

ANALISIS KUALITAS AIR SUNGAI TANOYAN DI KOTA KOTAMOBAGU PROVINSI SULAWESI UTARA

Jemmy Abidjulu¹

¹Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi, Manado

Diterima 03-08-2008; Diterima setelah direvisi 19-09-2008; Disetujui 27-09-2008

ABSTRACT

Abidjulu, J. 2008. Analysis of water quality from Tanoyan river Kotamobagu city Province of North Sulawesi.

A research has been done about the quality of water from Tonayan river in Kotamobagu city Province of North Sulawesi based on its physics and chemical parameter. The sample was taken on three spot with duplo methods. The first sample was undertaken on the upperstream at Tanoyan village, second was undertaken on the downstream at Mopait village and the third was undertaken at Kopandakan village. Analysis of water using Turbiditymetry, pH-metri, EDTA, and Spectrophotometer methods. The result that had been obtained was compared with the standart of pure water class II based on the government rules No.82 year 2001. Based on the research result, the quality of river water at the three spot are: no taste, no flavor, turbiditymetry (3,1-9 NTU), pH (6,5-7,9), saturated (440-560 mg/l), chloride (0,02-21,02 mg/L), ferrum (<0,01-0,036 mg/L), mangannese (0,02-0,071 mg/L), nitrat (<0,5 mg/L), seng (0,02-0,215 mg/L), cyanide (0,11-0,01 mg/L), dan sulphat (2-71 mg/L). This research conclude that water in Tonayan river Kotamobagu city Province of North Sulawesi for all parameters are in standart quality, accept saturated at first spot and zinc at the third spot.

Keywords: Quality, water, river, physics parameter, chemical parameter

PENDAHULUAN

Bagian terbesar yang meliputi permukaan bumi adalah air, ada yang tersimpan dalam tanah yang kadang kita kenal dengan air tanah, ada juga yang bergerak dan ditampung di permukaan tanah dan orang dapat melihatnya sebagai air laut, danau dan bergerak mengalir sebagai sungai. Semua air tersebut sangat erat kaitannya dengan kehidupan manusia, salah satu bentuk air permukaan yang dimaksud yang sangat dekat dengan manusia adalah sungai.

Sungai Tanoyan merupakan salah satu sungai yang melewati Kotamadya Kotamobagu. Hulu Sungai terletak di Kecamatan Lolayan dan bermuara di Kecamatan Kotamobagu Barat. Sungai tersebut mempunyai panjang kira-kira 200 km yang melewati dua Kecamatan yaitu Kecamatan Lolayan dan Kotamobagu Barat dan melewati 2 desa yaitu Desa Tanoyan dan Mopait, sungai ini bermuara ke Teluk Ongkak. Dalam keseharian, masyarakat di sepanjang daerah aliran sungai rnemanfaatnkan sungai tersebut untuk mata pencaharian mereka sehari-hari yaitu untuk pertambangan emas, pengairan pertanian ada juga untuk kolam perikanan. Bila dilihat secara fisik kondisi air sungai tersebut tidak layak lagi karena warna airnya agak keruh.

Sebagian masyarakat di sepanjang aliran sungai masih memanfaatkan sungai tersebut secara langsung untuk kebutuhan mereka sehari-hari seperti mandi, mencuci (pakaian, perlengkapan rumah tangga, dan lain-lain), dan bahkan digunakan untuk minum. Sebagian sungai tersebut sudah menjadi tempat pembuangan limbah yang berasal dari barbagai limbah manusia seperti limbah rumah tangga, tinja, dan lain lain. Limbah pembuangan dibuang berupa limbah organik maupun anorganik. Papatungan (2007) telah melakukan penelitian mengenai analisis air pada sungai yang sama namun demikian penelitian yang dilakukan oleh Papatungan hanya sebatas untuk sampel air sumur di sepanjang aliran Sungai Tanoyan, hasil yang diperoleh menunjukkan parameter kimia untuk Kesadahan dan Nitrat telah melampaui syarat kualitas air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI nomor : 416/MENKES/PER/IX/1990. Untuk itu perlu dilakukan suatu penelitian untuk melihat kualitas air sungai di sepanjang aliran Sungai Tanoyan ditinjau pada lokasi tersebut merupakan daerah pertambangan rakyat yang memanfaatkan sungai tersebut

Untuk mengetahui apakah air sungai yang mengalir di Kecamatan Lolayan dan Kecamatan

Kotamobagu Barat tercemar atau tidak, maka perlu dilakukan analisis kualitas air sungai berdasarkan persyaratan kualitas secara fisika - kimia yang mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Kriteria Mutu Air Kelas II. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis kualitas air Sungai Tanoyan di Kota Kotamobagu Provinsi Sulawesi Utara.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan - bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu indikator mureksin, *reagen cyniver 3 cyanide*, *reagen cyniver 4 cyanide*, *reagen cyniver 5 cyanide*, *reagen ferrover iron*, *reagen alkali cyanide*, *reagen ferrosin* asam askorbat, larutan indikator PAN 0,1 %, larutan sikloheksanol, *reagen zincover 5*, *reagen nitraver 5 nitrate*, *reagen sulfaver 4*, natrium hidroksida, larutan EDTA (*etilendiamintetraacetic acid*) 0,01 M, larutan indikator K_2CrO_4 5%, larutan $AgNO_3$ 0,0141 N, Aquades dan sampel (air sungai). Alat-alat yang digunakan berupa Spektrofotometer HACH DR/2400 yang digunakan untuk menganalisis Nitrat, Sulfat, Sianida, Besi, Mangan dan Seng. Analisis menggunakan alat Spektrofotometer HACH DR/2400 langsung dapat dibaca dan alat ini sudah dilengkapi dengan sistem kurva standar terprogram sesuai dengan panjang gelombang unsur/senyawa yang dianalisis. Turbidity meter, dan alat-alat gelas seperti tabung sampel, tabung blanko, gelas piala, buret, gelas ukur, labu ukur, erlenmeyer, pipet.

Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dibagi menjadi 3 titik, sampel yang diambil menggunakan botol plastik dengan kapasitas isi 600 mL. Titik pertama di daerah hulu yaitu di Desa Tanoyan. Di daerah ini masih sedikit penduduk karena merupakan daerah berpegunungan dan masih bebas dari lokasi pertambangan. Pada lokasi ini, sampel diambil sebanyak satu botol plastik karena sungai di daerah ini masih dangkal. Di titik kedua sampel di ambil di Desa Mopait Kecamatan Lolayan jarak antara titik I dan titik II \pm 50 km, dimana pada titik kedua merupakan daerah berpemukiman penduduk sehingga aktivitas di daerah ini sudah tampak ramai. Di lokasi ini sampel diambil sebanyak 2 botol kemudian dicampur menjadi satu sampel. Dan titik ketiga diambil sebanyak 2 botol kemudian dicampur menjadi satu sampel. Dengan jarak t 60 km dari titik

II, sampel pada titik ketiga ini diambil di lokasi berpenduduk di Kotamobagu Barat tepat di hilir Sungai Tanoyan.

Pengujian Nitrat

Sampel dimasukan sebanyak 10 mL ke dalam tabung sampel, kemudian ditambahkan satu *pillow reagen nitraver 5*, dikocok dan didiamkan selama 5 menit. Sampel yang mengandung nitrat akan berwarna kuning sawo. Pada tabung blanko dimasukan 10 mL aquades, dan selanjutnya dianalisis dengan menggunakan Spektrofotometer Hach DR/2400 pada panjang gelombang 500 nm. Besarnya konsentrasi nitrat dalam sampel dapat langsung dibaca dalam alat tersebut yang sudah dilengkapi dengan sistem kurva standar yang telah terprogram langsung ke komputer (Hach Company, 2002)

Pengujian Sulfat

Sampel dimasukan sebanyak 10 mL ke dalam tabung sampel, kemudian ditambahkan satu *pillow reagen sulfaver 4*, dikocok, didiamkan selama 5 menit, kemudian pada botol blanko dimasukan 10 mL aquades. Sampel siap dianalisis pada Spektrofotometer Hach DR/2400 yang sudah dilengkapi dengan sistem kurva standar yang telah terprogram langsung ke komputer dengan panjang gelombang 450 nm.

Pengujian Klorida.

Sampel sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam tabung erlemeyer 250 mL, ditambahkan 0,5 larutan indikator K_2CrO_4 dan dikocok hingga merata. Campuran kemudian dititrasi dengan larutan $AgNO_3$ 0,0141 N sampai terbentuk warna kuning kemerahan. Volume $AgNO_3$ yang digunakan dicatat. Selanjutnya perlakuan yang sama juga dilakukan pada larutan blanko, Setelah itu dihitung kadar klorida dalam sampel.

Pengujian Sianida

Sampel dimasukkan ke dalam tabung 10 mL sampel, kemudian ditambahkan satu *pillow reagen cyniver 3*, dikocok selama 30 detik. Selanjutnya ditambahkan satu *pillow reagen cyniver 4*, dikocok selama 10 detik, lalu ditambahkan lagi satu *pillow reagen cyniver 5*, dan dikocok. Sampel yang mengandung sianida akan berwarna merah muda. Selanjutnya sampel didiamkan selama 30 menit, larutan yang berwarna merah muda akan berubah menjadi biru. Sampel kemudian siap dianalisis pada

Spektrofotometer Hach DR/2400, besarnya konsentrasi sianida dalam sampel dapat langsung dibaca dalam alat tersebut yang sudah dilengkapi dengan sistem kurva standar yang telah terprogram langsung ke komputer dengan panjang gelombang 612 nm.

Pengujian Besi

Sampel sebanyak 25 mL dimasukkan ke dalam tabung sampel kemudian ditambahkan satu pillow *reagen ferrosin*, dikocok, didiamkan selama 5 menit, dan sampel yang mengandung besi akan berwarna ungu. Selanjutnya dianalisis dengan Spektrofotometer Hach DR/2400 yang sudah dilengkapi dengan sistem kurva standar yang telah terprogram langsung ke komputer pada panjang gelombang 560 nm.

Pengujian Mangan

Pada botol sampel dimasukkan 10 mL sampel air sungai sedangkan untuk botol sel blanko dimasukkan 10 mL akuades. Masing-masing dimasukkan satu pillow *reagen askorbat* lalu dikocok. Kemudian ditambahkan masing-masing 15 tetes larutan *reagen Alkaline-cyanide* dan dikocok. Setelah itu, ditambahkan juga masing-masing 21 tetes larutan indikator PAN 0,1% lalu dikocok dan didiamkan selama 2 menit. Kemudian dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer yang sudah dilengkapi dengan sistem kurva standar yang telah terprogram langsung ke komputer pada panjang gelombang 560 nm (Hach Company, 2002).

Pengujian Seng

Sampel sebanyak 20 mL dimasukkan ke dalam gelas ukur, kemudian ditambahkan satu pillow *reagen zncover 5*, dikocok. Setelah itu 10 mL larutan tersebut dimasukkan ke dalam tabung sampel (. Dengan menggunakan pipet tetes, diambil 0,5 mL sikloheksanon, dimasukkan ke dalam gelas ukur, dikocok, kemudian didiamkan selama 3 menit. Larutan

dalam gelas ukur dipindahkan ke dalam tabung sampel, dan siap dianalisis dengan Spektrofotometer Hach DR/2400 besarnya konsentrasi sianida dalam sampel dapat langsung dibaca dalam alat tersebut yang sudah dilengkapi dengan sistem kurva standar yang telah terprogram langsung ke komputer pada panjang gelombang 620 nm.

Pengujian Kesadahan

Sampel sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL. Kemudian ditambahkan larutan NaOH 1 N secukupnya. Setelah itu ditambahkan 5 tetes larutan indikator mureksin, selanjutnya dititrasi dengan larutan EDTA 0,01 M, dan dicatat volume larutan EDTA 0,01 M yang digunakan. Setelah itu dilakukan pengujian kesadahan sebagai mg/L CaCO₃ melalui perhitungan :

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Fisiko-Kimia Kualitas Air Sungai

Penelitian kualitas air dilakukan terhadap sampel air Sungai Tanoyan. Pengambilan sampel air sungai dibagi menjadi 3 titik, yaitu titik 1 dan 2 diambil di Kecamatan Lolayan yaitu di Desa Tanoyan dan Desa Mopait dengan jarak kedua titik ± 50 km, di titik 1 sampel yang diambil di lokasi pegunungan yang merupakan hulu sungai Tanoyan dimana lokasi ini masih sedikit masyarakat yang bertempat di daerah ini sehingga masih sedikit aktifitas yang dilakukan masyarakat di sekitar lokasi ini. Sedangkan titik 3 diambil di Kecamatan Kotamobagu Barat dengan jarak ± 60 km dari titik 2, lokasi ini merupakan hilir sungai tepat di Kelurahan Kopandakan. Setiap titik diambil satu sampel, Sampel diambil dengan menggunakan botol plastik yang bervolume 600 mL. Sampel air dianalisis secara fisika - kimia dengan menggunakan metode analisis standar untuk setiap parameter. Hasil analisis fisika kimia air Sungai Tanoyan tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Fisika-Kimia Kualitas Air Sungai di Sepanjang Aliran Sungai Tanoyan Berdasarkan Kriteria Baku Mutu Air Kelas H PP No-82 Tahun 2001.

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Kecamatan Kecamatan Lolayan Kotamobagu Barat			Keterangan		
				Titik I	Titik II	Titik III	Titik I	Titik II	Titik III
1	Rasa	-	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	MS	MS	MS
2	Bau	-	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	MS	MS	MS
3	Kekeruhan	SkI NTU	-	3,1	9	7,7	MS	MS	MS
4	pH	mg/L	6,8-9,0	7	6,5	7.9	MS	MS	MS
5	Besi	mg/L	0.1	<0,01	0,02	0,036	MS	MS	MS
6	Kesadahan	mg/L	500	560*	472	440	TMS	MS	MS
7	Klorida	mg/L	600	10,01	0,02	21,02	MS	MS MS	
8	Mangan	mg/L	0,5	0,02	0,071	0,025	MS	MS MS	
9	Nitrat	mg/L	10	< 0,5	<0,5	< 0,5	MS	MS MS	
10	Seng	mg/L	0,05	0.02	0,04	0,215*	MS	MS TMS	
11	Sianida	mg/L	0,02	0.011	0,02	0,01	MS	MS MS	
12	Sulfat	mg/L	250	2	71	57	MS	MS MS	

Keterangan

Titik I : Desa Tanoyan, Kecamatan Lolayan.

Titik II : Desa Mopait, Kecamatan Lolayan.

Titik III : Kelurahan Kopandakan, Kecamatan Kotamabagu Barat

MS : Memenuhi Syarat

TMS : Tidak Memenuhi Syarat

Tanda (*) menunjukkan hasil analisis yang melebihi batas syarat.

Parameter Fisika

Hasil penelitian kualitas air sungai untuk parameter fisika yang meliputi rasa dan bau pada titik I, II, III tidak bervariasi. Tingkat kekeruhan air pada titik II lebih tinggi daripada titik I dan III, tingginya kekeruhan air pada titik II disebabkan oleh aktivitas penduduk seperti mencuci, mandi, tinja, dan lain lain, karena lokasi tersebut lebih banyak (lebih ramai) daripada titik I dan III dan untuk hasil pengukuran untuk parameter fisika masih memenuhi syarat kualitas air bersih berdasarkan Kriteria Baku Mutu Air Kelas II PP No. 82 tahun 2001.

Parameter Kimia

Hasil pengukuran untuk parameter kimia meliputi besi, kesadahan, khlorida, mangan, seng, sianida, sulfat, pada titik I, II, III sangat bervariasi, tetapi pada nitrat hasilnya tidak bervariasi

pH

Hasil pengukuran pH air sungai pada ketiga titik tersebut berkisar antara 6-8. Nilai

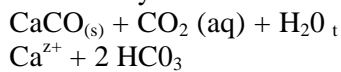
pH air sungai ini masih memenuhi syarat kualitas air bersih menurut PP No.82 tentang Kriteria Baku Mutu Air Kelas II. Meskipun demikian perlu juga diperhatikan perubahan pH yang dapat berpengaruh pada aspek kesehatan. Nilai pH yang lebih kecil dari 6,5 (pH Asam), dapat menyebabkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang mengganggu kesehatan.

Besi

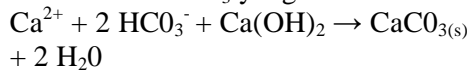
Berdasarkan hasil pengukuran yang di peroleh, terlihat bahwa konsentrasi besi dalam air sungai pada titik I, II dan III memiliki hasil analisa yang bervariasi, konsentrasi besi cenderung meningkat dari titik I hingga titik III. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya konsentrasi besi dalam air serta pelepasan besi dari batuan dan tanah serta rembesan air sungai yang mengandung besi akibat dari pembuangan limbah rumah tangga seperti kaleng serta logam besi dari bengkel mobil yang berdekatan dengan sungai. Konsentrasi besi tersebut masih memenuhi syarat kualitas air bersih menurut PP No. 82 mengenai Kriteria Baku Mutu Air.

Kesadahan

Berdasarkan hasil pengukuran, terlihat bahwa nilai kesadahan pada titik I lebih tinggi dibandingkan dengan titik II dan III. Nilai kesadahan ini cenderung menurun dari hulu ke hilir. Pada titik I nilai kesadahan sudah melebihi syarat kualitas air bersih, yaitu 500 mg/L. Tingginya nilai kesadahan pada titik I (hulu) disebabkan oleh adanya kandungan CaCO yang secara alami terdapat dalam batu-batuan air sungai di lokasi tersebut serta adanya pembentukan batu kapur. Kapur (CaCO) dapat larut dalam air akibat adanya CO sehingga membentuk mineral-mineral karbonat yang larut dalam air. Reaksinya :



Menurunnya tingkat kesadahan air di titik III dapat disebabkan oleh berkurangnya ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam air pada titik tersebut. Manahan (1983) mengemukakan bahwa Ca^{2+} dapat dihilangkan dari air bila direaksikan dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ membentuk CaCO_3 yang tidak larut.



Pada penelitian ini berkurangnya ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada air di titik III diduga terjadi akibat perubahan ion-ion tersebut menjadi padatan yang tidak larut dalam air dan mengendap di dasar sungai sebagai padatan CaCO_3 dan MgCO_3 . Masuknya $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ke perairan sungai tersebut dapat terjadi secara alami dari limbah yang berasal dari aktivitas manusia.

Klorida

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa konsentrasi klorida pada titik I dan III lebih tinggi dari titik II. Konsentrasi klorida dalam air pada ketiga titik berkisar antara 0,02-21,02 mg/L. Adanya klorida pada titik I yang lokasinya masih kurang penduduk, diduga berasal dari humus (topsoil) dan lapisan-lapisan tanah yang lebih dalam akibat rembesan air sungai. Tingginya konsentrasi klorida pada titik III disebabkan oleh lokasi tersebut merupakan daerah yang padat pemukimannya. Banyak masyarakat yang melakukan aktivitas disekitar aliran sungai tersebut seperti mencuci, mandi, serta kegiatan lainnya yang banyak menggunakan bahan yang mengandung klorida. Meskipun demikian, konsentrasi klorida tersebut masih memenuhi syarat air bersih menurut PP No.82 tahun 2001 tentang Kriteria Baku Mutu Air Bersih Kelas II yakni 600 mg/L

Mangan

Hasil pengukuran konsentrasi mangan menunjukkan bahwa konsentrasi mangan pada titik II lebih tinggi dibandingkan dengan titik I dan III. Konsentrasi mangan berkisar antara 0,02-0,071 mg/L. Namun demikian, konsentrasi mangan tersebut memenuhi syarat air bersih menurut PP No.82 mengenai Kriteria Baku Mutu Air Kelas II yakni 0,5 mg/L.

Tingginya mangan dalam air sungai pada titik kedua dibandingkan dengan titik I dan III, diduga adanya rembesan air sungai yang mengandung limbah yang berasal dari pengairan tambang karena air yang berasal dari sumber tambang dapat mengandung mangan terlarut (Achmad, 2004). Selain itu, bahan-bahan kimia yang digunakan dalam pertanian juga dapat meningkatkan konsentrasi mangan pada lokasi tersebut.

Nitrat

Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi nitrat pada ketiga titik memiliki hasil analisa yang sama yaitu <0,5 mg/L. Konsentrasi ketiga titik masih memenuhi syarat air bersih yakni 10 mg/L. Nitrat yang terdapat pada ketiga titik tersebut berasal dari bahan-bahan pertanian yang menggunakan pupuk-pupuk yang mengandung nitrat contohnya pupuk urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$). Nitrat yang kelebihan dari yang dibutuhkan oleh kehidupan tanaman terbawa oleh air yang merembes melalui tanah, karena tanah tidak mempunyai kemampuan untuk menahan, sehingga meningkatkan konsentrasi nitrat pada air tanah dan terbawa hingga ke sungai (Sutrisno dan Suciastuti, 2004).

Seng

Berdasarkan hasil pengukuran, konsentrasi seng pada titik III telah melebihi standar baku mutu air kelas dua menurut PP No.82 tahun 2001. Konsentrasi Zn yang tinggi di titik III diduga karena lokasi tersebut merupakan lokasi pemukiman yang padat penduduk. Sebagian besar aktivitas penduduknya banyak memanfaatkan air sungai, seperti mandi dan mencuci pakaian. Beberapa sabun dan detergen mengandung unsur Zn. Selain itu, tingginya konsentrasi Zn di lokasi ini dapat disebabkan oleh pembuangan limbah rumah tangga karena unsur ini banyak dipakai sebagai bahan-bahan keperluan rumah tangga berupa cat rumah dan juga sebagai logam pelapis, sehingga

meningkatkan konsentrasi seng yang melewati syarat kriteria baku mutu air kelas II PP No. 82 tahun 2001

Sianida

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa konsentrasi sianida antara titik I, II dan III berkisar antara 0,01-0,011 mg/L. Namun ketiga titik tersebut masih memenuhi syarat air bersih yaitu 0,1 mg/L. Tingginya konsentrasi sianida pada titik II diduga berasal dari rembesan air sungai yang mengandung limbah yang berasal dari buangan pertambangan yang sisa hasil pencucian bijih besi, serta lahan pertanian yang menggunakan pestisida, serta buangan limbah rumah tangga yang mengandung logam.

Sulfat

Hasil pengukuran sulfat menunjukkan bahwa konsentrasi sulfat pada titik II lebih tinggi di bandingkan titik I dan III. Konsentrasi sulfat antara ketiga titik berkisar antara 2-71 mg/L. Di tinjau dari lokasinya merupakan daerah pegunungan yang banyak mengandung mineral-mineral seperti belerang, sebagian besar belerang terdapat dalam air dan membentuk ion sulfat dan direduksi membentuk ion sulfat yang tidak larut, serta merupakan daerah berpemukiman penduduk sehingga merupakan tempat terkumpulnya sisa pembuangan limbah yaitu limbah rumah tangga, pasar, limbah pertambangan dan limbah lainnya.

KESIMPULAN

Kualitas air Sungai Tanoyan menurut parameter fisika yakni bau, rasa, dan kekeruhan adalah baik dan memenuhi syarat kualitas air bersih menurut Kriteria Baku Mutu Air Kelas II PP No.82 Tahun 2001 dan Kualitas air Sungai Tanoyan menurut parameter kimia, kecuali kesadahan pada titik I dan Zn di titik III, secara umum adalah baik dan memenuhi syarat kriteria

baku mutu air bersih kelas II PP No.82 tahun 2001.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. UGM - Press, Yogyakarta
- Anonim. 1996. *Dasar Penetapan Dampak Kualitas Air Terhadap Kesehatan Masyarakat*. Direktorat Penyehatan Air DITJEN PPM dan PLP Departemen Kesehatan, Jakarta.
- Achmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Alaerts, G., S.S. Santika. 1987. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional, Yogyakarta.
- Darmono, 2001. *Lingkungan Hidup Dan Pencemaran*, Universitas Indonesia (UIPress), Jakarta
- Dojlido, J. R, And G. A. Best. 1992. *Chemistry Of Water And Water Pollutio*. Elis Horwood, New york.
- Day, R. A. L. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Erlangga, Jakarta.
- Hach Company, 2002. *DR/2400 Spektrophotometer Procedure Manual*. Hach Company, USA
- Kalangi, J.I. 1997. *Pendugaan Parameter Pencemaran Domestik Beberapa Sungai di Kotamadya Manado* [Laporan penelitian]. Fakultas Pertanian Unsrat, Manado.
- Khopkar, S. M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Terjemahan Saptoharjo. UI - Press, Jakarta
- Sastrawijaya, A. T. 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka Cipta, Jakarta
- Sutrisno, C. T., Suciastuti. 2004. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Suyanta. 2002. Analisis Kualitas Air Sumur di Daerah Aliran Sungai Code Yogyakarta. *Jurnal Kimia Lingkungan*. 4(1): 55-59
- Pandia, S., Husin. A., dan Masyithat, Z. 1995. *Kimia Lingkungan*. Direktur Pembinaan Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat. Jakarta.
- Paputungan, C. 2007. *Analisis Kualitas Air Sumur Di Sepanjang Aliran Sungai Tanoyan Kota Kotamobagu*. Manado. F-MI PA.
- Wardhana, A. W. 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi, Yogyakarta.