

# UJI KELAYAKAN KANDUNGAN UNSUR AIR TANAH DAERAH TERDAMPAK LAPINDO KECAMATAN PORONG MENGGUNAKAN XRF

Oleh:

Metatia Intan Mauliana dan Eko Agus Suprayitno  
Teknik Informatika dan Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
Email: metatiana@umsida.ac.id

## Abstract

This research was aimed at determining the effect of metal content on the groundwater in Lapindo disaster area for daily consumption, especially in Glagah Arum and Gedang, Porong regency. X-ray Fluorescence (XRF) spectrometry was used to determine the elements in groundwater sources, as well as pH and Total Dissolve Solid (TDS) testing as supporting data of XRF results and for obtaining other groundwater characteristics. The method used was random sampling method of four samples, two samples in Glagah Arum village (1A and 1B), and 2 samples in Gedang village (2A and 2B). Based on XRF result, it shows that the content of metallic element was found in only one sample which in Gedang area ie Pb 25,08 m / m%, U 16,08 m / m%, Px 8.04 m / m%, Nb 7,60 m / m%, and In 7.47 m / m%. Then the results of the fourth pH sample are 8:31, 8:23, 6.99, and 8:45. While the TDS results are 0.88 mg / L, 0:18, 0:52 mg / L, and 0.83 mg / L with gravimetric method. The overall results of the test parameters of the four samples show that the samples taken in Glagah Arum and Gedang villages has no harm for daily activity such as washing and cleaning but not for body consumption so there is no need to be followed up such as socialization.

**Keyword :** *groundwater, x-ray fluorescence, and metal element.*

## A. PENDAHULUAN

### 1. Analisis Situasi

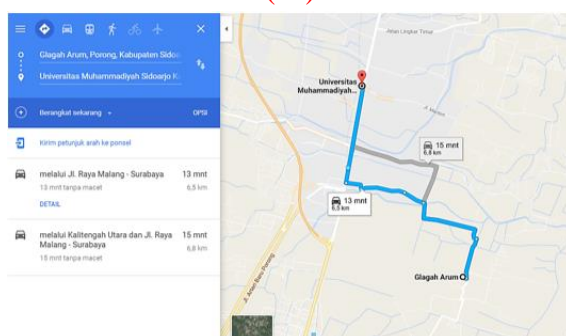
Lumpur Lapindo terjadi pada tanggal 27 Mei 2006 saat dilakukannya pengeboran sumur migas oleh PT. Lapindo Brantas di Kelurahan Siring, Kecamatan Porong, Sidoarjo sampai saat ini sudah merendam banyak desa yang di antaranya Desa Jatirejo, Desa Reno Kenongo, Desa Kedung Bendo, Desa Jabon, dan beberapa desa lainnya. Keberadaan lumpur panas ini berdampak pada terancam dan rusaknya ekosistem, menurunnya perekonomian warga di sekitar daerah terdampak, dan rusaknya sarana pendidikan dan transportasi. Selain itu, kandungan lum-

pur yang merembes ke sebagian area pertanian dan sungai dikhawatirkan berdampak pada penurunan kualitas air tanah yang berpengaruh pula pada kualitas air tersebut untuk dikonsumsi maupun dimanfaatkan untuk pengairan pertanian serta budidaya perikanan. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh Fadli *et al.* (2013) didapatkan informasi bahwa kandungan logam dalam sampel lumpur lapindo terdiri dari Si (46,7%), Fe (24,5%), Al (13%), K (5,57%), Ca (4,18%), P (1,8%), V (0,17%), Cu (0,17%), Cr (0,13%), Mn (0,1%), Zn (0,06%), dan Ni (0,08%). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan

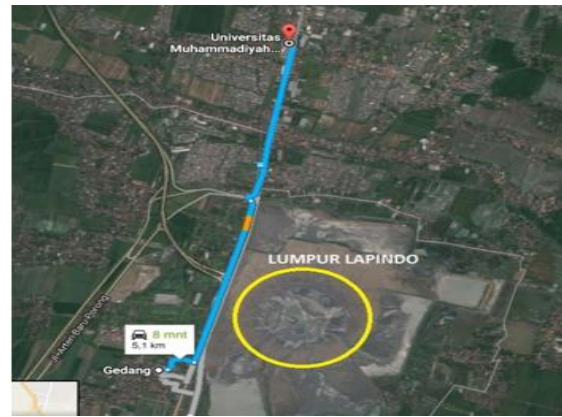
Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, kandungan logam dalam air untuk dikonsumsi harus mengacu pada ketentuan bahwa kandungan logam  $\text{Cu} \leq 1 \text{ mg/L}$ ;  $\text{Fe} \leq 5 \text{ mg/L}$ ;  $\text{Pb} \leq 0,1 \text{ mg/L}$ ; dan  $\text{Zn} \leq 5 \text{ mg/L}$ . Adapun dampak kandungan logam yang berlebihan pada air untuk dikonsumsi antara lain logam Arsen (As) berdampak pada kerusakan ginjal dan bersifat racun yang sangat kuat; kadmium (Cd) berdampak pada gangguan paru-paru; tembaga (Cu) dalam konsentrasi tinggi akan bersifat racun, tapi dalam jumlah sedikit tembaga merupakan nutrisi yang penting bagi kehidupan manusia dan tanaman; timbal (Pb) yang berlebihan akan menyebabkan keracunan; dan konsumsi seng (Zn) yang berlebihan dapat menyebabkan ataksia dan lemah lesu. Oleh sebab itu, diperlukan perhatian khusus terkait kualitas air yang akan dikonsumsi untuk sekitar wilayah terdampak lumpur Lapindo.



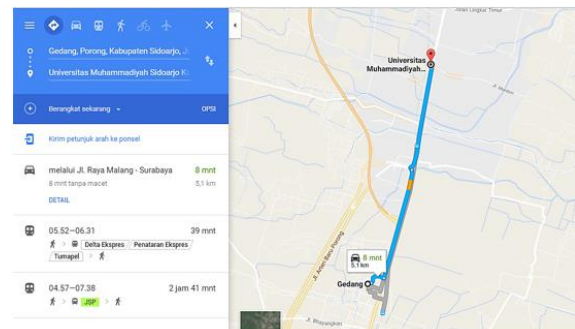
(1a)



(1a)



(1b)



(1b)

**Gambar 1a. Peta Lokasi Mitra 1 Desa dan 1b. Peta Lokasi Mitra 2 Desa Gedang**

Pelaksanaan Program Pengabdian kepada Masyarakat (PPM) ini dilaksanakan di dua mitra desa dalam lingkup Kecamatan Porong Kabupaten Sidoarjo, yaitu Desa Gelagah Arum dan Desa Gedang. Desa Gelagah Arum dan Desa Gedang memiliki jarak  $\pm 700$  meter dan  $\pm 500$  meter dari pusat semburan lumpur Lapindo.

Lokasi kedua desa dapat dibilang cukup dekat dengan pusat semburan lumpur. Meskipun demikian, warga desa tetap bertahan untuk tinggal di wilayah tersebut dengan berbagai faktor dan alasan yang beragam. Jarak lokasi yang cukup dekat dengan pusat semburan lumpur tentu akan memberikan dampak yang cukup signifikan, terutama pada kondisi air tanah yang terdapat di kedua desa tersebut. Bencana lumpur Lapindo pada saat ini sudah berlangsung kurang lebih 10 tahun. Selama kurun waktu tersebut, unsur-

unsur kandungan air tanah mengalami perubahan.

Permasalahan yang mendasar yang dimiliki kedua mitra adalah kurangnya informasi terbaru mengenai kelayakan air bersih yang terdapat pada sumber air tanah. Penelitian tentang kelayakan kondisi air tanah pernah dilakukan pada tahun 2013, namun, sampai saat ini belum terdapat penelitian terbaru tentang kelayakan kualitas air tanah pada kedua desa tersebut. Adanya kemungkinan kandungan lumpur dan air luapan lumpur yang merembes ke sebagian areal pertanian, sungai, maupun pemukiman akan mengakibatkan penurunan kualitas air tanah yang berpengaruh pula kualitas air tersebut untuk dikonsumsi atau untuk pemenuhan kebutuhan sehari-hari maupun untuk dimanfaatkan untuk pengairan pertanian dan budidaya perikanan. Oleh sebab itu, PPM Universitas Muhammadiyah Sidoarjo difokuskan pada pengecekan awal mengenai kelayakan kandungan unsur air tanah yang terdapat pada kedua desa tersebut.

## 2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dan manfaat pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut.

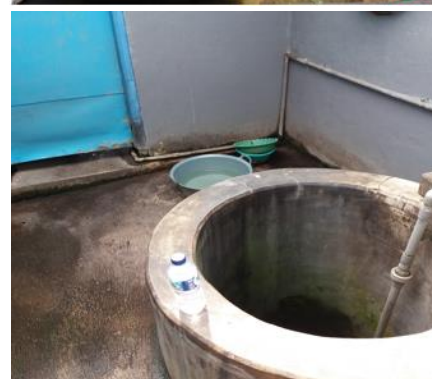
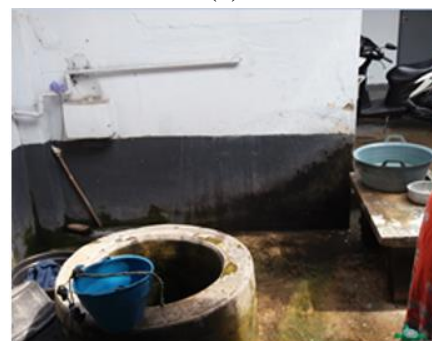
- a. Membantu desa Mitra 1 (Glagah Arum) dan Mitra 2 (Gedang) untuk mengetahui informasi mengenai ada atau tidaknya kandungan unsur logam berat pada air tanah di desa mereka.
- b. Membantu dalam pengadaan sosialisasi apabila ternyata ditemukan adanya kandungan unsur logam berat berbahaya yang melebihi batas ambang yang telah ditetapkan oleh pemerintah atau badan Standar Nasional Indonesia.

Manfaat yang diharapkan akan diperoleh adalah mengetahui informasi terbaru mengenai kandungan unsur yang terdapat dalam air tanah yang dipakai warga Desa Glagah Arum dan Gedang sehingga apabila

ditemukan adanya kandungan unsur logam berat dapat diketahui dan diantisipasi dampaknya.



(a)



(b)

**Gambar 2. Sumber Air Tanah yang Diambil Sebagai Sampel (a) Desa Glagah Arum, (b) Desa Gedang**

## B. METODE PENGABDIAN

Program Iptek bagi Masyarakat (I<sub>b</sub>M) ini, metode pengabdian dilakukan dengan cara melakukan tes uji pada sampel air tanah yang berada di wilayah desa Mitra 1 dan Mitra 2. Tahapan selanjutnya adalah pengecekan batas ambang dari informasi unsur-unsur yang diperoleh dari pengujian.



**Gambar 3. Diagram Pelaksanaan PPM**

Apabila terdapat kandungan logam berat yang melebihi ambang batas yang ditetapkan pemerintah, akan dilakukan sosialisasi untuk menyampaikan informasi, dampak, dan solusi kepada warga setempat. Diagram blok metode pelaksanaan PPM dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3, pada tahapan pertama, dilakukan studi pendahuluan mengenai penelitian yang telah dilakukan sehubungan dengan lumpur lapindo dan dilakukan tinjau lokasi pada kedua desa. Berdasarkan tinjau lokasi dari kedua desa diketahui bahwa pada Desa Glagah Arum dan Gedang terdapat banyak warga yang masih bertahan tinggal di desa tersebut meskipun lokasinya berdekatan dengan tanggul Lumpur

Lapindo, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4. Potret Salah Satu Desa Mitra (Glagah Arum)**

Pada tahapan kedua yaitu pengambilan sampel diperlukan partisipasi dan kerjasama dari warga setempat dan kepala desa dari kedua desa Mitra agar pengambilan sampel dapat berjalan lancar dan pada tahapan tindak lanjut, khususnya untuk pengadaan sosialisasi yang direncanakan ketika perolehan hasil terealisasi dengan baik.

Pada tahap ketiga dan keempat, untuk karakterisasi dan analisis data digunakan alat *X-ray Fluorescence (XRF) Spectrometry*. XRF merupakan alat yang digunakan untuk menentukan komposisi kimia yang terkandung dalam suatu material. Pengujian menggunakan XRF ini memiliki beberapa kelebihan yaitu cepat, akurat dan tidak merusak sampel sehingga sangat berguna jika digunakan menganalisis untuk kebutuhan penelitian dan farmasi. Pada XRF, X-ray dihasilkan oleh sebuah sumber radiasi yang biasanya berasal dari *X-ray tube*, *synchrotron* atau material radioaktif. Elemen yang muncul pada sampel akan memancarkan *fluorescent*

*X-ray radiation* dengan energi diskrit (seperti pada warna dalam *optical light*) yang merupakan karakteristik dari element tersebut. Dengan mengukur energi yang dihasilkan berdasarkan warna dari penyebaran radiasi oleh sampel dapat ditentukan elemen mana yang muncul. Hal ini disebut analisis secara kualitatif. Analisis secara kuantitatif dapat dilakukan dengan cara mengukur intensitas dari energi yang dipancarkan.

**Tabel 1. Perbedaan Tipe EDXRF dan WDXRF**

Pembanding	EDXRF	WDXRF
<b>Elemental range</b>	Na-U	Be-U
<b>Batas detektor</b>	Kurang optimal untuk elemen yang ringan, baik untuk elemen berat	Bagus untuk <i>Beryllium</i> dan semua elemen berat
<b>Sensitifitas</b>	Kurang optimal untuk elemen yang ringan, baik untuk elemen berat	Masih bisa untuk element ringan dan bagus untuk elemen berat
<b>Resolusi</b>	Kurang optimal untuk elemen yang ringan, baik untuk elemen berat	Bagus untuk elemen yang ringan namun Kurang optimal untuk elemen berat
<b>Biaya</b>	Relatif murah	Relatif mahal
<b>Konsumsi Daya</b>	5-1000 W	200-4000W
<b>Pengukuran</b>	Simultan	<i>Sequential</i> /simultan

Alat XRF sendiri berdasarkan *spectrometer system*-nya dibedakan menjadi dua jenis yakni *EDXRF* dan *Wavelength dispersive system X-ray Fluorescence (WDXRF)*. Perbedaannya, EDXRF memiliki sebuah detektor yang dapat mengukur perbedaan energi-energi dari radiasi yang dipancarkan langsung oleh sampel serta menggunakan

*system disperse*. WDXRF menggunakan sebuah *analyzing crystal* untuk mendispersi perbedaan energi. Secara Umum perbedaan antara keduanya ditunjukkan pada Tabel 1.

Jenis XRF yang dipakai pada penelitian ini menggunakan jenis *energy dispersive system (EDXRF)* dengan rentang unsur dari uranium sampai uranium (Na-U). Pemilihan analisis menggunakan XRF didasarkan pada beberapa kelebihan yaitu cepat, akurat, dan tidak merusak sampel sehingga sangat berguna jika digunakan menganalisis untuk kebutuhan penelitian ini yang memiliki jangka waktu penelitian yang pendek (Brouwer, 2010). Selain pengujian XRF dilakukan juga pengujian pH dan *Total Dissolve Solid (TDS)* sebagai pengujian tambahan untuk menentukan karakter lain dari sampel air tanah yang telah diambil.

Pengujian pH dilakukan di Jurusan Fisika Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya (ITS), sedangkan untuk pengujian TDS dilakukan di Jurusan Kimia ITS. Pengujian TDS mengukur total padatan terlarut, dimana padatan yang terdapat dalam air tersebut dapat melewati filter yang digunakan. Filter yang digunakan biasanya memiliki ukuran rata-rata nominal pori ( $\pm 2 \mu\text{m}$ ). Filtrat yang menembus kertas saring, kemudian diuapkan dan dikeringkan pada suhu tertentu di dalam oven sampai berat residu yang tertinggal bernilai konstan. Penentuan suhu dan waktu pemanasan sangat penting dalam proses ini karena dapat menentukan gas yang keluar akibat dekomposisi kimia sebagai bobot residu akibat oksidasi. Perhitungan TDS dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

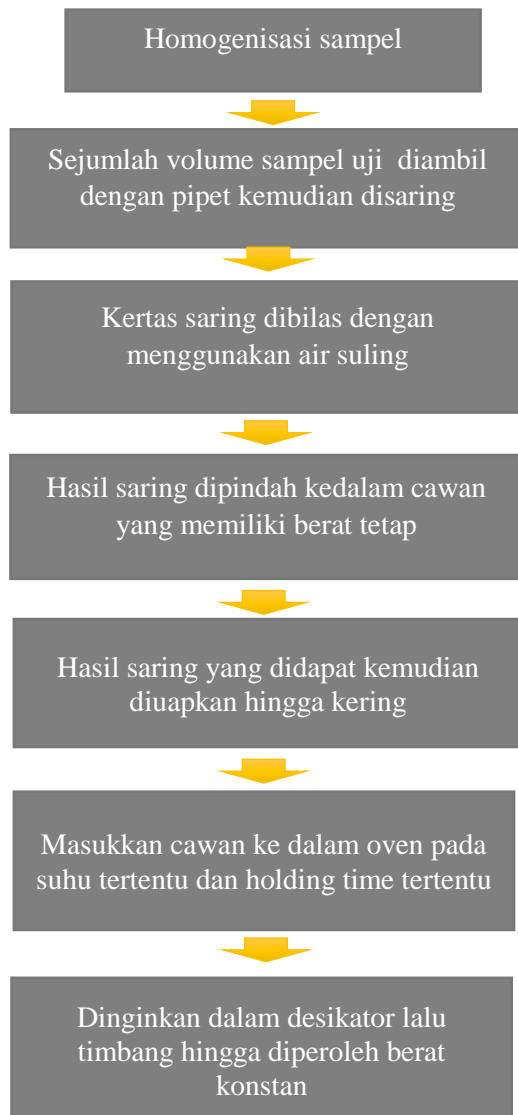
$$TDS = \frac{(a - b)1000}{Volume Sampel (mL)}$$

Keterangan : a = bobot residu + cawan  
b = bobot cawan



**Gambar 5. Contoh Alat-alat Pengujian TDS (www.infolabling.com)**

Secara umum pengujian TDS yang dilakukan memiliki tahapan seperti dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6. Diagram Blok Tahapan Umum TDS**

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian PPM ini digunakan empat sampel yang diambil dari kedua Desa Mitra, yaitu Desa Glagah Arum dan Desa Gedang, dimana masing-masing diambil dua sampel pada tiap desa mitra. Sistem pengambilan sampel menggunakan metode *random sampling*. Keempat sampel air tanah selanjutnya dikarakterisasi dengan menggunakan alat *X-ray Fluorescence (XRF)* yang terdapat di Universitas Hassanudin (UNHAS) Sulawesi Selatan dengan Tipe *Quant'x EDXRF Analyzer*. Jenis XRF yang digunakan memiliki jenis *energi dispersive system X-Ray Fluorescence (EDXRF)*.

Sampel yang diperoleh selanjutnya dimasukkan ke dalam botol dan diberi kode 1A dan 1B untuk sampel yang berasal dari Desa Glagah Arum dan kode 2A dan 2B untuk sampel dari Desa Gedang seperti yang terlihat pada Gambar 7.



**Gambar 7. Keempat Sampel Air Tanah dari Kedua Desa Mitra**

Pemilihan keempat sampel didasarkan karena penelitian PPM ini dimaksudkan sebagai penelitian pendahuluan sehingga sampel yang digunakan tidak terlalu banyak. Keempat sampel air tanah selanjutnya dikarakterisasi dengan menggunakan alat XRF yang terdapat di UNHAS Sulawesi Selatan dengan Tipe *Quant'x EDXRF Analyzer*.

Pada pengujian sampel air tanah digunakan jenis EDXRF dengan parameter *Eff.Area* 132.7 mm<sup>2</sup>, *Viewed Mass* 4200.000 mg, dan *Sample Height* 25.0 mm. Karakterisasi dengan menggunakan XRF dilakukan untuk mengetahui jenis dan kadar unsur yang terkandung pada sampel air Tanah. XRF merupakan alat yang digunakan untuk menentukan komposisi unsur kimia yang terkandung dalam suatu material, meskipun tidak dapat digunakan untuk menentukan senyawa kimia. Pengujian ini juga tidak merusak sampel, sehingga sampel masih dapat digunakan untuk pengujian lainnya setelah diuji dengan alat ini. Selain itu, pengujian ini juga tidak memerlukan waktu yang lama untuk mendapatkan hasilnya. Oleh karena alasan tersebut pada penelitian ini digunakan XRF untuk menentukan unsur kimia yang terkandung pada sampel air tanah. Berdasarkan hasil karakterisasi XRF diperoleh bahwa dari keempat sampel hanya satu sampel dari Desa Gedang yang terdeteksi kadar unsur-unsurnya disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Karakterisasi XRF pada Sampel Air Tanah**

No.	Mitra	Kode Sampel	Hasil XRF (m/m%)	Stripped O <sub>2</sub> (%)	
1.	Desa Glagah Arum	1A	-	39,69	
		1B	-	39,69	
2.	Desa Gedang	2A	-	39,69	
		2B	Pb	25,08,	16,37
			U	16,08,	
			Px	8,04,	
			Nb	7,60,	
In	7,47				

Berdasarkan hasil yang terlihat pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa sampel yang terdeteksi unsur-unsurnya adalah sampel 2B yang berasal dari desa Mitra 2, yakni Desa Gedang. Untuk ketiga sampel lainnya, unsur-unsur pada sampel air tanah tidak

terdeteksi atau terbaca. Hal tersebut dapat diakibatkan oleh beberapa faktor sebagai berikut.

1. Pengujian sampel air tanah pada penelitian ini menggunakan udara sehingga kemungkinan radiasi dari ketiga sampel yang tidak terdeteksi dapat diakibatkan oleh radiasi yang terserap udara dalam *chamber*. Sampel yang dipakai dalam penelitian ini berbentuk liquid sehingga karakterisasi dalam kondisi *vacuum* tidak memungkinkan untuk dilakukan. Karakterisasi sampel liquid dalam udara bebas dapat mengakibatkan radiasi yang ditembakkan terserap oleh udara sehingga tidak memungkinkan untuk mengukur elemen ringan. Kondisi paling baik untuk karakterisasi sampel liquid adalah dengan menggunakan gas He sehingga sampel tidak akan menguap dan memperkecil penyerapan radiasi.
2. Kemungkinan kurangnya ketelitian saat preparasi sampel, seperti dengan tidak mengaduk sampel air tanah terlebih dahulu saat preparasi sampel sehingga kurangnya homogenitas pada sampel air tanah yang dikarakterisasi.
3. Dapat juga disebabkan kemungkinan unsur yang terlarut dalam air sangat kecil sehingga tidak terdeteksi oleh alat.

Hasil dari karakterisasi XRF tersebut diketahui bahwa kandungan unsur tertinggi adalah timbal (Pb) dengan nilai 25,08 m/m%. Nilai Pb yang diperoleh dalam pengujian ini masih berada jauh di bawah batas maksimum kandungan Pb yang diatur dalam Standar Nasional Indonesia. Batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan untuk kategori air mineral alami yaitu 0,01 mg/L (Badan Standar Nasional, 2009).

Setelah dilakukan pengujian XRF pada keempat sampel dengan hasil yang telah dijelaskan di atas selanjutnya dilakukan pengujian pH dan *Total Dissolve Solid*

(TDS) sebagai data pendukung hasil XRF yang telah didapatkan serta untuk mengetahui karakter lain dari sampel air tanah yang telah diambil. Berdasarkan hasil tes pH dan TDS diperoleh data yang disajikan pada Tabel 3.



**Gambar 8. Alat Pengujian pH Meter pada Keempat Sampel Air Tanah**

**Tabel 3. Hasil Uji pH pada Sampel Air Tanah**

No.	Mitra	Kode Sampel	pH
1.	Desa Glagah Arum	1A	8,31
		1B	8,23
2.	Desa Gedang	2A	6,99
		2B	8,45

Berdasarkan data dari Tabel 3, dapat diketahui nilai pH yang terdapat dari keempat sampel air tanah. Informasi nilai pH dapat digunakan untuk mengetahui karakter lain dari sampel air tanah. Nilai pH yang terlalu rendah menunjukkan bahwa dalam air tersebut bersifat asam, bersifat korosif, dan memiliki padatan rendah sehingga mengandung banyak ion logam yang tidak baik untuk kesehatan. Nilai pH yang terlalu tinggi mengindikasikan adanya padatan tinggi yang dapat mempengaruhi penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari seperti mencuci, memasak air, dan lain-lain karena dapat merubah rasa dan membuat sabun cuci tidak berbusa. Secara umum, pH normal bernilai 7 akan tetapi untuk standar air tanah

nilai pH dianggap normal apabila berada dalam rentang 6-8,5 dan untuk air permukaan berada pada rentang 6,5-8,5. Hasil pH dari Desa Glagah Arum dan menunjukkan nilai lebih dari 8, yaitu 8,31 dan 8,23, masih berada dalam rentang normal. Untuk Desa Gedang, nilai pH menunjukkan angka yang tidak jauh berbeda dengan sampel air tanah di desa Glagah Arum, yaitu 6,99 dan 8,45, masih dalam rentang normal. Hal ini menunjukkan bahwa berdasarkan nilai pH air tanah dari keempat sampel masih bisa digunakan untuk keperluan sehari-hari meskipun tidak untuk dikonsumsi.

Pengujian selanjutnya adalah *Total Dissolve Solid* (TDS). Ada dua jenis zat padat yang terdapat dalam air, yaitu zat padat yang tersaring oleh filter dan zat terlarut yang dapat menembus filter. Pengujian TDS merupakan pengujian tambahan yang dimaksudkan untuk mengetahui jumlah padatan total yang terkandung pada sampel air tanah. Pengujian TDS yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode gravimetri. Hasil dari pengujian TDS dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Hasil Uji TDS pada Sampel Air Tanah**

No.	Mitra	Kode Sampel	TDS (mg/L)	Metode
1.	Desa Glagah Arum	1A	0,88	Gravimetri
		1B	0,98	
2.	Desa Gedang	2A	0,52	
		2B	0,83	

Berdasarkan data pada Tabel 4 nilai TDS pada keempat sampel adalah 0,88 mg/L dan 0,98 mg/L di Desa Glagah Arum serta 0,56 mg/L dan 0,83 mg/L di Desa Gedang. Secara umum nilai TDS tersebut masih berada di bawah batas ambang kadar maksimum yang diperbolehkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia



Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 yaitu 1000 mg/L.

Secara keseluruhan, hasil parameter pengujian keempat sampel menunjukkan bahwa sampel yang di ambil di desa mitra yaitu Desa Glagah Arum dan Desa Gedang tidak mengindikasikan bahaya apabila digunakan dalam penggunaan sehari-hari selain untuk dikonsumsi sehingga tidak diperlukan adanya tindak lanjut seperti sosialisasi.

## D. PENUTUP

### 1. Simpulan

- a. Berdasarkan hasil dari keempat sampel air tanah yang telah diambil dari Desa Glagah Arum dan Desa Gedang diperoleh informasi mengenai kandungan unsur, nilai pH dan TDS. Unsur yang terdeteksi oleh XRF adalah Pb 25,08; U 16,08, Px 8,04; Nb 7,60; dan In 7,47 yang terdapat pada salah satu sampel yang diambil di Desa Gedang.
- b. Nilai pH dari keempat sampel masih dalam rentang normal (6-8,5) dengan nilai 8,31 dan 8,23 untuk sampel air di Desa Glagah Arum; nilai pH 6,99 dan 8,45 untuk sampel air tanah di Desa Gedang.
- c. Nilai TDS dari keempat sampel dari kedua desa mitra berturut-turut adalah 0,88 mg/L dan 0,98 mg/L di Desa Glagah Arum serta 0,56 mg/L dan 0,83 mg/L; masih berada jauh di bawah batas ambang kadar maksimum 1000 mg/L.
- d. Berdasarkan informasi dari ketiga parameter menunjukkan sampel air tanah dari kedua desa masih memungkinkan untuk digunakan sebagai pemenuhan kebutuhan sehari-hari selain untuk dikonsumsi sehingga tidak diperlukan adanya sosialisasi.

### 2. Saran

- a. Masih perlu adanya pengujian dengan parameter-parameter lainnya yang lebih

lengkap apabila ingin mengetahui lebih detail tentang kelayakan air tanah yang ada di desa mitra.

- b. Pengambilan sampel air tanah yang lebih beragam di banyak titik akan membuat data yang didapat lebih akurat.
- c. Pengembangan alat pendeteksi logam dengan kadar tertentu dapat menjadi alat yang sangat berguna bagi penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fadli, A.F., Tjahjanto, R.T., & Darjito. 2013. "Ekstraksi Silika dalam Lumpur Lapindo Menggunakan Metode Kontinyu. Kimia". *Jurnal Ilmu Kimia Universitas Brawijaya Malang*, 1(2), 182-187.
- Brouwer, P. 2010. *Theory of XRF*. Netherlands: PANalytical BV.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. *Batas Maksimum Pencemaran Logam Berat dalam Pangan*. Jakarta: BSNI Press.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.
- Hadi, Anwar. 2010. Ringkasan SNI 06-698927-2004 apha 2540. <http://www.infolabling.com/2014/07/ringkasan-sni-06-698927-2004-apha-2540.html#.WPq-yvmGPIU>. Diakses 03 April 2017.