis, Dominant Element, Pattern of Distribution

ABSTRAK

Penelitian tentang distribusi beberapa logam berat: Fe, Hg, Pb, Mn, dan Cd dalam kolom air sungai Cimadur dilakukan pada bulan Juni, Agustus, dan Oktober 1994. Contoh diambil pada empat stasiun yang terletak pada ruas hulu, tengah, dan hilir sungai. Tiga stasiun ini mewakili tiga kondisi fisik perairan yang berbeda. Analisis secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-Nyala digunakan untuk mendeterminasi Fe, Pb, Mn, dan Cd. Khusus untuk Hg dideterminasi secara SSA-Uap dingin. Dilakukan pula pengambilan data penunjang yaitu pH, DO (Dissolved Oxygen; Oksigen terlarut), SS (Suspended Solid; Padatan terlarut), Turbiditas, dan kecepatan arus. Hasil analisis pictorial menunjukkan bahwa Fe merupakan unsur yang dominan dalam setiap pengambilan data, dengan konsentrasi tertinggi bergeser dari hulu (5,493 mg/L) pada bulan Juni, ke tengah (1,641 mg/L) pada bulan Agustus, lalu ke hilir (1,147 mg/L) pada bulan Oktober. Hal ini ternyata sesuai dengan SS yang juga bergeser berturut-turut dari hulu (620 mg/L) pada bulan Juni, ke tengah (25 mg/L) pada bulan Agustus, dan ke hilir (7,1 mg/L) pada bulan Oktober. Pola distribusi Hg relatif konstan sepanjang bulan Juni, Agustus, dan Oktober yaitu 0,060 mg/L, di hulu, 0,060 mg/L di tengah, dan 0,090 mg/L di hilir. Sebaliknya Pb, Mn, dan Cd memiliki pola distribusi yang tidak beraturan. Kegiatan antropogenik yang berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap komposisi dan distribusi logam berat di sungai ini juga dibahas.

Kata Kunci: Logam berat, Sungai Cimadur, Analisis Pictorial, Unsur Dominan, Pola Distribusi.

*) Disampaikan pada Ekspose Hasil Penelitian Puslitbang Limnologi-LIPI 1994/1995, tanggal 28 Maret 1995

*) Staf Peneliti Puslitbang Limnologi, LIPI

PENDAHULUAN

Aktivitas manusia pada lingkungan akhir-akhir ini makin intensif seiring dengan laju pertumbuhan penduduk, laju industrialisasi dan perkembangan teknologi. Beberapa perubahan komponen lingkungan seperti udara, air, dan tanah berpengaruh terhadap lingkungan dan saling terkait erat, karena lingkungan alamiah merupakan sebuah sistem yang terintegrasi.

Air, sebagaimana udara adalah salah satu kebutuhan pokok manusia. Oleh karena itu dirasakan perlu untuk mengadakan studi kondisi ekologis perairan khususnya sungai sehingga pemanfaatan salah satu sumberdaya perairan darat ini tidak akan mengganggu keseimbangan ekologi itu sendiri dan aspek pemanfaatan untuk kegunaan lainnya.

Moore dan Ramamoorthy (1984) mengatakan bahwa lingkungan akuatik dikarakterisasikan oleh variasi longitudinal dalam hal SS (*suspended solid*; padatan terlarut), partikel-partikel koloid, ligan-ligan alami dan sintetis, serta oleh variasi vertikal kondisi redoks, tingkat pencampuran dan kepadatan makhluk hidup. Keadaan logam-logam di perairan alamiah sangat tergantung pada faktor-faktor di atas. Transformasi, seperti metilasi dan reduksi bentuk logam merupakan efek lingkungan terhadap logam-logam. Demikian juga pengendapan (*settling*) logam-logam ke dasar perairan alamiah adalah hasil dari pengikatan oleh SS yang disusul terjadinya sedimentasi.

Ligan-ligan organik yang alamiah atau sintetis dan logam-logam kompleks klorida, mengurangi proses sorpsi dan menambah waktu tinggal dalam air. Pada dasarnya, karakteristik logam ditentukan oleh lingkungan, perubahan karakteristik adalah reaksi terhadap perubahan lingkungan.

Distribusi dan transport logam di lingkungan akuatik dikendalikan oleh sedimen dan kolom air. Mobilisasi logam-logam dari sedimen tergantung pada tekstur fisik dan sifat kimiawi sedimen yang berkaitan dengan kekuatan dan jumlah ikatan logam. Komposisi fisika kimia kolom air menentukan bentuk perpindahan transport logam, misal sebagai partikulat, koloid, ion-ion terlarut, dan bentuk kompleks terlarut. Input-input geologis dan antropogenik membentuk karakter permukaan aktif sedimen dan kolom air, sebagai kompartemen pembawa. Jadi, perairan alamiah terikat dalam berbagai macam pengaruh mereka terhadap distribusi dan transportasi logam. Ada enam jenis sistem perairan di lihat dari pengaruhnya terhadap distribusi dan transportasi logam (Moore dan Ramamoorthy, 1984).

Sungai Cimadur adalah salah satu sungai yang mengalir di daerah Banten Selatan, yang melewati Kecamatan Bayah, Kabupaten Lebak. Sungai ini memiliki panjang sekitar 69 km, bermuara langsung ke Samudera Hindia, dan berada pada ketinggian 0-1000 m dari atas permukaan laut. Tanah di sekitar sungai ini berturut-turut tergolong ke dalam jenis alluvial podzolik, kompleks renzina, dan jenis latosol (Anonim, 1993).

Studi mengenai hidrokimia ekosistem sungai Cimadur demikian juga sungai-sungai di Banten Selatan lainnya, masih jarang dilakukan. Dengan makin berkembang pesatnya laju pembangunan dan eksplorasi sumberdaya alam di Banten Selatan, makin mendesak pula kebutuhan akan referensi yang dapat mendukung upaya pengelolaan ekosistem perairan-perairan sungai di wilayah ini. Dengan demikian aspek pemanfaatan sumberdaya dapat selaras dengan lingkungannya. Studi distribusi logam-logam berat ini, meskipun masih dalam tahap dini, dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi pola distribusi logam di perairan sungai Cimadur.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan contoh air dilakukan dari tiga periode dari tahun 1994 yaitu bulan Juni, Agustus, dan Oktober. Sungai Cimadur dibagi menjadi empat stasiun pengambilan contoh air yang terdiri atas: bagian hulu, bagian tengah, bagian hilir, dan pertemuan sungai Cimadur-sungai Cidikit. Contoh air ini kemudian diawetkan dengan HNO_3 pekat sampai $\text{pH} \leq 2$ (APHA, 1992).

Data primer penunjang seperti pH, DO, kecepatan arus, suhu dan turbiditas juga diambil, pada setiap pengambilan contoh air.

Contoh air terlebih dulu didekomposisi dengan asam Nitrat pekat, kemudian dianalisis dengan menggunakan metoda Spektrofotometri Serapan Atom untuk determinasi Fe, Pb, Mn, dan Cd. Determinasi logam Hg, dilakukan dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom-Uap dingin, sedangkan SS dideterminasi dengan metode Gravimetri (APHA, 1992). Data hasil yang diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan analisis pictorial.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengambilan contoh bulan Juni, Agustus, dan Oktober diperoleh data kecepatan arus rata-rata sungai Cimadur sebagai berikut untuk bagian hulu, tengah, dan hilir masing-masing 0,836 m/det, 0,142 m/det, dan 0,066 m/det. Sedangkan untuk suhu rata-rata masing-masing adalah $27,3^\circ\text{C}$, $29,5^\circ\text{C}$ dan $28,1^\circ\text{C}$.

Hasil pengambilan data bulan Juni 1994 disusun dalam grafik dan tabel seperti pada Gambar 1 dan Gambar 2. Gambar 1 menunjukkan tentang data kondisi perairan yang terdiri atas komponen pH, DO, SS, dan turbiditas. Tampak bahwa pH berturut-turut dari hulu (5,3), tengah (6,3), dan hilir

(6,3) masih dalam kisaran yang sesuai untuk baku mutu air golongan B (diperuntukkan sebagai bahan baku air minum yang memerlukan pengolahan terlebih dulu) menurut standar yang ditetapkan KLH yaitu pH 5-9. Sungai Cimadur dapat dikatakan perairan yang lunak (tidak sadah, pH 4-7). Air jenis ini memang cukup memungkinkan terjadinya transport logam melalui kolom air. Wittman dan Forstner dalam Solomon dan Forstner (1984) melaporkan bahwa effluen yang bersifat asam (kasus pertambangan emas Wittwatersrand Goldfields, Afrika Selatan), mampu melipatgandakan logam-logam berat terlarut sampai melampaui konsentrasinya pada air permukaan. Dengan demikian makin rendah pH makin meningkat mobilitas logam di air permukaan, terutama untuk Cd, Mn, dan Zn (Solomon dan Forstner, 1984).

Demikian pula untuk DO, masih dalam kisaran yang diperuntukkan air gol B (≥ 6 mg/L) dan tampak terdistribusi merata mulai dari hulu ke hilir (lihat Gambar 1). Ini bisa dimengerti karena menurut Goldman dan Horne (1983) sungai adalah termasuk suatu sistem yang dinamik (lotik), apalagi sungai Cimadur memang termasuk dalam jenis sungai yang tidak terlalu dalam (*shallow stream*). DO ini cukup penting untuk diamati karena erat kaitannya dengan potensial reduksi oksidasi yang pada akhirnya secara tidak langsung akan berpengaruh pula dalam proses transport logam misalnya sebagai partikulat, ion terlarut, koloid atau kompleks terlarut.

Untuk SS dan turbiditas, ternyata tidak ada batasan yang jelas menurut KLH, tapi bisa dilihat bahwa SS untuk stasiun bagian tengah sungai lebih tinggi (630 mg/L) dibandingkan dengan hulu dan hilir. Hal ini diduga disebabkan oleh adanya aktifitas pembuangan efluen hasil pengolahan bijih (*ore*) bahan tambang yang dilakukan di daerah Cikotok yang berada di dekat stasiun bagian tengah ini. SS bagian hilir (310 mg/L) ternyata lebih rendah dibandingkan dengan hulu maupun tengah. Kemungkinan hal ini disebabkan terjadi-

nya *settling down* dari partikel-partikel penyusun SS akibat pengaruh fisika-kimia di daerah hilir. Salah satunya adalah menurunnya rata-rata kecepatan arus di bagian hilir yang hanya 0,066 m/detik dibandingkan dengan bagian hulu (0,836 m/detik) dan bagian tengah (0,142 m/detik). Turbiditas bagian tengah sungai 2,5 kali lebih tinggi dibandingkan bagian hulu (120 mg/L untuk bagian hulu dan 280 mg/L bagian tengah), sedangkan bagian hilir mencapai 400 mg/L. Hal ini bisa dimengerti karena selain alasan yang sama untuk SS, juga karena daerah hilir merupakan daerah yang dekat dengan pertemuan muara sehingga akibat adanya perbedaan densitas antara air laut dan air sungai sehingga terjadi flokulasi agregat (Goldman dan Horne, 1983)

Gambar 2 memperlihatkan tentang data distribusi lima jenis logam berat (Hg, Fe, Pb, Mn, dan Cd). Kandungan logam Fe ternyata paling tinggi di bagian hulu (5,493 mg/L), dan makin ke tengah makin menurun (1,641 mg/L) hingga hanya mencapai 0,861 mg/L di bagian hilir. Di bagian hulu ini kandungan Fe nya ternyata sudah melampaui batas maksimum yang diperbolehkan KLH untuk perairan golongan B (5 mg/L). Menurut Yeats dan Bewer dalam Solomon dan Forstner (1984) kandungan Fe pada sungai yang belum tercemar adalah 0,055 mg/L. Jadi bisa dikatakan bahwa keadaan hulu sungai Cimadur telah mengalami pemuatan Fe sampai 100 kali lipat dibanding sungai yang belum tercemar. Hal ini mungkin disebabkan oleh adanya pengaruh kondisi lingkungan di sekitar hulu sungai. Di sekitar hulu sungai Cimadur ini termasuk daerah gersang karena dikelilingi bukit-bukit gundul, ditemukan pula adanya deposit batubara di sisi kiri dan sisi kanan sungai pada lokasi yang terbuka, dan lokasi pengambilan contoh juga cukup dangkal, serta berbatu-batu. Di duga telah terjadi proses *leaching* pada tanah di bagian hulu yang gundul ini sehingga memungkinkan terjadinya lonjakan konsentrasi Fe yang begitu besar.

Logam Mn di bagian tengah (0,105 mg/L) mencapai suatu

nilai lebih tinggi bila dibandingkan dengan air bagian hulu (0,099 mg/L). Jika dikaji lebih lanjut logam Mn ini masih dibawah batas maksimum kandungan logam Mn yang diperbolehkan ada dalam perairan golongan B (0,500 mg/L) oleh KLH. Demikian juga untuk logam Pb dan Cd, kedua logam ini memiliki konsentrasi di bawah batas maksimum kandungan logam Pb dan Cd (masing-masing 0,100 mg/L dan 0,010 mg/L) yang diizinkan oleh KLH untuk perairan golongan B.

Untuk logam Hg terlihat pola adanya kenaikan dari hulu ke hilir yaitu dari 0,060 mg/L ke 0,090 mg/L, dan ternyata kandungan logam Hg ini sudah melampaui ambang batas maksimum yang diizinkan oleh KLH untuk perairan yang bisa dijadikan bahan baku air minum (golongan B) yaitu hanya 0,001 mg/L. Merkuri (Hg) dapat dihasilkan dari pelapukan alamiah, Nriagu dalam Moore dan Ramamoorthy (1984) melaporkan bahwa pelapukan alamiah bisa menyumbangkan $\pm 1,6 \times 10^{10}$ metrik ton total Merkuri ke lingkungan sepanjang waktu geologis. Diestimasi-kan bahwa input antropogenik Merkuri ke daratan bisa bervariasi. Model matematika membuktikan bahwa Merkuri fluks dari permukaan bumi ke atmosfer dengan cara "degassing", dari jumlah itu 50% siklus Hg global berasal dari kegiatan antropogenik (Miller dan Buchanan, dalam Moore dan Ramamoorthy, 1984). Hg yang dilepaskan pada abad ini akibat kegiatan manusia hampir 10 kali lipat dari jumlah terhitung Hg yang dibebaskan oleh pelapukan alamiah. Tingginya kadar Hg di sungai Cimadur pun tak terlepas dari adanya kegiatan antropogenik baik secara langsung, dengan cara membuang efluen yang mengandung Hg ke badan sungai, maupun dengan cara tak langsung, misalnya dengan cara penebangan hutan secara tidak terkendali. Sebagaimana diketahui, areal hutan di sekitar hulu sungai Cimadur mengandung deposit batubara. Adanya areal yang telah terbuka bebas yang hanya ditumbuhi perdu, pada musim kemarau panjang pada bulan Juni mengakibatkan beberapa kebakaran semak kecil secara spontan. Kebakaran ini akan mengenai sebagian dari deposit batubara.

Goldberg dalam Varshney (1983) menyatakan bahwa Hg dapat terbebaskan ke atmosfer dari hasil pembakaran batubara dengan rata-rata konsentrasi 10 mg/kg berat kering. Mekanisme serupa dapat pula ditetapkan untuk menerangkan keberadaan Pb, Mn, dan Cd. Martin dan Maybeck dalam Solomon dan Forstner (1984) menyatakan bahwa kandungan Fe dalam SS pada sungai-sungai tropis paling tinggi. Pada jenis sungai seperti ini partikulat umumnya berasal dari material tanah yang bersifat tak mudah larut daripada unsur-unsur yang mudah larut, sehingga lebih mudah tercuci.

Pengambilan data pada bulan Agustus 1994, menunjukkan adanya sedikit kenaikan pH dan DO dibandingkan bulan Juni 1994 (Gambar 4), sedangkan Hg untuk bagian hulu menurun (hanya 0,020 mg/L). Untuk bagian tengah dan bagian hilir kandungan Hg ini tetap sama dengan bulan Juni 1994 yaitu masing-masing 0,060 mg/L dan 0,090 mg/L. Gambar 3 menunjukkan SS mengalami penurunan cukup drastis (7 mg/L-25 mg/L) dibanding bulan Juni 1994 (310 mg/L-630 mg/L). Tetapi jika diamati bagian tengah selalu memiliki SS lebih tinggi dibandingkan bagian lainnya. Diduga hal ini diakibatkan oleh aktifitas penambangan mineral yang lebih tinggi di daerah bagian tengah sungai tersebut.

Fe pada pengambilan contoh di bulan Agustus juga mengalami penurunan kisaran konsentrasi dari hulu ke hilir, yaitu hanya 0,861 mg/L-1,641 mg/L. Tampaknya konsentrasi Fe untuk bagian tengah tetap paling tinggi (lihat Gambar 3). Logam yang menduduki urutan ke dua dalam hal besarnya konsentrasi adalah Mn dengan kisaran 0,078 mg/L-0,105 mg/L. Nilai-nilai ini masih tetap di bawah batas maksimum kadar Mn yang diperbolehkan KLH untuk perairan golongan B. Seperti halnya dengan Fe, daerah tengah sungai memiliki konsentrasi Mn yang paling tinggi dibandingkan bagian hulu dan bagian hilir.

Pada pengambilan contoh di bulan Agustus 1994, logam Cd dan Pb memiliki pola distribusi yang sama dengan bulan Juni 1994 yaitu konsentrasi tertinggi didapati di bagian hulu

sungai. Konsentrasi Cd pada periode ini untuk keseluruhan bagian sungai (0,003mg/L-0,006 mg/L) masih di bawah ambang batas yang ditentukan oleh KLH untuk perairan golongan B (0,010 mg/L). Logam Pb untuk keseluruhan bagian sungai (0,003 mg/L-0,045 mg/L) masih di bawah konsentrasi yang diijinkan oleh KLH untuk perairan golongan B (0,100 mg/L). Ternyata bisa dilihat bahwa konsentrasi Pb bagian hulu (0,045 mg/L) merupakan konsentrasi yang tertinggi dibandingkan bagian tengah (0,003 mg/L) dan bagian hilir (0,003 mg/L). Diduga hal ini disebabkan oleh adanya pembebasan Pb dari deposit batubara yang banyak terdapat di sekitar hulu sungai. Sebagaimana diketahui areal hutan di sekitar hulu sungai memiliki daerah yang terbuka sehingga memungkinkan terjadinya pembebasan Pb, misalnya akibat kebakaran semak belukar akibat musim kemarau. Pembebasan Pb ini dapat terjadi dengan beberapa cara, salah satunya adalah akibat terjadinya pembakaran bahan yang mengandung deposit batubara. Menurut Goldberg dalam Varshney, (1983) Pb akan terbebaskan ke atmosfer dari hasil pembakaran batubara mencapai \pm 25 mg/kg.

Secara umum untuk pengambilan contoh bulan Agustus ini tampak terjadi penurunan kisaran konsentrasi logam, akan tetapi mengingat konsentrasi untuk Hg tetap tinggi (sama dengan bulan Juni), penggunaan Cimadur sebagai bahan baku untuk air minum masih perlu untuk dipertimbangkan.

Konsentrasi Hg dalam air bisa dikatakan relatif tetap, mulai dari hulu (0,065 mg/L), tengah (0,060 mg/L), dan hilir (0,090 mg/L). Solomon dan Forstner (1984) menyatakan bahwa waktu retensi logam Hg dalam air relatif lebih lama dibandingkan waktu retensi untuk Fe, Pb, Mn, dan Cd. Fenomena ini dapat menyebabkan konsentrasi Hg selama tiga kali pengambilan contoh menjadi relatif konstan. Hal ini mungkin juga bisa untuk menerangkan mengapa konsentrasi Fe, Pb, Mn, dan Cd lebih bervariasi fluktuasinya pada ketiga periode pengambilan contoh ini.

Pengambilan data bulan Oktober 1994 (lihat Gambar 5 dan Gambar 6), menunjukkan pola yang sedikit berbeda dibandingkan bulan Juni dan Agustus 1994 karena konsentrasi logam tertinggi lebih banyak ditemukan di bagian hilir. Untuk parameter-parameter pendukung seperti pH, DO, SS, turbiditas masih menunjukkan persamaan dengan bulan Agustus kecuali untuk DO mengalami penurunan dibanding bulan Agustus dan Juni 1994.

Secara umum kisaran konsentrasi Fe di bulan Oktober mengalami penurunan dibanding kisaran konsentrasi pada pengambilan contoh di bulan-bulan sebelumnya yaitu hanya sekitar 0,703 mg/L-1,147 mg/L. Konsentrasi logam Fe tertinggi di temukan di bagian hilir yaitu mencapai 1,147 mg/L lihat Gambar 5. Begitu pula logam Mn, meskipun masih tetap menempati urutan ke dua dari segi ketinggian konsentrasinya dibandingkan Fe, menunjukkan konsentrasi tertinggi di hilir (0,180 mg/L). Yang agak khusus adalah munculnya Pb dalam konsentrasi yang tertinggi dibanding pada bulan Agustus dan Juni 1994. Konsentrasi Pb yang tertinggi ini ditemukan di daerah hulu (Gambar 5). Diduga telah terjadi proses pembebasan Pb yang fluktuatif di daerah hulu. Pembebasan Pb ini dapat terjadi dengan beberapa cara, salah satunya adalah akibat adanya kebakaran semak belukar pada musim kemarau panjang di areal sekitar hulu yang banyak mengandung deposit batubara. Pada saat pengambilan contoh tersebut sedang terjadi pula kebakaran semak belukar pada musim kemarau panjang. Menurut Goldberg dalam Varshney (1983) Pb dapat terbebaskan ke atmosfer sebagai hasil pembakaran batubara dengan orde konsentrasi mencapai 25 mg/kg. Fenomena seperti ini juga telah dijelaskan untuk pendugaan hasil pada bulan Agustus 1994.

SS tampaknya berperan penting dalam proses transport dan distribusi logam Fe, Mn, Pb, dan Cd. Terutama untuk logam Fe dan Mn, makin tinggi kadar SS makin tinggi pula kadar Fe dan Mn. Pola ini sesuai dengan pendapat dari Martin

dan Maybeck dalam Solomon dan Forstner (1984).

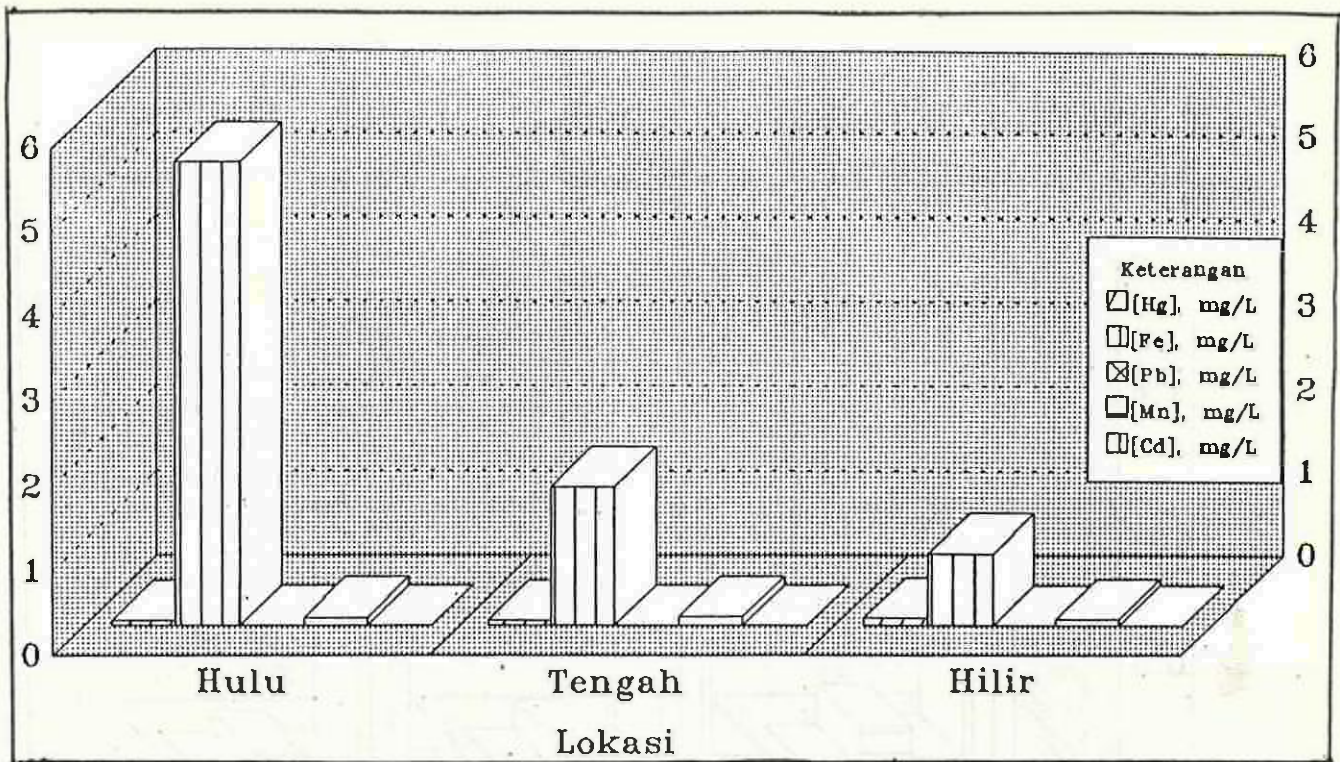
Secara umum dapat dikatakan bahwa pengambilan data pada bulan Juni-Agustus-Oktober 1994 menunjukkan bahwa makin mendekati puncak musim kemarau, makin kecil konsentrasi logam-logam berat yang berada dalam air. pH dan DO tampaknya tidak menunjukkan adanya perbedaan yang berarti selama pengambilan data. Dilain pihak konsentrasi logam tampak mengalami perubahan besar dalam setiap pengambilan contoh terutama Fe, sehingga untuk sementara bisa dikatakan bahwa pengaruh kondisi eksternal di sekitar areal pengambilan contoh lebih besar dibandingkan dengan hanya pengaruh pH dan DO saja. Hal ini bisa dilihat pada lonjakan konsentrasi Fe di bagian hulu pada bulan Juni 1994, Pb di bagian hulu sungai pada bulan Oktober 1994.

KESIMPULAN

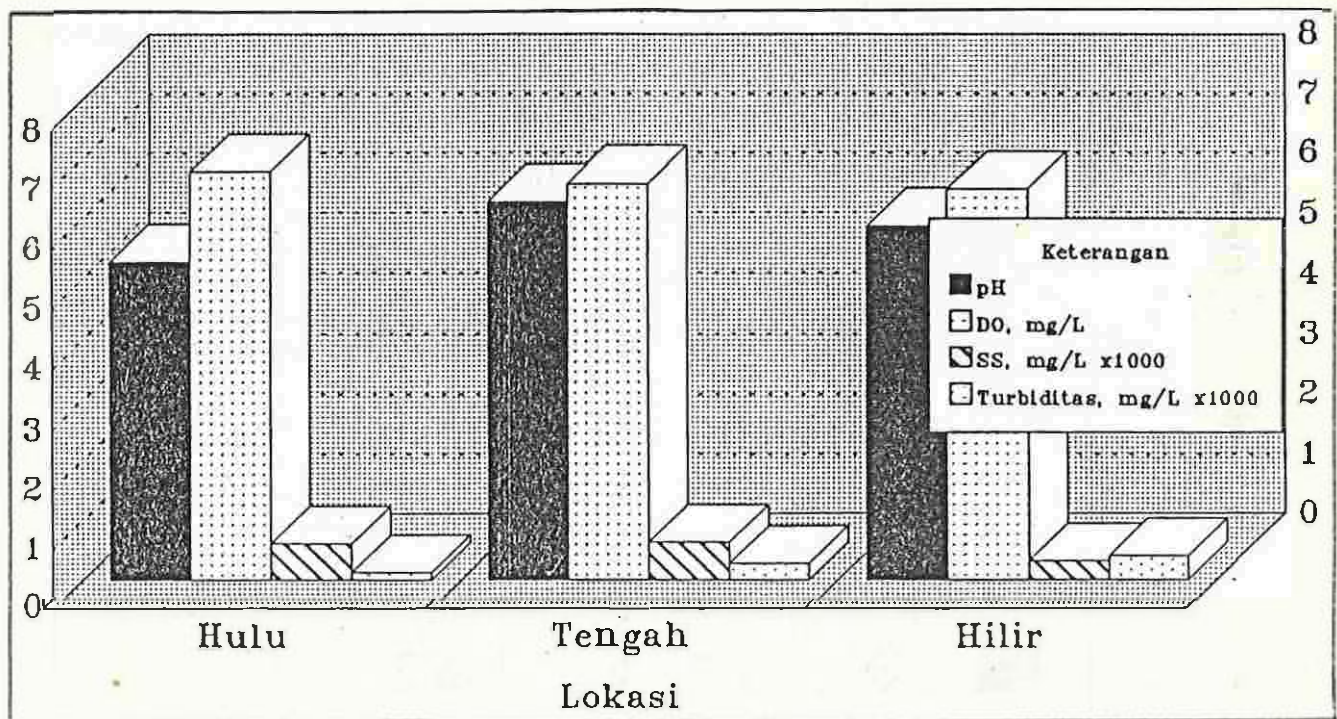
Karakteristik perairan Cimadur nampaknya amat besar dipengaruhi oleh kondisi eksternal (lingkungan sekitarnya). Hal ini secara tidak langsung bisa diamati pada konsentrasi logam-logam berat yang terdistribusi di bagian hulu, tengah, dan hilir. Konsentrasi beberapa jenis logam yang beretensi relatif pendek seperti Fe, Mn, dan Pb menunjukkan perubahan yang dinamik dari waktu ke waktu (Juni, Agustus, dan Oktober 1994), dan tergantung pada padatan terlarut (SS) yang ada. SS di sini merupakan representatif dari kondisi lingkungan sekitarnya, terutama di bagian hulu dan tengah sungai. Logam Hg terbukti memiliki waktu retensi yang relatif lebih panjang dibandingkan Fe, Mn, Pb, dan Cd karena distribusi konsentrasi bagian hulu, bagian tengah, dan bagian hilir yang relatif tetap sepanjang tiga periode pengambilan contoh di bulan Juni, Agustus, dan Oktober 1994.

DAFTAR PUSTAKA

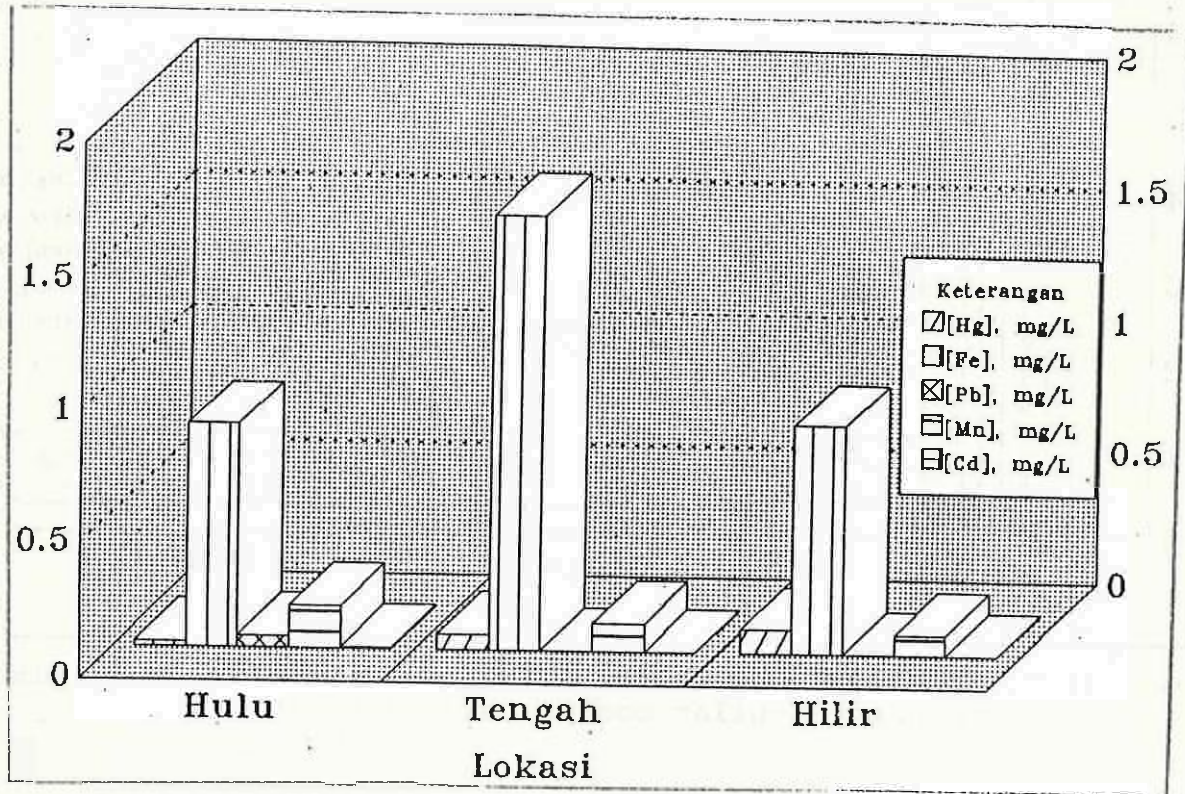
- Anonim, 1989. Peta Penyebaran Jenis Tanah. Badan Pertanahan Nasional Kabupaten Lebak. Tidak dipublikasikan.
- ANONIM, Sekretariat Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup, PPRI No. 20 tahun 1990 tentang pengendalian pencemaran air, 54 pp.
- APHA, AWWA, WEF, 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Victor Graphics, Inc., Baltimore, Maryland. 10-137 pp.
- Anonim, 1993. Data Klimatologi dan Pengairan wilayah Serang dan Lebak, Jabar. Dinas P.U. Pengairan Lebak. Tidak dipublikasikan.
- Goldman, C.R. and J.A. Horne, 1983. Limnology. Mc. Graw Hill Inc. Tokyo, 464 pp.
- Moore, J.W. and S, Ramamoorthy, 1984. Heavy Metals in Natural Waters, Applied Monitoring and Impact Assessment. Springer-Verlag, New York Inc. 268 pp.
- Solomon, W. and U., Forstner, 1984. Metals in Hydrocycle, Springer-Verlag; Berlin, Heidelberg, New York. 349 pp.
- Varshney, C.K. (Ed) 1983, Water Pollution and Management, Willey Eastern Ltd, New Delhi : 237 pp.



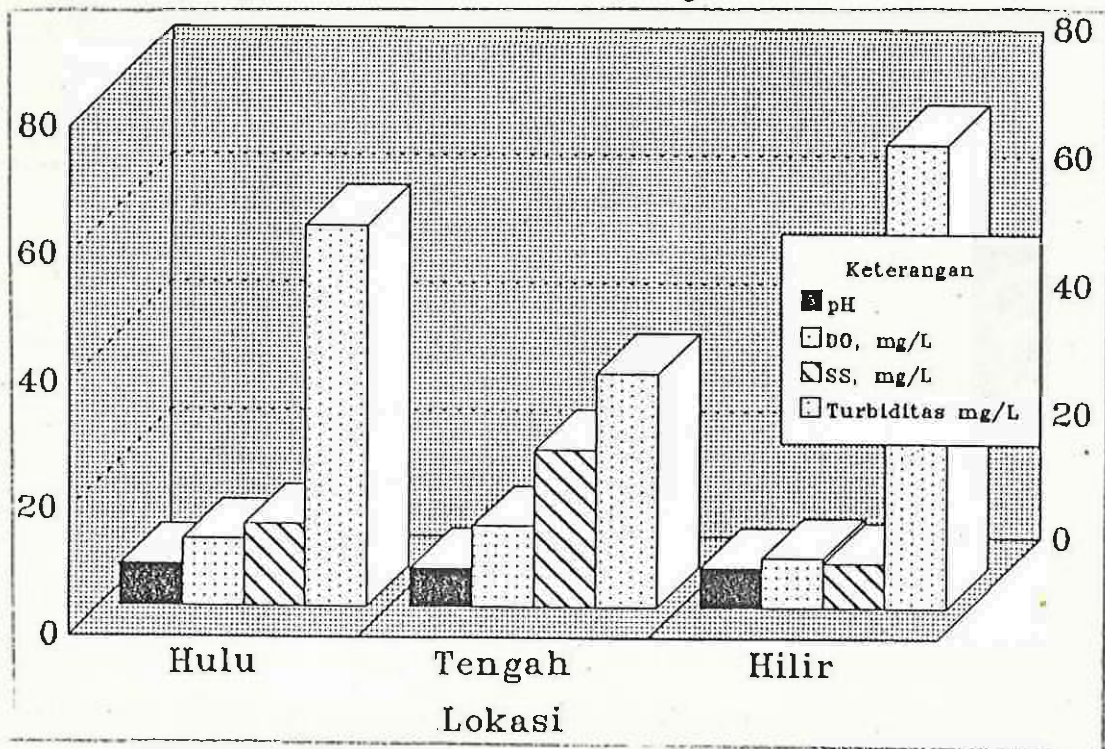
Gambar 1. Komposisi dan distribusi logam berat di Sungai Cimadur, pada pengambilan contoh bulan Juni 1994



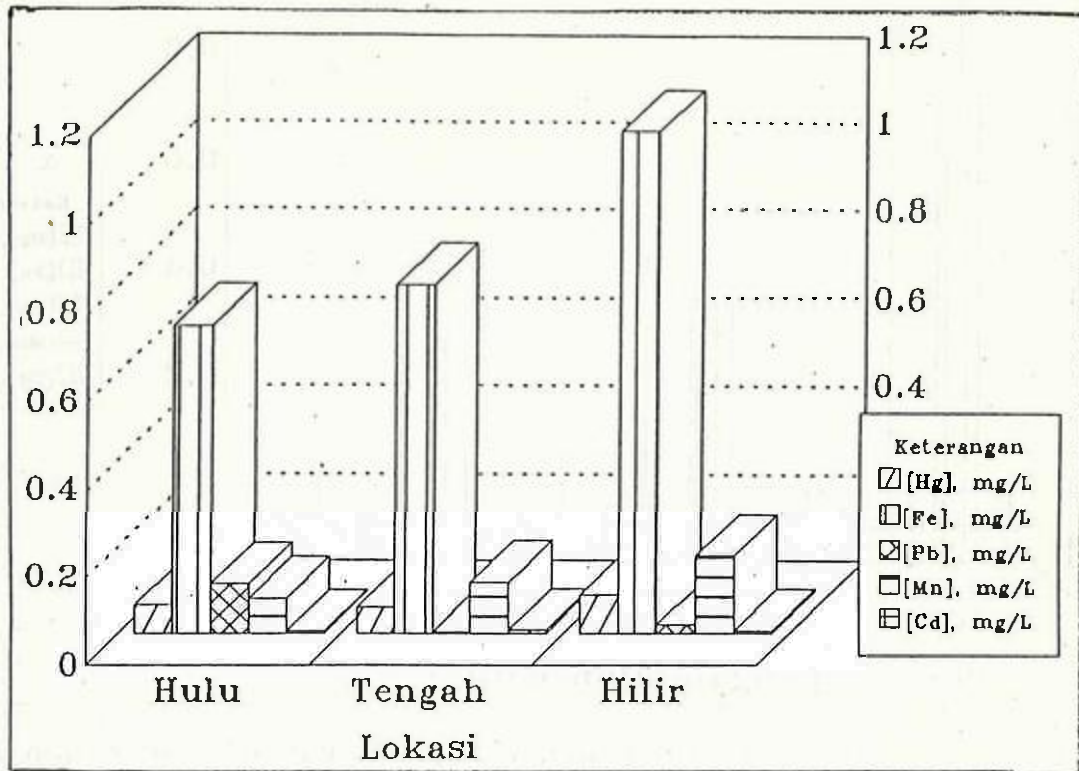
Gambar 2. Kondisi fisikokimia perairan Sungai Cimadur, pada pengambilan contoh bulan Juni 1994



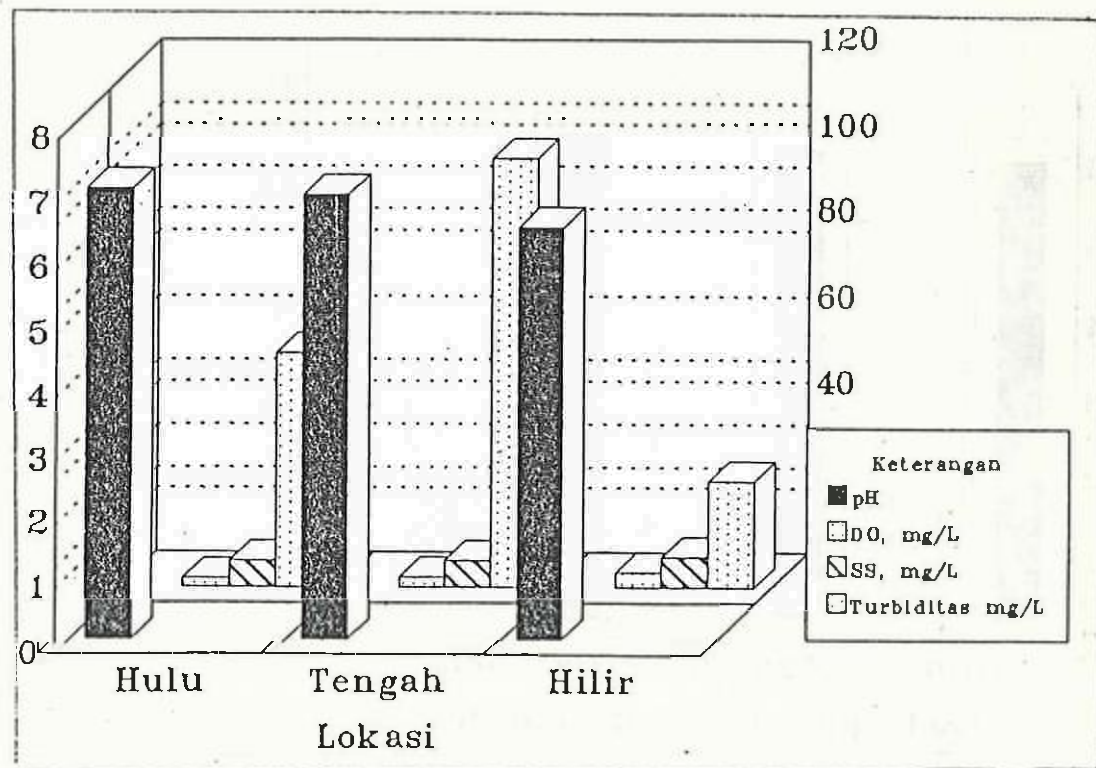
Gambar 3. Komposisi dan distribusi logam berat di Sungai Cimadur, pada pengambilan contoh bulan Agustus 1994



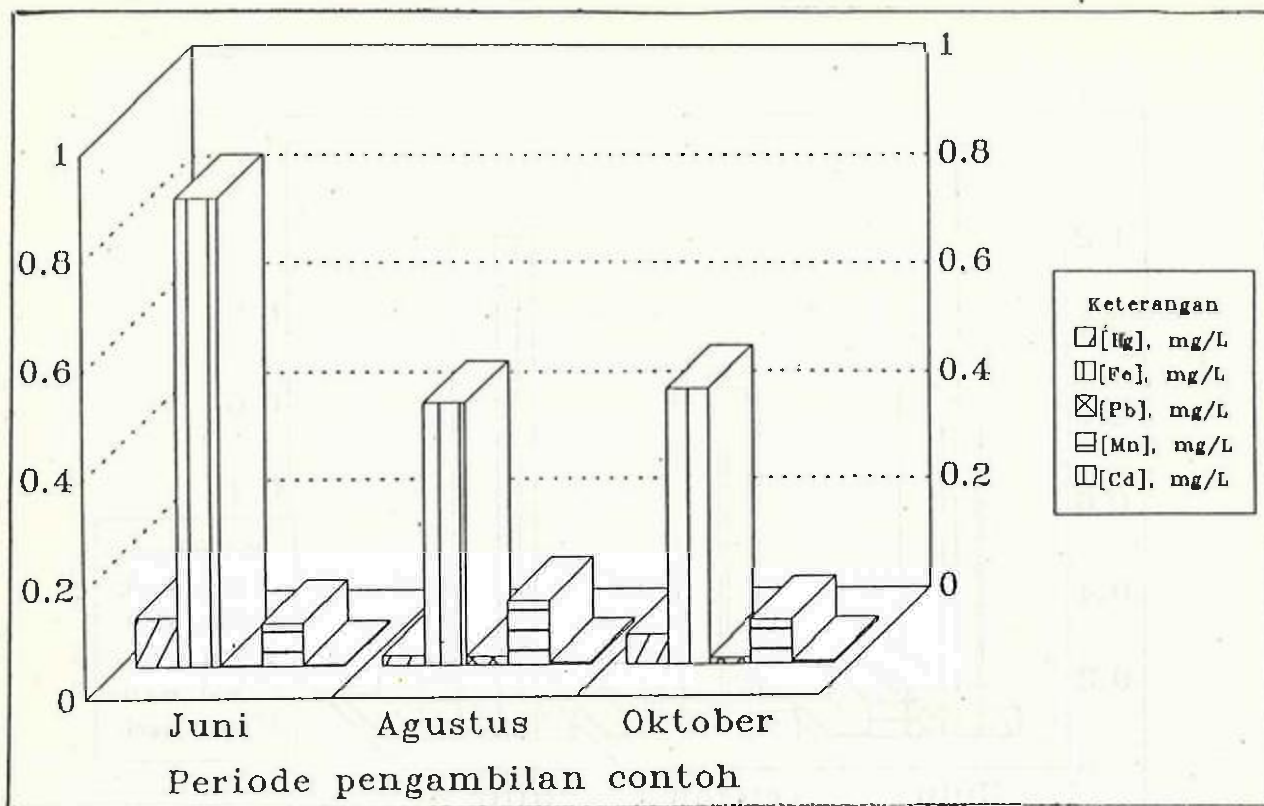
Gambar 4. Kondisi fisikokimia perairan Sungai Cimadur, pada pengambilan contoh bulan Agustus 1994



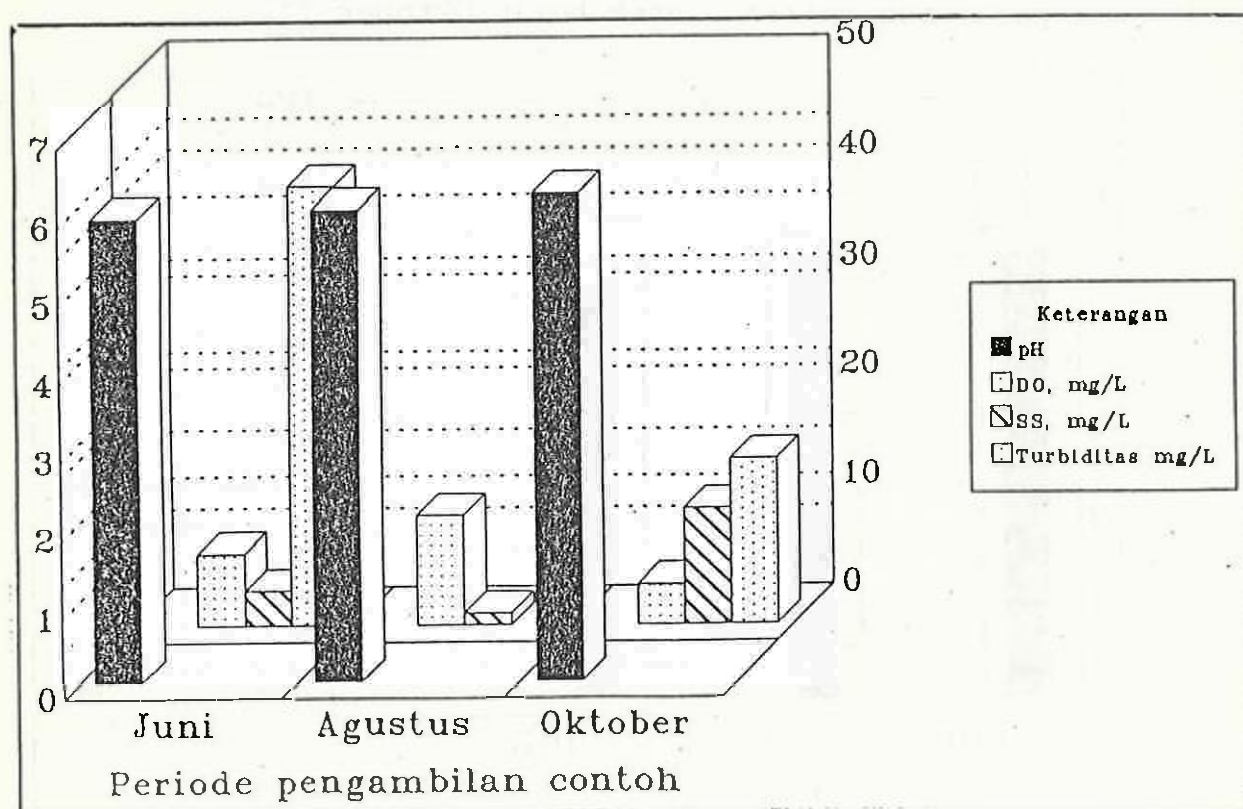
Gambar 5. Komposisi dan distribusi logam berat di Sungai Cimadur, pada pengambilan contoh bulan Oktober 1994



Gambar 6. Kondisi fisikokimia perairan Sungai Cimadur, pada pengambilan contoh bulan Oktober 1994



Gambar 7. Komposisi dan kandungan logam berat di pertemuan Sungai Cimadur-Sungai Cidikit, pada pengambilan contoh bulan Juni, Agustus, dan Oktober 1994



Gambar 8. Kondisi fisikokimia perairan di pertemuan Sungai Cimadur-Sungai Cidikit, pada pengambilan contoh bulan Juni, Agustus, dan Oktober 1994