

Arahan Pengelolaan Airtanah Akibat Pencemaran Hidrokarbon di Dusun Sidadadi, Desa Tarisi, Kecamatan Wanareja, Kabupaten Cilacap

Johan Danu Prasetya^{1, a)}, Herwin Lukito^{2, b)}, dan Annisa Dewi Masyithoh^{3, c)}

¹⁾²⁾³⁾Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknologi Mineral Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
Yogyakarta

^{a)} Corresponding author: johan.danu@upnyk.ac.id

^{b)} herwin.lukito@upnyk.ac.id

^{c)} annisadewi04@gmail.com

ABSTRAK

Kebocoran pipa penyalur solar di Dusun Sidadadi menyebabkan sebagian sumur warga tidak dapat digunakan sebagai pemenuhan kebutuhan air domestik seperti biasa. Tumpahan solar sebanyak 80.000 liter selain menyebabkan perubahan air sumur yang terlihat secara fisika, juga mengakibatkan ratusan tanaman warga mati. Pencemaran airtanah akibat senyawa hidrokarbon sangat memerlukan pengelolaan guna meminimalisir dampak bagi kesehatan lingkungan baik geo-fisik kimia, biologi, maupun sosial ekonomi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui arahan yang tepat secara teknologi maupun sosial ekonomi mengenai pengelolaan pencemaran airtanah akibat senyawa hidrokarbon. Data pada penelitian ini diperoleh dengan metode observasi dan pemetaan, sedangkan pengambilan sampel airtanah menggunakan teknik *purposive sampling*. Data hasil uji laboratorium kualitas airtanah diolah dengan perhitungan metode Indeks Pencemaran untuk mengetahui status mutu airtanah. Tingkat pencemaran airtanah di daerah penelitian tergolong ke dalam kondisi “cemar ringan”. Arahan pengelolaan airtanah yang dapat diterapkan untuk meminimalisir pencemaran hidrokarbon adalah dengan memanfaatkan tanaman air, yaitu eceng gondok (*Eichornia crassipes*) sebagai material sorben yang ketersediaannya cukup melimpah di daerah penelitian.

Kata Kunci: Pengelolaan Airtanah; Pencemaran Hidrokarbon; Material Sorben

ABSTRACT

*The leak of the diesel distribution pipe in Sidadadi caused some of the residents' wells unable to be used as domestic water needs as usual. The 80,000 liters of diesel fuel spill in addition to causing physical changes in well water, also resulted in the death of hundreds of residents' plants. Groundwater pollution due to hydrocarbon compounds urgently requires management in order to minimize the impact on environmental health, both geo-physical, chemical, biological, and socio-economic. This study aims to find out the appropriate technological and socio-economic direction regarding the management of groundwater pollution due to hydrocarbon compounds. The data in this study were obtained by observation and mapping methods, while groundwater sampling used purposive sampling technique. Data from laboratory test results of groundwater quality is processed by calculating the Pollution Index method to determine the status of groundwater quality. The level of groundwater pollution in the study area is classified as "lightly polluted". The direction of groundwater management that can be applied to minimize hydrocarbon pollution is to utilize aquatic plants, namely water hyacinth (*Eichornia crassipes*) as adsorbent material which is quite abundant in availability in the study area.*

Keywords: Groundwater Management; Hydrocarbon Contamination; Sorbent Material

PENDAHULUAN

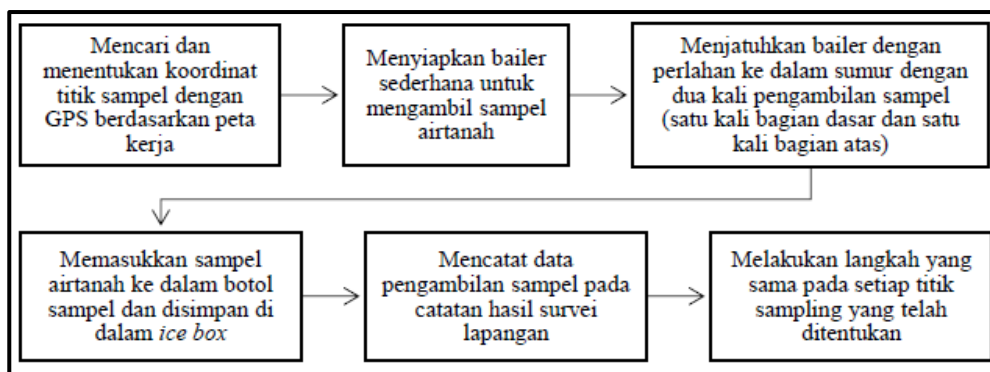
Potensi minyak bumi di Indonesia terdapat di beberapa daerah antara lain Dumai, Plaju, Balongan, Cilacap, Balikpapan, dan Papua. Minyak bumi tersebut dapat diolah menjadi minyak tanah, bensin, solar, aspal, avtur, dan lain sebagainya. Minyak bumi dan atau hasil olahannya didistribusikan menuju SPBU, instalasi, maupun langsung menuju *user* (industri) menggunakan *rail tank wagon*, *pipeline*, dan kapal tanker (Yogafanny dkk, 2018). Proses distribusi produk hasil olahan minyak bumi menggunakan pipa (*pipeline*) harus memperhatikan jenis material pipa yang disesuaikan dengan karakteristik fraksi fluida minyak yang dialirkan di dalamnya (Yogafanny dkk, 2018). Material pembentuk pipa yang umum digunakan adalah baja, *stainless steel*, *duplex* ataupun bahan polimer seperti *polypropylene* dan *polyethylene* (Rahman, 2015).

Dusun Sidadadi, Desa Tarisi menjadi salah satu daerah yang dilalui jalur distribusi pipa penyalur bawah tanah CB-1 (Cilacap-Bandung) yang sempat mengalami kebocoran. Peristiwa kebocoran pipa tersebut terjadi pada tanggal 6 Oktober 2019 menyebabkan sumur warga terdampak. Pipa CB-1 mengalirkan bahan bakar solar dan premium ke terminal Bandung dan Tasikmalaya. Sebanyak 80.000 liter solar tumpah dan mengakibatkan puluhan tanaman warga layu bahkan mati serta warga harus mengungsi untuk mendapatkan air bersih. Pasca kebocoran, warga tidak dapat memanfaatkan air sumur karena bercampur dengan solar. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengetahui tingkat pencemaran solar terhadap airtanah di Dusun Sidadadi, sehingga dapat memberikan arahan pengelolaan airtanah yang baik guna meminimalisir pencemaran airtanah dengan memanfaatkan ketersediaan sumber daya alam yang melimpah.

METODE

Pengambilan Sampel Airtanah

Pengambilan sampel dilakukan untuk menguji kualitas airtanah secara fisika, kimia, maupun biologi melalui uji laboratorium. Lokasi pengambilan sampel airtanah ditentukan dari interpretasi peta tentatif dan data sumur gali di daerah penelitian. Sumur-sumur yang diidentifikasi merupakan sumur yang masih digunakan masyarakat untuk kebutuhan domestik sehari-hari. Pengambilan sampel airtanah dilakukan sesuai dengan standar yang berlaku, yaitu mengacu pada SNI 6989.58:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh airtanah. Alur pengambilan sampel airtanah dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram Alur Pengambilan Sampel Airtanah
(Sumber: Penulis, 2021)

Metode Uji Laboratorium

Data laboratorium ditujukan untuk mengetahui zonasi persebaran pencemaran dan sebagai bahan validasi hasil peta kerentanan airtanah di daerah penelitian. Parameter yang digunakan dalam uji laboratorium airtanah di daerah penelitian adalah DO, pH, TDS (*Total Dissolved Solution*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), serta minyak dan lemak. Parameter-parameter tersebut ditentukan berdasarkan senyawa yang terkandung dalam solar dan disesuaikan dengan baku mutu berdasarkan penggunaan air sumur di daerah penelitian. Baku mutu yang digunakan adalah baku mutu air kelas I yang diperuntukan sebagai air baku air minum dan kebutuhan domestik. Klasifikasi mutu air tercantum dalam Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Air dan Pengendalian Pencemaran yang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

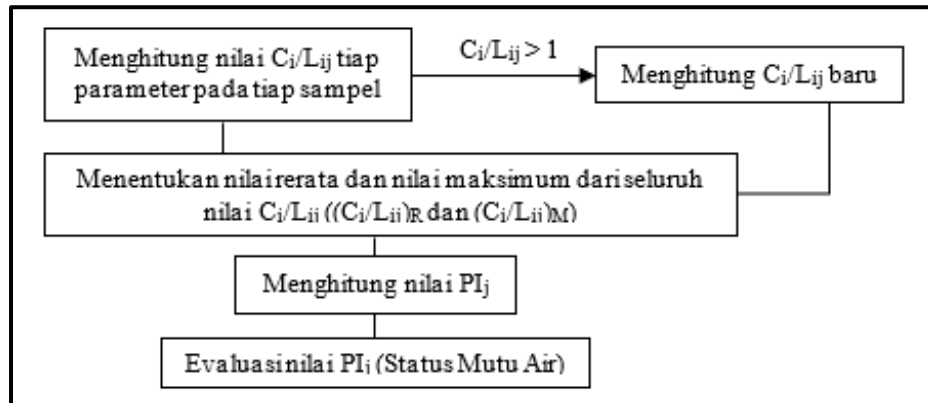
Tabel 1. Baku Mutu Air Kelas I

Parameter	Baku Mutu
pH	6 mg/L
<i>Dissolved Oxygen</i> (DO) (mg/L)	6-9
<i>Total Dissolved Solid</i> (TDS) (mg/L)	10 mg/L
<i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) (mg/L)	1000 mg/L
Minyak dan Lemak (mg/L)	1000 L

(Sumber: Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001)

Evaluasi Status Mutu Air

Evaluasi status mutu air diperoleh dari hasil perhitungan Metode Indeks Pencemaran (IP) terhadap parameter uji laboratorium kualitas air. Berikut prosedur penggunaan Metode Indeks Pencemaran menurut lampiran Keputusan Menteri No.115 Tahun 2003 dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Diagram Alur Perhitungan Metode Indeks Pencemaran (Sumber: Modifikasi Penulis dari Permen LH Nomor 115 Tahun 2003)

Rumus C_i/L_{ij} baru berdasarkan parameter kualitas air yang digunakan sebagai berikut:

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = 1,0 + P \cdot \text{Log} (C_i/L_{ij})_{\text{hasil pengukuran}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- C_i : Konsentrasi parameter kualitas air
- L_{ij} : Baku mutu konsentrasi parameter kualitas air
- P : Nilai konstanta yang disesuaikan dengan hasil pengamatan (biasanya 5)

Nilai PI_j ditentukan dengan cara sebagai berikut :

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}{2}} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- C_i : Konsentrasi parameter kualitas air
- L_{ij} : Baku mutu konsentrasi parameter kualitas air
- PI_j : Nilai indeks pencemaran

Evaluasi terhadap nilai PI adalah :

- $0 \leq PI_j \leq 1,0$ ☺memenuhi baku mutu (kondisi baik)
- $1,0 < PI_j \leq 5,0$ ☹cemar ringan
- $5,0 < PI_j \leq 10$ ☹cemar sedang
- $PI_j > 10$ ☹cemar berat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kualitas Airtanah

Uji laboratorium kualitas airtanah menggunakan sampel air yang bersumber dari sumur gali milik warga yang dipergunakan untuk kebutuhan domestik. Parameter uji laboratorium kualitas airtanah pada penelitian ini, yaitu parameter pH, DO, COD, TDS, serta minyak dan lemak. Baku mutu yang digunakan adalah baku mutu air kelas I dalam Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Air dan Pengendalian Pencemaran. Hasil uji laboratorium kualitas airtanah di Dusun Sidadadi disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Uji Laboratorium Kualitas Airtanah

Parameter Uji Laboratorium	Hasil Uji	Baku Mutu
pH	7	6 – 9
Dissolved Oxygen (DO) (mg/L)	3,4	6
Total Dissolved Solid (TDS) (mg/L)	428,0	1000

Chemical Oxygen Demand (COD) (mg/L)	73,4	10
Minyak dan Lemak (mg/L)	< 2,1	1

(Sumber: Laboratorium Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik, 2021)

Hasil uji laboratorium kualitas air parameter DO, COD, serta minyak dan lemak diperoleh tidak sesuai dengan baku mutu kelas I berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001. Hal tersebut menunjukkan kondisi sampel airtanah dalam keadaan tercemar untuk peruntukan air baku air minum dan/atau peruntukan lain dengan syarat mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Parameter yang tidak sesuai dengan baku mutu pada sampel airtanah di daerah penelitian menyatakan bahwa air sumur tidak layak pakai untuk keperluan konsumsi.

Konsentrasi COD yang tinggi pada airtanah menunjukkan adanya bahan pencemar organik dalam jumlah yang tinggi. Bahan organik tersebut dapat berupa mikroorganisme patogen dan tidak patogen yang dapat mengganggu kesehatan manusia dan menimbulkan berbagai macam penyakit. Kadar COD yang tinggi juga akan mengakibatkan kandungan oksigen terlarut (DO) terlarut menjadi rendah bahkan habis. Oleh karena itu, hasil uji parameter DO pada sampel airtanah diperoleh rendah. Bahan organik yang dimaksud pada hasil penelitian berasal dari unsur yang terkandung pada senyawa hidrokarbon dari peristiwa kebocoran pipa bahan bakar solar.

Perhitungan Indeks Pencemaran

Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) digunakan untuk menentukan status mutu air, sehingga diketahui kondisi cemar atau tidaknya airtanah di daerah penelitian pasca peristiwa kebocoran pipa bahan bakar solar berdasarkan parameter baku mutu peruntukan air kelas I. Hasil perhitungan IP diperoleh nilai sebesar 3,987 yang termasuk ke dalam kategori “cemar ringan” menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Status mutu air dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah periode waktu pengambilan sampel pasca pencemaran terjadi. Pengambilan sampel airtanah di daerah penelitian diambil pada bulan Juni 2021 atau 21 bulan pasca peristiwa kebocoran, sehingga kondisi cemarannya ringan. Selama periode waktu tersebut, iklim mempengaruhi tingkat pencemaran terkait dengan proses pengenceran zat pencemar oleh air hujan.

Arahan Pengelolaan Airtanah

Metode remediasi air secara fisika umumnya diterapkan untuk menghilangkan kandungan tumpahan minyak pada suatu perairan. Terdapat dua langkah dalam mengontrol tumpahan minyak, yaitu penahanan dan pemulihan. Kedua langkah tersebut pada dasarnya digunakan sebagai pembatas untuk mengontrol penyebaran tumpahan minyak tanpa mengubah karakteristik fisika dan kimianya. Beberapa peralatan yang umum digunakan untuk mengontrol tumpahan minyak, yaitu *boom*, *skimmer*, dan material sorben.

Pendekatan teknologi dalam upaya pengelolaan kualitas airtanah tercemar akibat tumpahan minyak pada penelitian ini dapat dilakukan melalui proses adsorpsi menggunakan material sorben. Penerapan proses adsorpsi ditentukan dengan mempertimbangkan hasil uji laboratorium di mana parameter DO, COD, serta minyak dan lemak diketahui melebihi baku mutu kualitas air kelas I dalam Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001. Selain itu, penggunaan material sorben ditentukan dengan mempertimbangkan aspek ketersediaan material yang dapat dijadikan sebagai *oil absorbent*, aspek keefektifan pengaplikasian, serta aspek ekonomi dari biaya operasional remediasi. Material sorben yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut adalah material yang ketersediaannya melimpah di alam terutama ketersediaannya di daerah penelitian, seperti tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*).

Adsorpsi Eceng Gondok Terhadap Senyawa Hidrokarbon

Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan tanaman apung dengan batang yang menggembung dan berongga. Sifat alami yang dimiliki eceng gondok memiliki kemampuan untuk menyerap suatu zat atau molekul air di lingkungannya secara adsorpsi maupun adsorpsi karena adanya jaringan sponge atau yang disebut juga dengan sifat higroskopis. Oleh karena itu, material sorben dari eceng gondok dapat menyerap senyawa hidrokarbon dan produk petroleum lainnya ke dalam rongga udara yang ada di dalam material sorben eceng gondok tersebut. Proses yang terjadi, yaitu melalui proses adhesi atau kontak antara permukaan material sorben dengan media minyak bumi yang menghasilkan akumulasi, sehingga menimbulkan bertambah konsentrasi molekul-molekul yang terserap (Asip dkk, 2008).

Penggunaan eceng gondok sebagai *oil adsorbant* memiliki sejarah penelitian, yakni pertama kali telah dilakukan oleh Diaz Jorge V dkk berdasarkan *US Patent* No. 5.114.593. Material adsorben yang digunakan dalam penemuan tersebut adalah serbuk eceng gondok yang kemudian ditaburkan di atas tumpahan minyak. Jumlah adsorben yang ditaburkan pada tumpahan minyak bergantung pada tebal lapisan minyak atau film yang terdapat di atas permukaan air. Rasio yang diperoleh dari penelitian Diaz Jorge V dkk adalah sebesar 1 : 4 (1 kg adsorben untuk 4 liter hidrokarbon). Rasio tersebut optimum digunakan pada minyak bumi yang memiliki *specific gravity* antara 0,84 sampai 0,91 (dalam penelitian ini minyak solar memiliki *specific gravity* sebesar 0,852). Setelah pengaplikasian serbuk eceng gondok pada permukaan air, akan terjadi aglomerasi, sehingga memudahkan proses pengangkatan menggunakan alat apapun. Aglomerat tersebut tidak berbahaya bagi biota perairan karena memiliki *nutrient* yang tinggi. Hasil percobaan efisiensi dapat dilihat pada **Tabel 3**, **Tabel 4**, dan **Tabel 5**.

Tabel 3. Efisiensi Daya Serap Eceng Gondok dengan Waktu Kontak 1 Jam

Luas Permukaan (μm)	Massa Terserap (gr)	Efisiensi (%)	Rata-rata Efisiensi (%)
1000	25,69	84,42	
1000	25,69	84,42	83,98
1000	23,56	83,02	
500	24,85	83,90	
500	28,16	85,79	85,10
500	27,54	85,47	
250	24,40	83,60	
250	26,74	85,04	84,08
250	24,28	83,52	

(Sumber:Asip dkk, 2008)

Tabel 4. Efisiensi Daya Serap Eceng Gondok dengan Waktu Kontak 2 Jam

Luas Permukaan (μm)	Massa Terserap (gr)	Efisiensi (%)	Rata-rata Efisiensi (%)
1000	26,18	84,72	
1000	29,73	86,54	85,66
1000	27,80	85,61	
500	27,06	85,21	
500	27,73	85,57	85,19
500	26,27	84,77	
250	21,60	81,48	
250	26,85	85,10	83,59
250	24,70	83,80	

(Sumber: Asip dkk, 2008)

Tabel 5. Efisiensi Daya Serap Eceng Gondok dengan Waktu Kontak 3 Jam

Luas Permukaan (μm)	Massa Terserap (gr)	Efisiensi (%)	Rata-rata Efisiensi (%)
1000	23,83	83,21	
1000	23,76	83,16	83,36
1000	24,53	83,69	
500	22,13	82,70	
500	23,15	82,72	82,54
500	23,50	82,97	
250	22,25	82,02	
250	23,01	82,61	82,54
250	23,50	82,97	

(Sumber: Asip dkk, 2008)

Berdasarkan percobaan penelitian Faisol Asip dkk diperoleh kesimpulan bahwa semakin besar ukuran partikel material adsorben, maka daya serapnya juga semakin tinggi. Luas permukaan material adsorben yang kecil tidak memaksimalkan efisiensi rendemen penyerapan minyak bumi. Percobaan dilakukan pada beda waktu kontak, yaitu 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Hasil yang diperoleh pada penelitian Faisol Asip dkk tersebut diperoleh pula kesimpulan bahwa lamanya waktu kontak tidak memaksimalkan efisiensi penyerapan rendemen terhadap minyak bumi.

KESIMPULAN

Kualitas airtanah menunjukkan kondisi “cemar ringan” berdasarkan perhitungan status mutu air dengan metode Indeks Pencemaran. Parameter yang tidak memenuhi baku mutu kualitas air kelas I Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 adalah parameter DO sebesar 3,4 mg/L, COD sebesar 73,4 mg/L, serta minyak dan lemak sebesar 2,1 mg/L. Arahan pengelolaan airtanah yang dapat dilakukan adalah upaya remediasi kualitas air dengan memanfaatkan sumber daya alam yang ketersediaannya melimpah di daerah penelitian, yakni tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*). Remediasi dilakukan melalui proses adsorpsi dengan media serbuk eceng gondok dan rasio yang digunakan adalah 1 : 4 (1 kg serbuk untuk 4 liter hidrokarbon). Nilai efektivitas dapat mencapai 85,66% dengan waktu kontak selama 2 jam.

Perlu dilakukan kajian lanjutan mengenai ketersediaan tanaman eceng gondok di daerah penelitian dan jumlah yang diperlukan sebagai material sorben untuk mencapai efisiensi optimum, serta kajian mengenai besarnya pencemaran hidrokarbon yang perlu dikelola agar upaya remediasi kualitas airtanah tercemar dapat tercapai dengan optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan. Terima kasih pula kepada instansi-instansi terkait di Kabupaten Cilacap yang bersedia memberikan data sekunder penelitian yang diperlukan. Tidak lupa pula terima kasih kami ucapkan kepada warga di Dusun Sidadadi, Desa Tarisi dan sekitarnya yang juga memiliki kontribusi dalam penyelesaian penelitian “Arahan Pengelolaan airtanah Akibat Pencemaran Hidrokarbon di Dusun Sidadadi, Desa Tarisi, Kecamatan Wanareja, Kabupaten Cilacap”.

DAFTAR PUSTAKA

- Asip, Faisol, Roby Afrizal, Sari Sekar Rosa. (2008). Pembuatan Oil Adsorbant dari Eceng Gondok. *Jurnal Teknik Kimia* Volume 15 Nomor 4: Universitas Sriwijaya
- Jorge V, Diaz dan Vergel Arboledas. 1992. *Method of Adsorbing Oil Using Powdered Aquatic Lily Plant*. Mexico: United States Patent 5,114,593.
- Rahman, Mochamad Reza Rahman. 2015. *Perencanaan Modifikasi Pipa Penyalur Minyak Dengan Adanya Penambahan Platform Produksi*. Seminar Nasional Cendekiawan 2015 ISSN: 2460-8696.

Yogafanny, Ekha, M. Th. Kristiati. EA, dan Ayu Utami. 2018. *Pengelolaan Lingkungan Industri Minyak Gas dan Panas Bumi*. Sleman: UPN “Veteran” Yogyakarta.

Keputusan Menteri Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.

Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

SNI 6989.58:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh airtanah.

United States Environmental Protection Agency: Emergency and Remedial Response.