

PENCEMARAN AIRTANAH DANGKAL DI HILIR KOTA SUKABUMI DAN CIANJUR

M.R. Djuwansah¹, D. Suherman¹, A.Fadhiah¹ dan W. Nailly¹
¹ Puslit Geoteknologi – LIPI, Jln Sangkuriang, Bandung 40135
Phone +62 (22) 2503654, Fax : +62 (22) 2504593
Email : djuwansah@geotek.lipi.go.id

ABSTRAK

Airtanah dangkal pada sumur-sumur gali di sepanjang ruas sungai yang melintasi kota-kota Sukabumi dan Cianjur ke arah hilir telah dianalisis untuk mengetahui tingkat pencemarannya. Dari semua parameter kandungan kimia air tanah dangkal yang dianalisa, baik pada ruas Sukabumi maupun pada ruas Cianjur hanya Nitrogen yang pada beberapa tempat memiliki kandungan di atas batas baku mutu. Indikasi pencemaran airtanah dangkal tampak mulai terjadi di beberapa tempat, ditandai dengan tingginya kandungan total Nitrogen. Pencemar air tanah dangkal berasal dari limbah di permukaan tanah baik limbah kota maupun limbah pertanian yang tercuci langsung ke lapisan airtanah dangkal dan tidak selalu melalui aliran air sungai. Untuk mencegah terjadinya keadaan yang lebih buruk dapat dilakukan diantaranya dengan pengelolaan air kotor untuk mengendalikan limbah kota dan mengembangkan pertanian organik untuk menanggulangi limbah pertanian.

Kata Kunci: Airtanah dangkal, pencemaran, Sukabumi, Cianjur, Limbah, Nitrogen, Perkotaan.

ABSTRACT

Shallow groundwater in hand dug pits along streams segments across Sukabumi and Cianjur cities downstreams, have been analyzed in order to determine their pollution levels. All analyzed parameters, in Sukabumi as well as in Cianjur, only Nitrogen that some places has values over water standard, The indication of pollution observed at several pits, characterized by a high content in Nitrogen that is potentially oxydized into nitrate. The origin of pollutants are wastes on soil surface: wastes of the cities as well as agricultural wastes that were leached and seem not always passed through streams before reach the water table. To prevent the worse conditions, efforts could be performed by operating municipal waste water treatment to control urban waste water and by organic farming practice to reduce agricultural wastes.

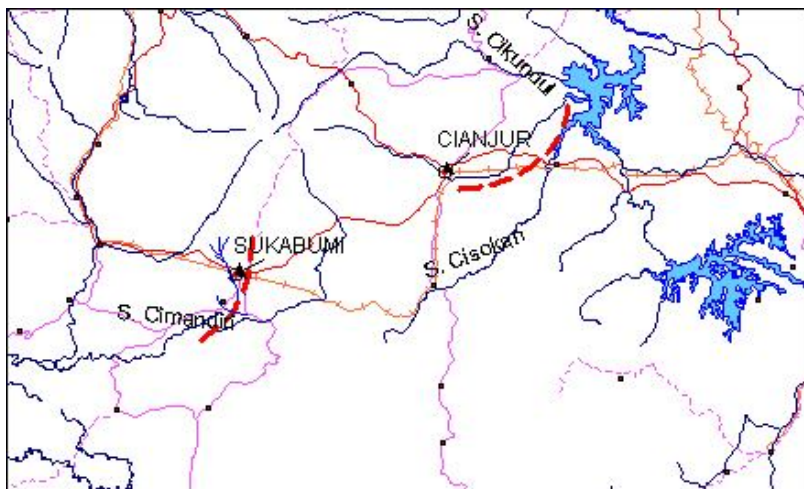
Keywords: *shallow groundwater, pollution, Sukabumi, Cianjur, waste, Nitrogen, urban.*

PENDAHULUAN

Pemanfaatan sumberdaya air berlebih (overexploitation) di daerah dimana kuantitas air masih mencukupi, seringkali menghasilkan limbah yang pekat yang tidak mungkin dipulihkan kembali secara alami oleh proses aliran. Sementara itu, banyak penduduk kota, terutama daerah pinggiran yang masih memanfaatkan air permukaan dan airtanah dangkal sebagai sumber air domestik. Apabila terjadi pencemaran, maka sumber air permukaan dan airtanah dangkal di sebelah hilir perkotaan tidak akan layak lagi dikonsumsi. Proses pencemaran airtanah umumnya berjalan lebih lambat daripada air permukaan, tetapi proses pemulihannya pun akan jauh lebih lambat daripada proses pencemarannya.

Di beberapa kota besar seperti misalnya Jakarta dan Bandung, kesulitan air bersih sudah umum dirasakan meskipun secara iklim dan kerangka lingkungan, memiliki potensi sumberdaya air yang besar. Studi ini dilakukan sebagai salah satu langkah untuk melakukan optimasi batas-batas kemampuan suatu wilayah dengan karakter lingkungan hidrologis tertentu dalam mendukung aktivitas sejumlah penduduk secara berkelanjutan. Sebagai contoh kasus diambil kota Sukabumi dan Cianjur karena dimensi (luas, jumlah penduduk, aktifitas) kedua kota relatif sedang untuk ukuran kota-kota di Indonesia, dengan latar belakang lingkungan daerah vulkanik. Sukabumi meliputi area seluas 48,15 km² dan dihuni oleh 278.418 jiwa pada tahun 2003. Sedangkan kota Cianjur meliputi area seluas 23.44 km² dan dihuni oleh sekitar 141,343 jiwa. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat pencemaran airtanah yang ditimbulkan oleh limbah di kedua kota tersebut. Dengan diketahuinya tingkat pencemaran yang ditimbulkan suatu kota, maka langkah-langkah untuk upaya pengembangan besertaantisipasi penanggulangan masalahnya akan dapat lebih mudah ditentukan.

DAERAH STUDI



Gambar 1. Lokasi Ruas Sungai Penelitian

Kota Sukabumi meliputi area seluas 48,15 km² dan dihuni oleh 278.418 jiwa pada tahun 2003. Sedangkan kota Cianjur meliputi area seluas 23.44 km² dan dihuni oleh sekitar 141,343 jiwa. Kedua kota ini dipilih karena limbah yang dihasilkan masih dianggap berada pada tingkat yang mungkin dibersihkan kembali secara alami. Daerah di sekitar kedua kota ini masih berupa lahan pertanian dan terutama di hilirnya, berupa pesawahan. Kedua kota ini terletak pada dataran kipas vulkanik dengan ketinggian antara 450 – 750 m di atas permukaan laut. Bentuk wilayah datar sampai bergelombang. Temperatur udara harian berkisar antara 19 sampai 24°C, dengan curah hujan rata-rata tahunan yang jatuh di atas kota berfluktuasi antara 2000 – 3000 mm.

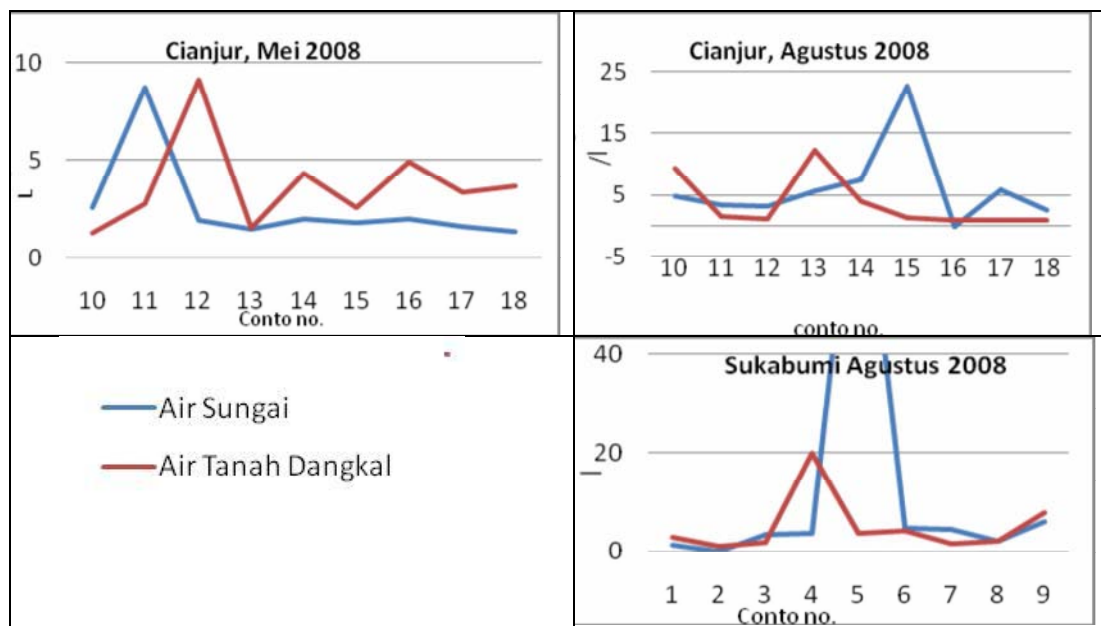
1. Pengukuran dilakukan pada ruas anak sungai yang melintasi kedua kota ini: Sungai Cikirei untuk Kota Sukabumi dan Cianjur Leutik untuk Kota Cianjur (gambar 1). Secara fisik alur aliran kedua sungai ini telah sangat dipengaruhi manusia, antara lain berupa pemasangan pintu-pintu air serta tembok dan tanggul pada kedua tepinya, karena sungai ini difungsikan pula sebagai sarana darinase dan penggelontor kota.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan dengan melakukan pengukuran di lapangan dan analisa kimia parameter-parameter kualitas air pada conto yang diambil dari ruas anak-anak sungai setiap 1 km. Pengambilan conto pada akhir musim kemarau di bulan Mei 2008 dilakukan di ruas Cianjur, Sedangkan pada pertengahan musim kemarau (Agustus 2008), disamping di ruas Cianjur dilakukan pula di ruas Sukabumi. Air sungai yang terletak berdekatan dengan lokasi pengambilan conto air tanah dangkal juga diambil. Analisis kimia dilakukan untuk mengetahui parameter penduga kualitas seperti derajat kemasaman (pH) dan Daya Hantar Listrik, kandungan kation dan anion utama (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , Cl^- , dan SO_4^{2-}), serta kandungan pencemar yang umum seperti senyawa nitrogen (N-total, nitrat dan nitrit), serta fosfor. Anisis serupa dilakukan untuk air sungai, ditambah nilai-nilai BOD, COD dan DO untuk mengetahui daya pulihnya.

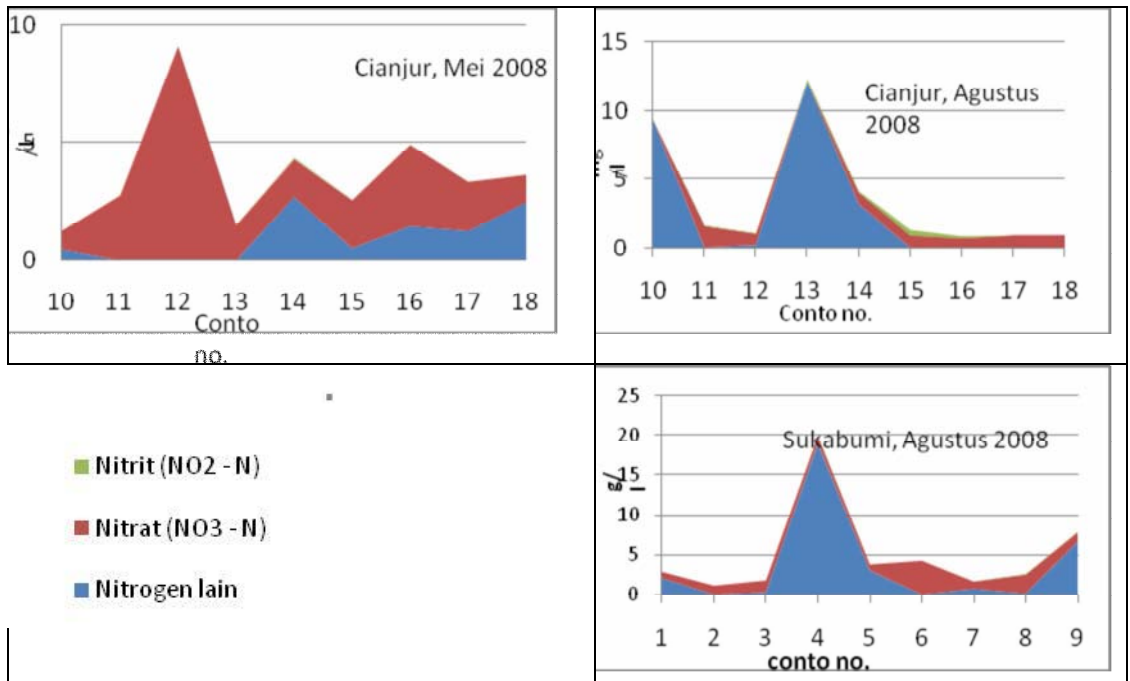
HASIL

Berdasarkan parameter-parameter kimia air tanah dangkal yang dianalisa, baik pada ruas Sukabumi maupun pada ruas Cianjur, kecuali Nitrat tidak ditemukan adanya unsur/senyawa yang kandungannya di atas batas baku mutu berdasarkan Kriteria Mutu Air Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Perbandingan antara kandungan nitrogen air tanah dangkal dan air sungai di permukaan (gambar 2 s/d 4) memperlihatkan lokasi-lokasi kandungan nitrat tinggi pada airtanah dangkal dan air permukaan terletak berdekatan. Kandungan total nitrogen air permukaan tidak selamanya lebih besar daripadanya di dalam airtanah dangkal. Kandungan Nitrogen tinggi dalam airtanah dangkal umumnya melebihi kandungan Nitrogen di dalam air sungai yang berdekatan.



Gambar 2. Hubungan antara kandungan Nitrogen air permukaan dan airtanah dangkal di Cianjur dan Sukabumi. Sumbu vertikal dalam Mg/L.

Hasil penetapan kandungan-kandungan Nitrat, Nitrit dan N-total (gambar 5 s/d 7) memperlihatkan bahwa kandungan N total seringkali jauh di atas jumlah Nitrat dan Nitrit bahkan untuk lokasi-lokasi yang air permukaannya tercemar seringkali Nitrat dan nitritnya sangat kecil atau bahkan tidak terdeteksi, tetapi kandungan N totalnya di atas kandungan Nitrat yang diizinkan.



Gambar 5. Kandungan dan komposisi Nitrogen total dalam sampel Air Sumur Gali di sepanjang Ruas Sungai studi di Cianjur dan Sukabumi. Sumbu vertikal dalam Mg/L.

DISKUSI

Pada peraturan kriteria mutu air Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001, kandungan nitrat air disyaratkan tidak melebihi 10 mg/L untuk Kelas I dan II dan tidak melebihi 20 mg/L untuk Kelas III dan IV. Disamping itu Nitrogen amonia (NH₃-N) disyaratkan tidak melebihi 0,5 mg/L untuk air Kelas I. Parameter lainnya yang disyaratkan adalah Nitrit yang tidak boleh melebihi 0.6 mg/L untuk air Kelas I, II dan III. Sedangkan pada Keputusan Menteri Kesehatan 907 tahun 2002, dinyatakan bahwa kandungan amoniak melebihi 1,5 mg/L dapat mengakibatkan keluhan pada konsumen.

Nitrat (NO₃⁻) adalah bentuk nitrogen yang paling umum dijumpai di dalam tanah. Bentuk nitrogen lainnya yang mungkin dijumpai di terlarut dalam air tanah adalah amonium (NH₄⁺), amoniak (NH₃), nitrit (NO₂⁻), nitrogen (N), Nitrogen Oksida (N₂O), dan nitrogen organik. Kandungan nitrat di dalam air tanah umumnya berasal dari permukaan, oleh karena itu di dalam airtanah nitrat dianggap sebagai sebagai kontaminan (Freeze A, and J.A. Chery, 1979).

Nitrat adalah bentuk oksida Nitrogen yang paling besar dan paling stabil di dalam air. Pembentukan nitrat dikenal dengan proses nitrifikasi (atau deamonifikasi) melalui oksidasi senyawa-senyawa amoniak atau amonium yang berasal dari hasil penguraian bahan organik, pupuk atau sumber lainnya. Nitrit adalah hasil antara pada proses nitrifikasi, dan biasanya

dijumpai sedikit pada lingkungan alami ($\text{pH} \approx 7$, $\text{Eh} \approx 4,25$, $t \approx 25^\circ\text{C}$). Pada lingkungan yang lebih tereduksi akan terjadi proses denitrifikasi Nitrat secara kimiawi yang akan membentuk Nitrogen elementer atau Nitrogen Oksida (N_2O , N_2O_5 , NO) dalam bentuk gas sehingga mudah menguap. Pada lingkungan tereduksi dapat pula terjadi proses amonifikasi, yaitu pembentukan amonium dengan syarat terdapatnya bakteri pereduksi dan bahan organik yang melapuk. Pada lingkungan airtanah jarang terjadi proses amonifikasi karena lingkungan ini umumnya merupakan lingkungan oksidasi dengan adanya pergerakan air, sedangkan bahan organik jarang atau sedikit sekali keterdapatannya. Seandainya terjadi proses amonifikasi maka akan terbentuk hasil antara amonium (NH_3) yang umumnya langsung menguap. Sedangkan hasil akhirnya, amoniak (NH_4^+), jumlahnya akan lebih sedikit dan akan langsung diserap oleh partikel liat atau debu sebagai kation yang dipertukarkan (Freeze A, and J.A. Chery, 1979 serta Nolan B.T., *et al* 1988).

Lingkungan airtanah adalah lingkungan oksidasi yang idealnya terletak pada kisaran pH antara 5 s/d 8 dan pE sekitar 4,52 atau $\text{Eh} = 250 \text{ mV}$ (Lindsay, 1979). Pada kondisi ini semua Nitrogen akan berpotensi menjadi Nitrat. Berdasarkan kandungan nitrogen yang didapat, tampak bahwa proses pencemaran Nitrogen terhadap airtanah dangkal sudah mulai terjadi pada beberapa tempat. Tetapi, sebagian besar Nitrogen masih belum berbentuk nitrat, melainkan dalam bentuk-bentuk lainnya seperti amonium, amoniak, lemak, protein dan Nitrogen organik lainnya.

Di ruas Sukabumi lokasi tercemar terletak di ujung kota (titik 4) dimana kadar Nitrogen Total di permukaan rendah (3,73 mg/L), tetapi Nitrogen airtanah dangkalnya mencapai hampir duakali lipat (19,74 mg/L) Nitrogen nitrat yang diizinkan. Pada titik (11) sebelumnya, kandungan nitrogen total air permukaan sangat tinggi (87,12 mg/L) sedangkan nitrogen airtanahnya relatif rendah (4,79 mg/L). Kemungkinan air sungai hanya mengalami pemekatan Nitrogen sewaktu-waktu, dan pada waktu pekat inilah Nitrogen tercuci ke dalam airtanah dangkal yang kemudian terakumulasi. Di awal ruas Cianjur, kandungan Nitrogen total airtanah dangkal tinggi (9,33 mg/L), tetapi belum melampaui batas kandungan Nitrat yang diizinkan, sedangkan kandungan Nitrat dan Nitrit tidak terdeteksi. Air permukaan pada lokasi ini pun tidak menunjukkan kandungan Nitrogen yang tinggi (4,96 mg/L). Semakin ke hilir, kandungan Nitrogen airtanah dangkal di Cianjur mengalami penurunan. Tetapi di tengah-tengah ruas (titik 13) kandungan Nitrogen total melonjak (12,29 mg/L). Lonjakan ini tidak diikuti oleh lonjakan N air permukaan (5,63 mg/L) yang menunjukkan bahwa pencemaran Nitrogen airtanah lebih banyak terjadi melalui pencucian langsung air limbah/lindi dari permukaan tanah tanpa melalui aliran air sungai. Tampaknya sumber pencemar untuk kasus ini berasal dari limbah pertanian.

Perbandingan komposisi dan jumlah Nitrogen antara bulan Mei dan Agustus untuk kasus ruas Cianjur (gambar 5 dan 6) memperlihatkan kandungan Nitrogen tinggi bergeser dari titik 10 dan 13 pada bulan Mei ke titik 12 pada bulan Agustus. Meskipun titik 12 letaknya lebih hilir daripada titik 10, sulit untuk menyatakan bahwa pergeseran ini terjadi karena terbawa aliran air tanah. Jumlah kandungan nitrogen pada kedua titik tersebut mengalami penambahan dalam selang waktu penelitian. Seharusnya, setelah bergerak ke hilir kandungan Nitrogen semakin berkurang karena bersamaan dengan pergerakan aliran akan terjadi pula proses difusi atau pengenceran. Komposisi Nitrogen pada bulan Mei didominasi oleh Nitrat, sedangkan pada bulan Agustus didominasi oleh Nitrogen lainnya. Pada kondisi aliran airtanah, yang seharusnya terjadi adalah pembentukan (bertambah) nya Nitrat sebagai hasil nitrifikasi (amonia, Nitrit dsb.). Berkurangnya Nitrogen pada titik 11 dan 12 ruas Cianjur pada bulan Agustus dapat terjadi karena adanya proses difusi ke arah hilir yang disertai dengan pengenceran dari arah hulu. Disamping itu adanya proses denitrifikasi akan merubah Nitrat menjadi Gas N_2 yang kemudian menguap. Sedangkan peyerapan Nitrat oleh akar tumbuhan kemungkinan jumlahnya kecil karena pada muka airtanah cukup dalam sehingga lingkungan ini bukan lingkungan yang optimum untuk perakaran.

Pada airtanah kecepatan aliran jauh lebih lambat karena ruang pergerakan terbatas hanya pada kesarangannya tanah, sedangkan di permukaan pergerakan air sangat bebas sehingga penghanyutan dan pengenceran limbah oleh aliran dari hulu dan air hujan akan berlangsung jauh lebih cepat.

Mekanisme pemulihan secara biologis pada air permukaan dapat berjalan lebih cepat karena banyaknya jumlah bakteri (Mathes G, and J.C. Harvey, 1982 dan Tan K.H., 1982).

Berdasarkan distribusi kandungan Nitrogen di atas, tampak bahwa lokasi sumber pencemar Nitrogen tidak terpusat pada satu titik. Disamping itu, tampaknya jenis kandungan maupun mekanisme penyebarannya berubah-ubah dari waktu ke waktu. Meski demikian, jumlah Nitrogen yang masuk ke dalam airtanah dangkal masih mungkin dibersihkan/diencerkan oleh mekanisme alami (Mahida U.N., 1981).

Kandungan nitrogen pada airtanah di hilir kota Cianjur dan Sukabumi menunjukkan bahwa pencemaran Nitrogen terhadap airtanah dangkal terjadi secara setempat di lokasi sekitar penumpukan sumber pencemar, dan belum merata untuk keseluruhan daerah. Keadaan lebih buruk kemungkinan akan terjadi di masa datang mengingat kota-kota tersebut terus berkembang. Demikian pula dengan daerah pertanian sekitarnya, dengan bertambahnya jumlah penduduk, maka permintaan akan hasil pertanian akan meningkat pula. Peningkatan produksi pertanian pada akhirnya identik dengan penambahan jumlah limbah pertanian karena diupayakan dengan penambahan pemakaian pupuk kimia. Upaya untuk mencegah memburuknya keadaan dimasa mendatang bisa dilakukan dengan memperhatikan sumber-sumber pencemar. Untuk limbah perkotaan akan diperlukan suatu instalasi pengolahan air kotor untuk melokalisasi penyebaran limbah serta mengurangi konsentrasinya di dalam air. Sedangkan untuk mengurangi limbah pertanian dapat dilakukan dengan memprioritaskan penggunaan pupuk organik atau dengan pupuk kimia pada dosis yang tepat.

KESIMPULAN

1. Meskipun tidak ditemukan adanya parameter yang mempunyai nilai kandungan di atas batas baku mutu berdasarkan Kriteria Mutu Air Peraturan Pemerintah, indikasi pencemaran airtanah dangkal tampak mulai terjadi di beberapa tempat, ditandai dengan tingginya kandungan total Nitrogen yang berpotensi menjadi nitrat.
2. Pencemar air tanah dangkal berasal dari limbah di permukaan tanah baik limbah kota maupun limbah pertanian yang tercuci langsung ke lapisan airtanah dangkal dan tidak selalu melalui aliran air sungai.
3. Pengelolaan air kotor untuk mengendalikan limbah kota dan mengembangkan pertanian organik untuk menanggulangi limbah pertanian, tampaknya harus mulai difikirkan untuk kedua kota ini untuk menghindari keadaan yang lebih buruk.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada Bapak Aep dan Ibu Dewi, Ibu Sari dan Ibu Nining yang telah melakukan pengambilan conto di lapangan dan analisa di Laboratorium. Penelitian ini dibiayai oleh DIPA tahun anggaran 2008, Puslit Geoteknologi LIPI.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2001, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, No. 82, Tahun 2001, Tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Anonim, 2002, Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, No. 907/MENKES /SK/ VII/2002, Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum.
- Freeze A., and J.A. Chery, 1979. Groundwater. Prentice Hall Inc.
- Nolan B.T., B.C. Ruddy. K.J. Hitt, and D.R. Helsel, 1988. A National Look on Nitrate Contamination. Water Conditioning and Purification. January 1988, v. 39, no. 12

Lindsay, W.L., 1979. The Chemical Equilibria in Soils, John Willey and Sons.

Mathes G., and J.C. Harvey, 1982. The properties of Groundwater. John Willey and Son.

Tan K.H., 1982. Principles of Soil Chemistry. Marcell Drekker Inc.

Mahida U.N., 1981. Pencemaran air dan Pemanfaatan Limbah Industri. CV. Rajawali Jakarta

