

TA/TL/2023/1631

TUGAS AKHIR

**ANALISIS SEBARAN SENYAWA PENGGANGGU
HORMON (*ENDOCRINE DISRUPTOR*) PADA AIR TANAH
DI SEKITAR FASILITAS KESEHATAN WILAYAH
KECAMATAN MLATI, KABUPATEN SLEMAN**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**

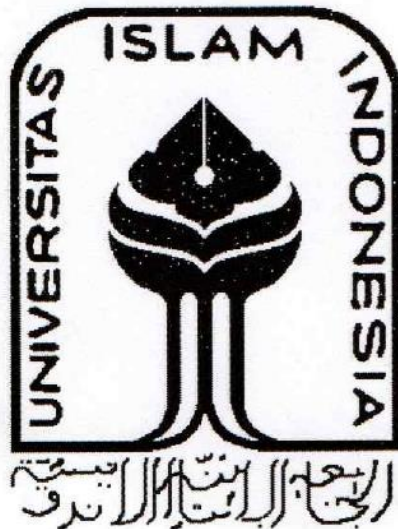


**ELVIRA ROSA SETIYA ANGGRAENI
19513191**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023**

TUGAS AKHIR
ANALISIS SEBARAN SENYAWA PENGANGGU
HORMON (*ENDOCRINE DISRUPTOR*) PADA AIR TANAH
DI SEKITAR FASILITAS KESEHATA WILAYAH
KECAMATAN MLATI, KABUPATEN SLEMAN

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



Disusun Oleh:

ELVIRA ROSA SETIYA ANGGRAENI
19513191

Disetujui,
Dosen Pembimbing

Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.

NIK. 005130101

Tanggal : 23 Agustus 2023

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



Any Juliani, S.T., M.Sc.(Res.Eng), Ph.D

NIK. 045130401

Tanggal : 23 Agustus 2023

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS SEBARAN SENYAWA PENGGANGGU HORMON
(*ENDOCRINE DISRUPTOR*) PADA AIR TANAH DI SEKITAR
FASILITAS KESEHATAN WILAYAH KECAMATAN MLATI
KABUPATEN SLEMAN

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Selasa

Tanggal : 22 Agustus 2023

Disusun Oleh :

ELVIRA ROSA SETIYA ANGGRAENI

19513191

Tim Penguji :

Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.

() 23/8 2023

Prof. Dr.-Ing.Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc.

(22 August 2023)

Puji Lestari, S.Si., M.Sc, Ph.D.

()

PERNYATAAN

Dengan ini penulis menyatakan bahwa :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian penulis sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali atas arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia. (*apabila menggunakan software khusus*)
5. Pernyataan ini penulis buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 22 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Elvira Rosa Setiya Anggraeni

NIM : 19513191

PRAKATA

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT dengan segala Rahmat dan karunia-Nya serta shalawat kepada Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan petunjuk sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir “Analisis Sebaran Senyawa Pengganggu Hormon (*Endocrine Disruptor*) Pada Air Tanah Di Wilayah Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman”

Penyusunan Laporan ini sesuai dengan kurikulum yang berlaku di Program Studi Teknik Lingkungan dan menjadi salah satu dari hasil pemikiran dalam pemecahan masalah di bidang Teknik Lingkungan. Penyusunan laporan ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik S1 Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan laporan ini penulis banyak mendapatkan semangat, dukungan, dorongan dan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini perkenankan peneliti menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan nikmat Iman dan Islam sebagai pedoman dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini serta Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi teladan dalam bersikap dan berpikir.
2. Orang tua yaitu Bapak Agus Handoyo dan Ibu Purwanti serta kakak penulis Dodik Setiyo atas segala kasih sayang yang tidak dapat terbalas sehingga penulis dapat bertahan menempuh pendidikan sejauh ini.
3. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc.(Res.Eng)., Ph.D.
4. Koordinator Tugas Akhir Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.
5. Dosen pembimbing saya Bapak Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.
6. Dosen penguji saya Bapak Prof. Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc., dan Ibu Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D.

7. Seluruh dosen, staf, dan Keluarga Besar Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Terima kasih atas bantuan, pengajaran, dan pengalaman yang telah diberikan.
8. Laboran Mas Ridwan dan Mas Bagus yang sudah membimbing saya selama menyelesaikan tugas akhir.
9. Teman-teman “Bismillah TA” Rizqy Akhfa dan Annisa Rezeki yang berjerih payah bersama penulis dari awal pembentukan proposal hingga selesai.
10. Teman-teman penulis Annas, Showam yang telah membantu *sampling* hingga berjalan dengan lancar.
11. Sahabat penulis Intan, Alina, Aya yang selalu membantu dan menemani dalam proses belajar dari awal semester hingga selesai.
12. Sahabat penulis Putri Salsabilla dan Adelaide yang selalu *support* penulis dalam keadaan dekat maupun jauh.
13. Semua pihak yang terlibat dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak terdapat berbagai kekurangan. Kritik dan saran diharapkan demi menyempurnakan laporan ini. Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 22 Agustus 2023



Elvira Rosa Setiya Anggraeni

NIM : 19513191

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRACT

ELVIRA ROSA SETIYA ANGGRAENI. *Distribution Analysis of Endocrine Disruptors in Groundwater in the Mlati District, Sleman Regency. Supervised by Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.*

Groundwater that exists today cannot be directly utilized by the community, the problem that is often faced is that the quality of groundwater used by the community is decreasing, even exceeding the established water quality standards. In recent years, the emergence of pollutants in groundwater has become a matter of concern because it can disrupt the survival of living things. One type of pollutant is Endocrine Disruptor Compounds (EDCs). The group of molecules identified as EDCs is highly heterogeneous and includes synthetic chemicals such as Bisphenol A (BPA) and Phthalate. This study aims to determine the potential sources of pollutants and also the levels of concentrations of EDCs compounds present in groundwater in the Mlati District, Sleman Regency. Analysis of Bisphenol A (BPA) content was carried out using the Spectrophotometry method and Phthalates using the GC-MS method. From 8 sampling points, groundwater in community wells contained 9 types of Phthalate compounds and Bisphenol A compounds with various values. The highest Bisphenol A concentration was at sample point 8, namely 5.40 mg/L. Meanwhile, the highest concentration of Phthalate compounds was found in the Diethyl Phthalate type at sample point 6 with a size of 0.241 mg/L. Potentials that can affect the presence of phthalates include parameters of temperature, surface water, distance from pollutant sources, and well depth. Several factors can affect the solubility of Bisphenol A in groundwater, namely temperature, soil type, pH, presence of other chemicals, and exposure time.

Keywords : *Endocrine Disruptor Chemical (EDCs), Bisphenol A, Phthalate, groundwater, GC-MS methods*

ABSTRAK

ELVIRA ROSA SETIYA ANGGRAENI. Analisis Sebaran Senyawa Pengganggu Hormon (*Endocrine Disruptor*) Pada Air Tanah Di Wilayah Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman. Dibimbing oleh Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.

Air tanah yang ada saat ini tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh masyarakat, permasalahan yang sering dihadapi adalah kualitas air tanah yang dimanfaatkan oleh masyarakat semakin menurun, bahkan melebihi baku mutu air yang ditetapkan. Selama beberapa tahun terakhir munculnya polutan pada air tanah menjadi hal yang dikhawatirkan karena dapat mengganggu keberlangsungan makhluk hidup. Salah satu jenis polutan tersebut yaitu *Endocrine Disruptor Compounds* (EDCs). Kelompok molekul yang diidentifikasi sebagai EDC sangat heterogen dan mencakup bahan kimia sintetik seperti *Bisphenol A* (BPA) dan *Phthalate*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi sumber pencemar dan juga kadar konsentrasi kandungan senyawa EDCs yang ada dalam air tanah di wilayah Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman. Analisis kandungan *Bisphenol A* (BPA) dilakukan dengan menggunakan metode Spektrofotometri dan *Phthalates* menggunakan metode GC-MS. Dari 8 titik sampling air tanah pada sumur warga mengandung 9 jenis senyawa *Phthalate* dan senyawa *Bisphenol A* dengan nilai yang beragam. Besar konsentrasi senyawa *Bisphenol A* tertinggi pada titik sampel 8 yaitu 5,40 mg/L. Sedangkan untuk konsentrasi tertinggi senyawa *Phthalate* terdapat pada jenis *Diethyl Phthalate* di titik sampel 6 dengan besar 0,241 mg/L. Potensi yang dapat mempengaruhi keberadaan *phthalate* diantaranya parameter suhu, air permukaan, jarak sumber pencemar, serta kedalaman sumur. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kelarutan *Bisphenol A* dalam air tanah yaitu suhu, jenis tanah, pH, kehadiran bahan kimia lainnya, dan waktu paparan.

Kata kunci : *Endocrine Disruptor Chemical* (EDCs), *Bisphenol A*, *Phthalate*, air tanah, metode GC-MS

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	1
PERNYATAAN	iii
PRAKATA	iv
ABSTRACT	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	2
1.4 RUANG LINGKUP	3
1.5 MANFAAT PENELITIAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Endocrine Disruptor Chemicals</i> (EDCs).....	4
2.2 Representatif EDCs	5
2.2.1. <i>Bisphenol A</i>	5
2.2.2. <i>Phthalates</i>	6
2.3 Paparan EDCs dalam Air Tanah.....	6
2.4 Risiko Kesehatan Terkena Paparan EDCs pada Air Tanah.....	8
2.5 Memetakan Pola Sebaran EDCs Menggunakan QGIS.....	9
2.6 <i>Gas Chromatography - Mass Spectrometry</i> (GC-MS)	9
2.7 <i>Spectrophotometer</i>	11
2.8 Sistem Hidrologi Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman.....	12
2. Penelitian Sebelumnya	12
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	15
3.2 Jenis dan Variabel Penelitian.....	17
3.3 Alat dan Bahan	17
3.4 Pengumpulan Data.....	19
3.4.1 Data Sekunder.....	19
3.4.2 Data Primer.....	19
3.5 Tahapan Penelitian	22
3.5.1 Cara Pengambilan Sampel.....	23
3.5.2 Cara Pengawetan Sampel	24
3.5.4 Cara Analisis.....	24

3.6 Metode Analisis Data	25
3.6.1 Proses Pengujian Sampel.....	25
3.6.2 Analisis <i>Bisphenol A</i> (BPA)	27
3.6.3 Analisis Data <i>Bisphenol A</i>	29
3.6.4 Analisis <i>Phthalate</i>	31
3.6.5 Analisis Data <i>Phthalate</i>	36
3.6.6 Pemetaan Pola Aliran Air Tanah Menggunakan Metode IDW Untuk Interpolasi Sebaran EDCs.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel	43
4.2 Data Hasil Observasi Lapangan	44
4.2.1 Data Hasil Observasi Sumur.....	45
4.3 Kandungan <i>Phthalate</i> Pada Air Tanah	47
4.4 Analisis Kandungan <i>Phthalate</i> Hasil Kromatogram GC-MS Terhadap Air Tanah	49
4.4.1 Analisis Kandungan <i>Dimethyl Phthalate</i> (DMP).....	49
4.4.2 Analisis Kandungan <i>Dibutyl Phthalate</i> (DBP).....	50
4.4.3 Analisis Kandungan <i>Diethyl Phthalate</i> (DEP)	51
4.4.4 Analisis Kandungan <i>Bis(2-methoxyethyl) Phthalate</i> (BMEP)	52
4.4.5 Analisis Kandungan <i>Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester</i>	53
4.4.6 Analisis Kandungan <i>Diamyl Phthalate</i> (DAP).....	54
4.4.7 Analisis Kandungan <i>Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester</i>	55
4.4.8 Analisis Kandungan <i>Dicyclohexyl Phthalate</i> (DCHP).....	56
4.4.9 Analisis Kandungan <i>Diisooctyl Phthalate</i> (DIOP).....	57
4.5 Kandungan <i>Bisphenol A</i> Pada Air Tanah	58
4.6 Analisis Kandungan <i>Bisphenol A</i> Hasil Spektrofotometer Terhadap Air Tanah .	59
4.7 Analisis Risiko Kesehatan	60
4.7.1 Data Hasil Kuesioner.....	60
4.7.2 Manajemen Risiko	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	73
RIWAYAT HIDUP	86

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel sebaran titik sampling berdasarkan koordinat	15
Tabel 3. 2 Alat dan Bahan.....	17
Tabel 3. 3 Hasil Data Kurva Kalibrasi Dimethyl Phthalate	38
Tabel 3. 4 Rekapian Nilai LOD dan LOQ	39
Tabel 3. 5 Perhitungan Konsentrasi Persamaan Regresi Linear Sampel	40
Tabel 3. 6 Tabel perhitungan volume total.....	85
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kualitas Air Sumur.....	46
Tabel 4. 2 Kondisi Sumur	46
Tabel 4. 3 Umur Sumur	47
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Sumur	47
Tabel 4. 5 Potensi produk yang mengandung senyawa phthalate	49
Tabel 4. 6 Data Hasil Pembacaan GC-MS senyawa Dimethyl Phthalate.....	49
Tabel 4. 7 Data Hasil Pembacaan GC-MS senyawa Dibutyl Phthalate.....	50
Tabel 4. 8 Data Hasil Pembacaan GC-MS senyawa Diethyl Phthalate	52
Tabel 4. 9 Data Hasil Pembacaan GC-MS senyawa Bis(2-methoxyethyl) Phthalate....	52
Tabel 4. 10 Data Hasil Pembacaan Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester	54
Tabel 4. 11 Data Hasil Pembacaan Senyawa Diamyl Phthalate	54
Tabel 4. 12 Data Hasil Pembacaan Senyawa Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester	55
Tabel 4. 13 Data hasil Pembacaan Senyawa Dicyclohexyl Phthalate	56
Tabel 4. 14 Data Hasil Pembacaan Senyawa Diisoocthyl Phthalate	57
Tabel 4. 15 Data hasil pembacaan senyawa Bisphenol A pada spektrofotometri	59
Tabel 4. 16 Data Pekerjaan dan Penyakit Responden.....	61
Tabel 4. 17 Usia Responden	61
Tabel 4. 18 Data berat badan reponden	62

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Kimia Bisphenol A.....	5
Gambar 2. 2 Proses Transportasi senyawa Bisphenol A dan Phthalate	7
Gambar 2. 3 Instrumen Kromatografi GC-MS	10
Gambar 2. 4 Cara kerja spektrofotometer	11
Gambar 3. 1 Proses pengambilan data menggunakan kuesioner terhadap responden..	20
Gambar 3. 2 Pengukuran mrnggunakan alat water level meter	21
Gambar 3. 3 Proses pengambilan sampel air sumur	21
Gambar 3. 4 Diagram Alir Prosedur Pengujian	22
Gambar 3. 5 water sampler vertical	23
Gambar 3. 6 Proses pembuatan standar larutan bhisphenol A.....	27
Gambar 3. 7 Proses preparasi sampel dengan menggunakan hotplate	28
Gambar 3. 8 Analisis sampel menggunakan instrument spektrofotometri	28
Gambar 3. 9 Diagram penelitian bisphenol A.....	29
Gambar 3. 10 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan standar bisphenol A	30
Gambar 3. 11 Proses penyaringan sampel menggunakan kertas saring glass micro- fiber 0,45 µm dengan alat vaccum.....	32
Gambar 3. 12 C18 SPE Cartridge	33
Gambar 3. 13 Proses Conditioning, Loading Sample, Vaccum Dry, Ellution pada sampel menggunakan katrid C18-E.....	33
Gambar 3. 14 Proses Drying pada sampel menggunakan waterbath.....	34
Gambar 3. 15 Proses Analisis Sampel Menggunakan Instrumen GC-MS	34
Gambar 3. 16 Diagram Penelitian Phthalate.....	35
Gambar 3. 17 Grafik kromatogram pembacaan GC-MS pada Dimethyl Phthalate.....	36
Gambar 3. 18 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standar Dimethyl Phthalate	38
Gambar 4. 1 Peta Persebaran potensi sumber pencemar senyawa BPA dan Phthalate Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman	43
Gambar 4. 2 Peta Pola Persebaran Senyawa BPA dengan Interpolasi IDW	44
Gambar 4. 3 Peta Pola Persebaran Senyawa Diethyl Phthalate dengan Interpolasi IDW	45
Gambar 4. 4 Peak standar pada masing-masing senyawa phthalate	48

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Air tanah merupakan sumber daya alam yang dapat diperbarui, namun bukan berarti sumber daya ini dapat dieksploitasi tanpa batas. Ekstraksi air tanah yang tidak terkendali dapat berdampak negatif terhadap keseimbangan alam itu sendiri (Putranto & Kusuma, 2009). Air tanah yang ada saat ini tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh masyarakat, permasalahan yang sering dihadapi adalah kualitas air tanah yang dimanfaatkan melebihi baku mutu air yang ditetapkan oleh pemerintah berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Selama beberapa tahun terakhir munculnya polutan pada air tanah menjadi hal yang dikhawatirkan karena dapat mengganggu keberlangsungan makhluk hidup. Kemunculan polutan dapat bergerak dalam konsentrasi yang rendah yang ada pada udara, air, sedimen, dan tanah. Salah satu jenis polutan tersebut yaitu *Endocrine Disruptor Compounds* (EDCs). Kelompok molekul yang diidentifikasi sebagai EDC sangat heterogen dan mencakup bahan kimia sintetik yang digunakan sebagai pelarut/pelumas industri dan produk sampingannya, seperti *Bisphenol A* (BPA) dan *Phthalate*. Keberadaan senyawa EDCs tidak terikat secara kimiawi pada produk, melainkan larut dari produk plastik ke berbagai jalur lingkungan, salah satunya air tanah. Oleh karena itu, senyawa ini digambarkan sebagai senyawa buatan manusia yang hadir melimpah sebagai pencemar lingkungan karena keberadaannya bergantung pada aktivitas manusia atau antropogenik (Edjere et al., 2016).

Kelompok molekul EDCs pada senyawa *Bisphenol A* dan *Phthalate* memiliki potensi sebagai *emerging* polutan. *Emerging* polutan merupakan bahan-bahan pencemar baru yang berasal dari produk farmasi, antibiotik, sampah plastik dan sebagainya, dimana pemerintah belum memiliki regulasi atau peraturan secara spesifik tentang pencemaran kedua senyawa tersebut. *Emerging* polutan telah mencapai lingkungan dari berbagai sumber antropogenik dan didistribusikan keseluruhan aspek lingkungan. Sehingga dari beberapa faktor seperti plastik dapat mempengaruhi timbulnya senyawa BPA dan *Phthalate* pada air tanah.

Pencemaran air tanah disebabkan oleh zat-zat yang dapat mengganggu kesehatan manusia, salah satunya adalah bahan kimia. Bahaya paparan kontaminasi air seringkali baru diketahui setelah kontak yang terlalu lama dengan senyawa tersebut. Salah satu bahan kimia berbahaya yang terdapat pada air tanah adalah *Endocrine Disruptor Chompounds* (EDCs) (Diamanti-Kandarakis et al., 2009). EDCs dikenal sebagai polutan air dan dapat memiliki efek yang sangat luas. Berdasarkan studi terbaru, pengganggu endokrin dilaporkan dapat mengubah interaksi gen lingkungan melalui perubahan fisiologis, seluler, molekuler, dan epigenetik, sehingga memengaruhi tiap individu (Lung et al., 2005).

Kawasan Kecamatan Mlati Kabupaten Sleman merupakan kawasan padat penduduk dan termasuk kawasan yang memiliki aktivitas antropogenik yang tinggi. Selain itu, disekitar Kec. Mlati, Sleman juga terdapat berbagai fasilitas kesehatan, seperti puskesmas, rumah sakit, dan juga klinik serta terdapat sarana publik seperti sekolah, kampus, sarana ibadah, stadion, dan juga unit pengolahan sampah seperti TPS 3R. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa aktivitas yang sudah dilakukan oleh masyarakat sekitar serta adanya fasilitas kesehatan dan sarana publik dapat mempengaruhi kondisi air tanah pada wilayah tersebut. Kegiatan antropogenik dan pembuangan limbah yang belum selesai diolah oleh masyarakat dapat menjadi pemicu timbulnya EDCs, sehingga EDCs terserap oleh tanah dan mengontaminasi air tanah disekitar. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai kontaminan pengganggu endokrin pada air tanah di sekitar Kec. Mlati, Sleman untuk mengetahui apakah terjadi kontaminasi EDCs pada air tanah atau tidak.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Mengacu dari paparan latar belakang di atas, masalah yang dapat diidentifikasi antara lain :

1. Apa saja potensi sumber pencemar yang mempengaruhi sebaran senyawa EDCs pada wilayah Kec. Mlati Kab. Sleman?
2. Berapa kadar konsentrasi EDCs yang ada di air tanah di wilayah Kecamatan Mlati?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian ini diantaranya :

1. Mengetahui potensi sumber pencemar yang mempengaruhi sebaran senyawa EDCs pada wilayah Kecamatan Mlati Kabupaten Sleman.
2. Mengetahui kadar konsentrasi EDCs yang ada di air tanah di wilayah Kecamatan Mlati Kabupaten Sleman.

1.4 RUANG LINGKUP

Ruang lingkup dalam penelitian ini antara lain :

1. Lokasi penelitian dilakukan pada area pemukiman di kawasan fasilitas kesehatan yang berada di Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Data yang digunakan sebagai analisis pendukung yaitu antara lain penggunaan lahan (*land use*), arah aliran air tanah, dan jenis tanah
3. Pengambilan data dilakukan dengan pengambilan sampel air tanah dan melalui kuisioner.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian ini, sebagai berikut :

A. Bagi Mahasiswa

1. Menambah pengetahuan dan wawasan dalam bidang sanitasi khususnya tentang kualitas, sarana dan pengaruhnya terhadap lingkungan.
2. Menerapkan ilmu yang diterima pada saat perkuliahan mengenai kualitas air tanah secara langsung pada kondisi riil di lapangan.

B. Bagi Masyarakat

1. Memberikan informasi mengenai kualitas air tanah yang digunakan di sekitar Kawasan fasilitas kesehatan Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman.
2. Menciptakan hubungan baik antara masyarakat dengan mahasiswa atau Intansi Perguruan Tinggi.

C. Bagi Instansi Pemerintahan

1. Menyediakan data bagi pemerintah daerah atau instansi terkait dengan kondisi air tanah dalam pemanfaatan sumber air bersih.
2. Memberikan pertimbangan dalam mengambil kebijakan ataupun keputusan terkait kualitas air tanah.
3. Memberikan masukan terkait pengambilan data yang digunakan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Endocrine Disruptor Chemicals (EDCs)*

Endocrine Disrupting Chemicals (EDC) adalah zat yang ditemukan di lingkungan, makanan, dan produk industri lainnya yang mengganggu biosintesis, metabolisme, dan aksi hormonal, yang mengakibatkan gangguan homeostasis atau reproduksi (Diamanti-Kandarakis et al., 2009). Bahan kimia pengganggu endokrin (EDCs) adalah sekelompok bahan kimia atau campuran bahan kimia di lingkungan (udara, tanah, atau pasokan air), sumber makanan, produk perawatan pribadi, dan produk manufaktur yang menggunakan efek meniru hormon dan mengganggu fungsi hormon (Aborkhees et al., 2020).

EDC dikenal sebagai pencemar air sungai dan memiliki efek yang sangat luas. EDC telah dilaporkan mampu mengubah interaksi gen-lingkungan melalui perubahan fisiologis, seluler, molekuler, dan epigenetik, sehingga memengaruhi individu dan keturunannya. Hubungan kausal antara pajanan dan manifestasi penyakit telah didemonstrasikan pada model hewan percobaan yang telah terbukti berkorelasi dengan data epidemiologi di masyarakat. EDCs dapat meracuni manusia melalui air minum dan menyebabkan berbagai penyakit seperti : obesitas, diabetes, reproduksi wanita, dan kanker hormon-sensitif pada pria dan wanita, kelainan prostat, tiroid, dan sistem perkembangan saraf dan *neuroendokrin*. Peran EDCs tidak hanya mempengaruhi fungsi organ dalam tubuh, bahaya EDCs juga dapat mempengaruhi kesehatan gigi dan rongga mulut, meskipun laporan bahaya EDCs di bidang kedokteran gigi dan mulut masih belum banyak dilaporkan dan diungkapkan secara luas.

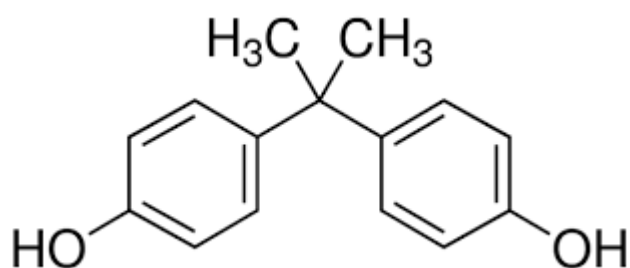
Perlu diketahui bahwa plastik yang mengandung pengganggu endokrin banyak digunakan masyarakat sehari-hari, baik di perkotaan maupun di pedesaan. EDCs mewakili kelas besar molekul seperti pestisida organoklorin dan bahan kimia industri, plastik dan *plasticizer*, alat pemadam kebakaran, pupuk, insektisida, insektisida, fungisida dan banyak lainnya yang ada di lingkungan atau bahan kimia yang digunakan secara luas. Sekitar 800 bahan kimia diketahui mengandung pengganggu endokrin, tetapi hanya sedikit yang telah diselidiki (Marchianti et al., 2017).

2.2 Representatif EDCs

Di antara berbagai EDC dari lingkungan *Bisphenol A (BPA)* dan *Phthalates* telah mendapatkan perhatian besar karena toksisitas dan ketahanannya di lingkungan. Pada bagian ini, pengenalan diberikan pada aplikasi polutan yang muncul ini dalam kehidupan manusia serta efek toksiknya terhadap biologi dan lingkungan.

2.2.1. *Bisphenol A*

Bisphenol A (BPA) merupakan bahan kimia yang digunakan secara luas. Bahan ini adalah salah satu dari banyak senyawa mirip estrogen sintetis yang diklasifikasikan sebagai EDC. BPA merupakan monomer dalam sintesis epoksi resin. Resin epoksi digunakan sebagai wadah makanan dan minuman, peralatan rumah tangga, bahan pelapis dinding dalam kemasan makanan dan minuman kaleng, perekat, kemasan makanan dan air mineral, botol minum bayi, sealant gigi, insektisida, fungisida, penghambat api, penstabil dalam produksi polietilen. Klorida (PVC), bahkan digunakan dalam sintesis *hidrokuinon*. Penggunaan epoksi resin ini bertujuan untuk mencegah terjadinya korosi atau reaksi bahan pengemas dengan pangan yang ada di dalamnya. BPA memiliki efek yang sangat berbahaya bagi lingkungan dan organisme karena merupakan bahan kimia pengganggu endokrin (EDC) (Perdana & Jacobus, 2016). BPA dibuat dengan mengembunkan *aseton* dan *fenol*, dan dikenal sebagai *4,4'-dihidroksi-2,2-difenilpropana*; struktur kimianya seperti ini :



Gambar 2. 1 Struktur Kimia Bisphenol A
(Ridwan Fariz A., Hilda Aprilia, 2015)

Dalam beberapa studi terdahulu, BPA telah menunjukkan pengaruh terhadap reproduksi dan perkembangan otak pada hewan. Dalam bentuk aktifnya, senyawa BPA memiliki aktivitas estrogenik, sehingga jika masuk ke dalam tubuh dapat meniru aktivitas estrogen. Oleh karena itu, para peneliti memberikan perhatian yang cukup besar terhadap BPA yang kemungkinan efeknya terhadap manusia sangat berbahaya (Sugawara et al., 2008).

BPA merupakan zat yang mudah larut dalam air dan tanah. BPA saat ini menjadi perhatian lingkungan global karena banyaknya BPA yang ditemukan di lingkungan. Pencemaran BPA di lingkungan perairan dapat mempengaruhi organisme perairan yang hidup di dalamnya, seperti udang, kepiting, ikan, cumi-cumi dan kerang. BPA juga dapat ditemukan dalam cairan ketuban, darah bayi baru lahir, dan ASI, yang menunjukkan penularan vertikal dari ibu ke anak. Badan Perlindungan Lingkungan A.S. (US EPA) menetapkan batas kadar aman BPA dalam tubuh sebesar 50 mikrogram/kg berat badan/hari. Angka ini digunakan sebagai panduan, karena merupakan jumlah minimum paparan BPA yang tidak akan berpengaruh pada tubuh (Perdana & Jacobus, 2016).

2.2.2. *Phthalates*

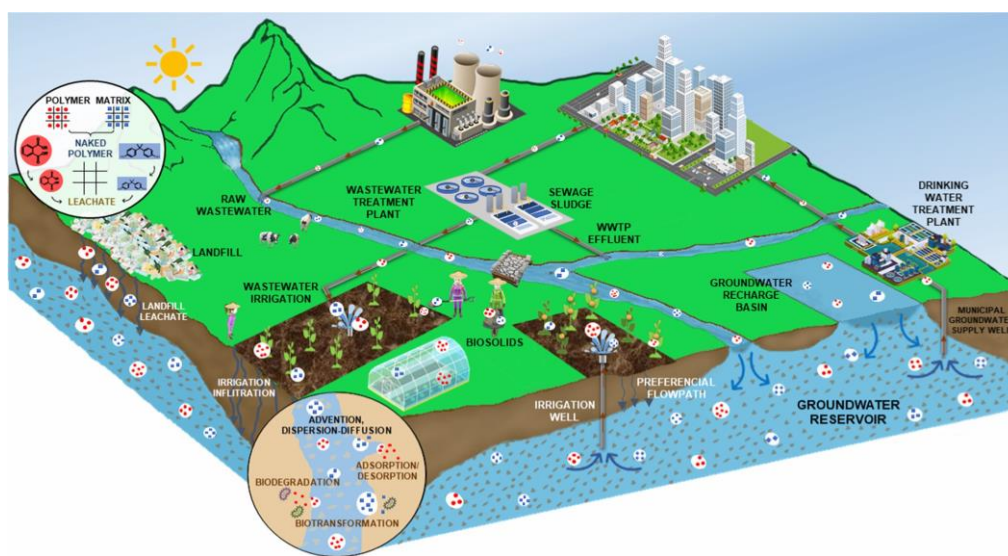
Phthalates atau ester ftalat (PAEs), digunakan sebagai plasticizer (zat atau bahan yang ditambahkan ke plastik untuk meningkatkan fleksibilitas, penuaan, dan daya tahan) selama pembuatan dan pemrosesan produk plastik. Sampai saat ini, PAE digunakan dalam berbagai aplikasi industri yang sangat luas (Serôdio et al., 2006). PAEs dibentuk oleh reaksi metanol, etanol atau alkohol dengan gugus karboksil pada cincin benzena asam ftalat. Ftalat terdiri dari struktur kimia lipofilik, dan ftalat tidak secara kimia bergabung dengan struktur plastik. Sebaliknya, mereka hanya secara fisik terikat pada matriks polimer, sehingga PAEs dapat dengan mudah dilepaskan ke lingkungan secara langsung dan/atau tidak langsung selama pembuatan, penggunaan, dan pembuangan (Zota et al., 2014).

PAE dalam tanah dapat diserap oleh curah hujan dan meresap ke dalam air tanah yang merupakan salah satu reservoir penting PAE, sedangkan PAE dalam air permukaan dapat langsung meresap ke dalam air tanah melalui aliran air. Air tanah yang terkontaminasi lebih tercemar di hilir pada ketinggian yang lebih rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah deteksi dan konsentrasi ftalat lebih tinggi pada kisaran ketinggian yang lebih rendah. Faktor hidrogeologis memengaruhi laju masuknya kontaminan ftalat, bergerak, dan membusuk, lalu mengendap dalam sistem, yang memengaruhi deteksi, konsentrasi, dan distribusi (Edjere et al., 2016).

2.3 Transportasi *Bisphenol A* dan *Phthalate*

Saat ini, risiko paparan EDC yang dirasakan melalui konsumsi air minum masih belum diketahui karena meningkatnya minat terbatas pada risiko lingkungan dan risiko kesehatan dan keselamatan kerja EDC. Kondisi ini menunjukkan kesenjangan pengetahuan dan perspektif yang kurang dihargai tentang terjadinya EDC dalam air

dan pengaruh buruk selanjutnya terhadap kesehatan manusia. Risiko lingkungan dan risiko kesehatan dan keselamatan kerja EDC telah diprioritaskan sehubungan dengan peningkatan pembuatan dan penggunaannya seperti pestisida, surfaktan, wewangian, obat-obatan, produk perawatan pribadi, penghambat api, dan *plasticizer*. Sampai saat ini, penelitian terutama berfokus pada persepsi risiko, termasuk dukungan kebijakan (misalnya, keseimbangan antara penerapan dan risiko terkait), perilaku keselamatan (misalnya, praktik kesehatan dan keselamatan kerja), praktik penanganan dan pembuangan, dan perilaku penggunaan (misalnya, pembelian dan penggunaan berlebihan), faktor yang memengaruhi, dan respons risiko. Meskipun demikian, penelitian telah menyelidiki air ledeng (dengan dan tanpa pemurni), air kemasan, air desalinasi, air daur ulang, persediaan air pribadi (sumur rumah tangga dan air tanah), dan faktor-faktor yang terlibat dalam memahami dan merespons risiko. Daripada teori EDC, studi biasanya terbatas pada sifat fisik (pH dan kekeruhan), kandungan kimia (disinfektan, produk samping desinfeksi, nutrisi, logam, dan ion utama), parameter mikrobiologi (total *coliform* dan *Escherichia coli*), dan *organoleptik* / sifat estetis (rasa, bau, dan warna) air, sedangkan masyarakat memiliki tingkat kesadaran yang relatif rendah. Karena keterbatasan pemantauan EDC dalam air dan kurangnya studi epidemiologi tentang EDC, peran risiko yang dirasakan dalam mengatur konten EDC dalam penyediaan air masih belum diketahui. Selain itu, penelitian yang langka ini menantang pengadopsian keterlibatan publik dalam pendekatan multibarrier terhadap pemantauan dan pengelolaan sistem penyediaan air minum (Annida et al., 2017).



Gambar 2. 2 Proses Transportasi senyawa Bisphenol A dan Phthalate
 Sumber : (Dueñas-Moreno et al., 2022)

Bisphenol A dan *Phthalate* masuk kedalam air tanah sebagai mikroorganik berdasarkan karakteristik dan kondisi bawah tanah sebagai mikroorganik berdasarkan karakteristik dan kondisi bawah permukaan seperti hidrogeologi, waktu tinggal air tanah, proses redoks, dan jenis serta sifat kimia tanah. Secara keseluruhan, senyawa ini menyebar karena adanya aktivitas antropogenik yaitu proses manufaktur, konsumsi, perawatan, dan pembuangan perangkat dan produk sehingga menyebabkan transportasi jangka panjang dari lingkungan ke air tanah (Dueñas-Moreno et al., 2022).

Kedua senyawa EDCs tersebut memiliki sifat yang sulit terdegradasi di lingkungan sehingga dapat mudah masuk kedalam akuifer tanah, air tanah, serta makhluk hidup yang ada. Proses utama dalam transportasi dan transformasi kedua senyawa tersebut masuk ke air tanah yaitu faktor hidrologi, adsorpsi, dan degradasi. Rute awal dalam air tanah dimulai dari adanya plastik yang tertimbun dan mengalami dekomposisi akibat penurunan ukuran partikel dari makro, mikro, hingga nano (Alimi et al., 2018).

Proses degradasi dimulai dari plastik yang terdapat di lingkungan dalam waktu yang relatif lama serta mengalami perlakuan fisika dan fotooksidasi oleh radiasi UV dan biodegradasi. Plastik memiliki tingkat degradasi yang berbeda-beda pada tanah tergantung jenis bahan plastiknya. Setelah plastik mengalami pelapukan, maka kedua senyawa yang ada di tanah akan terbawa oleh limpasan air hujan ke dalam akuifer melalui lapisan bantuan.

2.4 Risiko Kesehatan Terkena Paparan EDCs pada Air Tanah

Risiko paparan manusia terhadap EDC dalam air minum saat ini tidak dapat diabaikan. Konsumsi air seumur hidup telah menyebabkan tingkat paparan farmasi (<10% dari dosis medis harian), bahkan setelah perawatan air mengurangi risiko yang dapat diabaikan hingga 80%. Efek paparan EDC pada manusia belum sepenuhnya dijelaskan hingga saat ini karena terbatasnya ketersediaan studi epidemiologi dan studi toksikologi eksperimental. Terjadinya EDC dalam air ledeng semakin memprihatinkan, karena dampak kesehatan dapat terjadi dengan paparan EDC pada besaran serendah ng/L atau kurang, menunjukkan perlunya sistem yang seragam untuk menyelidiki populasi manusia sehubungan dengan paparan EDC tertentu dan efek kesehatan langsung. Dengan demikian, perhatian ini berkaitan dengan kesehatan manusia dan populasi berdasarkan terjadinya EDC dalam penyediaan air global. Namun, risiko sebenarnya yaitu kesenjangan pengetahuan sangat perlu dievaluasi untuk mengonfirmasi atau menyangkal efek EDC melalui air (Kartini, 2016).

Secara umum, EDC mengganggu sistem endokrin, khususnya sinyal hormon, dengan memusuhi mode aksi dan mekanisme hormon endogen, terutama melalui reseptor nuklir. Sistem endokrin yang terganggu dengan demikian menyebabkan efek pada individu dan populasi yang terpapar mulai dari penyakit akut hingga kronis, yaitu, deregulasi epigenetik, efek imun, sindrom metabolik, kelainan reproduksi, perubahan perilaku, gangguan perkembangan dan pertumbuhan janin, gangguan neurologis, dan proliferasi sel abnormal. Konsekuensinya tergantung pada beberapa faktor, termasuk usia saat terpapar, durasi paparan (paparan eksternal dan internal), besarnya paparan (dosis), dan keberadaan polutan lainnya. Secara khusus, hormesis potensial dalam paparan polutan, yang menghadirkan respons dosis nonlinier (dosis rendah merangsang efek yang sangat merugikan, sementara dosis yang lebih tinggi tidak berpengaruh), sebagian besar masih belum diketahui

2.5 Memetakan Pola Sebaran EDCs Menggunakan QGIS

Pola distribusi *phthalate* diplot menggunakan perangkat lunak QGIS versi 3.22.1. Perangkat lunak ini digunakan untuk proses analisis dan menunjukkan interpretasi hasil analisis. Metode digitasi *on-screen* ini digunakan untuk mengolah data spasial, yang kemudian dimasukkan ke dalam perangkat lunak. Dengan menggunakan fasilitas database dapat digunakan untuk menganalisis atribut non-spasial. Proses manajemen data berhubungan dengan database atribut sebagai database spasial. Pembobotan jarak terbalik (IDW) adalah metode interpolasi yang digunakan untuk menentukan nilai di lokasi yang tidak disampel dari data sekitar. Metode ini sering digunakan karena kesederhanaan proses perhitungannya.

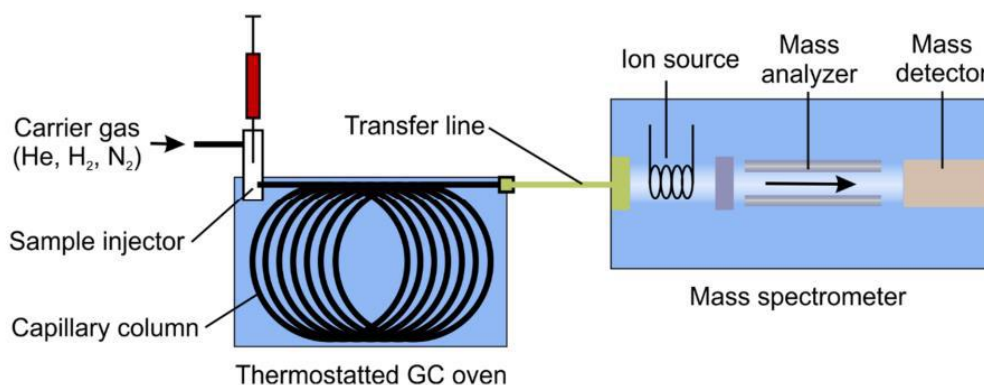
2.6 Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GC-MS)

Instrumentasi GC-MS adalah teknik pemisahan yang mampu memisahkan campuran yang sangat kompleks terutama berdasarkan perbedaan titik didih/tekanan uap dan polaritas. Instrumen GC dipilih untuk analisis *phthalate* karena kecepatannya, efisiensi pemisahan yang lebih tinggi, dan kinerja yang lebih baik ditambah dengan spektrometri massa (MS). GC-MS memberikan informasi spektral massa, menjadikannya platform instrumen yang kuat untuk penentuan ftalat. GC-MS juga menyediakan informasi spektral massa, menjadikannya platform instrumen yang kuat untuk penentuan ftalat. Secara umum, kromatografi gas terdiri dari sistem gas pembawa, sampler, kolom kromatografi gas, detektor, dan unit pemrosesan data.

Gas pembawa biasanya berupa gas permanen dengan kapasitas adsorpsi rendah atau dapat diabaikan, yaitu hidrogen, helium, metana, atau nitrogen. Sifat gas pembawa dapat mempengaruhi karakteristik pemisahan sistem kromatografi gas, dan dapat mengubah sensitivitas deteksi, menjadikan gas pembawa sebagai prasyarat untuk keberhasilan analisis kromatografi gas, yang pada gilirannya mempengaruhi keberhasilan pemisahan dan hasil kuantitatif (Nitschke et al., 2017).

Kromatografi gas (GC) adalah metode pemisahan untuk analisis senyawa volatil dan volatil. Senyawa yang rentan terhadap degradasi termal tidak dapat dianalisis menggunakan metode ini. Spektrometri massa (MS) adalah metode analisis instrumental yang mengidentifikasi dan menentukan struktur komponen sampel dengan mengungkap massa relatif molekul penyusun dan massa relatif fraksi yang dihasilkan. Kromatografi gas-spektrometri massa adalah metode gabungan analisis GC dan MS. Untuk GC hanya digunakan sebagai alat pemisah, tidak dilengkapi dengan detector seperti GC pada umumnya, tetapi MS digunakan sebagai *detector* (Lee et al., 2019).

Melalui kombinasi kedua alat tersebut, GC-MS dapat memisahkan komponen dalam suatu analit dan juga dapat menentukan jenis komponen melalui spektrum massanya. Adapun instrumentasi komponen GC-MS dapat dilihat sebagai berikut :

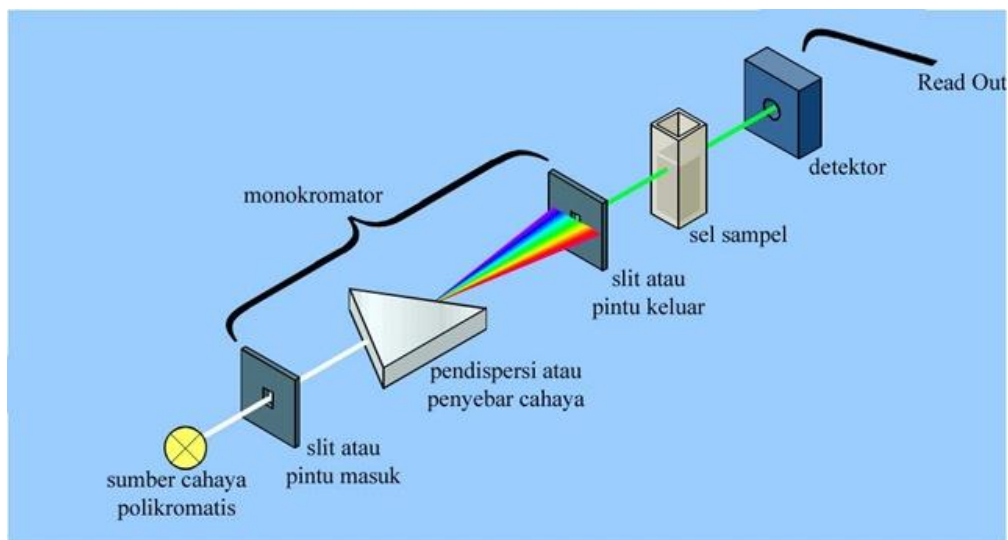


Gambar 2. 3 Instrumen Kromatografi GC-MS
(Ponder, 1996)

Cara kerja GC-MS yaitu dengan memasukkan sampel yang diduga tersebut ke dalam instrumen spektrometer massa. Hal ini dapat dilakukan karena salah satu kegunaan kromatografi gas adalah untuk memisahkan senyawa dari suatu sampel. Setelah itu, diperoleh hasil yang berbeda dari spektrum spektrometer massa. Analisis GC-MS memisahkan komponen-komponen yang membentuk kromatogram, sedangkan dalam spektrometri massa, setiap senyawa disebut spektrum (Ponder, 1996).

2.7 Spectrophotometer

Spektrofotometri UV-Vis adalah salah satu metode instrumental yang paling umum digunakan dalam analisis kimia untuk mendeteksi senyawa (padat/cair) berdasarkan absorpsi foton. Agar sampel dapat menyerap foton di daerah ultraviolet-tampak (panjang gelombang foton 200 nm-700 nm), biasanya diperlukan perlakuan atau derivatisasi sampel, seperti menambahkan reagen untuk membentuk garam kompleks, dll. Spektrofotometer UV-VIS digunakan untuk mengukur serapan cahaya senyawa pada daerah ultraviolet (200-350nm) dan tampak (350-800nm). Penyerapan sinar ultraviolet atau cahaya tampak menyebabkan transisi elektronik, yaitu elektron terangkat dari energi orbital keadaan dasar yang lebih rendah ke energi orbital keadaan tereksitasi yang lebih rendah (Irawan, 2019). Spektrofotometri UV-Vis adalah metode analitik yang menggunakan panjang gelombang ultraviolet dan sinar tampak sebagai daerah serapan untuk mendeteksi senyawa. Biasanya, senyawa yang dapat diidentifikasi menggunakan spektrofotometri UV-Vis adalah senyawa yang memiliki kromofor dan aukokrom. Pengujian menggunakan spektrofotometri UV-Vis relatif cepat dibandingkan dengan metode lainnya (Handoyo Sahumena et al., 2020).



Gambar 2. 4 Cara kerja spektrofotometer
(Yohan et al., 2018)

Spektrofotometer adalah instrumen penting dalam analisis kimia. Instrumen ini digunakan untuk menguji sampel tertentu untuk pengukuran kualitatif dan kuantitatif. Spektrofotometer adalah alat yang mengukur absorpsi dengan melewatkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu melalui kaca atau benda kuarsa yang disebut kuvet. Sebagian cahaya akan diserap dan sisanya akan melewatinya. Nilai absorpsi cahaya yang diserap berbanding lurus dengan konsentrasi larutan dalam kuvet (Yohan et al., 2018).

2.8 Sistem Hidrologi Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman

Kecamatan Mlati termasuk ke dalam Daerah Istimewa Yogyakarta (D.I.Y.) yang mengalami pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri. Sumber air bersih D.I.Y. sebagian besar berasal dari air tanah yang bersumber dari Cekungan Air Tanah (CAT) Yogyakarta - Sleman. Peningkatan jumlah penduduk dan industri akan diikuti oleh kenaikan kebutuhan air tanah yang dapat mempengaruhi sistem akuifer pada CAT tersebut berupa perubahan muka air tanah, sehingga dapat mewakili kondisi hidrogeologi area tersebut dan lakukan simulasi pemompaan air tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan kebutuhan airtanah penduduk mempengaruhi perubahan tinggi muka airtanah di wilayah studi. Berdasarkan data lapangan, kedalaman muka air tanah di daerah penelitian adalah 0-12,55 meter dari permukaan, dan hukum aliran air tanah adalah utara ke barat daya. Hasil simulasi pengambilan air tanah dengan besar debit total pemompaan 5.405.245 m³/tahun pada tahun 2016 dan debit total pemompaan 8.488.568 m³/tahun pada tahun 2036 menunjukkan adanya penurunan muka air tanah berkisar antara 3 - 73 cm. Penurunannya masih di bawah 1m Dengan pertumbuhan penduduk saat ini, relatif aman bagi warga untuk menggunakan air tanah.

2. Penelitian Sebelumnya

Para peneliti sebelumnya telah melakukan berbagai penelitian tentang airtanah dan kualitas airtanah. Hal ini menjadi acuan penting untuk membahas kegiatan penelitian ini. Hasil penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

No.	Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Kesimpulan
1.	Yee Wee dan Aris	2019	Occurrence and public-perceived risk of endocrine disrupting compounds in drinking water	Karena EDC lingkungan menunjukkan kejadian di mana-mana dalam siklus air (air limbah-sistem akuatik-air minum), tantangan dalam efisiensi pembuangan, efektivitas biaya, dan pembangunan berkelanjutan untuk seluruh sistem pengolahan dan perbaikan, dan mendalam dampak terhadap lingkungan, kesehatan masyarakat, dan ekonomi, pembuat kebijakan (misalnya, pemerintah

				daerah, pemerintah daerah, dan pemerintah provinsi) memiliki tanggung jawab wajib untuk menetapkan peraturan perundang-undangan untuk melindungi sumber daya air suatu negara (Wee & Aris, 2019).
2.	Lee <i>et al</i>	2019	Distribution of phthalate esters in air, water, sediments, and fish in the Asan Lake of Korea	<i>Phthalate esters</i> (PEs) adalah <i>plasticizer</i> yang paling umum digunakan dan salah satu bahan kimia pengganggu endokrin (EDC) yang banyak terdapat di berbagai lingkungan. Oleh karena itu, penting untuk menguji kadar dan distribusi ftalat di lingkungan multimedia. Studi ini menyelidiki variasi musiman dan spasial dari 14 PE di udara, air, sedimen, dan ikan di Danau Asan (Lee et al., 2019).
3.	Lubis <i>et al</i>	2021	Pengaruh Suhu Penyimpanan Air Minum Pada Botol Kemasan Polikarbonat (Pc) Yang Beredar Di Daerah Garut Terhadap Kadar Bisphenol-A (Bpa) Menggunakan Spektrofotometri Ultraviolet	<i>Polycarbonate</i> adalah bahan sintetik yang dihasilkan dari reaksi <i>bisphenol A</i> (BPA) dan <i>phosgene</i> (<i>carbonyl chloride</i> /COCl ₂). Bisphenol A adalah zat berbahaya yang dapat bermigrasi dari polikarbonat ke dalam air. Penelitian ini bertujuan untuk mengambil sikap kehati-hatian dengan menggunakan analisis spektrofotometri ultraviolet (UV) untuk menganalisis kandungan <i>bisphenol A</i> (BPA) yang dapat bermigrasi dari kemasan berbahan dasar polikarbonat ke dalam air. Berdasarkan studi yang telah selesai,

				sampel botol polikarbonat yang disimpan pada suhu ruangan 23°C tidak mengandung BPA (Lubis et al., 2021).
--	--	--	--	---

Tabel di atas menunjukkan bahwa dari beberapa penelitian yang dilakukan terhadap kadar BPA dan ftalat dalam air tanah di lokasi yang berbeda, beberapa pembacaan senyawa BPA dan ftalat dengan konsentrasi rendah atau tinggi menunjukkan sifat-sifat senyawa tersebut dapat terdegradasi dan masuk ke dalam air tanah. Sementara itu, belum ada penelitian yang dilakukan mengenai kadar BPA dan *phthalates* pada air tanah di Kecamatan Mlati Kabupaten Sleman Yogyakarta. Oleh karena itu, peneliti memilih topik yang berkaitan dengan kandungan senyawa *bisphenol A* dan *phthalate* dalam air tanah, menggunakan instrumentasi spektrofotometri UV dan instrumentasi GC-MS untuk teknik pengujian, dan menggunakan kurva kalibrasi untuk menentukan titik konsentrasi tinggi dan rendah, Kabupaten Sleman Yogyakarta sebagai bahan penelitian.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2023. Lokasi penelitiannya berada di area fasilitas kesehatan Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pengambilan sampel dilakukan untuk mengetahui konsentrasi dan sebaran EDCs pada wilayah tersebut. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Kualitas Air, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Tabel 3. 1 Tabel sebaran titik sampling berdasarkan koordinat

No.	Lokasi Pengambilan Sampel	Kode Sampel	Titik Koordinat		Tata Guna Lahan
			LS	LU	
1.	Jl. Pogung Kidul No.3, Pogung Kidul, Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman	S1	-7.7634466°	110.374331°	Toko dan Pemukiman (kos-kosan)
2.	Jl. Pogung Kidul RT.02/ RW.049, Pogung Kidul, Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman	S2	-7.763572°	110.374417°	Pemukiman (kos-kosan)
3.	Jl. Pogung Kidul No.16A, Pogung Kidul, Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman	S3	-7.763185°	110.3741°	Pemukiman (rumah)
4.	Jl. Pogung Kidul No.21, Pogung Kidul, Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman	S4	-7.763443°	110.374061°	Warung makan dan Pemukiman (rumah)

No.	Lokasi Pengambilan Sampel	Kode Sampel	Titik Koordinat		Tata Guna Lahan
			LS	LU	
5.	Jl. Pogung Kidul No.21, Pogung Kidul, Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman	S5	-7.763443°	110.374061°	Warung makan dan Pemukiman (rumah)
6.	Pogung Kidul, Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman	S6	-7.76356°	110.37517°	Pemukiman (rumah)
7.	Jl. Pogung Kidul, Pogung Kidul, Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman	S7	-7.763414°	110.374883°	Pemukiman (kos-kosan)
8.	Pogung Kidul, Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman	S8	-7.76348°	110.37520°	Pemukiman (rumah)

Alasan pemilihan wilayah studi mengumpul dan tidak *representative* dikarenakan area titik sampling memiliki jarak minimal 100 meter dari sumber polusi yaitu pada area RSUP Sardjito dan daerah padat penduduk. Hal tersebut dilakukan karena ada kemungkinan kurang maksimalnya pengolahan limbah rumah sakit yang berdampak maupun adanya senyawa yang akan tercampur pada air tanah. Jadi, lebih baik untuk menetapkan titik samplingnya mengumpul dengan jarak yang *relative* dekat daripada menyebar.

Seperti yang sudah dijelaskan dalam tabel di atas, bahwa pemilihan titik sampling tersebut sesuai dengan koordinat di *google earth* yaitu daerah-daerah padat penduduk seperti pemukiman penduduk dan juga rumah kos. Daerah tersebut sudah dipastikan membutuhkan air bersih untuk kegiatan sehari-hari dan akan kami teliti apakah air yang digunakan mengandung senyawa kimia berbahaya atau tidak.

3.2 Jenis dan Variabel Penelitian

Metode penelitian yang digunakan merupakan penelitian kualitatif dan kuantitatif yang dilakukan dengan pengambilan sampel air permukaan dan pengujian laboratorium untuk mengetahui besar konsentrasi senyawa pada air tanah yang berada di wilayah Kecamatan Mlati Kabupaten Sleman sebanyak 8 titik. Pengambilan sampel dilakukan dengan *Purposive Sampling* yang dilakukan dengan pengambilan sampel pada titik yang sudah ditentukan. Alur penelitian saya diawali dengan mencari data lapangan kemudian diolah di laboratorium untuk menghasilkan konsentrasi yg diinginkan kemudian untuk mendukung hasil olahan data lapangan saya melakukan metode kualitatif dengan melakukan wawancara dan penyebaran kuesioner kepada warga yang saya ambil sampel air tanahnya. Variabel penelitian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu *Bisphenol A (BPA)* dan *Phthalates*.

3.3 Alat dan Bahan

Berikut merupakan alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan penelitian:

Tabel 3. 2 Alat dan Bahan

No	Jenis Alat	Nama Alat	Jumlah	Satuan	Fungsi
1	Alat pengambilan sampel dan uji <i>in situ</i>	<i>Coolbox</i>	1	Buah	Tempat penyimpanan sampel air tanah yang sudah masuk kedalam botol-botol
2		<i>Water Sampler</i>	1	Buah	Alat pengambilan sampel air
3		Meteran Elevasi	1	Buah	Alat pengukuran elevasi
4		Alat ukur suhu	1	Buah	Alat pengukuran suhu air
5		Meteran ukur sumur	1	Buah	Alat pengukuran kedalaman sumur
6		Botol 100 mL	10	Buah	Tempat penyimpanan sampel air yang sudah diambil
No	Jenis Alat	Nama Alat	Jumlah	Satuan	Fungsi
1		Gelas Beaker 500 mL	1	Buah	Wadah sampel saat dibubuhi dengan aquades

2	Alat pengujian laboratorium	Gelas Beaker 250 mL	1	Buah	Wadah sampel air setelah proses vacuum sebelum dibuang
3		Labu Erlenmeyer 500 mL	1	Buah	Wadah sampel setelah proses penyaringan dengan kertas saring milipore 0,45 m
4		Corong Kaca	1	Buah	Tempat peletakan kertas saring saat penyaringan sampel
5		Botol Vial 15 mL	1	Buah	Wadah larutan saat proses vacuum dengan <i>catridge</i>
6		<i>Catridge</i> C13	1	Buah	Pengadukan dan menjaga kondisi sampel
7		Suntikan 10 mL	1	Buah	Untuk memasukkan sampel dari Gelas Beaker ke <i>catridge</i> saat proses vacuum
8		Pipet Tetes	1	Buah	Memindahkan larutan aseton dari Cawan Porselin ke Botol Vial 2 mL
9		Pipet Ukur 5 mL	1	Buah	Menambahkan larutan bahan ke <i>catridge</i>
10		Pipet Ukur 10 mL	1	Buah	Menambahkan larutan bahan ke <i>catridge</i>
11		Cawan Porselin	1	Buah	Wadah saat pemanasan di <i>Water Bath</i>
12		Botol Vial 2 mL	1	Buah	Penyimpanan akhir sampel sebelum di inject ke GC-MS
13		<i>Water Bath</i>	1	Buah	Penguapan larutan Metanol dan Hexane pada Cawan Porselin
14		<i>Vacuum</i>	1	Buah	Mempercepat proses elusi pada <i>catridge</i>

15		<i>Gas Chromatographu-Mass Spectrometry (GC-MS)</i>	1	Buah	Analisis dan identifikasi kandungan BPA dan Ftalat pada sampel
No	Jenis Alat	Nama Alat	Jumlah	Satuan	Fungsi
16	Bahan pengujian di laboratorium	<i>Dichloromethane</i>	2	mL	Pengaktif <i>catridge</i>
17		Aseton	2	mL	Sebagai pelarut
18		<i>Hexane</i>	6	mL	Sebagai pelarut
19		<i>Methanol</i>	6	mL	Pengaktif <i>catridge</i>
20		Kertas saring <i>glass microfiber</i> 0,45 μm	10	Buah	Penyaring partikel yang masih ada pada sampel (Ftalat)
21		Kerta saring <i>milipore</i> nilon	10	Buah	Penyaring partikel yang masih ada pada sampel (BPA)
22		C18-E <i>catridge</i> , 1g, 6 cc	20	Buah	Mengikat senawa dalam sampel
23	Aquades	secukupnya	mL	Membilas alat	

3.4 Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh melalui pengamatan langsung dan partisipasi di lapangan, mulai dari survei lokasi penelitian hingga proses pengambilan sampel. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari literatur ilmiah, seperti jurnal penelitian, buku, dan lembaga penelitian terkait.

3.4.1 Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder diperoleh dari hasil studi literatur penelitian terdahulu, jurnal, buku, dan lainnya. Proses studi literatur digunakan dalam penyusunan rumusan masalah, data pendukung kondisi lokasi penelitian, penyusunan kuesioner, dan lainnya. Data sekunder berfungsi sebagai data pendukung atau penguat hasil data primer.

3.4.2 Data Primer

Pengumpulan data primer diperoleh dari pengukuran elevasi muka air tanah lokasi penelitian, pengambilan sampel air tanah pada sumur dangkal dan sumur dalam yang kemudian akan diuji kandungan *Bhispenol A* dan *Phthalate* di Laboratorium Teknik

Lingkungan FTSP UII, selain itu data primer juga didapat dari studi analisis risiko lingkungan yaitu observasi langsung kepada responden terkait pengguna sumur.

Teknik pengumpulan data primer dalam penelitian ini adalah :

3.4.2.1 Data Kuesioner

Wawancara atau *interview* merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan secara langsung dengan menanyakan beberapa pertanyaan kepada responden. Wawancara menggunakan kuesioner dilakukan untuk mengkonfirmasi data yang ada dan bagaimana keadaan sumber air tanah serta dilakukan juga wawancara dengan pemilik sumur pantau untuk mengetahui bagaimana kondisi sumur yang digunakan. Berikut merupakan daftar pertanyaan yang digunakan sebagai penunjang penelitian :

1. Konsumsi air : sumber air yang dipakai, ciri-ciri air bersih , ciri-ciri air tercemar, frekuensi tinggal dan lama konsumsi, keadaan responden terhadap penggunaan air.
2. Data antropometri : umur, frekuensi tinggal, pola aktivitas responden dalam penggunaan air.



Gambar 3. 1 Proses pengambilan data menggunakan kuesioner terhadap responden (sumber : dokumentasi pribadi, 2023)

Pengambilan data melalui kuesioner dilakukan di setiap titik lokasi pengambilan sampel air tanah pada air sumur yang dimulai pada bulan Maret 2023.

3.4.2.2 Observasi Sumur

Observasi pada sumur dilakukan untuk mencari nilai elevasi muka air tanah (m) didapat dari hasil pengukuran elevasi permukaan tanah (m) dan pengukuran kedalaman air tanah (m). Pada pengukuran elevasi muka tanah dan kedalaman air tanah menggunakan *water level meter* yang merupakan alat yang dapat mengukur ketinggian air dan mengirimkan data pengukuran sehingga bisa didapatkan informasi apakah ketinggian air tinggi atau rendah. Prinsip alat ini adalah menggunakan *probe sensor*, di mana *probe* dijatuhkan ke dalam sumur dan ketika sudah menyentuh dasar permukaan sumur, *probe* akan mengirimkan sinyal melalui gulungan yang berisi baterai agar bisa

meneruskan sinyal dari *probe*, sehingga *water level* meter menerima sinyal berupa indikator lampu menyala dan bunyi.



Gambar 3. 2 Pengukuran menggunakan alat *water level* meter
(sumber : dokumentasi pribadi, 2023)

3.4.2.3 Pengumpulan Sampel Air Sumur

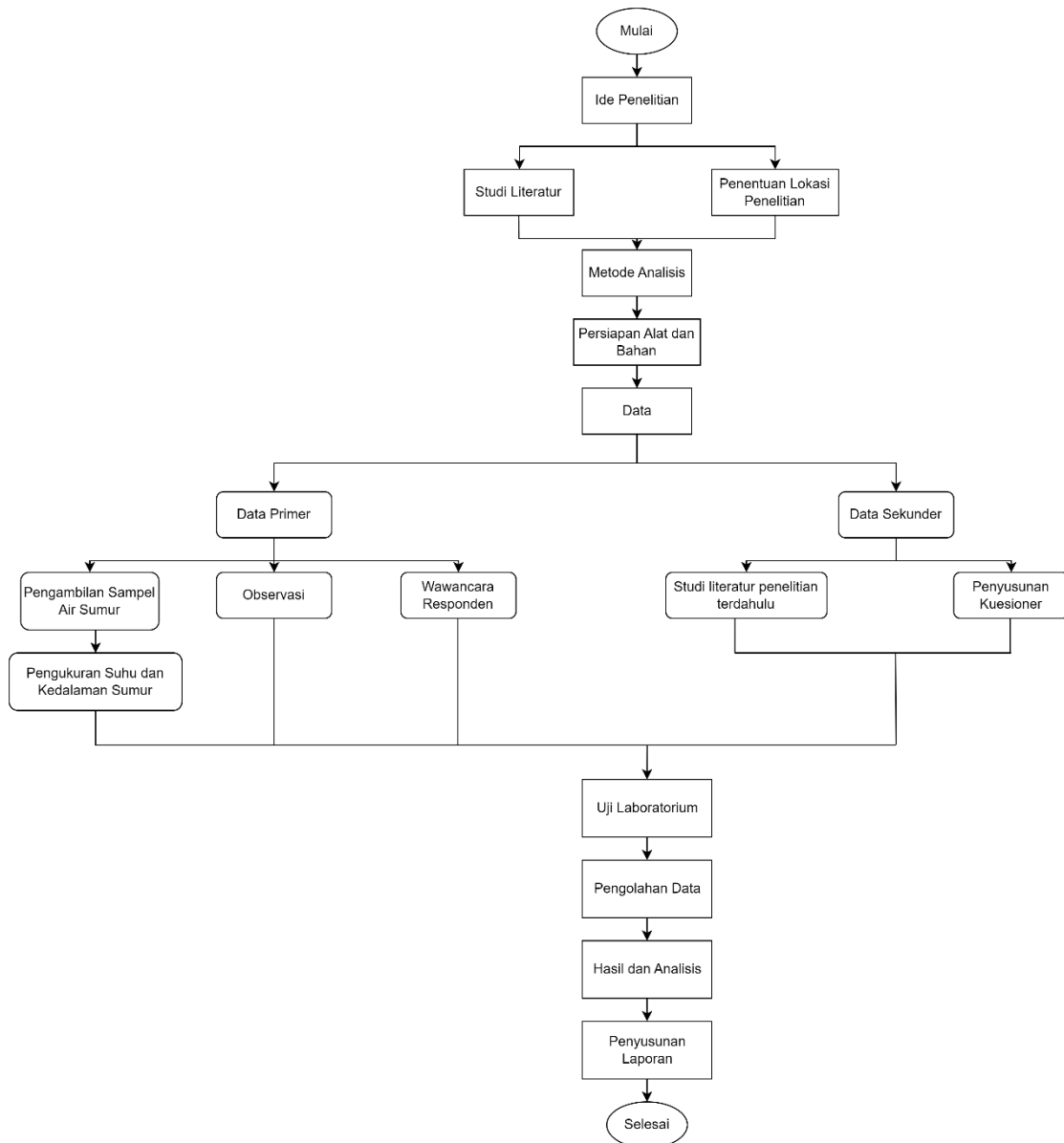
Pengambilan sampel air pada air sumur mengacu pada SNI 6989.58:2008 tentang metode pengambilan sampel air tanah. Sampel air diambil menggunakan *water sampler vertical*, saat itu juga dilakukan pengukuran suhu, kedalaman permukaan air sumur, dan elevasi muka tanah terhadap sampel air menggunakan *water level meter*. Kemudian, sampel yang sudah diambil, disimpan dalam botol kaca dan disimpan di *ice box* sampai tiba di laboratorium, setelah itu disimpan di lemari es. Tidak ada langkah-langkah pengawetan dan penyimpanan sampel khusus karena stabil pada pH 7. Sampel didinginkan pada suhu 4°C bebas dari waktu pengumpulan sampai ekstraksi. Sampel diekstraksi dalam waktu 7 hari setelah pengumpulan dan dianalisis dalam waktu 40 hari setelah ekstraksi.



Gambar 3. 3 Proses pengambilan sampel air sumur
(sumber : dokumentasi pribadi, 2023)

3.5 Tahapan Penelitian

Pada prosedur analisis data dilakukan sesuai diagram penelitian di bawah ini, dengan beberapa tahapan sebagai proses penelitian. Berikut ini merupakan diagram alir penelitian :



Gambar 3. 4 Diagram Alir Prosedur Pengujian

Pada tahap awal penelitian, Dinas Lingkungan Hidup (DLH) melakukan studi literatur airtanah, termasuk permasalahan lingkungan di Kabupaten Sleman terkait pencemaran airtanah, dengan menggunakan data File Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLHD) Sleman tahun 2020.

3.5.1 Cara Pengambilan Sampel

Untuk metode pengambilan sampel air tanah, silakan merujuk ke SNI 6989.58:2008 "Cara Pengambilan Sampel Air Tanah". Berikut beberapa langkahnya :

- a. Persyaratan untuk peralatan pengambilan sampel air sumur gali
 - 1) Terbuat dari bahan yang tidak mempengaruhi sifat-sifat sampel air
 - 2) Mudah dibersihkan dari sampel sebelumnya
 - 3) Sampel mudah dipindahkan ke wadah penyimpanan tanpa sisa bahan tersuspensi
 - 4) Mudah dan aman untuk dibawa

- b. Jenis alat pengambilan contoh air sumur gali

Salah satu alat yang dapat digunakan adalah *water sampler vertical* yang berbentuk memanjang yang terbuat dari kaca dan dapat ditarik dengan tali.

Berikut gambar *water sampler vertical* :



Gambar 3. 5 water sampler vertical
(sumber : dokumentasi pribadi 2023)

- c. Pengukuran di lapangan
 - 1) Menentukan koordinat dan elevasi titik lokasi
 - 2) Pengukuran diameter dan tinggi sumur
 - 3) Mengukur muka air serta kedalaman sumur
 - 4) Mencatat lingkungan sumur berupa jenis sumur, konstruksi sumur, tahun konstruksi, pemilik sumur, lokasi atau rencana sumur.
- d. Cara pengambilan sampel untuk pengujian kualitas air
 - 1) Siapkan alat pengambil sampel
 - 2) Bilas alat sebanyak 3 (tiga) kali dengan sampel yang akan diambil
 - 3) Ambil contoh sesuai dengan kebutuhan analisis

- 4) Masukkan kedalam wadah
- 5) Lakukan pengawetan untuk diuji ke laboratorium.

3.5.2 Cara Pengawetan Sampel

Sampel diawetkan agar sampel yang dikumpulkan dari lapangan tetap awet saat dibawa ke laboratorium untuk pengujian kandungan EDC lebih lanjut. Berikut cara mengawetkan sampel yang akan dibawa ke lab untuk diuji :

Pengawetan sampel yang akan dibawa untuk diuji pada laboratorium dilakukan dengan menggunakan wadah gelas vial berwarna coklat dan dimasukkan kedalam box pendingin dengan temperatur 4°C dengan maksimum waktu penyimpanan menurut EPA yakni 7 hari untuk ekstraksi dan 40 hari setelah diekstraksi.

3.5.4 Cara Analisis

3.5.4.1 Analisis *Endocrine Disruptor Compounds* (EDCs)

Analisis kandungan *Bisphenol A* (BPA) dan *Phthalates* pada air tanah dilakukan dengan menggunakan bantuan instrument kromatografi gas-spektrofotometri massa (GC-MS). Sampel yang sudah siap di uji diinjeksikan ke dalam sistem kemudian akan dibawa oleh fase gerak melalui kolom. Sampel yang terbawa oleh fase gerak dalam kolom dipisahkan tergantung dari sifat kepolaran dari masing-masing analit dan akan keluar melalui detektor sebagai kromatogram pada waktu dan luas area tertentu.

3.5.4.2 Penentuan Titik Sampel Menggunakan Koordinat Di QGIS

Sebelum dilakukan pengambilan sampel diperlukan adanya penentuan titik sampel. Pada penelitian ini penentuan titik sampel dilakukan dengan bantuan QGIS dimana dengan menentukan titik utama sumber penghasil senyawanya. Kemudian menentukan berapa titik yang diperlukan untuk pengambilan sampel dengan cara menambahkan layer rumah sakit pada file dan memasukkan koordinat titik sampling yang diperlukan. Lalu akan muncul 10 titik sampling yang diinginkan.

3.5.4.3 Pemetaan Pola Aliran Air Tanah Dengan Metode GC-MS (*Gas Chromatography and Mass Spectroscopy*)

Pemetaan dilakukan setelah hasil uji sampel air tanah pada laboratorium didapatkan, dimana hasil dari analisis laboratorium beserta koordinat titik sampel dan data pendukung lainnya diolah pada *Microsoft Excel* dan dimasukkan kedalam Software QGIS untuk mengetahui pemetaan arah aliran. Setelah sampel

didapatkan, senyawa yang ada didalam sampel dianalisis menggunakan alat bernama GC-MS atau *Gas Chromatography and Mass Spectroscopy*. Alat tersebut digunakan guna memisahkan senyawa kimia yang ada di dalam campuran kolom kromatografi.

3.6 Metode Analisis Data

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam menganalisis sampel air tanah yaitu dengan kromatografi gas-spektrofotometri massa (GC-MS) untuk penelitian senyawa *phthalate* dan spektrofotometri untuk penelitian senyawa *bisphenol A*. Metode GC-MS merupakan metode dengan mekanisme pemisahan sampel yang dapat memisahkan senyawa yang bercampur dan mampu menganalisis berbagai senyawa walaupun dalam kadar yang rendah, yang mana hal tersebut sesuai dengan kriteria sampel yang sering ditemukan dalam kasus forensik seperti pada sampel darah dan urin yang berupa matriks yang kompleks (Diva Candraningrat et al., 2021). Spektrofotometri adalah metode dalam kimia analitik yang digunakan untuk menentukan komposisi sampel secara kuantitatif dan kualitatif berdasarkan interaksi antara suatu zat dan cahaya. Alat yang digunakan untuk spektrofotometri disebut spektrofotometer. Cahaya yang dimaksud dapat berupa cahaya tampak, ultraviolet, dan inframerah, dan materi dapat berupa atom dan molekul, tetapi elektron valensi memainkan peran yang lebih penting (Hasibuan, 2015).

Analisis kandungan *Bisphenol A* (BPA) dilakukan dengan menggunakan bantuan spektrofotometri dan *Phthalates* pada air tanah dilakukan dengan menggunakan bantuan GC-MS. Sampel dikumpulkan sesuai dengan metode pengambilan air tanah, sampel dikumpulkan dalam botol kaca kuning, yang sebelumnya dikondisikan dan dipelihara pada suhu 4°C sementara diangkut ke laboratorium. Sebelum ekstraksi, sampel disaring melalui filter nilon (0,45 µm). Sampel tersebut berjumlah 10, dimana masing-masing titik diambil 1 sampel air untuk dilakukan pengujian.

3.6.1 Proses Pengujian Sampel

Pada alur penelitian tugas akhir ini dimulai dengan metode studi berupa wawancara dengan kuisisioner guna mengetahui lokasi mana saja yang memenuhi kriteria pengambilan sampel air tanah (*Groundwater sampling*). Ketika wawancara telah selesai dilakukan di sekitar area fasilitas kesehatan Kecamatan Mlati, langkah selanjutnya yaitu memilih lokasi yang memenuhi kriteria untuk dilakukan penelitian dengan cara *screening*

atau Kemudian dilakukan pengambilan sampel air tanah di lokasi penelitian, dan titik pengambilan sampel dipilih sesuai dengan arah aliran air tanah. Persiapan dan teknik pengambilan sampel diadaptasi dari SNI 6989.58:2008 tentang metode pengambilan sampel air tanah.

Pembuatan larutan kerja dilakukan sebagai larutan pembanding. Larutan referensi adalah larutan yang digunakan untuk menentukan sumber kontaminan pada sampel air tanah yang diuji. Karena fluktuasi yang besar pada kandungan parameter yang akan diukur, sampel air tanah dari setiap lokasi penelitian dibawa ke laboratorium untuk disiapkan. Pelarut yang dipisahkan kemudian dimurnikan (*cleaned up*) dengan melewatkannya melalui kolom kaca yang berisi media filter *glass wool*, silika dan *sodium sulfat*. Tujuan pembersihan adalah untuk menghilangkan matriks yang mengganggu sehingga saat diinjeksikan ke dalam GC-MS, hanya hidrokarbon yang terdeteksi sebagai puncak. Setelah semua sampel dibersihkan, mereka dipekatkan dengan *rotary evaporator* dan siap untuk injeksi GC-MS.

- Analisis Hasil Deteksi GC-MS

Metode analitik GC-MS membaca spektra yang terdapat pada gabungan kedua metode tersebut. Pada spektrum GC, jika ditemukan sampel mengandung senyawa dalam jumlah yang banyak, hal ini dapat dilihat dari jumlah puncak (*peaks*) pada spektrum GC. Berdasarkan data waktu retensi yang diketahui dalam literatur, dimungkinkan untuk mengetahui senyawa mana yang ada dalam sampel. Langkah selanjutnya adalah memasukkan senyawa yang dicurigai ke dalam spektrometer massa. Hal ini dapat dilakukan karena salah satu kegunaan kromatografi gas adalah untuk memisahkan senyawa dari suatu sampel. Setelah itu, dapatkan hasil dari spektrum massa pada grafik yang berbeda. Informasi yang diperoleh dari penggabungan kedua teknik ini menjadi instrumen GC/MS merupakan hasil dari masing-masing spektrum. Informasi terpenting yang diberikan spektroskopi GC adalah waktu retensi setiap senyawa dalam sampel. Untuk spektrum MS, informasi tentang massa molekul relatif dari senyawa sampel dapat diperoleh (Hananun et al., 2013).

- Analisis Hasil Deteksi Spektrofotometri

Penelitian ini diawali dengan penentuan panjang gelombang maksimum, yang menunjukkan kurva absorbansi versus panjang gelombang larutan standar pada konsentrasi tertentu. Kurva penyerapan bisphenol A ditentukan dalam larutan pada konsentrasi 20 ppm dan diukur pada panjang gelombang 200-400 nm. Panjang

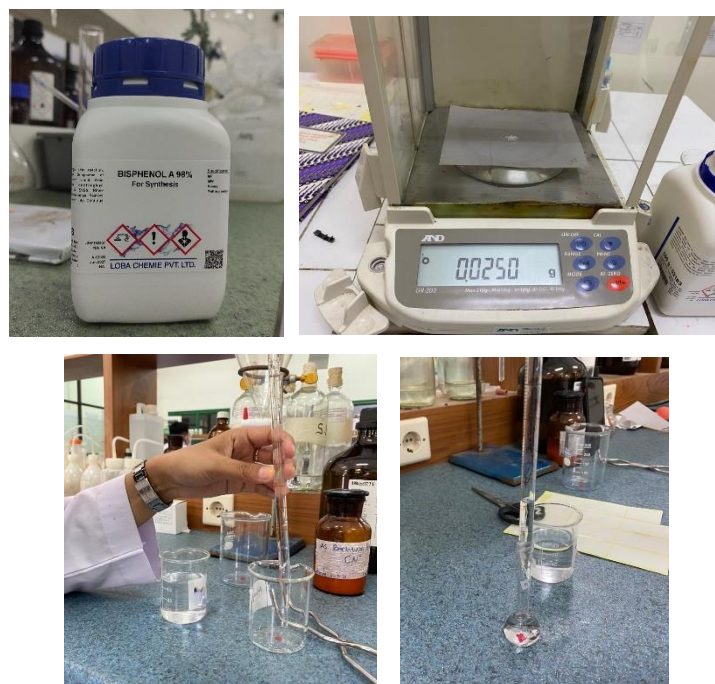
gelombang maksimum yang diperoleh untuk bisphenol A adalah 275 nm, yang mendekati panjang gelombang maksimum teoretis (Lubis et al., 2021).

3.6.2 Analisis *Bisphenol A* (BPA)

Pengambilan sampel air sumur mengacu pada metode pengambilan sampel air tanah SNI 6989.58:2008. Selain itu, sampel air dikumpulkan dengan water sampler vertikal, dan suhu juga diukur dengan termometer. Sampel yang dikumpulkan kemudian disimpan dalam botol kaca dan disimpan dalam kotak es sampai mencapai laboratorium, kemudian disimpan di lemari es. Sampel didinginkan secara independen hingga 4°C dari pengumpulan hingga ekstraksi. Sampel harus diekstraksi dalam waktu 7 hari setelah pengumpulan dan dianalisis dalam waktu 40 hari setelah ekstraksi.

3.6.2.1 Persiapan Standar

Membuat larutan standar dengan menimbang 25 mg *Bisphenol A* (BPA) 98% *for synthesis* dan larutkan dalam aquades, kemudian memasukkan ke dalam labu bulat sebanyak 25 mL dan tandai volumenya. Konsentrasi larutan stok *bisphenol A* (BPA) adalah 1000 ppm. Skrining panjang gelombang *Bisphenol A* diukur dengan spektrofotometri UV dalam rentang panjang gelombang 230-400 nm. Lalu siapkan 6 konsentrasi larutan untuk menentukan kurva kalibrasi. Pipet hingga 10 µL; 20 µL; 30 µL; 40 µL; 50 µL dan 60 µL. Masukkan masing-masing ke dalam labu ukur 10 mL. Air aquades kemudian ditambahkan ke masing-masing larutan hingga tanda batas ($C = 1$ ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm, dan 6 ppm). Ukur larutan dengan spektrofotometri UV pada panjang gelombang maksimum 275 nm (Lubis et al., 2021).



Gambar 3. 6 Proses pembuatan standar larutan bisphenol A

(sumber : dokumentasi pribadi, 2023)

3.6.2.2 Preparasi Sampel

Preparasi sampel dilakukan terhadap 8 sampel air tanah yang diduga telah mengandung senyawa *Bisphenol A*. Air diisi ke dalam botol vial bening dengan perlakuan yang sama. Masing-masing sampel di masukkan ke dalam botol vial hingga penuh dan di panaskan di atas *hotplate*. Sampel di panaskan dengan suhu 100°C dan tunggu hingga mendidih.



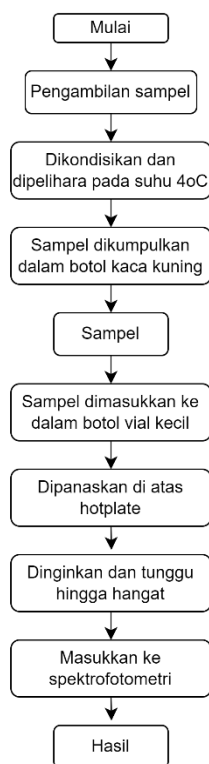
Gambar 3. 7 Proses preparasi sampel dengan menggunakan hotplate
(sumber : dokumentasi pribadi, 2023)

3.6.2.4 Analisis Sampel Menggunakan Spektrofotometer

Larutan sampel yang didapatkan dari perlakuan air tanah dalam sumur. Sampel diambil sebanyak kira-kira 5 mL lalu diukur absorbannya pada panjang gelombang 275 nm.



Gambar 3. 8 Analisis sampel menggunakan instrument spektrofotometri



Gambar 3. 9 Diagram penelitian bisphenol A

3.6.3 Analisis Data *Bisphenol A*

3.6.3.1 Analisis Data Hasil *Spectrophotometer*

Linearitas adalah kemampuan hasil pengujian yang diperoleh dengan metode analitik untuk berbanding lurus dengan konsentrasi analit yang ada dalam sampel dalam rentang konsentrasi tertentu atau setelah diproses secara matematis. Sebagai parameter adanya hubungan linier, digunakan koefisien korelasi dalam analisis regresi linier :

$$y = bx + a$$

Siapkan enam larutan pada 40 ppm dari larutan standar. Penyerapan kemudian diukur dengan spektrofotometri UV pada panjang gelombang maksimum 275 nm.

3.6.3.3 *Limit Of Detection (LOD) & Limit Of Quantification (LOQ)*

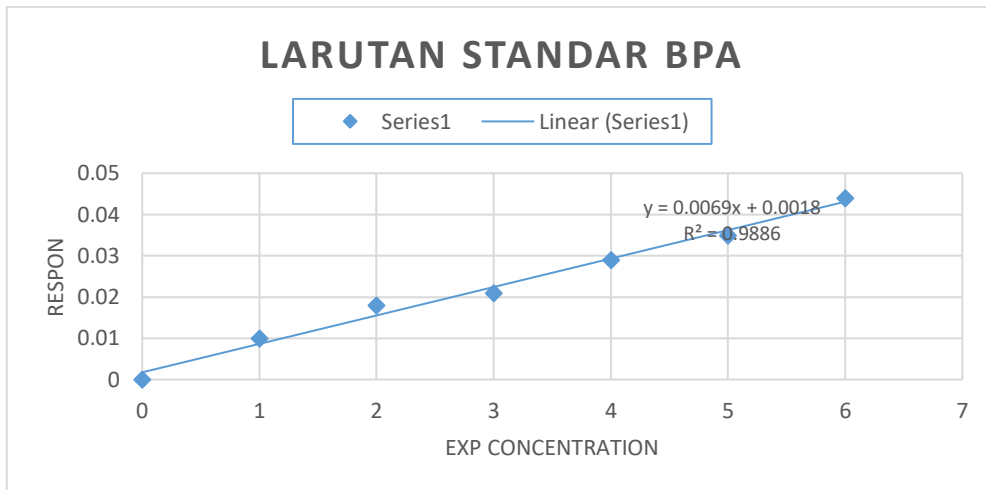
Batas deteksi mewakili konsentrasi analit terendah yang masih dapat diukur oleh instrumen dan masih memberikan respons yang signifikan dibandingkan dengan blanko. Batas deteksi dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$LOD = 3 \times \frac{Sy/X}{Slope}$$

Sedangkan batas kuantisasi adalah jumlah atau banyaknya analit dalam sampel yang masih memenuhi kriteria presisi dan akurasi, namun dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$LOQ = 10 \times \frac{Sy/X}{Slope}$$

Limit deteksi dan limit kuantisasi dapat ditentukan dengan 3 cara, yaitu: *rasio signal-to-noise*, blank dan penentuan kurva. Batas deteksi dan batas kuantifikasi spektrofotometer serapan atom yang umum digunakan ditentukan dengan blanko. Kurva kalibrasi linier digunakan untuk menentukan respons instrumen y, dengan konsentrasi standar yang terkait secara linier pada rentang terbatas.



Gambar 3. 10 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan standar bisphenol A

Dari grafik diatas didapatkan rumus persamaan $y = 0,0069x + 0,0018$ dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,9886$, hasil tersebut disebut dengan model persamaan $y = ax+b$ yang kemudian akan digunakan untuk mencari nilai LOD dan LOQ. Berikut merupakan contoh perhitungan LOD dan LOQ dengan metode kurva kalibrasi larutan standar senyawa *Bisphenol A* :

Nilai LOD selanjutnya akan dibandingkan dengan nilai perhitungan konsentrasi senyawa *Bisphenol A*, jika nilai konsentrasi sampel lebih kecil dari nilai LOD maka hasil pengujian sampel dinyatakan tidak terbaca.

3.6.3.4 Hasil Uji Sampel

Dari hasil pengujian yang dilaksanakan pada 8 titik sampel air tanah pada sumur terdeteksi mengandung senyawa *Bisphenol A*. Hasil konsentrasi kemudian dibandingkan dengan nilai LOD. Nilai konsentrasi sampel didapatkan dari persamaan model regresi $y = ax + b$ dimana nilai x merupakan konsentrasi yang dicari. Berikut merupakan contoh perhitungan mencari konsentrasi sampel pada senyawa *Bisphenol A* sampel 1:

$$y = ax + b$$

$$x = \frac{(y-b)}{a}$$

$$\begin{aligned}x &= \frac{(0,024-0,0018)}{0,0069} \\ &= 3,23 \text{ mg/l}\end{aligned}$$

Konsentrasi yang akan dipakai dalam bentuk satuan mg/l.

3.6.4 Analisis *Phthalate*

Pengambilan sampel air pada air sumur mengacu pada SNI 6989.58:2008 tentang metode pengambilan sampel air tanah. Selanjutnya, Sampel air diambil menggunakan *water sampler vertical*, dan saat itu juga dilakukan pengukuran suhu terhadap sampel air menggunakan termometer. Kemudian, sampel yang sudah diambil, disimpan dalam botol kaca dan disimpan di *ice box* sampai tiba di laboratorium, setelah itu disimpan di lemari es. Tidak ada langkah-langkah pengawetan dan penyimpanan sampel khusus karena *Phthalate* stabil pada pH 7. Sampel didinginkan pada suhu 4°C bebas dari waktu pengumpulan sampai ekstraksi. Sampel harus diekstraksi dalam waktu 7 hari setelah pengumpulan dan dianalisis dalam waktu 40 hari setelah ekstraksi. Pada proses pengujian sampel air tanah pada sumur dilakukan beberapa tahap pengujian yaitu tahap penyaringan (*filtrasi*), *Solid Phase Extraction* (SPE), dan pembacaan sampel dengan GC-MS pada Laboratorium Kualitas Air FTSP UII dan Laboratorium Instrumen FTSP UII (Lee et al., 2019).

3.6.4.1 Penyaringan (*Filtration*)

Sampel disaring menggunakan kertas saring *glass micro-fiber* 0,45 µm yang sudah dioven selama 12 jam dengan suhu 100 °C yang bertujuan untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam kertas saring tersebut, penyaringan dibantu oleh alat *vacuum*, di mana air akan dilewatkan melalui kertas saring *glass micro-fiber* 0,45 µm di mana proses penyedotan membuat air tersedot dengan cepat ke bawah wadah. Kemudian setelah itu sampel yang sudah disaring dipindah ke gelas *beaker* 500 mL.



Gambar 3. 11 Proses penyaringan sampel menggunakan kertas saring glass micro-fiber 0,45 μm dengan alat vaccum
(sumber : dokumentasi pribadi, 2023)

3.6.4.2 *Solid Phase Extraction (SPE)*

Setelah proses penyaringan, sampel diekstraksi dengan Ekstraksi fase padat (SPE) yang dilakukan menggunakan *Lab Solid Phase Extraction Silica C18 SPE* atau kartridge C18 mengikuti metode yang dijelaskan oleh Lee et al. (2019). Tahap SPE terdiri dari 6 tahapan yaitu *Conditioning*, *Loading Sample*, *Vacuum Dry*, *Elution*, *Concentration*, dan *Reconstitution*. Dari tahap *Conditioning* hingga *Elution* dibantu oleh alat *vacuum*.



Gambar 3. 12 C18 SPE Cartridge
(sumber : dokumentasi pribadi, 2023)

Pertama, dilakukan *conditioning* pada kartrid C18-E, dengan melewati *Dichloromethane* sebanyak 2 mL, diikuti Aseton sebanyak 1 mL, diikuti Metanol sebanyak 2 mL, dan Aquades sebanyak 2 mL menggunakan pipet ukur. Setelah itu dilakukan *Loading Sample* dengan memasukkan sampel ke katrid secara perlahan menggunakan suntikan 10 mL, tahap ini dilakukan hingga sampel 500 mL habis. Lalu dilakukan pengeringan katrid dengan tetap menyalakan *vacuum* hingga katrid mengering selama 20 menit. Setelah itu tahap *Elution* di mana katrid dilewati kembali dengan Metanol sebanyak 6 mL dan heksana sebanyak 6 mL berturut-turut. Pada tahap *Concentration*, *waterbath* dipanaskan hingga suhu 100 °C, setelah mencapai suhu 100 °C, eluat metanol dan heksana dipindahkan ke cawan porselin dan dipanaskan di atas *waterbath* hingga menguap dan kering. Diamkan cawan porselin hingga dingin kemudian dilanjut ke tahap terakhir yakni *Reconstitution* dengan melarutkan 1 mL aseton pada cawan porselin, lalu pindahkan 1 mL aseton ke botol injeksi 2 mL agilent untuk dianalisis lebih lanjut pada GC-MS.



Gambar 3. 13 Proses *Conditioning, Loading Sample, Vaccum Dry, Ellution* pada sampel menggunakan katrid C18-E

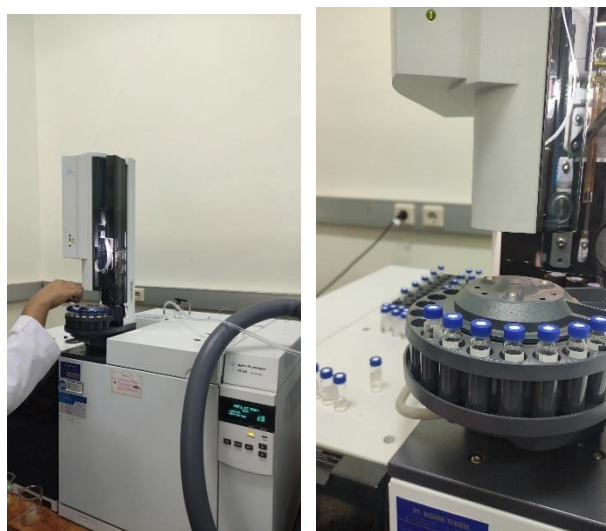
(sumber : dokumentasi pribadi, 2023)



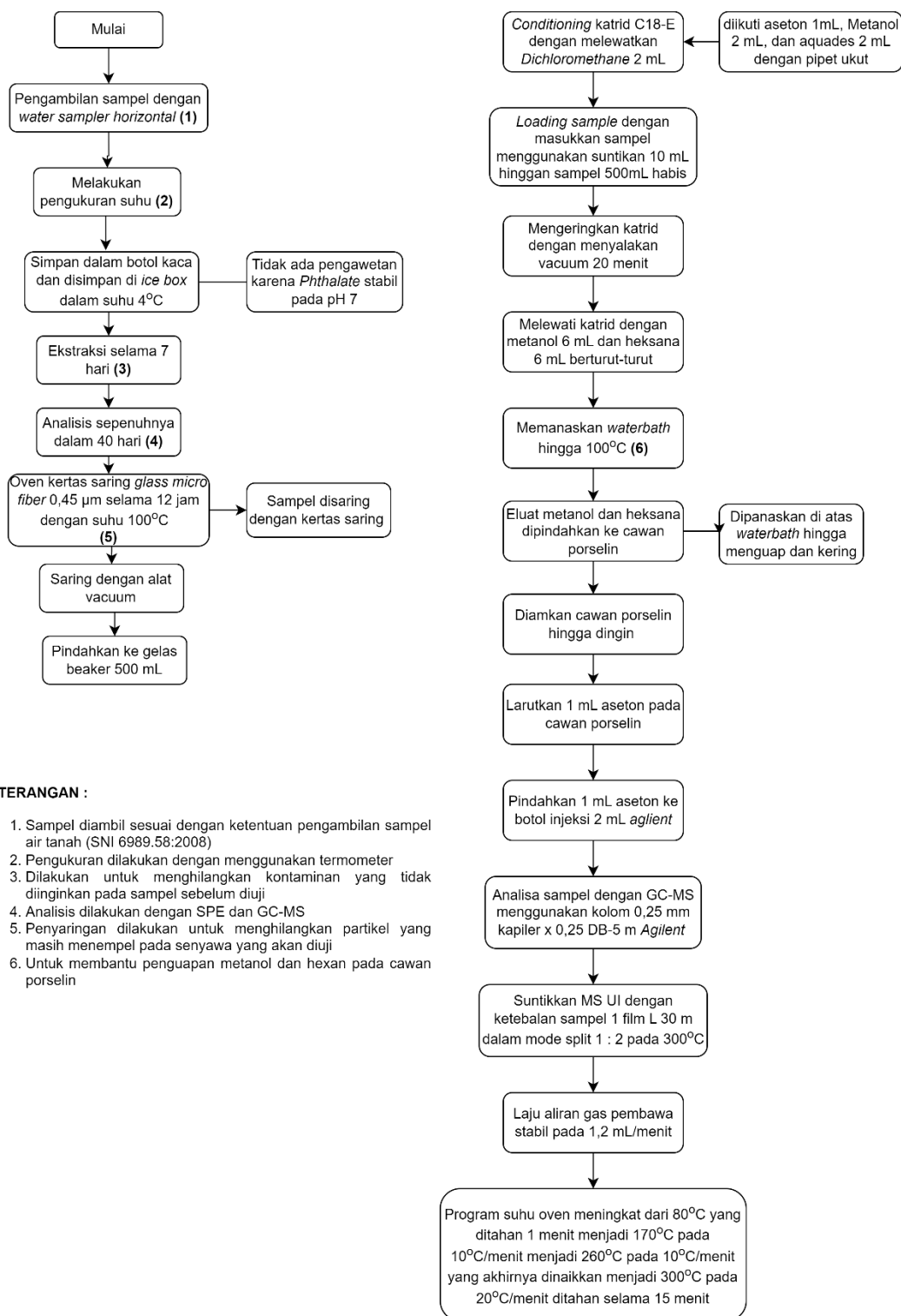
Gambar 3. 14 Proses Drying pada sampel menggunakan waterbath
(sumber : dokumentasi pribadi, 2023)

3.6.4.3 Analisis Sampel Menggunakan GC-MS

Analisis sampel menggunakan instrumen GC-MS yang dilengkapi dengan \times kolom 0,25 mm kapiler \times 0,25 DB-5 m ,Agilent). MS UI (ketebalan sampel (1 panjang filem) 30 m, disuntik dalam mod belah (nisbah pisah 1:2) pada 300 °C. Laju aliran gas pembawa stabil pada 1,2 mL/menit. Suhu oven diprogram untuk meningkat dari 80 °C (ditahan selama 1 menit) menjadi 170 °C pada 10 °C/menit kemudian menjadi 260 °C pada 10 °C/menit, dan akhirnya dinaikkan menjadi 300 °C pada 20 °C/menit dan ditahan selama 15 menit.



Gambar 3. 15 Proses Analisis Sampel Menggunakan Instrumen GC-MS
(sumber : dokumentasi pribadi, 2023)



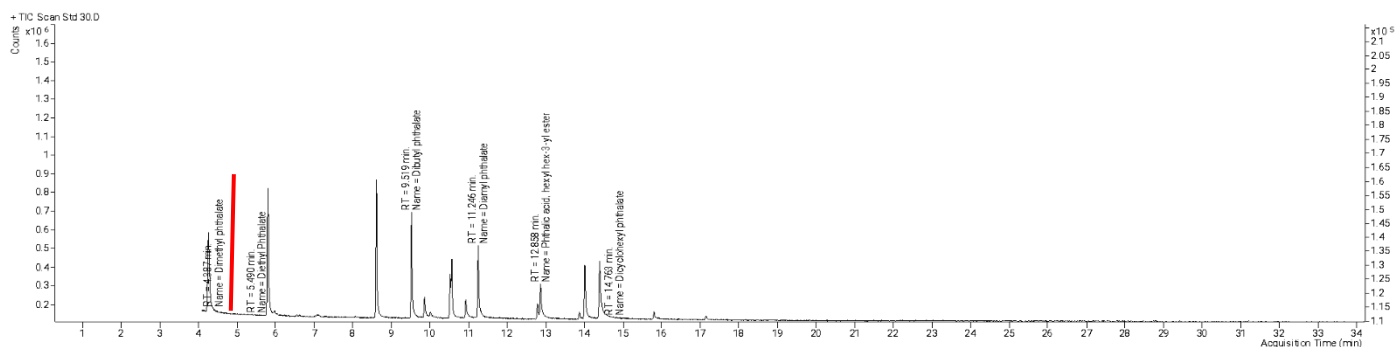
Gambar 3. 16 Diagram Penelitian Phthalate

Sumber : Lee, Y. M., Lee, J. E., Choe, W., Kim, T., Lee, J. Y., Kho, Y., . . . Zoh, K. D. (2019). *Distribution of Pthalate Esters In Air, Water, Sediments, and Fish In The Asan Lake of Korea*. Elsevier, 9.

3.6.5 Analisis Data *Phthalate*

3.6.5.1 Analisis Data Hasil GC-MS

Pada penelitian ini menggunakan instrumen GC-MS, dimana dilakukan pengujian larutan standar dan pengujian sampel uji, hasil dari larutan standar dan sampel uji kemudian akan dibandingkan waktu retensinya dan area puncak. Contoh analisis data larutan standar pada hasil pembacaan GC-MS dapat dilihat pada contoh grafik kromatogram larutan standar konsentrasi 30 ppm (30 mg/L) *Dimethyl Phthalate* sebagai berikut :



Gambar 3. 17 Grafik kromatogram pembacaan GC-MS pada *Dimethyl Phthalate*
Sumber : Data Qualitative Analysis Report Hasil Pembacaan GC-MS

Pada grafik yang di garis bawah warna merah tersebut merupakan *peak dimethyl phthalate* memiliki nilai *retention time* (RT) pada menit ke 4,387. Kemudian dari hasil waktu retensi dapat dilanjutkan ke pembacaan pada tabel *integration peak list*, sebagai berikut :

Terdapat nama sampel yang terdiri dari larutan standar 1 hingga 6. Pada *exp. concentration* merupakan nilai larutan standar dengan satuan ppm (mg/L). Kemudian menghasilkan nilai *retention time* (RT) yang digunakan untuk mencari nilai *peak area* atau area puncak dimana *peak area* nya merupakan besar senyawa yang teridentifikasi dalam pembacaan sampel di instrumen GC-MS.

3.6.5.2 Analisis Data Kalibrasi

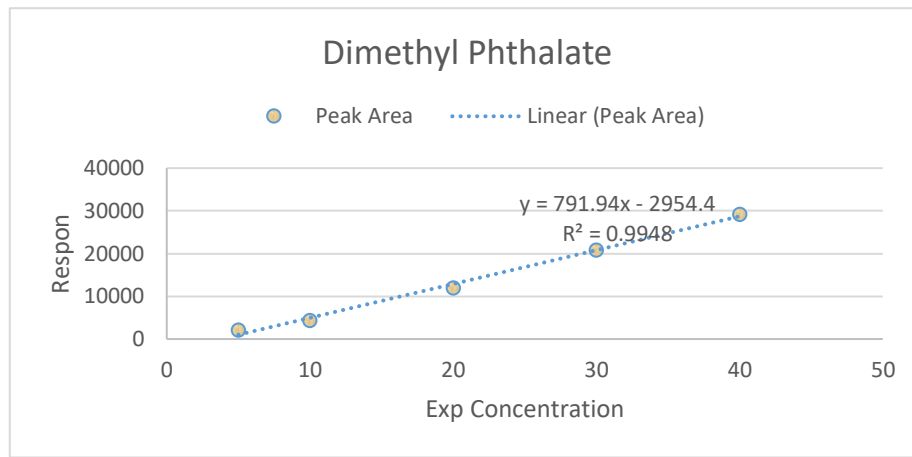
Larutan standar yang digunakan merupakan standar campuran EPA Method 8061A *Phthalate Esters Mixture* 1000 µg/mL dibeli dari *Restek Corporation* 110 Benner Circle Bellefonte, PA. Dalam satu larutan memiliki komposisi 15 jenis senyawa *Phthalate* yakni *Dimethyl phthalate*, *Diethyl Phthalate*, *Diisobutyl phthalate*, *Di-n-butyl phthalate* (DBP), *Bis(2-methoxyethyl) phthalate*, *Bis(4-methyl-2-pentyl)phthalate* (BMPP), *Bis(2-ethoxyethyl) phthalate*, *Dipentyl phthalate*, *Di-n-hexyl Phthalate* (DnHP), *Benzyl butyl phthalate* (BBP), *Benzyl butyl phthalate* (BBP), *Dicyclohexyl phthalate*, *Bis(2-ethylhexyl) phthalate*, *di-n-octyl phthalate* (DNOP), *Di-nonyl phthalate* (EPA and

EU Phthalates on Rtx ® -440, 2010). Akan tetapi setelah dilakukan analisis pembacaan GC-MS pada larutan standar dengan pelarut aseton dan hexane didapat bahwa dari 15 senyawa *Phthalate* hanya terdeteksi 9 senyawa dengan 2 diantaranya tidak tertulis pada komposisi larutan standar tetapi terbaca pada *software* diantaranya *Dimethyl Phthalate*, *Dibuthyl Phthalate*, *Diethyl Phthalate*, *Bis (2-methoxythyl) Phthalate*, *Phthalic acid isohexyl 4-methylpent-2-yl ester*, *Diamyl Phthalate*, *Phthalic acid*, *hexyl hex-3-yl ester*, *Dicyclohexyl Phthalate*, dan *Diisooctyl Phthalate*.

Koefisien determinasi atau R^2 (*Goodness of Fit R-Square*) digunakan sebagai kriteria, R^2 memiliki nilai dari 0 -1, di mana semakin nilai mendekati 1 dapat diartikan bahwa variabel x dan y dari persamaan regresi linear dapat dikategorikan memiliki keterikatan yang baik dan kuat. Koefisien determinasi merupakan parameter hubungan linier pada analisis regresi linear persamaan $y = ax + b$ di mana a yaitu slope, x ialah konsentrasi analit, b yaitu intersep, dan y merupakan respon dari instrumen GC-MS. Nilai a atau intersep menunjukkan kepekaan terhadap instrumen GC-MS.

3.6.5.3 Limit Of Detection (LOD) & Limit Of Quantification (LOQ)

Limit of Detection (LOD) adalah parameter uji pembatas terkecil yang dimiliki suatu alat/instrumen untuk mengukur sejumlah analit tertentu. Batas deteksi adalah konsentrasi atau jumlah minimum/terendah analit dalam sampel yang masih menunjukkan nilai absorbansi atau absorbansi alat tanpa harus memenuhi standar akurasi dan presisi. *Limit of quantitation* (LOQ) adalah jumlah terkecil analit dalam suatu sampel yang masih dapat diukur secara akurat oleh alat tersebut (Torowati & Galuh, 2014). Penentuan batas deteksi dan batas kuantifikasi dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu: *signal-to-noise ratio*, *blank* dan penentuan kurva. Metode yang umum digunakan untuk menentukan batas deteksi dan batas kuantifikasi dengan spektrofotometer serapan atom adalah dengan menggunakan blanko. Kurva kalibrasi linear digunakan untuk mengetahui respon instrumen y dan konsentrasi standar berhubungan linear untuk rentang yang terbatas.



Gambar 3. 18 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standar Dimethyl Phthalate (sumber : olah data pribadi, 2023)

Dari gambar diatas didapatkan rumus persamaan $y = 791,94x + 89913$ dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,9948$, hasil tersebut dapat disebut dengan model persamaan $y = ax+b$ dan modelnya akan digunakan untuk mencari besarnya nilai sensitivitas b serta nilai LOD dan LOQ. Ada berbagai metode untuk menghitung LOD dan LOQ, tetapi salah satu yang paling umum adalah menggunakan sinyal kosong dan standar deviasi beberapa pengukuran. Untuk menghitung LOD, kita dapat menggunakan rumus:

$$LOD = 3 \times SD_{bawaan} / slope$$

Kemudian untuk menghitung nilai LOQ dapat menggunakan rumus:

$$LOQ = 10 \times SD_{bawaan} / slope$$

Di mana SD_{bawaan} adalah standar deviasi dari sinyal bawaan dan slope adalah kemiringan (*slope*) dari kurva kalibrasi. Berikut merupakan contoh perhitungan LOD dan LOQ dengan metode kurva kalibrasi larutan standar senyawa *Dimethyl Phthalate* :

Tabel 3. 3 Hasil Data Kurva Kalibrasi Dimethyl Phthalate

Sampel	<i>Dimethyl phthalate Method</i>		<i>Dimethyl phthalate Results</i>			
	Name	Exp. Conc.	Units	RT	Resp.	Konsentrasi
Standar 1	0	mg/L	4,188	0	0	
Standar 2	5	mg/L	4,345	2063	6,3354	
Standar 3	10	mg/L	4,181	4390	9,2742	
Standar 4	20	mg/L	4,143	11890	18,7443	
Standar 5	30	mg/L	4,387	20816	30,0150	
Standar 6	40	mg/L	4,526	29223	40,6311	
R					0.9974	
Slope					791.94	
Intersep					-2954.396	
Sy/x					946.60	
LoD					3.59	
LoQ					11.95	

Tabel 3. 4 Rekapitan Nilai LOD dan LOQ

Senyawa	S(y/x)	LOD (mg/l)	LOQ (mg/l)
<i>Dimethyl Phthalate</i>	946.60	3.59	11.95
<i>Dibuthyl Phthalate</i>	54464.45	1.25	4.18
<i>Diethyl Phthalate</i>	10.67	1.25	4.18
<i>Bis(2-methoxyethyl) Phthalate</i>	93.76	2.57	8.58
<i>Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester</i>	54.01	3.08	10.26
<i>Diamyl Phthalate</i>	58865.997	1.54	5.13
<i>Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester</i>	15367.41	0.58	1.94
<i>Dicyclohexyl Phthalate</i>	74.07	3.75	12.49
<i>Diisooctyl Phthalate</i>	127.63	4.66	15.54

Nilai LOD selanjutnya akan dibandingkan dengan nilai perhitungan konsentrasi senyawa *Phthalate*, jika nilai konsentrasi sampel lebih kecil dari nilai LOD maka hasil pengujian sampel dinyatakan tidak terbaca.

3.6.5.4 Hasil Uji Sampel

Dari hasil pengujian yang dilakukan 8 titik sampel air tanah pada sumur didapat 9 senyawa yang terkandung dalam sampel. Sampel yang terkandung adalah DMP, DBP, DEP, *Bis(2-methoxyethyl) Phthalate*, *Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester*, DAP, *Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester*, DCP, DIP. Hasil konsentrasi kemudian dibandingkan dengan nilai LOD. Nilai konsentrasi sampel didapat dari persamaan model regresi $y = ax + b$, dimana x merupakan konsentrasi yang dicari. Berikut merupakan contoh perhitungan mencari konsentrasi sampel pada senyawa *Dimethyl Phthalate* sampel 1 :

$$\begin{aligned}
 y &= ax + b \\
 x &= \frac{(y-b)}{a} \\
 x &= \frac{(1876-2954,4)}{791,94} = -1,362 \text{ mg/L} \\
 x &= \frac{-1,362}{1000 \text{ mL}} = -0,001362 \text{ mg/L} \\
 x &= \frac{-0,001362}{0,5} = -0,00272 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

Dikarenakan pada pengujian sampel awalnya sampel memiliki volume 500 ml kemudian sebelum diinjeksikan ke GC-MS dipekatkan menjadi 1 ml, maka hasil konsentrasi

dibagi 500 ml, kemudian dari volume terakhir vial 1 ml, volume yang akan dibaca oleh GC-MS hanya 1 μ L. Sehingga konsentrasi dibagi kembali dengan 0,001 ml untuk hasil terakhir yang telah dikonversi. Nilai konsentrasi yang akan digunakan untuk perhitungan *risk assessment* yaitu yang memiliki nilai melebihi LOD, konsentrasi yang akan dipakai dalam bentuk satuan mg/l. Berikut merupakan tabel perhitungan sampel *phthalate* dengan persamaan linear, di mana pada keterangan “*Lower detection*” menunjukkan nilai konsentrasi di bawah LOD yang dinyatakan tidak terbaca :

Tabel 3. 5 Perhitungan Konsentrasi Persamaan Regresi Linear Sampel

Senyawa	Sampel	Persamaan Regresi	y	x (mg/l)
<i>Dimethyl Phthalate</i>	S1	$y = 791,94x - 2954,4$	1876	<LOD
	S2	$y = 791,94x - 2954,4$	1142	<LOD
	S3	$y = 791,94x - 2954,4$	11077	<LOD
	S4	$y = 791,94x - 2954,4$	1607	<LOD
	S6	$y = 791,94x - 2954,4$	6776	<LOD
	S7	$y = 791,94x - 2954,4$	1790	<LOD
	S8	$y = 791,94x - 2954,4$	4332	<LOD
<i>Dibutyl Phthalate</i>	S1	$y = 130254x - 48148$	2879	<LOD
	S2	$y = 130254x - 48148$	7905	<LOD
	S3	$y = 130254x - 48148$	3899	<LOD
	S4	$y = 130254x - 48148$	31123	<LOD
	S5	$y = 130254x - 48148$	5925	<LOD
	S6	$y = 130254x - 48148$	4228	<LOD
	S7	$y = 130254x - 48148$	3411	<LOD
	S8	$y = 130254x - 48148$	3584	<LOD
<i>Diethyl Phthalate</i>	S1	$y = 25,519x + 201,32$	201	<LOD
	S2	$y = 25,519x + 201,32$	634,5	<LOD
	S3	$y = 25,519x + 201,32$	399	<LOD
	S4	$y = 25,519x + 201,32$	614	<LOD
	S5	$y = 25,519x + 201,32$	283	<LOD
	S6	$y = 25,519x + 201,32$	654,6	<LOD
	S7	$y = 25,519x + 201,32$	320	<LOD
	S8	$y = 25,519x + 201,32$	627	<LOD
<i>Bis(2-methoxyethyl) phthalate</i>	S1	$y = 109,34x + 127,8$	622	<LOD
	S2	$y = 109,34x + 127,8$	329	<LOD
	S3	$y = 109,34x + 127,8$	134	<LOD
	S4	$y = 109,34x + 127,8$	1064	<LOD
	S6	$y = 109,34x + 127,8$	274	<LOD
	S7	$y = 109,34x + 127,8$	1412	<LOD
	S8	$y = 109,34x + 127,8$	294	<LOD
<i>Phthalic acid, isohexyl 4-</i>	S1	$y = 52,635x - 253,54$	321	<LOD
	S2	$y = 52,635x - 253,54$	594	<LOD
	S3	$y = 52,635x - 253,54$	368	<LOD

Senyawa	Sampel	Persamaan Regresi	y	x (mg/l)
<i>methylpent-2-yl ester</i>	S4	$y = 52,635x - 253,54$	322	<LOD
	S5	$y = 52,635x - 253,54$	301	<LOD
	S6	$y = 52,635x - 253,54$	889	<LOD
	S7	$y = 52,635x - 253,54$	316	<LOD
	S8	$y = 52,635x - 253,54$	631	<LOD
<i>Diamyl Phthalate</i>	S1	$y = 114781x - 26258$	125	<LOD
	S3	$y = 114781x - 26258$	139	<LOD
	S4	$y = 114781x - 26258$	22367	<LOD
	S5	$y = 114781x - 26258$	5430	<LOD
	S6	$y = 114781x - 26258$	2538	<LOD
	S7	$y = 114781x - 26258$	1898	<LOD
	S8	$y = 114781x - 26258$	1439	<LOD
<i>Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester</i>	S1	$y = 79096x - 13676$	1626	<LOD
	S2	$y = 79096x - 13676$	70734	<LOD
	S3	$y = 79096x - 13676$	1627	<LOD
	S4	$y = 79096x - 13676$	27224	<LOD
	S5	$y = 79096x - 13676$	8862	<LOD
	S6	$y = 79096x - 13676$	6143	<LOD
	S7	$y = 79096x - 13676$	3201	<LOD
	S8	$y = 79096x - 13676$	3005	<LOD
<i>Dicyclohexyl phthalate</i>	S1	$y = 59,291x - 117,92$	426	<LOD
	S2	$y = 59,291x - 117,92$	436	<LOD
	S3	$y = 59,291x - 117,92$	315	<LOD
	S4	$y = 59,291x - 117,92$	390	<LOD
	S5	$y = 59,291x - 117,92$	613	<LOD
	S6	$y = 59,291x - 117,92$	1501	<LOD
	S7	$y = 59,291x - 117,92$	271	<LOD
	S8	$y = 59,291x - 117,92$	388	<LOD
<i>Diisooctyl phthalate</i>	S1	$y = 82,145x - 101,71$	749	<LOD
	S2	$y = 82,145x - 101,71$	1287	<LOD
	S3	$y = 82,145x - 101,71$	417	<LOD
	S4	$y = 82,145x - 101,71$	558	<LOD
	S5	$y = 82,145x - 101,71$	330	<LOD
	S6	$y = 82,145x - 101,71$	1249	<LOD
	S7	$y = 82,145x - 101,71$	389	<LOD
	S8	$y = 82,145x - 101,71$	265	<LOD

3.6.6 Pemetaan Pola Aliran Air Tanah Menggunakan Metode IDW Untuk Interpolasi Sebaran EDCs

Interpolasi adalah cara untuk mendapatkan data dari data yang sudah ada sebelumnya. Dalam pemetaan, interpolasi adalah sebuah proses estimasi nilai dibuat di area yang belum diukur atau diambil sampelnya, sehingga menghasilkan peta distribusi

nilai di seluruh area tersebut (Pramono, 2008). Interpolasi juga dikenal sebagai resampling merupakan metode pencitraan yang menambah atau mengurangi jumlah piksel dalam gambar digital. Proses interpolasi ini digunakan untuk mendapatkan gambar yang lebih detail. Interpolasi spasial ini bertujuan untuk menghasilkan permukaan yang dapat mewakili keadaan empiris sehingga dapat diperkirakan tingkat akurasi dari metode yang akan digunakan (*Progress In Electromagnetics Research M, Vol. 14, 135–145, 2010, 2010*).

Metode inverse distance weighted (IDW) adalah metode deterministic sederhana namun bisa mendapatkan nilai presisi yang baik dengan mempertimbangkan lokasi sekitarnya. Metode ini memiliki Interpolasi diasumsikan lebih mirip dengan data sampel yang lebih dekat daripada data sampel yang lebih jauh. Metode IDW adalah metode interpolasi yang digunakan untuk memperkirakan nilai pada lokasi yang tidak tersampel dari data sekitar. Bobot bervariasi secara linear sesuai dengan jarak data sampel. Bobot tidak dipengaruhi oleh lokasi data sampel.

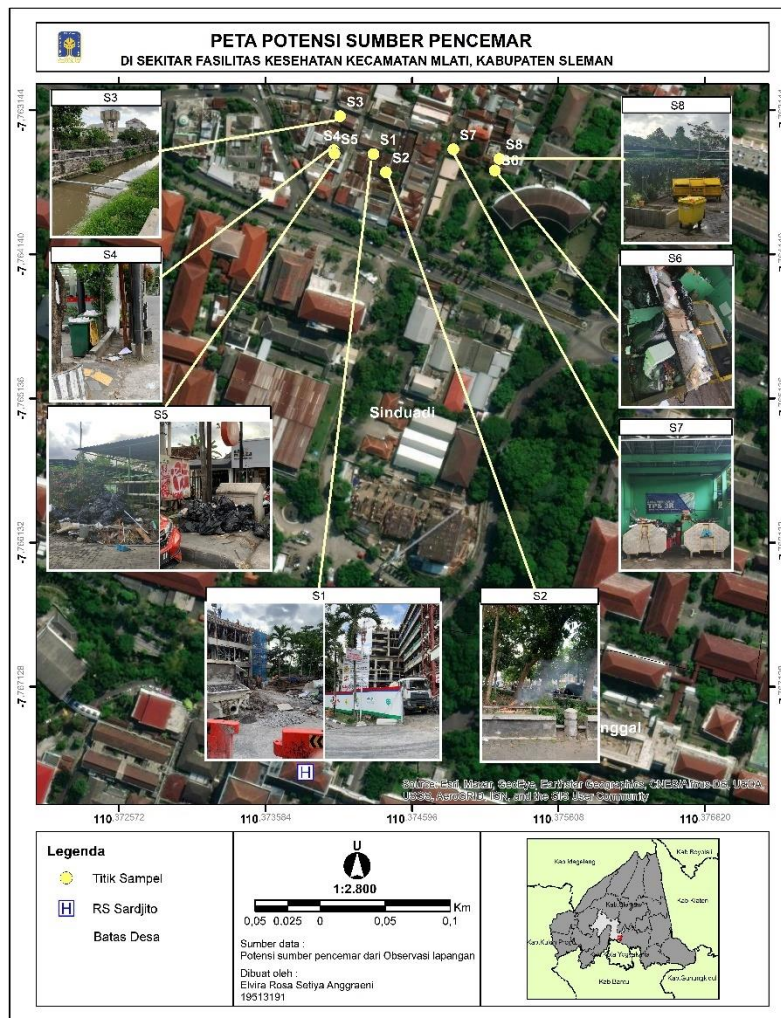
Setelah didapatkan hasil kandungan ftalat air tanah pada sumur pemukiman dan dianalisis di laboratorium, hasil kandungan tersebut diolah datanya dengan menggunakan *Microsoft Excel* beserta data pendukung lainnya seperti koordinat. Titik pengambilan sampel dan muka air tanah. QGIS dapat menyimpan data dalam format excel, yang memudahkan kami untuk memasukkannya ke dalam perangkat lunak QGIS.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel pada penelitian *Bisphenol A* dan *Phthalate* kali ini berada di wilayah Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Kecamatan Mlati terletak di bagian selatan dari Ibu Kota Kabupaten Sleman. Kecamatan Mlati dihuni oleh 23.645 kepala keluarga dengan jumlah keseluruhan penduduk Kecamatan Mlati adalah 72.438 jiwa dengan jumlah penduduk laki-laki 36.369 orang dan penduduk perempuan 36.069 orang.



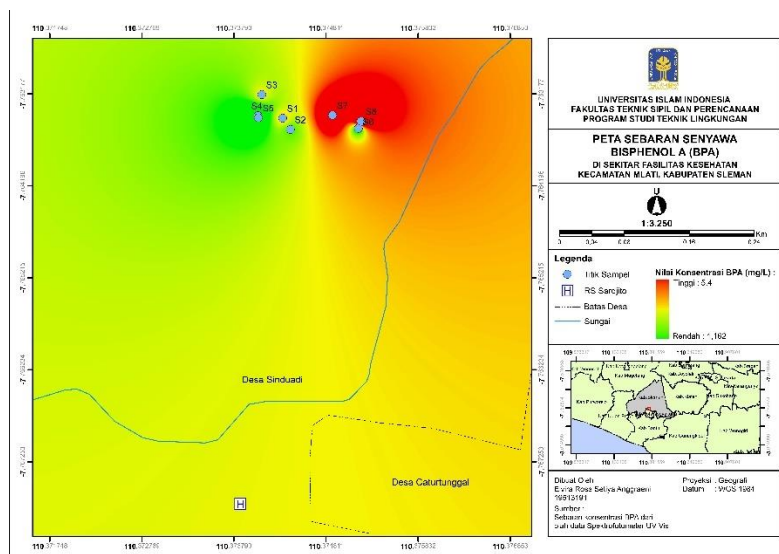
Gambar 4. 1 Peta Persebaran potensi sumber pencemar senyawa BPA dan *Phthalate* Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman

Pengambilan sampel tidak dilakukan secara merata dan menyebar melainkan secara mengumpul karena berada di dekat fasilitas kesehatan pada Dukuh Sinduadi yang berpotensi adanya senyawa-senyawa pencemar yang dicari. Penelitian ini dilakukan di 8

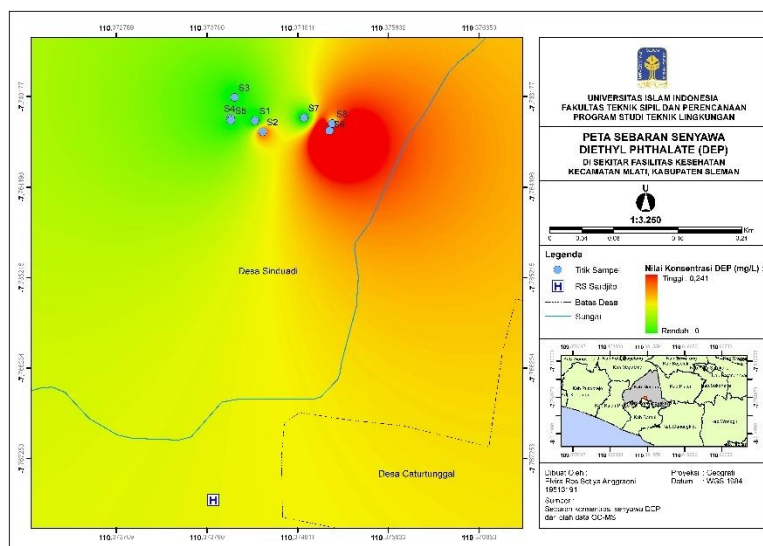
titik lokasi air tanah yang berasal dari sumur dangkal. Blok tersebut menunjukkan daerah dengan potensi persebaran senyawa BPA dan *phthalate* melalui air tanah yaitu dalam penggunaan air sumur. Lokasi tersebut merupakan daerah dengan jumlah penduduk dan rumah yang padat, kos-kosan, tempat makan, dan sarana pendidikan yang salah satunya Universitas Gadjah Mada dimana banyaknya peluang untuk membuka usaha tempat makan, hiburan, hingga kos oleh masyarakat setempat di lahan yang terbatas. Hal tersebut akan berdampak pada kualitas sumber mata air dari air tanah yang dikonsumsi sehari-hari karena polusi yang dihasilkan oleh aktivitas manusia.

4.2 Data Hasil Observasi Lapangan

Pada observasi lapangan dilakukan beberapa pengukuran diantaranya koordinat lokasi sumur (lintang dan bujur), pengukuran elevasi dasar air sumur dengan permukaan tanah, suhu, kondisi air sumur, serta kondisi sumurnya tersendiri.



Gambar 4. 2 Peta Pola Persebaran Senyawa BPA dengan Interpolasi IDW



Gambar 4. 3 Peta Pola Persebaran Senyawa *Diethyl Phthalate* dengan Interpolasi IDW

Berdasarkan hasil pemetaan yang dilakukan oleh penulis dengan menggunakan *software* QGIS menggunakan metode IDW *Interpolation* diperoleh hasil bahwa dari 8 titik sampling yang telah diambil sampel air tanah nya berpotensi mengandung senyawa *Phthalates* dan *Bisphenol A*. Dengan keterangan bahwa daerah yang berwarna merah memiliki nilai konsentrasi yang paling tinggi dan begitu seterusnya hingga konsentrasi paling rendah berwarna hijau.

Pada peta pola persebaran senyawa *phthalate* diketahui bahwa semua titik memiliki nilai dibawah LOD (*Limit Of Detection*) yang memiliki arti bahwa instrument yang digunakan untuk membaca senyawa *phthalate* yaitu instrument GC-MS belum bisa membaca besar atau kecilnya nilai konsentrasi yang sesuai dengan batas deteksi minimum.

4.2.1 Data Hasil Observasi Sumur

Suhu merupakan salah satu parameter air yang sering diukur dan dapat berubah-ubah terhadap keadaan ruang dan waktu. Biasanya suhu perairan tropis lebih tinggi dibandingkan dengan suhu perairan sub tropis terutama pada musim dingin tiba. Pada saat melakukan sampling suhu diukur menggunakan *Water Quality Meter*. Dari hasil pengukuran suhu air tanah pada sumur warga tergolong normal. Standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk air sebagai *hygiene sanitation* dapat dikategorikan normal jika sama dengan temperature udara lingkungan sekitar. Menurut Permenkes No.32 tahun 2017, suhu air harus memiliki baku mutu deviasi ± 3 °C dari keadaan alamiah (Afifah, I., & Sopiany, 2017).

Dari hasil pengujian kualitas air tanah pada beberapa titik sumur responden didapatkan besar suhu air sumur terdapat pada kisaran 26,03 °C – 27,68 °C. Berikut merupakan data hasil pengukuran pada tiap sumur responden :

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kualitas Air Sumur

No.	Kode Sumur	Suhu (°C)	Permenkes No.32 Tahun 2017
1.	S1	27,68	Suhu udara ±3 °C
2.	S2	27,07	Suhu udara ±3 °C
3.	S3	26,98	Suhu udara ±3 °C
4.	S4	26,95	Suhu udara ±3 °C
5.	S5	27,67	Suhu udara ±3 °C
6.	S6	26,90	Suhu udara ±3 °C
7.	S7	26,09	Suhu udara ±3 °C
8.	S8	26,63	Suhu udara ±3 °C

Kemudian untuk kondisi air sumur sendiri ditemukan bahwa dari 8 sumur, 7 diantaranya tidak berbau, tidak berasa, dan jernih. Sedangkan untuk 1 sumur memiliki karakteristik tidak berbau, tidak berasa, dan tidak jernih (keruh). Sumur tersebut memiliki air yang keruh sendiri disebabkan karena air sudah menyentuh dasar sumur jadi air tanahnya bercampur dengan lumpur yang ada di dasar sumur. Pada musim hujan air akan pasang naik ke atas dan jernih tetapi pada musim kemarau air akan surut hingga menyentuh dasar tanah sumur tersebut yang menyebabkan air keruh.

Mengacu pada SNI 03-2916-1992 mengenai spesifikasi sumur gali untuk sumber air bersih yaitu jarak horizontal sumur ke *septic tank* adalah 11 m dan jarak ke WC yaitu 7 m (*SUMUR GALI UNTUK SUMBER AIR BERSIH Spesifikasi Ini Dimaksudkan Sebagai Acuan Bagi Penyelenggara Pembangunan Sumur Gali Dalam Rangka Memenuhi Kebutuhan Air Baku Untuk Air Bersih Rumah Tangga , Dengan Tujuan Untuk Memberikan Persyaratan Teknis Sumur Gali Se, 1992*). Sehingga didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Kondisi Sumur

No	Kondisi Sumur	Jumlah	Persen
1.	Tidak dekat dengan WC, tidak dekat dengan saluran pembuangan	3	37,5%
2.	Dekat dengan WC, tidak dekat dengan saluran pembuangan	5	62,5%
Total		8	100%

Umur sumur pada tiap rumah responden beragam dengan semua jenis sumur gali terbuka yang digunakan untuk 2-3 rumah pada 1 sumur. Tetapi memiliki beberapa masalah saat musim kemarau tiba karena dapat dipastikan bahwa air sumur akan surut dan warga sulit mendapatkan sumber mata air. Maka dari itu pemerintah sekitar melakukan upaya berupa melakukan suntikan berupa mesin yang dihubungkan dengan pipa agar air bersih dapat naik dan masyarakat tidak perlu susah payah menimba air hingga ke dasar sumur yang dalam. Untuk umur sumur sendiri ada yang sudah lebih dari 20 tahun dan juga kurang dari 20 tahun, diantaranya :

Tabel 4. 3 Umur Sumur

No	Umur Sumur	Jumlah	Persen
1.	< 20 tahun	3	37,5%
2.	> 20 tahun	5	62,5%
Total		8	100%

Hasil pengukuran observasi lapangan tinggi bibir sumur terhadap muka air tanah berkisar 4 cm – 1,10 meter. Kemudian untuk nilai kedalaman air tanahnya sendiri memiliki kisaran nilai 7,92 m – 8,38 m. Berikut merupakan rincian data yang dapat dilihat di tabel :

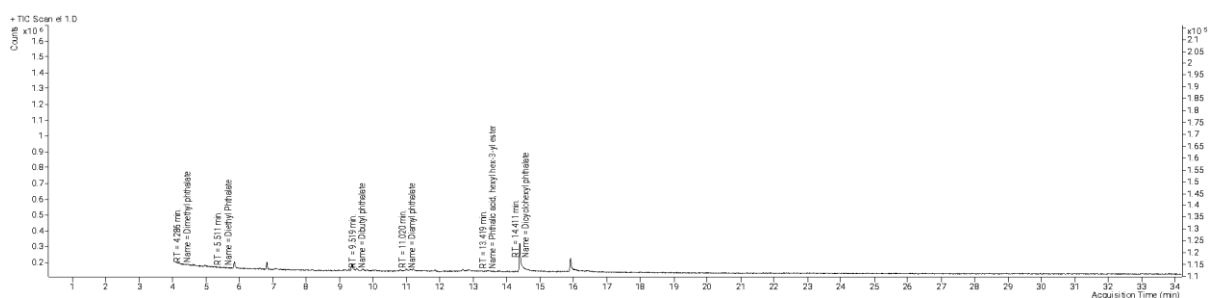
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Sumur

No.	Kode Sumur	Kedalaman (m)	Tinggi bibir sumur (cm)
1.	S1	8,10	42
2.	S2	8	5
3.	S3	8,38	110
4.	S4	8,10	4
5.	S5	7,92	78
6.	S6	8,09	67
7.	S7	8,01	88
8.	S8	8	47

4.3 Kandungan *Phthalate* Pada Air Tanah

Analisis kandungan *Phthalate* dalam air tanah pada sumur warga bertujuan untuk mengetahui konsentrasi dan juga sebaran senyawa *Phthalate* yang berada dalam air tanah pada sumur warga daerah Kecamatan Mlati sekitar Dukuh Sinduadi. Sampel yang dilakukan pengujian kadar *Phthalatenya* berasal dari air tanah pada sumur warga sekitar yang terdiri dari 8 titik sampling air tanah pada sumur. Dari 8 titik sampling air tanah pada sumur warga, semua mengandung 9 jenis senyawa *Phthalate* dengan nilai yang

beragam. Sekecil apapun nilai senyawanya akan tetap terbaca di instrumen GC-MS. Berikut hasil pembacaan kromatogram GC-MS terhadap *Phthalate*.



Gambar 4. 4 Peak standar pada masing-masing senyawa phthalate

Saat pengujian larutan standar terbaca hasil dari 9 senyawa *phthalate* diantaranya senyawa *Dimethyl Phthalate* memiliki nilai waktu retensi (RT) 4,387 menit, *Dibuthyl Phthalate* memiliki nilai waktu retensi (RT) 9,519 menit, *Diethyl Phthalate* memiliki nilai waktu retensi (RT) 5,490 menit, *Bis(2-methoxyethyl) phthalate* memiliki nilai waktu retensi (RT) 10,097 menit, *Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester* memiliki nilai waktu retensi (RT) 10,668 menit, *Diamyl phthalate* memiliki nilai waktu retensi (RT) 11,246 menit, *Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester* memiliki nilai waktu retensi (RT) 12,858 menit, *Dicyclohexyl phthalate* memiliki nilai waktu retensi (RT) 14,763 menit, *Diisooctyl phthalate* memiliki nilai waktu retensi (RT) 14,763 menit. Dari hasil *peak* masing-masing senyawa nantinya akan dibandingkan hasil konsentrasinya dengan sampel.

Jalur ftalat dalam air tanah dimulai dengan sampah plastik yang terkubur, yang karena reduksi makro-ke-mikro, bahkan terurai menjadi partikel berukuran nano, atau partikel dengan ukuran antara 0,1 dan 5 mm dan <100 nm y (Alimi et al., 2018). Kondisi tanah, atau jenis tanah, dapat mempengaruhi pencemaran air tanah karena kondisi tanah mempengaruhi proses infiltrasi air, yaitu proses perpindahan air dari permukaan ke air tanah. Air tanah dapat menjadi reservoir ftalat, karena ftalat di dalam tanah dapat diserap ke dalam air tanah oleh curah hujan, dan ftalat juga dapat berasal dari air permukaan seperti sungai, yang dapat diserap langsung ke dalam air tanah. Pada penelitian ini, semua titik berada di sekitar RSUD Kabupaten yang dikelilingi parit-parit besar berwarna coklat dan berisi sampah plastik. Oleh karena itu, limbah plastik dan kandungan fosfat pada pembuangan limbah rumah sakit dapat mengakumulasi ftalat yang akan masuk ke air tanah. Phthalates dalam air tanah bisa berasal dari air permukaan. (Li-Yun et al., 2007) juga memperkuat anggapan bahwa PAE dalam air permukaan dapat merembes ke dalam air tanah di wilayah studi karena hubungan hidrolik yang baik antara air permukaan dan air tanah.

Berikut merupakan potensi sumber pencemar yang mengandung jenis-jenis senyawa *phthalate* yang terbaca pada instrument GC-MS :

Tabel 4. 5 Potensi produk yang mengandung senyawa phthalate

Senyawa	Potensi produk yang mengandung <i>phthalate</i>
<i>Dimethyl Phthalate</i>	Pernis, kacamata pengaman, bahan pelapis karet, bubuk cetakan, penolak serangga, krim deodoran
<i>Dibuthyl Phthalate</i>	Cat kuku (sebagai pelarut), wewangian (parfum, cologne, body spray), beberapa jenis riasan
<i>Diethyl Phthalate</i>	Sabun, sampo, deterjen, produk perawatan kulit, hair spray, plasticizer dalam bahan PVC
<i>Bis(2-methoxyethyl) Phthalate</i>	Plastik selulosa asetat
<i>Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester</i>	Asam lemak teresterifikasi dan sitrat gliserol
<i>Diamyl Phthalate</i>	Cat kuku, hair spray, sabun, sampo, parfum
<i>Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester</i>	Plastik PVC, perekat, sealant, fiksatif, wadah dan bungkus plastik
<i>Dicyclohexyl Phthalate</i>	Perekat, produk plastik, karet, resin, kemasan makanan
<i>Diisooctyl Phthalate</i>	Plasticizer, formulasi parfum dan produk kecantikan

4.4 Analisis Kandungan *Phthalate* Hasil Kromatogram GC-MS Terhadap Air Tanah

4.4.1 Analisis Kandungan *Dimethyl Phthalate* (DMP)

Dimethyl phthalate muncul sebagai cairan putih air tanpa bau yang signifikan. Kontak mata dapat menyebabkan iritasi parah dan kontak langsung dengan kulit dapat menyebabkan iritasi ringan. Saat ini tidak ada informasi tentang efek kronis (jangka panjang), reproduksi, perkembangan, atau karsinogenik dimetil ftalat pada manusia. Penelitian pada hewan telah melaporkan sedikit efek pada pertumbuhan dan ginjal dari paparan oral kronis terhadap bahan kimia tersebut. EPA telah mengklasifikasikan *dimethyl phthalate* sebagai Grup D, tidak dapat diklasifikasikan sebagai karsinogenitas manusia. Tinjauan toksisitas oleh Komisi Keamanan Produk Konsumen menemukan bahwa DMP memiliki toksisitas rendah (Ld et al., 2016).

Tabel 4. 6 Data Hasil Pembacaan GC-MS senyawa Dimethyl Phthalate

Sample	Dimethyl phthalate Results		
	Name	Units	Konsentrasi
S1		mg/L	0.012
S2		mg/L	0.010

S3	mg/L	0.035
S4	mg/L	0.012
S5	mg/L	
S6	mg/L	0.025
S7	mg/L	0.012
S8	mg/L	0.018

Dapat dilihat pada **Tabel 4.5** bahwa pada jenis *dimethyl phthalate* semua sampel terbaca dan mengandung senyawa tersebut dengan perbandingan larutan standar kecuali pada sampel 5 senyawa *dimethyl phthalate* tidak terbaca sehingga memiliki nilai dibawah LOD (*Lower detection*). Paparan *dimethyl phthalate* dapat terjadi dari makanan, dari penggunaan selang hemodialisis dan kantong *polivinilklorida* yang berisi larutan intravena, dan dari air minum, juga dapat terjadi pada para pekerja di pabrik yang memproduksi atau menggunakan bahan kimia. DMP terdapat pada air tanah dikarenakan titik lokasi sampling berada di sekitar area rumah sakit yang mana menggunakan selang hemodialisis yang nantinya akan dibuang dan diolah dengan limbah rumah sakit lainnya. Dari pengolahan limbah tersebut yang nantinya air akan dibuang ke air tanah menyebabkan terjadi degradasi dengan air tanah yang masih bersih, sehingga dapat bercampur dengan sumur penduduk sekitar.

4.4.2 Analisis Kandungan *Dibutyl Phthalate* (DBP)

Dibutyl Phthalate cenderung stabil di lingkungan alami karena sifatnya yang rendah kelarutan air dan koefisien partisi oktanol air yang tinggi. Karena DBP hanya terikat secara fisik pada struktur plastik, maka dapat dipisahkan dari produk plastik dan mudah diintegrasikan ke dalam lingkungan. Bahan kimia ini juga merupakan salah satu ftalat yang paling banyak ditemukan di berbagai sampel lingkungan, termasuk air sungai, air laut, tanah, sedimen, danau, dan limbah padat kota (Lourenço et al., 2008).

Tabel 4. 7 Data Hasil Pembacaan GC-MS senyawa *Dibutyl Phthalate*

Sample	Dibutyl phthalate Results	
Name	Units	Konsentrasi
S1	mg/L	0.0008
S2	mg/L	0.0009
S3	mg/L	0.0008
S4	mg/L	0.0012
S5	mg/L	0.0008
S6	mg/L	0.0008
S7	mg/L	0.0008
S8	mg/L	0.0008

Dibutyl phthalate muncul dikarenakan dalam lingkungan tersebut ditemukan pada produk plastik sehari-hari yang mengandung *nitroselulosa*, *polivinil klorida* atau *polivinil aasetat* seperti obat nyamuk, cat kuku, *hair spray* dan ada beberapa produk pembersih rumah tangga (Jacobson, 2009). DBP dengan dosis tinggi dapat berdampak pada kesehatan manusia yang menyebabkan penurunan fungsi reproduksi pada pria. Selain itu, paparan DBP juga menyebabkan penyakit terjadinya hipertensi, gejala neurologis (mati rasa, nyeri dan sesak napas) (WE-Kajie et al., 1998).

Kandungan DBP tertinggi berada di titik sumur dengan kode S4 ini dapat disebabkan karena titik sumur penelitian berada di dekat aliran selokan dimana air dapat bergeser dari permukaan bawah tanah atau bahkan masuk ke dalam sumur warga sekitar. Pernyataan ini juga didukung dengan teori bahwa sumur gali merupakan salah satu sarana untuk penyediaan air bersih yang bersumber dari lapisan tanah yang cenderung dekat dengan permukaan tanah (Sari & Huljana, 2019).

Menurut penelitian yang dilakukan (Ondersma et al., 2017) pada analisis *phthalate*, menunjukkan bahwa DBP menjadi salah satu *phthalate* dominan yang ada di air tanah sehingga mirip dengan penelitian yang dipublikasikan oleh (Leslie et al., 2022) bahwa DBP juga menjadi salah satu jenis senyawa utama PAE dalam air. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan kurangnya manajemen jalur air selokan sehingga kemungkinan terbesar dapat tercampur dengan air tanah.

4.4.3 Analisis Kandungan *Diethyl Phthalate* (DEP)

Diethyl phthalate (DEP) adalah ester *phthalate* yang merupakan cairan tidak berwarna tanpa bau yang berbeda tetapi rasa pahit dan tidak enak. Ini lebih padat dari air dan tidak larut dalam air, sehingga tenggelam dalam air. Senyawa tersebut lebih padat dari air dan tidak larut dalam air tetapi dapat tenggelam dalam air. Ini digunakan sebagai pelarut dan kendaraan untuk bahan pewangi dan kosmetik, serta denaturan alkohol. DEP adalah cairan berminyak yang tidak berwarna hingga putih air dengan bau aromatik yang sangat ringan. Dietil ftalat dapat masuk ke lingkungan dalam air limbah industri, dengan penguapan ke udara dari tempat pembuangan, langsung dari produk konsumen, dari pembakaran produk plastik, dan dengan bocor dari tempat pembuangan sampah ke tanah atau air termasuk air tanah. Di tanah yang mengandung bahan organik (bahan dengan kadar karbon tinggi), dietil ftalat dapat menempel pada partikel yang pada akhirnya dapat terurai. Jika hanya ada sedikit bahan organik di dalam tanah, dietil ftalat dapat bergerak ke bawah melalui tanah dan masuk ke dalam air tanah (Scientific committee on cosmetic products and non-food products intended for consumers, 2006).

Tabel 4. 8 Data Hasil Pembacaan GC-MS senyawa Diethyl Phthalate

Sample		Diethyl Phthalate Results	
Name	Units	Konsentrasi	
S1	mg/L		
S2	mg/L	0.084	
S3	mg/L	0.015	
S4	mg/L	0.032	
S5	mg/L	0.006	
S6	mg/L	0.241	
S7	mg/L	0.009	
S8	mg/L	0.033	

Jumlah dietil ftalat dalam tanah tidak diketahui. Namun, dietil ftalat mungkin akan cepat terurai oleh bakteri tanah, sehingga hanya sedikit yang diserap oleh tanaman. Banyak mikroorganisme mampu memecah dietil ftalat menjadi karbon dioksida dan produk tidak berbahaya lainnya. Sejumlah kecil dietil ftalat dapat terbentuk pada hewan yang hidup di air, seperti ikan dan tiram. Dietil ftalat (DEP) banyak digunakan dalam banyak produk yang tersedia secara komersial termasuk plastik dan produk perawatan pribadi. DEP umumnya tidak ditemukan untuk berbagi mode aksi antiandrogenik yang umum di antara jenis ftalat lainnya, tetapi ada bukti yang muncul bahwa DEP mungkin terkait dengan jenis efek kesehatan lainnya. DEP dapat masuk ke tubuh saat menghirup udara, minum air, atau makan makanan yang mengandungnya. Ada kemungkinan paparan dapat terjadi di dekat lokasi limbah berbahaya, di fasilitas manufaktur, atau melalui penggunaan produk konsumen yang mengandung zat tersebut. Dietil ftalat dan produk penguraiannya akan keluar dari tubuh sebagian besar melalui urin dalam waktu sekitar 2 hari. Hanya sejumlah kecil senyawa atau produk penguraiannya yang tersisa di jaringan.

4.4.4 Analisis Kandungan *Bis(2-methoxyethyl) Phthalate* (BMEP)

Bis(2-methoxyethyl) phthalate, juga umumnya *di(2-methoxyethyl) phthalate* (DMEP), adalah ester ftalat yang mengandung gugus 2-metoksietanol. Secara historis, itu digunakan sebagai plasticizer dalam plastik selulosa asetat. Telah ditemukan dalam produk kosmetik. Ini telah digunakan sebagai pelarut. Secara keseluruhan, penggunaan *bis(2-methoxyethyl) phthalate* sekarang sebagian besar dibatasi karena potensi risiko kesehatannya (Environment Canada, 2010).

Tabel 4. 9 Data Hasil Pembacaan GC-MS senyawa Bis(2-methoxyethyl) Phthalate

Sampel	Bis(2-methoxyethyl) phthalate Results
--------	---------------------------------------

Nama	Units	Konsentrasi
S1	mg/L	0.009
S2	mg/L	0.004
S3	mg/L	0.0001
S4	mg/L	0.017
S5	mg/L	
S6	mg/L	0.003
S7	mg/L	0.023
S8	mg/L	0.003

Dapat dilihat pada **Tabel 4.8** bahwa pada jenis *Bis(2-methoxyethyl) phthalate* semua sampel terbaca dan mengandung senyawa tersebut dengan perbandingan larutan standar kecuali pada sampel 5. Hal tersebut dikarenakan konsentrasi sampel 5 *Bis(2-methoxyethyl) phthalate* tidak terbaca sehingga memiliki nilai dibawah LOD (*Lower detection*). DMEP memiliki toksisitas oral, dermal, dan inhalasi akut yang rendah. DMEP diperkirakan menyerap sangat lambat ke dalam kulit manusia. Jadi dapat diketahui bahwa dari seluruh senyawa phthalate yang terdeteksi, DMEP merupakan senyawa yang memiliki kadar toksisitas paling rendah pada kesehatan manusia. *Bis(2-methoxyethyl) phthalate* telah diidentifikasi sebagai prioritas tinggi untuk penilaian risiko ekologis. Ini adalah turunan *phthalate*, yang merupakan kelompok bahan kimia yang ditemukan memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. *Phthalate*, termasuk *Bis(2-methoxyethyl) phthalate*, telah ditemukan di instalasi pengolahan air limbah dan air permukaan, menunjukkan bahwa mereka dapat memasuki lingkungan melalui berbagai jalur. Penggunaan *Bis(2-methoxyethyl) phthalate* sekarang sebagian besar dilarang karena kekhawatiran akan dampaknya terhadap kesehatan manusia. Secara keseluruhan, meskipun informasi yang tersedia tentang dampak lingkungan dari *Bis(2-methoxyethyl) phthalate* terbatas, potensi efek negatifnya terhadap kesehatan manusia telah menyebabkan pembatasan penggunaannya (Rathmann Pedersen et al., 2013).

4.4.5 Analisis Kandungan *Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester*

Kelarutan asam *Phthalic isohexyl 4-methylpent-2-yl ester* dalam air tidak disebutkan secara eksplisit dalam hasil pencarian yang disediakan. Namun, diketahui bahwa sebagian besar ester ftalat, termasuk ester asam ftalat, memiliki kelarutan yang buruk dalam air tetapi larut dalam pelarut organik. Saat ini, PAE yang disintesis, yang dianggap berpotensi menimbulkan bahaya terhadap fungsi ekosistem dan kesehatan

masyarakat, telah mudah dideteksi di atmosfer, air, tanah, dan sedimen (Huang et al., 2021).

Tabel 4. 10 Data Hasil Pembacaan Phthalic acid, isohehexyl 4-methylpent-2-yl ester

Sampel		Phthalic acid, isohehexyl 4-methylpent-2-yl ester Results	
Nama	Units	Konsentrasi	
S1	mg/L	0.022	
S2	mg/L	0.032	
S3	mg/L	0.024	
S4	mg/L	0.022	
S5	mg/L	0.021	
S6	mg/L	0.043	
S7	mg/L	0.022	
S8	mg/L	0.034	

Phthalic acid esters (PAEs) adalah *plasticizer* umum yang ditambahkan ke bahan polimer untuk meningkatkan fleksibilitas dan kemampuan kerjanya. PAE telah banyak digunakan dalam berbagai produk konsumen, termasuk kosmetik, kemasan makanan, bahan bangunan, persediaan medis, perabot rumah tangga, dll., karena sifat karakteristiknya, seperti insulasi yang baik, kekuatan tinggi, ketahanan korosi yang sangat baik, biaya rendah, dan kemudahan fabrikasi. Faktanya, sejumlah penelitian telah dilakukan untuk menyelidiki toksisitas PAE pada manusia dan/atau hewan. Studi epidemiologis menemukan bahwa paparan ftalat awal dapat menyebabkan kerusakan perkembangan saraf yang signifikan. Beberapa PAE telah terbukti memiliki toksisitas reproduksi dan perkembangan pada hewan dan diduga menyebabkan efek gangguan endokrin pada manusia (Zhao et al., 2014).

4.4.6 Analisis Kandungan *Diamyl Phthalate* (DAP)

Diamyl Phthalate merupakan sumber kontaminan yang bersumber dari aktivitas keseharian seperti pembakaran, pembuangan, dan penumpukan sampah. Sedangkan pada penelitian (Zheng et al., 2014) kontaminan *Diamyl Phthalate* pada sungai berasal dari limbah kota dan limbah domestik yang juga dipengaruhi oleh aktivitas sehari-hari antropogenik yang biasanya berkaitan dengan kepadatan penduduk.

Tabel 4. 11 Data Hasil Pembacaan Senyawa *Diamyl Phthalate*

Sampel		Diamyl phthalate Results	
Nama	Units	Konsentrasi	
S1	mg/L	0.00046	
S2	mg/L		
S3	mg/L	0.00046	
S4	mg/L	0.00085	

S5	mg/L	0.00055
S6	mg/L	0.00050
S7	mg/L	0.00049
S8	mg/L	0.00048

Dapat dilihat pada **Tabel 4.10** bahwa pada *Diamyl Phthalate* semua sampel terbaca dan mengandung senyawa tersebut dengan perbandingan larutan standar kecuali pada sampel 2 konsentrasi *Diamyl Phthalate* tidak terbaca sehingga memiliki nilai dibawah LOD (*Lower detection*). Menurut (World Health Organisation, 2011) senyawa ini digunakan pada produk mainan anak, peralatan medis, pelarut dalam produk kosmetik, tinta, perekat, dan produk konsumen lainnya. DAP teridentifikasi dari hasil limbah peralatan medis yang berasal dari limbah B3 rumah sakit daerah dan pembuangan limbah domestik penduduk di selokan sekitar area. Hal tersebut tidak pernah ditindak lanjuti oleh penduduk sekitar sehingga terdegradasi DAP dari limbah rumah sakit dan domestik rumah tangga tertimbun. Kemudian DAP memiliki rantai ester yang pendek sehingga memiliki sifat yang mudah terurai dan terbawa ke dalam air tanah dan sangat persisten di lingkungan air tanah (JOBILING et al., 1995).

4.4.7 Analisis Kandungan *Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester*

Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester (PAEs) adalah kelas bahan kimia lipofilik yang banyak digunakan sebagai *plasticizer* dan aditif untuk meningkatkan ekstensibilitas dan fleksibilitas mekanis berbagai produk. Penelitian telah menunjukkan bahwa paparan phthalates dalam jangka panjang dapat menyebabkan disfungsi multi-sistem pada manusia. Manusia terpapar PE dari ekosistem perairan melalui jalur yang berbeda, yaitu; kulit kulit penyerapan, inhalasi, dan konsumsi dari makanan dan air. PE telah lama dikenal sebagai polutan organik yang menjadi perhatian utama lingkungan, dengan urbanisasi di antara penyebab utama dan sumber senyawa ini (Matsumoto et al., 2008).

Tabel 4. 12 Data Hasil Pembacaan Senyawa Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester

Sampel	Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester Results	
	Nama	Konsentrasi
S1	mg/L	0.00039
S2	mg/L	0.00213
S3	mg/L	0.00039
S4	mg/L	0.00103
S5	mg/L	0.00057
S6	mg/L	0.00050
S7	mg/L	0.00043

S8	mg/L	0.00042
----	------	---------

PAE di lingkungan terutama berasal dari sintesis kimia yang diterapkan dalam bahan bangunan, produk perawatan, peralatan medis, dan mainan anak-anak, dll., yang nyaman untuk produksi dan kehidupan manusia. Beberapa ganggang air tawar dan spesies cyanobacteria mampu menghasilkan *di-n-butyl phthalate* dan *mono (2-ethylhexyl) phthalate* (Babu & Wu, 2010). *Phthalates* ini dapat dilepaskan ke lingkungan di bawah tekanan, mempengaruhi ekosistem perairan. Temuan ini menunjukkan bahwa produksi ftalat mungkin merupakan fenomena umum baik di darat maupun di laut. Sementara itu, beberapa PAE yang diidentifikasi dalam eksudat akar berbagai tanaman dapat secara efektif mengurangi penyakit tular tanah, memperbaiki sifat tanah, dan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Kesimpulannya, PAE tersebar luas di sekitar kita, tidak hanya dari bahan sintetis tetapi juga dari organisme hidup, seperti mikroba, ganggang, tumbuhan, dll. Sulit untuk mengukur PAE di sekitar kita, dan jumlah PAE di lingkungan akan terus meningkat. Kita tahu bahwa PAE dapat disintesis secara alami, yang menyiratkan bahwa mikroorganisme tertentu mampu mendegradasinya, dan potensinya layak untuk dipelajari lebih lanjut untuk mengurangi kontaminasi PAE terhadap lingkungan.

4.4.8 Analisis Kandungan *Dicyclohexyl Phthalate* (DCHP)

Dicyclohexyl Phthalate merupakan jenis senyawa yang memiliki golongan berat molekul tinggi yang keberadaan senyawanya pada air tanah memiliki waktu tinggal yang lebih lama karena memiliki sifat yang tidak mudah menguap dan mudah larut dalam air. *Dicyclohexyl phthalate* memiliki karakteristik tidak menguap dari air atau tanah, dan tidak bergerak di tanah. DCHP beracun dan dapat menyebabkan iritasi kulit, iritasi mata, dan iritasi pernapasan. Ini juga merupakan racun reproduksi dan perkembangan. DCHP adalah biasa digunakan sebagai plasticizer dalam pestisida, mainan, dan kosmetik karena dapat meningkatkan transparansi, kekuatan, plastisitas, dan daya tahan (Los, n.d.).

Tabel 4. 13 Data hasil Pembacaan Senyawa *Dicyclohexyl Phthalate*

Sampel	Dicyclohexyl phthalate Results	
Nama	Units	Konsentrasi
S1	mg/L	0.018
S2	mg/L	0.019
S3	mg/L	0.015
S4	mg/L	0.017
S5	mg/L	0.025
S6	mg/L	0.055

S7	mg/L	0.013
S8	mg/L	0.017

Menurut (Fang et al., 2019) DCHP terdeteksi luas di lingkungan dan air karena DCHP tidak terikat secara kovalen dengan polimer, sehingga dengan mudah akan bocor ke dalam lingkungan. DCHP mungkin memiliki efek antiandrogenik pada perkembangan reproduksi pria sebelum dan sesudah kelahiran. DCHP memengaruhi otak tikus yang sedang berkembang, mengakibatkan hiperaktivitas. Penelitian pada hewan menunjukkan bahwa efek ini mengganggu perkembangan reproduksi dan dapat menyebabkan sejumlah malformasi pada anak muda yang terkena.

Dari hasil pengamatan saat berada di lokasi, beberapa titik berada di sepanjang selokan besar dengan keadaan yang cukup kotor dan air berwarna coklat. DCHP umumnya digunakan sebagai *plasticizer* dalam produk kemasan makanan atau minuman, pelapis kertas (pembungkus/label makanan, label farmasi, dan label harga). Sama halnya dengan lokasi sampling berada di sekitar rumah sakit daerah yang dimana terdapat pengolahan limbah rumah sakit dan farmasi. DCHP pada sampah plastik yang ada di selokan kemungkinan akan terserap ke dalam air tanah (Chemicals Evaluation and Research Institute, 2007).

4.4.9 Analisis Kandungan *Diisooctyl Phthalate* (DIOP)

Diisooctyl Phthalate digunakan sebagai *plasticizer*, terutama digunakan untuk melunakkan polivinil klorida. DIOP terutama digunakan sebagai *plasticizer*, yang merupakan zat yang ditambahkan ke plastik untuk meningkatkan fleksibilitas, transparansi, daya tahan, dan umur panjang.. *Phthalates* berbahaya karena kemampuannya untuk bertindak sebagai pengganggu endokrin. Data mendukung kesimpulan bahwa DIOP dapat dianggap sebagai "iritasi kulit primer" di bawah FHSA karena timbulnya iritasi kulit pada manusia. Secara keseluruhan, DIOP adalah senyawa kimia yang digunakan sebagai *plasticizer* dan mungkin memiliki efek berbahaya pada kesuburan dan janin (Los, n.d.).

Tabel 4. 14 Data Hasil Pembacaan Senyawa Diisooctyl Phthalate

Sampel	Diisooctyl phthalate Results	
Nama	Units	Konsentrasi
S1	mg/L	0.021
S2	mg/L	0.034
S3	mg/L	0.013
S4	mg/L	0.016
S5	mg/L	0.011

S6	mg/L	0.033
S7	mg/L	0.012
S8	mg/L	0.009

Diisooctyl Phthalate ditemukan di sejumlah produk, termasuk lem, bahan bangunan, produk perawatan pribadi, deterjen dan surfaktan, kemasan, mainan anak, cat, obat-obatan, produk makanan, dan tekstil. *Phthalate* digunakan dalam berbagai aplikasi rumah tangga seperti tirai shower, pelapis vinil, perekat, ubin lantai, wadah dan pembungkus makanan, dan bahan pembersih. Hal tersebut relevan karena limbah domestik yang dihasilkan rumah tangga. Seperti yang diketahui bahwa lokasi titik sampling berada di sekitaran selokan besar dimana merupakan tempat pembuangan limbah rumah tangga yang nantinya akan tercampur dari berbagai rumah. Dalam jangka waktu yang panjang nantinya apabila limbah domestik rumah tangga tidak di kelola dengan bagaimana mestinya, akan terserap ke dalam tanah. Serta kemungkinan lain kandungan senyawa-senyawa yang tidak diinginkan bercampur dengan sumber air tanah yang nantinya akan dikonsumsi penduduk sekitar (Chemicals Evaluation and Research Institute, 2007).

4.5 Kandungan *Bisphenol A* Pada Air Tanah

Analisis kandungan *Bisphenol A* pada air tanah bertujuan untuk mengetahui konsentrasi dan sebaran senyawa *Bisphenol A* pada air tanah dari sumur warga di kecamatan Mlati, Dukuh Sinduadi. Sampel tersebut untuk mendeteksi kandungan *Bisphenol A* berasal dari air tanah di sumur-sumur penduduk setempat, dan terdapat 8 titik pengambilan sampel air tanah di sumur-sumur tersebut. Delapan lokasi pengambilan sampel air tanah dari sumur masyarakat semuanya mengandung nilai senyawa *Bisphenol A* yang berbeda. Sekecil apapun nilai majemuknya akan tetap akan terbaca.

Bisphenol A (BPA) adalah senyawa organik sintetik yang digunakan sebagai monomer dalam produksi plastik polikarbonat, digunakan dalam berbagai macam produk termasuk botol air minum dan wadah makanan. BPA dapat mencemari air dan makanan saat merembes keluar dari wadah plastik, terutama saat terkena panas atau asam. Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) berencana memasang label BPA pada wadah air yang tersedia secara komersial. BPOM menjelaskan wadah air isi ulang, termasuk galon air, memang mengandung BPA, namun dalam kadar yang aman. Singkatnya, BPA dapat mencemari air dan makanan ketika merembes keluar dari wadah plastik, dan berpotensi menyebabkan gangguan endokrin. Meskipun wadah air isi ulang (termasuk galon air) memang mengandung BPA, namun kadarnya masih dalam batas aman. Proses pasca

produksi diduga menyebabkan kandungan BPA dalam *water bowl* polikarbonat berpindah ke air.

4.6 Analisis Kandungan *Bisphenol A* Hasil Spektrofotometer Terhadap Air Tanah

Bisphenol A (BPA) adalah senyawa organik sintetik yang digunakan sebagai monomer untuk menghasilkan plastik polikarbonat. Itu ditemukan dalam makanan, minuman, udara, dan air. BPA juga merupakan bahan kimia pengganggu endokrin (EDC) yang dapat bertindak sebagai agen *diabetogenic*. BPA dapat ditemukan dalam botol air plastik dan dapat larut ke dalam air, terutama saat terkena panas atau sinar matahari. Paparan BPA yang melebihi ambang batas berpotensi membahayakan kesehatan manusia. Penting untuk mendeteksi keberadaan BPA dalam air tanah karena paparan BPA yang melebihi ambang batas dapat berpotensi membahayakan kesehatan manusia, termasuk gangguan endokrin seperti kemandulan.

Tabel 4. 15 Data hasil pembacaan senyawa Bisphenol A pada spektrofotometri

No	Sample ID	Type	Absorbant	Konsentrasi
1	S1	Sampel	0.024	3.23
2	S2	Sampel	0.019	2.50
3	S3	Sampel	0.023	3.08
4	S4	Sampel	0.008	0.91
5	S5	Sampel	0.020	2.65
6	S6	Sampel	0.015	1.92
7	S7	Sampel	0.034	4.68
8	S8	Sampel	0.039	5.40

Pada tabel di atas terlihat bahwa semua sampel yang berjumlah 8 sampel terbaca dan mengandung senyawa *Bisphenol A*. Pada tabel di atas terlihat bahwa semua sampel yang berjumlah 8 sampel terbaca dan mengandung senyawa *Bisphenol A*.

Bisphenol A dapat larut dalam air tanah karena beberapa hal diantaranya, pencucian dari wadah plastik seperti botol air dan kemasan makanan. Saat wadah tersebut bersentuhan dengan air tanah otomatis BPA dapat larut ke dalam air. Kemudian limbah industri yang memproduksi plastik polikarbonat dan resin epoksi dapat melepaskan BPA ke lingkungan melalui produk limbahnya. Hal ini dapat menyebabkan kontaminasi BPA pada air tanah. Penting untuk memantau dan mengatur penggunaan BPA untuk mencegah kontaminasi pada air tanah, karena paparan BPA yang melebihi ambang batas berpotensi membahayakan kesehatan manusia.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kelarutan *Bisphenol A* dalam air tanah yaitu suhu dimana suhu yang lebih tinggi dapat menyebabkan peningkatan kelarutan BPA dalam air tanah. Jenis tanah juga mempengaruhi kelarutan BPA yang lebih cenderung di tanah berpasir daripada tanah liat. Kemudian semakin lama BPA bersentuhan dengan air tanah, semakin besar kemungkinan untuk larut dan mencemari tanah (Gafur & Kartini, 2016). Faktor lingkungan lain yaitu pada pengemasan makanan umumnya digunakan dalam produksi plastik yang ditujukan untuk kontak langsung dengan makanan termasuk kemasan plastik dan peralatan dapur serta pelapis bagian dalam kaleng dan tutup toples. Oleh karena itu kemasan makanan merupakan sumber utama paparan BPA pada manusia. Kemudian BPA juga dapat ditemukan di beberapa peralatan kesehatan termasuk selang dan jarum suntik yang juga dapat menyebabkan paparan pada manusia (Fenichel et al., 2013).

Ada beberapa rute paparan *Bisphenol A* pada manusia diantaranya, oral yang merupakan rute utama paparan manusia yaitu melalui makanan yaitu ketika BPA bermigrasai dari wadah makanan dan minuman. Transdermal yaitu paparan BPA melalui kulit dimungkinkan seperti mandi dengan air yang terkontaminasi BPA. Penting untuk memantau dan mengatur penggunaan BPA untuk mencegah paparannya karena paparan BPA yang melebihi ambang batas berpotensi membahayakan kesehatan manusia termasuk gangguan endokrin (Vandenberg et al., 2007). Sumber utama paparan BPA bagi kebanyakan orang adalah makanan. BPA dalam makanan dan minuman menyumbang sebagian besar paparan harian manusia, meskipun udara, debu, dan air adalah sumber paparan lain yang mungkin. BPA dapat larut ke dalam makanan dari lapisan epoksi pelindung di bagian dalam makanan kaleng dan produk konsumen seperti peralatan makan polikarbonat, wadah penyimpanan makanan, botol air, dan botol bayi. Sejauh mana BPA tercuci dari botol polikarbonat ke dalam cairan mungkin lebih bergantung pada suhu cairan atau botol daripada usia wadah.

4.7 Analisis Risiko Kesehatan

4.7.1 Data Hasil Kuesioner

Dari hasil wawancara didapatkan data warga berupa usia, pekerjaan dan penyakit yang diderita anggota keluarga responden dari warga yang menggunakan air tersebut. Rata-rata anggota keluarga tiap rumah yang menggunakan sumur sebanyak 3-12 jiwa atau 1-3 rumah pada 1 sumur.

Untuk jenis pekerjaan responden mayoritas wiraswasta yang berkegiatan di rumah tempat tinggal masing-masing dimana membutuhkan jumlah air sumur lebih banyak

untuk kegiatan sehari-hari dan juga pekerjaan responden. Selain itu, sampel air sumur yang peneliti ambil untuk penelitian tidak hanya berasal dari rumah warga pribadi tetapi juga sebagai sumber air bagi tempat tinggal mahasiswa sekitar atau kos. Untuk data penyakit yang diderita anggota keluarga responden dihasilkan bahwa ada yang kesehatannya terjaga dan juga ada yang menderita beberapa penyakit tetapi bukan berasal dari penggunaan air tanah tetapi penyakit bawaan.

Tabel 4. 16 Data Pekerjaan dan Penyakit Responden

No.	Kode Sumur	Jenis Pekerjaan	Penyakit
1.	S1	Wiraswasta	Stroke
2.	S2	Wiraswasta	Tidak ada
3.	S3	Wiraswasta	Sakit bagian kaki dan dada
4.	S4	Pensiunan PNS	Tidak ada
5.	S5	Wiraswasta	Tidak ada
6.	S6	Wiraswasta	Tidak ada
7.	S7	Buruh	Tidak ada
8.	S8	Pensiunan	Tidak ada

4.5.1.1 Usia Responden

Hasil pendataan dari wawancara responden pada setiap responden terdapat usia responden yang ditentukan berdasarkan tahun kelahiran hingga tahun dimana dilakukannya sampling air tanah pada sumur warga. Berikut merupakan data usia responden perwakilan keluarga yang menggunakan air tanah pada sumur berdasarkan kode sumur :

Tabel 4. 17 Usia Responden

No.	Kode Sumur	Usia (tahun)
1.	S1	50
2.	S2	50
3.	S3	79
4.	S4	56
5.	S5	30
6.	S6	54
7.	S7	53
8.	S8	70

4.5.1.2 Berat Badan Responden

Hasil pendataan dari wawancara responden terdapat berat badan responden yang diwawancarai. Berat badan responden dengan satuan kilogram didapatkan dari pengukuran menggunakan timbangan dengan satuan kilogram. Berikut merupakan data berat badan salah satu anggota keluarga yang menggunakan air tanah berdasarkan kode sumur tersebut :

Tabel 4. 18 Data berat badan reponden

No.	Kode Sumur	Berat Badan (kg)
1.	S1	80
2.	S2	75
3.	S3	70
4.	S4	75
5.	S5	65
6.	S6	75
7.	S7	73
8.	S8	70

4.5.1.3 Jumlah Kebutuhan Air Responden

Sumber air tanah tersebut dibutuhkan guna kebutuhan sehari-hari sehingga memiliki kapasitas jumlah yang relatif besar yang digunakan untuk dikonsumsi, mandi cuci kakus dan memasak. Berdasarkan pendataan atau wawancara langsung penulis dapat menganalisis bahwa air sumur yang digunakan warga sekitar untuk kebutuhan sehari-hari yaitu rata-rata L/hari.

4.7.2 Manajemen Risiko

Penemuan material plastik merupakan salah satu capaian besar di dunia teknikkarena sejak bahan ini ditemukan manusia mulai mendapatkan banyak kemudahan dalam hidupnya. Disisi lain plastik juga menjadi masalah terbesar saat ini. Jadi beberapa teknologi yang mungkin bisa digunakan untuk merekayasa zat mikroplastik sehingga dapat dipisahkan dari air yang terkontaminasi salah satunya menggunakan Teknik *rapid sand filter* dan *slow sand filter*.

Rapid sand filter atau saringan pasir cepat dilakukan untukmengurangi padatan tersuspensi dan tingkat kekeruhan. Penambahan karbon aktif di atas mediafilter bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penurunan kekeruhan dan senyawa organik. Baik *slow sand*

filter maupun *rapid sand filter* diketahui menjadi salah satu alternatif pengolahan air sumur dangkal tercemar menjadi air layak minum.

4.7.2.1 Phthalate

Masing-masing *Phthalate* yang sudah diketahui konsentrasinya selanjutnya dianalisis lebih lanjut sehingga potensi risiko paparan melalui konsumsi atau oral maupun efek kroniknya dapat diketahui pada setiap sumur warga Kecamatan Mlati. Analisis risiko dari *Phthalate* bagi warga yang mengonsumsi air sumur ini berdasarkan metodologi USEPA. Tingkat racun senyawa *phthalate* dapat secara langsung mempengaruhi kesehatan manusia karena minum air minum dari sumur. Berikut dibawah ini merupakan beberapa parameter model penilaian risiko kesehatan air tanah yang digunakan untuk mengevaluasi nilai *Ink* melalui oral dengan risiko non karsinogenik maupun karsinogenik, asumsi data digunakan berdasarkan dari (US Environmental Protection Agency, 2011).

Manajemen risiko mengacu pada belum banyaknya masyarakat yang mengetahui mengenai senyawa *Phthalate* serta bahayanya, terutama air sumur yang dijadikan sumber air utama bagi responden untuk konsumsi maupun kegiatan sehari-hari seperti mandi, dan mencuci. Pada penelitian ini manajemen risiko dilakukan dengan pendekatan secara ekonomi dan sosial. Dimulai dari pemerintah sebagai perumus dan pemangku kebijakan harus memberikan langkah-langkah berkelanjutan untuk pembuangan sampah alih-alih membiarkan ekosistem rusak akibat pembuangan sampah dan limbah tidak pada tempat seharusnya dan menempatkan penduduk ke dalam risiko kesehatan yang terkait dengan *Phthalate* dalam air. Kemudian, dari pemerintah turun ke produsen atau pihak perusahaan secara terbuka harus memberikan penilaian keamanan *phthalate* dalam produk dengan temuan ilmiah terbaru dan mempertimbangkan dosis dan efek kumulatif dari paparan beberapa jenis *phthalate* dengan mekanisme umum dan titik akhir kesehatan. Produsen juga bisa melakukan penggantian bahan baku pembuatan dengan *plasticizer* baru yang memiliki toksisitas rendah, selain itu pihak produsen juga dapat menunjukkan dengan jelas semua produk yang mengandung *phthalate* pada label mereka yang dapat dibaca dengan mudah sebelum membeli. perlu dilakukan juga penyuluhan sebagai bentuk penyadaran kepada masyarakat terhadap potensi ancaman produk yang mengandung PAE dan perlunya membuang sampah secara berkelanjutan secara ramah lingkungan, pada tempat pembuangan yang tepat daripada menggunakan sungai dan lahan kosong sebagai sarana pembuangan sampah yang murah. Hal lain yang bisa dilakukan dengan peningkatan efisiensi penggunaan plastik dan daur ulang sampah plastik, hal-hal di atas

yang sudah disebutkan dapat menjadi strategi manajemen risiko yang baik dan mendasar untuk mengendalikan PAE secara spasial dan temporal.

4.7.2.2 *Bisphenol A (BPA)*

Kadar BPA di atas batas yang ditetapkan dapat menyebabkan masalah kesehatan dengan "*mimic*" (menyerupai) efek estrogen, yang mengganggu estrogen itu sendiri, sehingga merusak kromosom di ovarium. Jadi kadar BPA perlu diperhatikan. BPA adalah bahan kimia yang meniru dan memblokir efek estrogen dalam tubuh, sehingga jika BPA menghambat efek estrogen, dapat menyebabkan sel kanker payudara berkembang biak dan meningkatkan risiko kanker payudara. Untuk pria, itu bisa menurunkan kadar sperma (Leena et al., 2016).

Untuk memprediksi efek samping dari paparan *bisphenol A* yang ada di dalam air yang dianalisis yaitu dengan melakukan evaluasi risiko sesuai dengan metode USEPA. Mempertimbangkan bahwa kepekaan paparan terhadap EDC pada penduduk dewasa dan muda berbeda. Frekuensi eksposisinya yaitu 365 hari dengan referensi berat badan dewasa kurang lebih 70 kg dan rata-rata kontak BPA adalah 2 L/hari. Sedangkan pada anak-anak mempertimbangkan berat badan kurang lebih 10 kg dan rata-rata kontak BPA adalah 1 L/hari (Ronderos-Lara et al., 2018).

Bisphenol A (BPA) dapat mencemari air dan makanan saat larut dari wadah plastik, terutama saat terkena suhu tinggi atau zat asam. Beberapa cara untuk mengurangi paparan BPA yaitu dengan menggunakan wadah kaca atau *stainless steel* daripada wadah plastik untuk menyimpan makanan dan air, menghindari penggunaan wadah plastik berlabel kode daur ulang 3 atau 7, karena mungkin mengandung BPA, memilih makanan segar atau beku daripada makanan kaleng, karena BPA biasanya digunakan pada lapisan kaleng makanan. Jika tidak bisa menghindari makanan kaleng, bilas dengan air sebelum dikonsumsi untuk menurunkan kadar BPA dalam makanan. Menghindari menggunakan wadah plastik polikarbonat, yang kemungkinan besar mengandung BPA dengan cara menggunakan produk bebas BPA yang kini banyak tersedia di pasaran dengan memeriksa label produk untuk melihat apakah bebas BPA atau tidak. Selain itu juga harus menghindari memanaskan makanan atau minuman dalam wadah plastik karena panas dapat menyebabkan BPA larut ke dalam makanan atau minuman (Arnold et al., 2013).

Kemudian ada beberapa teknologi yang dapat digunakan untuk menghilangkan BPA pada air tanah diantaranya (Yudo & Hernaningsih, 2018):

- 1) Oksidasi : BPA dalam air limbah dapat dioksidasi menggunakan kalium permanganate untuk menghilangkan besi atau mangan yang ada dalam air limbah.

- 2) Ultrafiltrasi : yaitu proses pengolahan air yang menggunakan membrane untuk menghilangkan kontaminan termasuk BPA dari air.
- 3) *Reverse Osmosis* : yaitu proses pengolahan air yang menggunakan membrane semipermeable untuk menghilangkan kontaminan termasuk BPA dalam air.
- 4) Filtrasi karbon aktif : yaitu proses pengolahan air yang menggunakan karbon aktif untuk menghilangkan kontaminan termasuk BPA dari air.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Potensi-potensi sumber pencemar yang didapatkan pada hasil keberadaan senyawa *Bisphenol A* dan *Phthalate* dapat dipicu karena meningkatnya kegiatan antropogenik yang dilakukan oleh masyarakat sekitar dan penggunaan produk-produk domestik yang mengandung senyawa tersebut.
- 2) Dari hasil pengujian 8 sampel air tanah, didapatkan hasil 9 senyawa *phthalate* yang terbaca di masing-masing sampel menggunakan instrument GC-MS dengan besar nilai konsentrasi terdapat pada senyawa *Diethyl Phthalate* dengan konsentrasi paling tinggi pada titik sampel S6 dengan konsentrasi sebesar 0,241 mg/L. Dan juga dari 8 sampel yang diuji mengandung senyawa *Bisphenol A* dengan konsentrasi yang berbeda sesuai dengan data yang diperoleh menggunakan instrument Spektrofotometri. Konsentrasi yang paling tinggi terdapat pada titik sampel S8 dengan konsentrasi sebesar 5,40 mg/L.

5.2 Saran

- 1) Diperlukan tindak lanjut oleh pemerintah setempat terkait pencemaran air tanah pada sumur warga di kawasan rumah sakit dalam pengolahan limbahnya. Selain itu diperlukan juga kesadaran masyarakat sekitar dalam pembuangan limbah domestik rumah tangga yang pengolahan limbahnya tidak berdekatan dengan air tanah yang dikonsumsi sehari-hari.
- 2) Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisis tingkat risiko pencemaran lingkungan bagi warga Kecamatan Mlati yang masih memanfaatkan air tanah pada sumur untuk kehidupan rumah tangga sehari-hari.
- 3) Diperlukan adanya analisis risiko terhadap potensi sumber pencemar yang terkandung dalam air tanah di lokasi sampling.

DAFTAR PUSTAKA

- Aborkhees, G., Raina-Fulton, R., & Thirunavokkarasu, O. (2020). Determination of Endocrine Disrupting Chemicals in Water and Wastewater Samples by Liquid Chromatography-Negative Ion Electrospray Ionization-Tandem Mass Spectrometry. *Molecules*, 25(17), 1–15.
<https://doi.org/10.3390/molecules25173906>
- Afifah, I., & Sopiany, H. M. (2017). No Title 日本の国立公園に関する 3 拙著に対する 土屋俊幸教授の批評に答える. *経済志林*, 87(1,2), 149–200.
- Alimi, O. S., Farner Budarz, J., Hernandez, L. M., & Tufenkji, N. (2018). Microplastics and Nanoplastics in Aquatic Environments: Aggregation, Deposition, and Enhanced Contaminant Transport. *Environmental Science and Technology*, 52(4), 1704–1724. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05559>
- Annida, S., Nadya, M., Setiawan, G., Paparan, W., Annida, S., Nadya, M., Setiawan, G., Wahyudo, R., Kedokteran, F., Lampung, U., Ilmu, B., Komunitas, K., Kedokteran, F., Lampung, U., Farmakologi, B., Kedokteran, F., Lampung, U., Fisiologi, B., Kedokteran, F., & Lampung, U. (2017). Paparan Pestisida dan Kemungkinan Dampaknya pada Kejadian Hipospadia. *Medula*, 7(5), 199–204.
- Arnold, S. M., Clark, K. E., Staples, C. A., Klecka, G. M., Dimond, S. S., Caspers, N., & Hentges, S. G. (2013). Relevance of drinking water as a source of human exposure to bisphenol A. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 23(2), 137–144. <https://doi.org/10.1038/jes.2012.66>
- Babu, B., & Wu, J. T. (2010). Biodegradation of phthalate esters by cyanobacteria. *Journal of Phycology*, 46(6), 1106–1113. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2010.00896.x>
- Chemicals Evaluation and Research Institute. (2007). *Hazard Assessment Report. June*.
https://www.cerij.or.jp/ceri_en/hazard_assessment_report/yugai_idx_en.htm
- Diamanti-Kandarakis, E., Bourguignon, J. P., Giudice, L. C., Hauser, R., Prins, G. S., Soto, A. M., Zoeller, R. T., & Gore, A. C. (2009). Endocrine-disrupting chemicals: An Endocrine Society scientific statement. *Endocrine Reviews*, 30(4), 293–342.
<https://doi.org/10.1210/er.2009-0002>
- Diva Candraningrat, I. D. A. A., Santika, A. A. G. J., Dharmayanti, I. A. M. S., & Prayascita, P. W. (2021). Review Kemampuan Metode Gc-Ms Dalam Identifikasi Flunitrazepam Terkait Dengan Aspek Forensik Dan Klinik. *Jurnal Kimia*, 15(1), 12. <https://doi.org/10.24843/jchem.2021.v15.i01.p03>

- Dueñas-Moreno, J., Mora, A., Cervantes-Avilés, P., & Mahlknecht, J. (2022). Groundwater contamination pathways of phthalates and bisphenol A: origin, characteristics, transport, and fate – A review. *Environment International*, 170(September). <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107550>
- Edjere, O., Asibor, I. G., & Bassey, U. (2016). Distribution of phthalate esters in underground water from power transmission sites in Warri Metropolis, Delta State, Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 20(3), 599. <https://doi.org/10.4314/jasem.v20i3.14>
- Environment Canada. (2010). *Screening Assessment for the Challenge Environment Canada Health Canada August 2009*. 79, 1–45.
- EPA and EU Phthalates on Rtx ® -440. (2010). 16823.
- Fang, E. F., Hou, Y., Lautrup, S., Jensen, M. B., Yang, B., SenGupta, T., Caponio, D., Khezri, R., Demarest, T. G., Aman, Y., Figueroa, D., Morevati, M., Lee, H. J., Kato, H., Kassahun, H., Lee, J. H., Filippelli, D., Okur, M. N., Mangerich, A., ... Bohr, V. A. (2019). NAD⁺ augmentation restores mitophagy and limits accelerated aging in Werner syndrome. *Nature Communications*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13172-8>
- Fenichel, P., Chevalier, N., & Brucker-Davis, F. (2013). Bisphenol A: An endocrine and metabolic disruptor. *Annales d'Endocrinologie*, 74(3), 211–220. <https://doi.org/10.1016/j.ando.2013.04.002>
- Gafur, A., & Kartini, A. D. (2016). *Tipus 4*.
- Hananun, H. S., H, H. Z., Angela, I. F., KS, J. A., Muawanah, & Sherly. (2013). Isolasi Dan Standarisasi Bahan Alam Gas Chromatography Mass Spectrometry Gc – Ms. *Jurnal Farmasi Universitas Semarang*, 1041111098, 2–7.
- Handoyo Sahumena, M., Ruslin, R., Asriyanti, A., & Nurrohinta Djuwarno, E. (2020). Identifikasi Jamu Yang Beredar Di Kota Kendari Menggunakan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 2(2), 65–72. <https://doi.org/10.37311/jsscr.v2i2.6977>
- Hasibuan, E. (2015). Karya tulis ilmiah ini telah disetujui oleh Kepala Laboratorium Terpadu Kultur Sel dan Jaringan Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara. *Karya Tulis Ilmiah Ini Telah Disetujui Oleh Kepala Laboratorium Terpadu Kultur Sel Dan Jaringan Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara*, 1–17.
- Huang, L., Zhu, X., Zhou, S., Cheng, Z., Shi, K., Zhang, C., & Shao, H. (2021). Phthalic acid esters: Natural sources and biological activities. *Toxins*, 13(7).

- <https://doi.org/10.3390/toxins13070495>
- Irawan, A. (2019). Kalibrasi Spektrofotometer Sebagai Penjaminan Mutu Hasil Pengukuran dalam Kegiatan Penelitian dan Pengujian. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(2), 1. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i2.44750>
- Jacobson, M. Z. (2009). Review of solutions to global warming, air pollution, and energy security. *Energy and Environmental Science*, 2(2), 148–173. <https://doi.org/10.1039/b809990c>
- JOBLING, M., ARNESEN, A. M., BAARDVIK, B. M., CHRISTIANSEN, J. S., & JØRGENSEN, E. H. (1995). Monitoring feeding behaviour and food intake: methods and applications. *Aquaculture Nutrition*, 1(3), 131–143. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.1995.tb00037.x>
- Kartini, A. (2016). Kejadian Stunting Dan Kematangan Usia Tulang Pada Anak Usia Sekolah Dasar Di Daerah Pertanian Kabupaten Brebes. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(2), 214. <https://doi.org/10.15294/kemas.v11i2.4271>
- Ld, I., Antiinfective, P., Attribution, C. C., License, S., Policy, P., & Foundation, W. (2016). *Dimethyl phthalate*. 5, 1–3.
- Lee, Y. M., Lee, J. E., Choe, W., Kim, T., Lee, J. Y., Kho, Y., Choi, K., & Zoh, K. D. (2019). Distribution of phthalate esters in air, water, sediments, and fish in the Asan Lake of Korea. *Environment International*, 126(January), 635–643. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.02.059>
- Leena, O., Hassn, A., & Abdalla, E. (2016). Determination of bisphenol A in exposed bottled water samples to direct sun light using multi walled carbon nanotubes as solid phase extraction sorbent. *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 8(7), 51–57. <https://doi.org/10.5897/jece2015.0363>
- Leslie, H. A., van Velzen, M. J. M., Brandsma, S. H., Vethaak, A. D., Garcia-Vallejo, J. J., & Lamoree, M. H. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environment International*, 163(December 2021), 107199. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199>
- Li-Yun, S., Samuel, A., & Kenneth, S. L. (2007). High-Performance Human Resource Practices, Citizenship Behavior, and Organizational Performance: a Relational Perspective. *Academy of Management Journal*, 50(3), 558. <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1302008271&Fmt=7&clientId=4574&RQT=309&VName=PQD%5Cnpapers2://publication/uuid/513BA1CF-E49A-4C2A-8ED5-DB00D8D52A03>
- Los, U. M. D. E. C. D. E. (n.d.). *No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者におけ*

る健康関連指標に関する共分散構造分析Title.

- Lourenço, A. P., Mackert, A., Cristino, A. D. S., & Simões, Z. L. P. (2008). Validation of reference genes for gene expression studies in the honey bee, *Apis mellifera*, by quantitative real-time RT-PCR. *Apidologie*, *39*(3), 372–385.
<https://doi.org/10.1051/apido:2008015>
- Lubis, N., Soni, D., & Fuadi, M. D. S. (2021). Pengaruh Suhu Penyimpanan Air Minum Pada Botol Kemasan Polycarbonate (Pc) Yang Beredar Di Daerah Garut Terhadap Kadar Bisphenol-a (Bpa) Menggunakan Spektrofotometri Ultraviolet. *Jurnal Kimia*, *15*(2), 223. <https://doi.org/10.24843/jchem.2021.v15.i02.p14>
- Lung, S. C. C., Guo, Y. L. L., & Chang, H. Y. (2005). Serum concentrations and profiles of polychlorinated biphenyls in Taiwan Yu-cheng victims twenty years after the incident. *Environmental Pollution*, *136*(1), 71–79.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2004.12.001>
- Marchianti, A., Nurus Sakinah, E., & Diniyah, N. et al. (2017). Dampak Endocrine-Disrupting-Chemicals (EDCs) Pada Air Sungai Terhadap Kesehatan Gigi dan Mulut. *Repository Universitas Jember*, *3*(3), 69–70.
- Matsumoto, M., Hirata-Koizumi, M., & Ema, M. (2008). Potential adverse effects of phthalic acid esters on human health: A review of recent studies on reproduction. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, *50*(1), 37–49.
<https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2007.09.004>
- Nitschke, L., Breuer, D., Frenzen, A., Heinrich, B., Hebisch, R., Brock, T. H., & Hartwig, A. (2017). Phthalates - Method for the determination of nine phthalates in workplace air using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) [Air Monitoring Methods, 2017]. *The MAK-Collection for Occupational Health and Safety*, *2*(3), 1382–1400. <https://doi.org/10.1002/3527600418.am8461e1917>
- Ondersma, S. J., Martino, S., Svikis, D. S., & Yonkers, K. A. (2017). Commentary on Kim et al. (2017): Staying focused on non-treatment seekers. *Addiction*, *112*(5), 828–829. <https://doi.org/10.1111/add.13736>
- Perdana, W. Y., & Jacobus, D. J. (2016). Bisphenol A (BPA) adalah Endocrine Disrupture Chemicals (EDC) yang Berperan sebagai Agen Diabetogenik. *Cermin Dunia Kedokteran (Cdk)*, *43*(9), 706–711.
- Ponder, L. H. (1996). A Review of: Gas Chromatography: Analytical Chemistry by Open Learning. In *Instrumentation Science & Technology* (Vol. 24, Issue 1, pp. 71–72). <https://doi.org/10.1080/10739149608000467>
- Pramono, G. H. (2008). Akurasi Metode IDW dan Kriging untuk Interpolasi Sebaran

- Sedimen Tersuspensi di Maros, Sulawesi Selatan. *Forum Geografi*, 22(2), 145.
<https://doi.org/10.23917/forgeo.v22i2.4988>
- Progress In Electromagnetics Research M*, Vol. 14, 135–145, 2010. (2010). 14(August), 135–145.
- Putranto, T. T., & Kusuma, K. I. (2009). PERMASALAHAN AIRTANAH PADA DAERAH URBAN Thomas Triadi Putranto *), Kristi Indra Kusuma **). *Jurnal Teknik*, 30(1), 48–58.
- Rathmann Pedersen, A., Bjergstrøm, M., & Rasmussen, D. (2013). *Environmental impacts of certain phthalates and alternatives to phthalates* (Issue 1622).
- Ridwan Fariz A., Hilda Aprilia, R. (2015). *Pengembangan Alat Uji Carik untuk Identifikasi*. 14–18.
- Ronderos-Lara, J. G., Saldarriaga-Noreña, H., Murillo-Tovar, M. A., & Vergara-Sánchez, J. (2018). Optimization and application of a gc-ms method for the determination of endocrine disruptor compounds in natural water. *Separations*, 5(3). <https://doi.org/10.3390/separations5020033>
- Sari, M., & Huljana, M. (2019). Analisis Bau, Warna, TDS, pH, dan Salinitas Air Sumur Gali di Tempat Pembuangan Akhir. *ALKIMIA : Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan*, 3(1), 1–5. <https://doi.org/10.19109/alkimia.v3i1.3135>
- Scientific committee on cosmetic products and non-food products intended for consumers. (2006). Opinion concerning Diethyl phthalate. *Cancer*, June.
- Serôdio, J., Coelho, H., Vieira, S., & Cruz, S. (2006). Microphytobenthos vertical migratory photoresponse as characterised by light-response curves of surface biomass. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 68(3–4), 547–556.
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.03.005>
- Sugawara, N., Ohba, T., Nakai, K., Kakita, A., Nakamura, T., Suzuki, K., Kameo, S., Shimada, M., Kurokawa, N., Satoh, C., & Satoh, H. (2008). Effects of perinatal coexposure to methylmercury and polychlorinated biphenyls on neurobehavioral development in mice. *Archives of Toxicology*, 82(6), 387–397.
<https://doi.org/10.1007/s00204-007-0254-x>
- SUMUR GALI UNTUK SUMBER AIR BERSIH Spesifikasi ini dimaksudkan sebagai acuan bagi penyelenggara pembangunan sumur gali dalam rangka memenuhi kebutuhan air baku untuk air bersih rumah tangga , dengan tujuan untuk memberikan persyaratan teknis sumur gali se.* (1992). 2916.
- Torowati, & Galuh, B. S. (2014). Penentuan nilai limit deteksi dan kuantisasi alat titrasi potensiometer untuk analisis uranium. *Jurnal Batan*, 13, 9–15.

- <http://jurnal.batan.go.id/index.php/pin/article/view/1371/1302>
- US Environmental Protection Agency. (2011). Exposure Factors Handbook: 2011 Edition. *U.S. Environmental Protection Agency, EPA/600/R-*(September), 1–1466. <https://doi.org/EPA/600/R-090/052F>
- Vandenberg, L. N., Hauser, R., Marcus, M., Olea, N., & Welshons, W. V. (2007). Human exposure to bisphenol A (BPA). *Reproductive Toxicology*, *24*(2), 139–177. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2007.07.010>
- WE-Kajjie, Price-Green, P., & Haugh, G. (1998). Hazardous Substances Emergency Events Surveillance, 1993–1996. *Epidemiology*, *9*(Supplement), S141. <https://doi.org/10.1097/00001648-199807001-00483>
- Wee, S. Y., & Aris, A. Z. (2019). Occurrence and public-perceived risk of endocrine disrupting compounds in drinking water. *Npj Clean Water*, *2*(1). <https://doi.org/10.1038/s41545-018-0029-3>
- World Health Organisation. (2011). *Hiv Testing in Young Children*. 2–5. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/70615/1/WHO_HIV_11.02_eng.pdf
- Yohan, Y., Astuti, F., & Wicaksana, A. (2018). Pembuatan Spektrofotometer Edukasi Untuk Analisis Senyawa Pewarna Makanan. *Chimica et Natura Acta*, *6*(3), 111. <https://doi.org/10.24198/cna.v6.n3.19099>
- Yudo, S., & Hernaningsih, T. (2018). Pemilihan Teknologi Daur Ulang Air Limbah Domestik Di Kantor Bppt. *Jurnal Air Indonesia*, *6*(2), 114–123. <https://doi.org/10.29122/jai.v6i2.2462>
- Zhao, R., Li, W., Lee, J. H., Choi, E. M., Liang, Y., Zhang, W., Tang, R., Wang, H., Jia, Q., Macmanus-Driscoll, J. L., & Yang, H. (2014). Precise tuning of (YBa₂Cu₃O_{7-δ})_{1-x}:(BaZrO₃)_x Thin film nanocomposite structures. *Advanced Functional Materials*, *24*(33), 5240–5245. <https://doi.org/10.1002/adfm.201304302>
- Zheng, X., Gooi, L. M., Wason, A., Gabriel, E., Mehrjardi, N. Z., Yang, Q., Zhang, X., Debec, A., Basiri, M. L., Avidor-Reiss, T., Pozniakovsky, A., Poser, I., Saric, T., Hyman, A. A., Li, H., & Gopalakrishnan, J. (2014). Conserved TCP domain of Sas-4/CPAP is essential for pericentriolar material tethering during centrosome biogenesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *111*(3). <https://doi.org/10.1073/pnas.1317535111>
- Zota, A. R., Calafat, A. M., & Woodruff, T. J. (2014). Temporal trends in phthalate exposures: Findings from the national health and nutrition examination survey, 2001-2010. *Environmental Health Perspectives*, *122*(3), 235–241. <https://doi.org/10.1289/ehp.1306681>

LAMPIRAN

Responden 1

Suhu = 27.68 °C
Elevasi = 8.1m

KUISIONER ANALISIS SEBARAN SENYAWA PENGGANGGU HORMON (ENDOCRINE DISRUPTOR)
PADA AIR TANAH DI WILAYAH KECAMATAN MLATI KABUPATEN SLEMAN

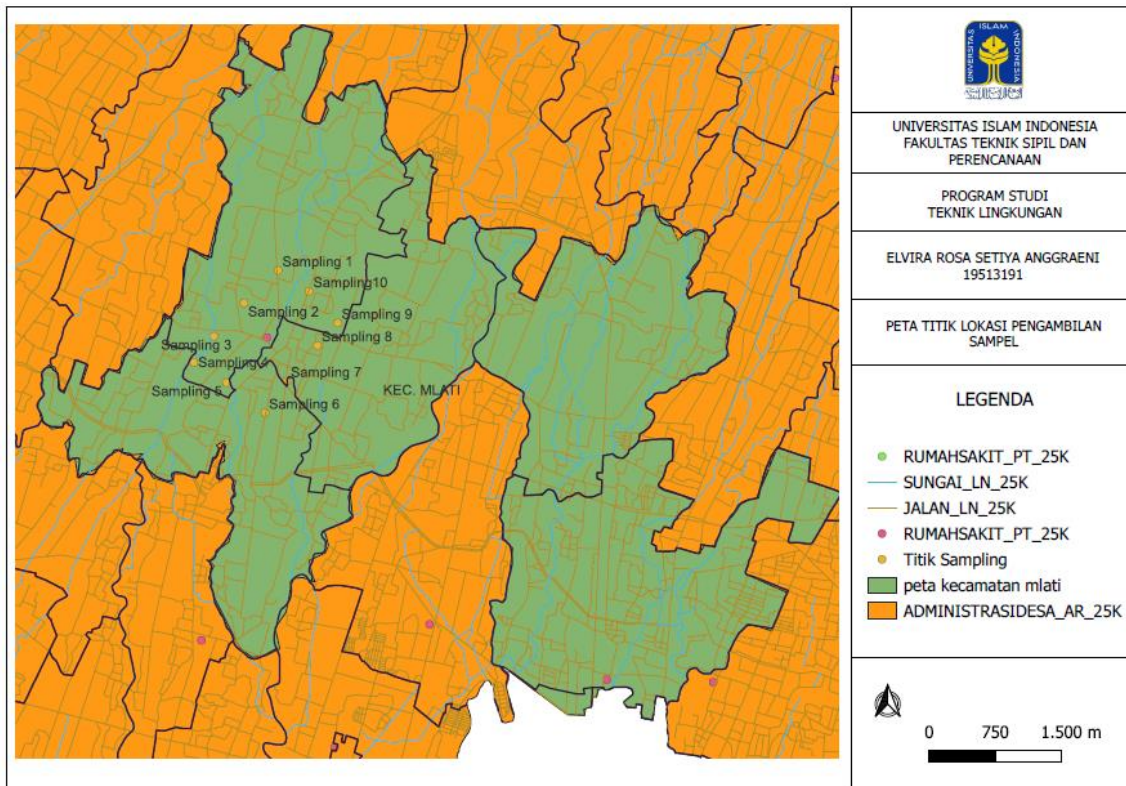
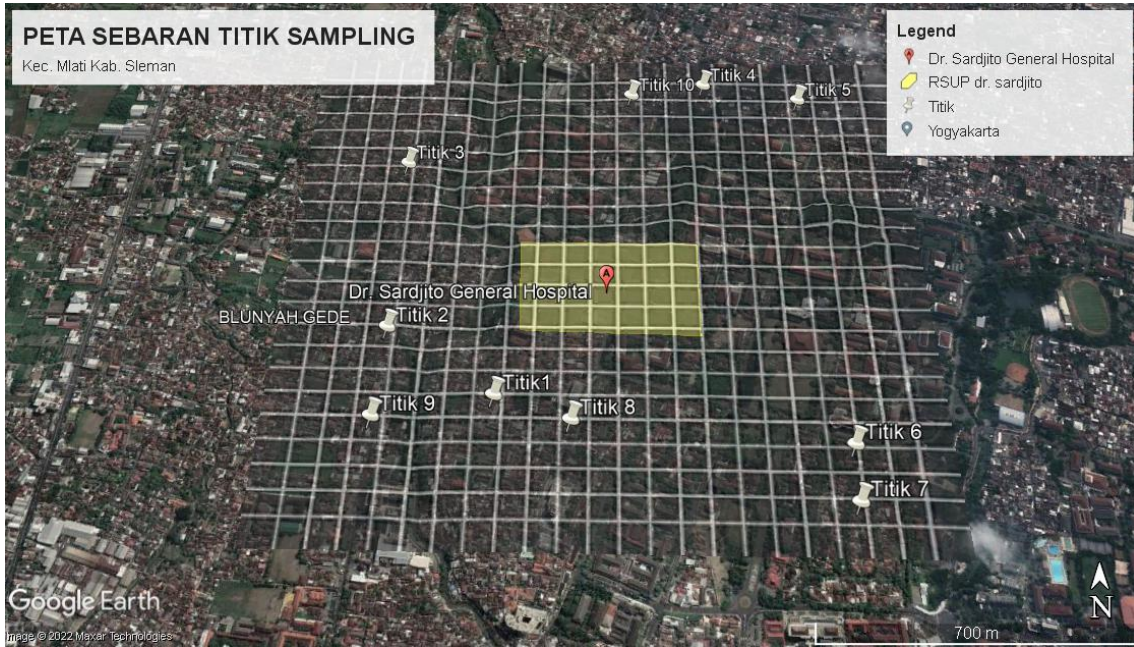
Identitas Responden :

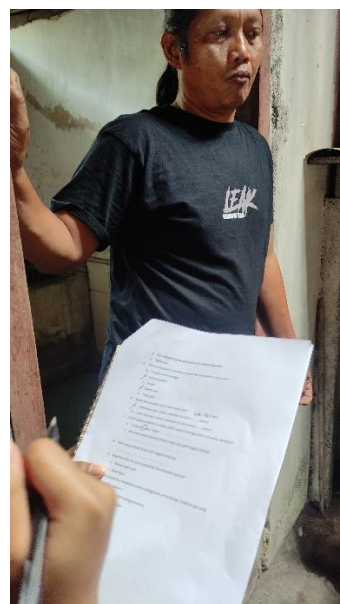
1. Nama : Tri Suratno
2. Jenis Kelamin : Laki-laki
3. Umur : 50 tahun
4. Pekerjaan : Wiraswasta
5. Tanggal Pengisian : 1 Maret 2023

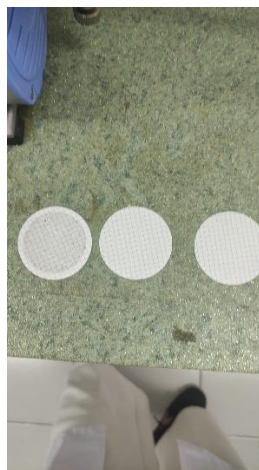
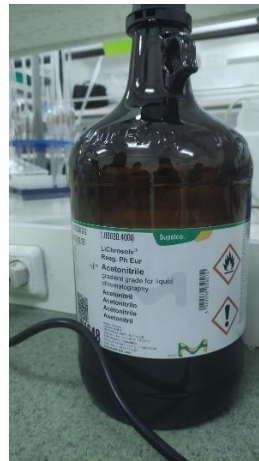
Jawaban boleh dipilih lebih dari satu

1. Menurut bapak/ibu dari mana sumber air untuk kehidupan sehari-hari?
 - a. Air hujan dan air permukaan
 - b. Air sungai
 - c. Air sumur
 - d. Air PDAM
 - e. Tidak tahu
2. Menurut bapak/ibu apakah yang dimaksud dengan air bersih?
 - a. Air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan
 - b. Air yang kelihatan jernih
 - c. Air yang tidak berbau
 - d. Air yang tidak berasa
 - e. Tidak tahu
3. Menurut bapak/ibu bagaimana air sumur yang bersih?
 - a. Air sumur yang jernih tidak berwarna
 - b. Belum tercemar benda lain
 - c. Tidak keruh dan tidak berbau
 - d. Tidak menyebabkan keluhan kesehatan jika digunakan
 - e. Tidak tahu
4. Menurut bapak/ibu bagaimana kondisi air sumur yang tercemar?
 - a. Airnya keruh
 - b. Airnya kotor
 - c. Airnya berbau

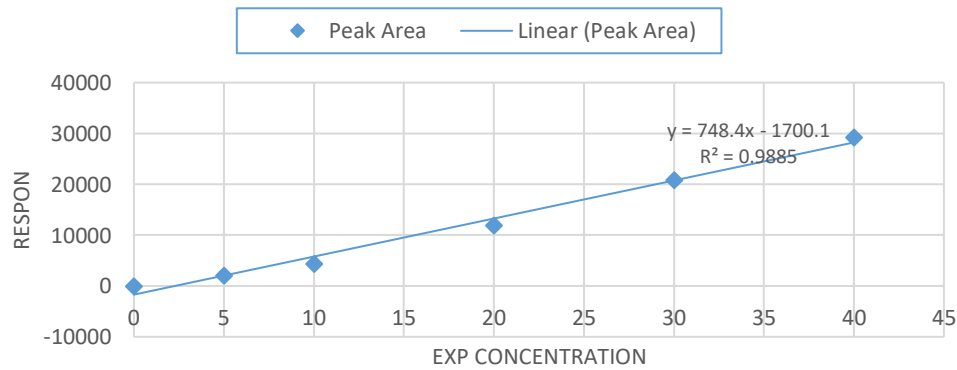
- d. Menyebabkan gatal-gatal pada kulit setelah digunakan
- e. Tidak tahu
5. Menurut bapak/ibu darimana saja sumber pencemaran air sumur?
- Sampah rumah tangga
 - Limbah pabrik
 - Sungai
 - Septik tank
 - Tidak tahu
6. Sudah berapa tahun usia sumur bapak/ibu? *sejak 1960-an*
- Lebih besar dari 5 tahun, sebutkan kira-kira (.....tahun).
 - Lebih kecil dari 5 tahun, sebutkan kira-kira tahun (.....tahun)
7. Untuk kegiatan Mandi Cuci Kakus (MCK) apakah menggunakan air sumur tersebut?
- Tuliskan (Ya atau Tidak)
 - Bila tidak tuliskan dimana (misal sungai atau parit irigasi) tuliskan
8. Sakit yang sering di derita oleh anggota keluarga.
- Stroke (bunyah)*
9. Bagaimana bau air sumur bapak/ibu bila dirasakan baunya?
- Berbau tidak enak
 - Biasa-biasa
10. Bila bapak/ibu mengetahui bahaya penggunaan air tercemar, tindakan apa yang bapak/ibu lakukan? *- pindah ke PAM*
- Berhati-hati dalam penggunaannya
 - Tidak menggunakan
 - Tidak tahu



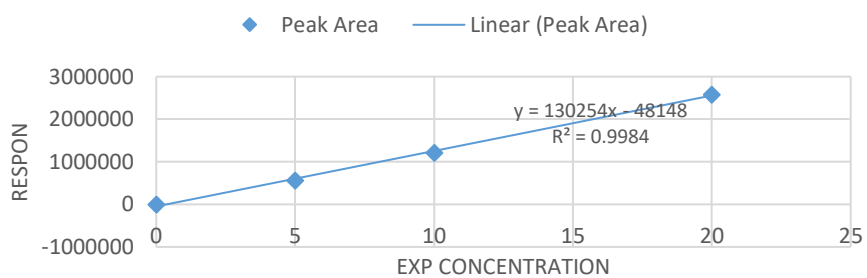




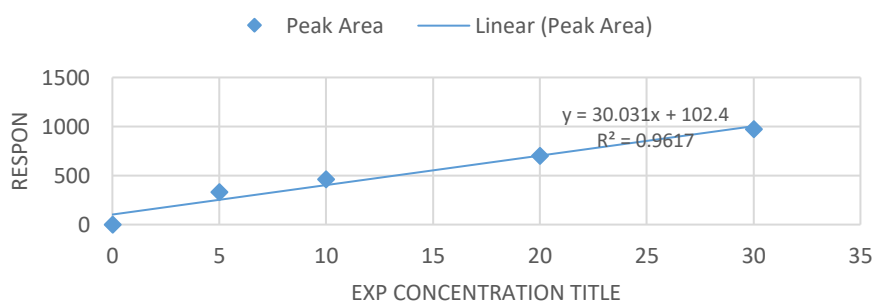
DIMETHYL PHTHALATE



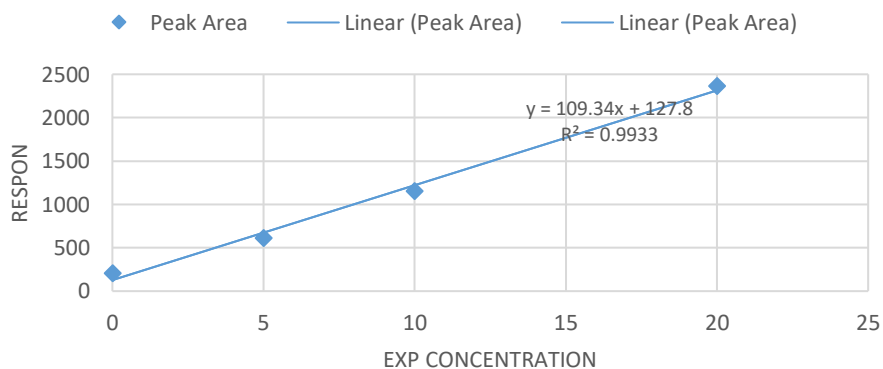
DIBUTYL PHTHALATE



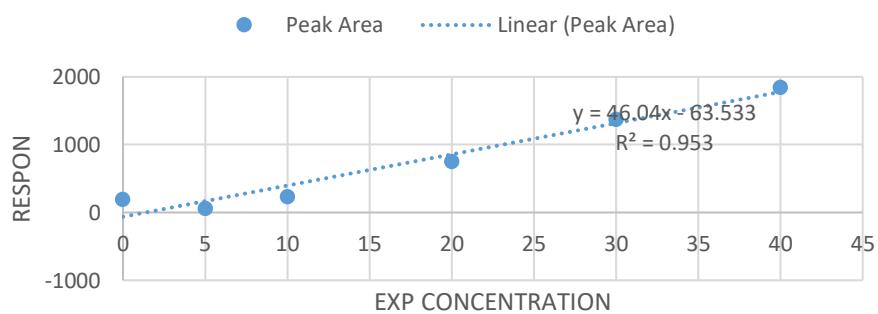
DIETHYL PHTHALATE



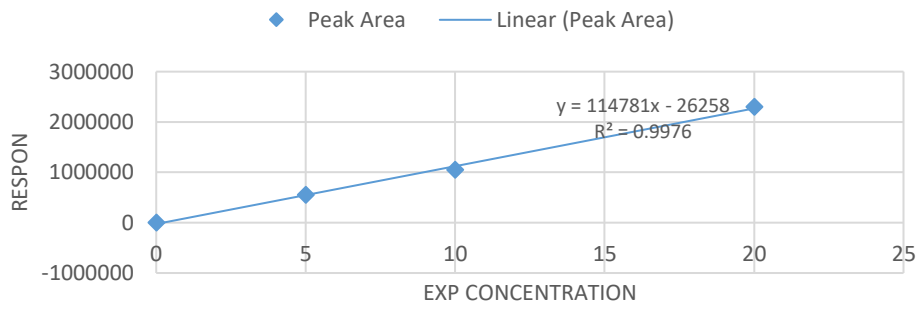
BIS(2-METHOXYETHYL) PHTHALATE



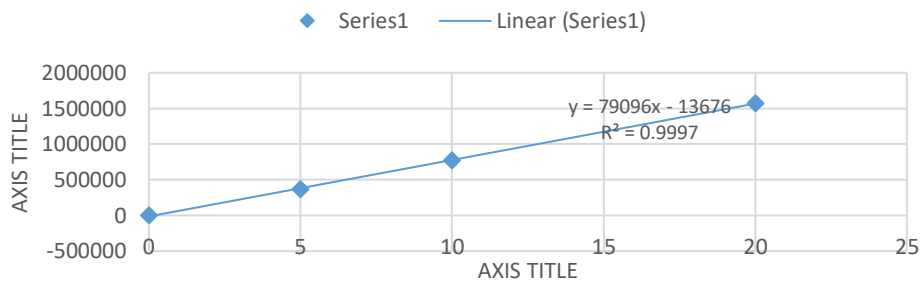
Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester



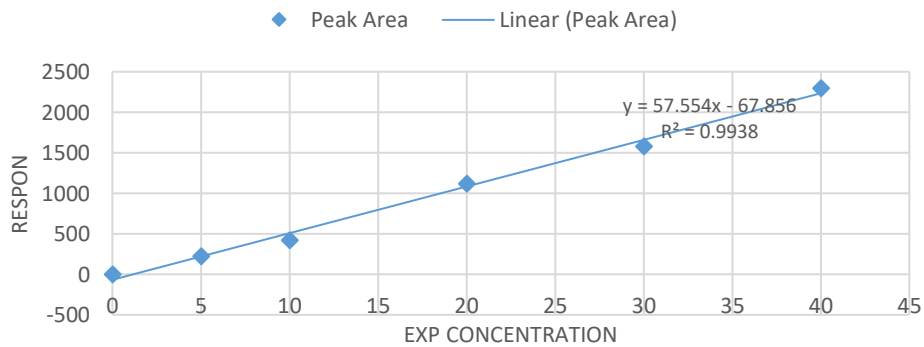
DIAMYL PHTHALATE



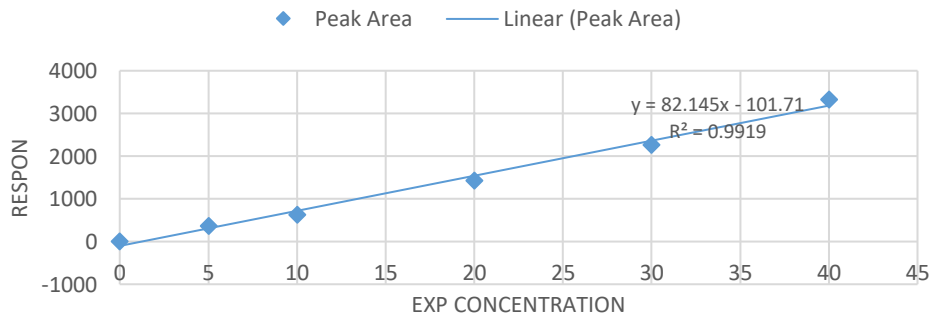
PHTHALIC ACID, HEXYL HEX-3-YL ESTER

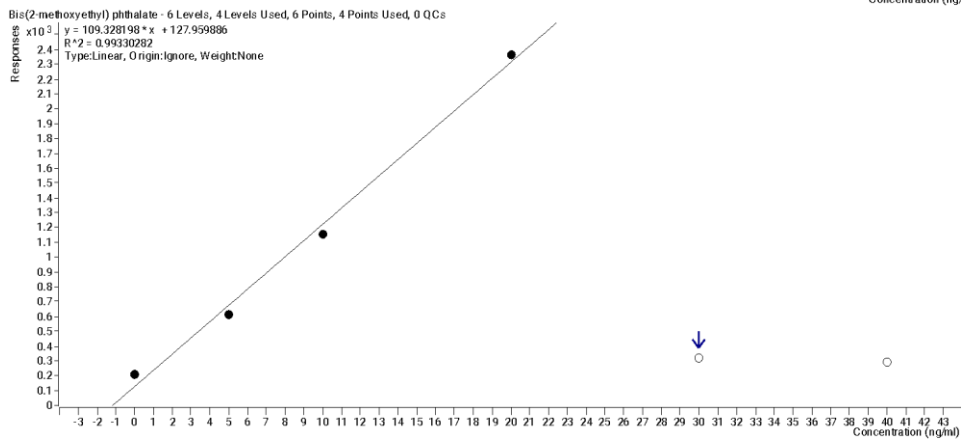
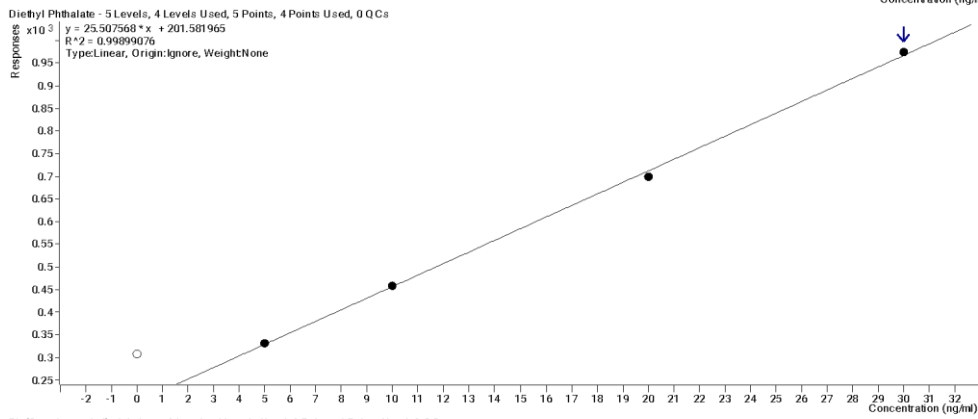
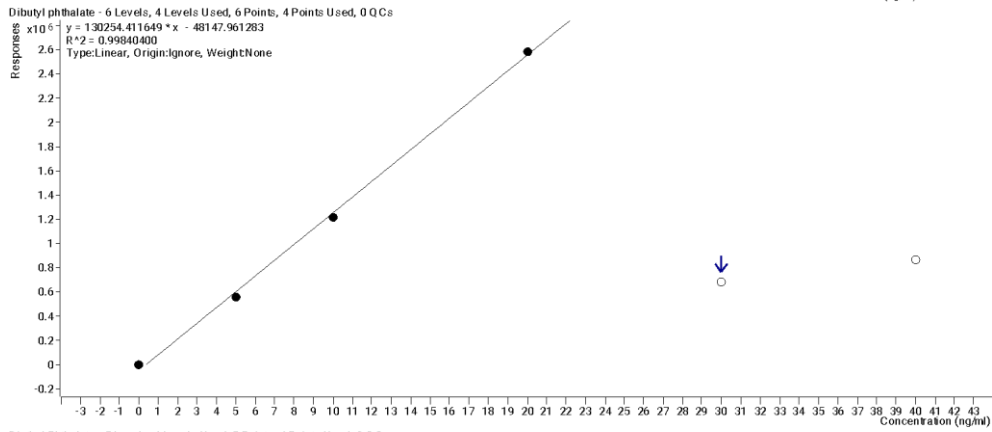
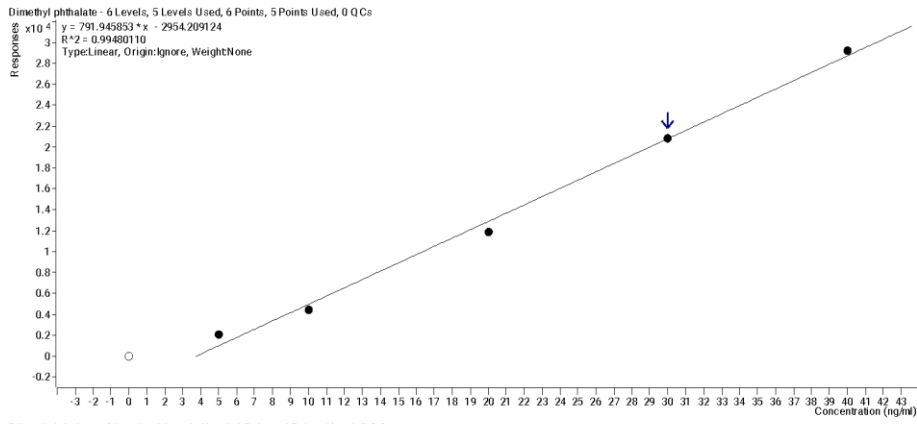


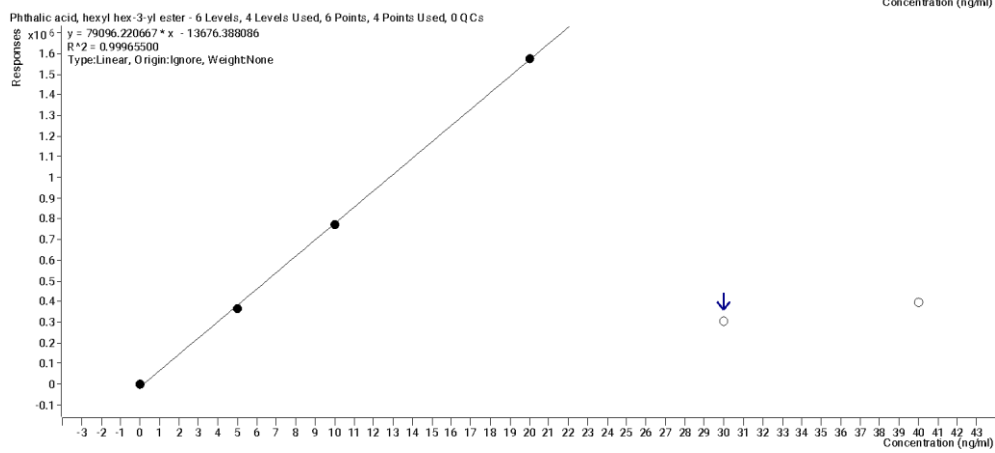
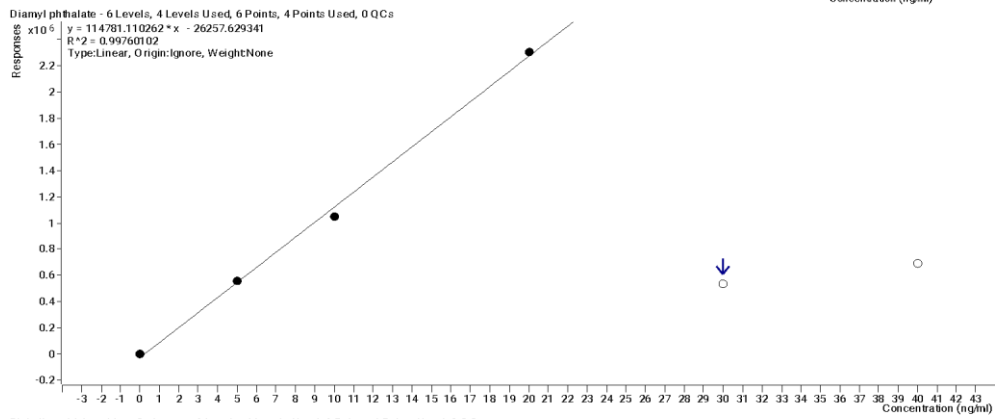
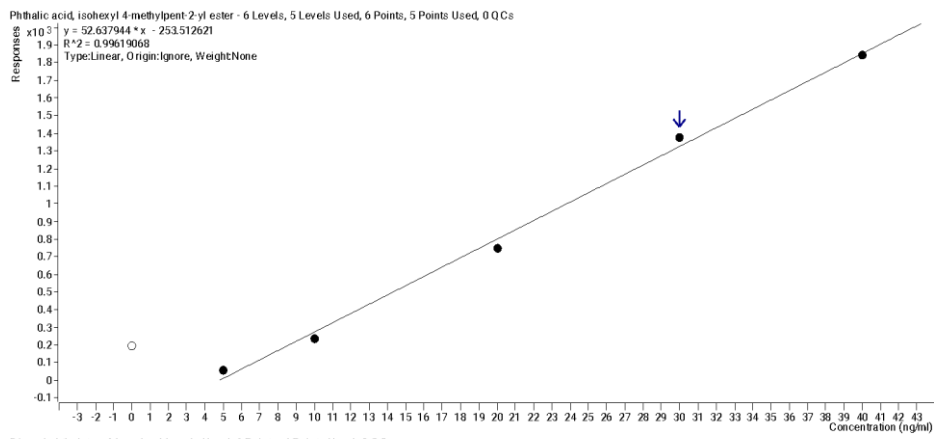
DICYCLOHEXYL PHTHALATE

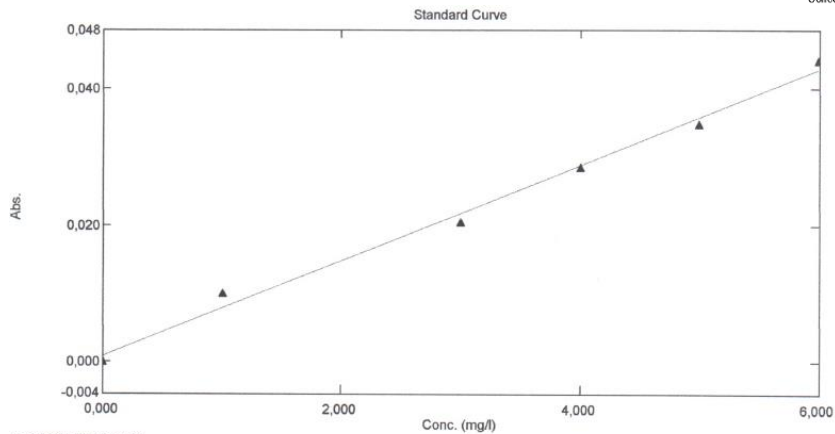
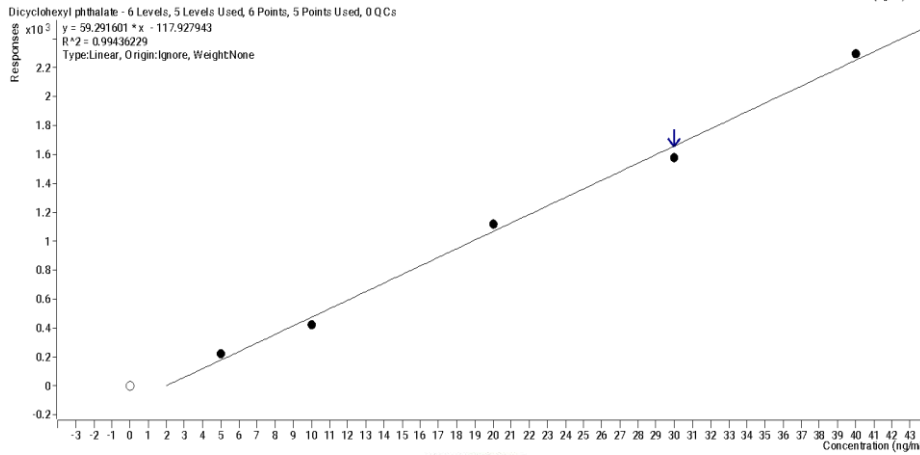
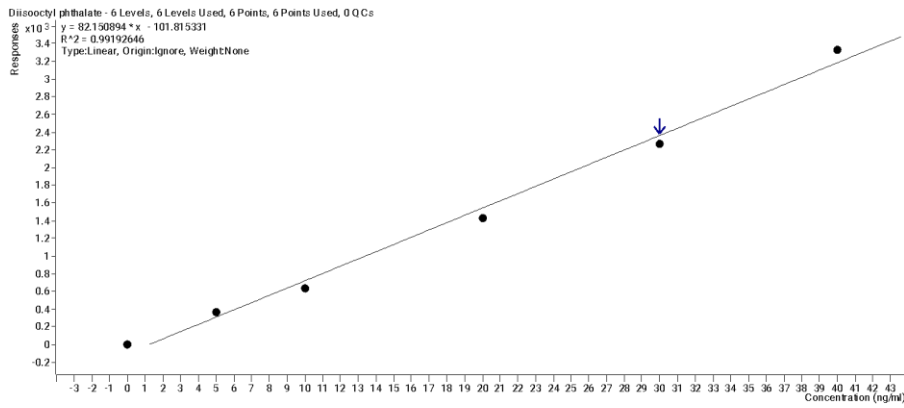


DIISOCTYL PHTHALATE









$y = 0,00698 x + 0,00088$
 Correlation Coefficient $r^2 = 0,99252$
 Multiple Correlation Coefficient $r^2 = 0,99252$

No	Sample ID	Type	Konsentrasi	Absorban	Wgt.Factor
1	Std 1	Standard	0,000	0,000	1,000
2	Std 2	Standard	1,000	0,010	1,000
3	Std 3	Standard	4,000	0,029	1,000
4	Std 4	Standard	5,000	0,035	1,000
5	Std 5	Standard	2,000	0,018	1,000
6	Std 6	Standard	3,000	0,021	1,000
7	Std 7	Standard	6,000	0,044	1,000

No	Sample ID	Type	Konsentrasi	Absorban	Wgt.Factor
1	Std 1	Standard	0.000	0,000	1.000

2	Std 2	<i>Standard</i>	1.000	0.010	1.000
3	Std 3	<i>Standard</i>	2.000	0.018	1.000
4	Std 4	<i>Standard</i>	3.000	0.021	1.000
5	Std 5	<i>Standard</i>	4.000	0.029	1.000
6	Std 6	<i>Standard</i>	5.000	0.035	1.000
7	Std 7	<i>Standard</i>	6.000	0.044	1.000
R					0.99360
Slope					0.00654
Intersep					0.00327
Sy/x					0.00156
LoD					0.71314
LoQ					2.37714

No	Senyawa	Persamaan Regresi Linear	R ² (Linearitas)
1	<i>Dimethyl Phthalate</i>	$y = 791,94x - 2954,4$	R ² = 0,9948
2	<i>Dibuthyl Phthalate</i>	$y = 130254x - 48148$	R ² = 0,9984
3	<i>Diethyl Phthalate</i>	$y = 25,519x + 201,32$	R ² = 0,9991
4	<i>Bis(2-methoxyethyl) Phthalate</i>	$y = 109,34x + 127,8$	R ² = 0,9933
5	<i>Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester</i>	$y = 52,635x - 253,54$	R ² = 0,9962
6	<i>Diamyl Phthalate</i>	$y = 114781x - 26258$	R ² = 0,9976
7	<i>Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester</i>	$y = 79096x - 13676$	R ² = 0,9997
8	<i>Dicyclohexyl Phthalate</i>	$y = 59,291x - 117,92$	R ² = 0,9943
9	<i>Diisooctyl Phthalate</i>	$y = 82,145x - 101,71$	R ² = 0,9919

- Dalam pembuatan larutan standar dibutuhkan perhitungan mencari nilai volume total dengan perbandingan larutan 80 : 20 berupa aseton : *hexane* dengan membuat 100 mL pelarut.

$$V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$$

V₁ = volume total

C₁ = konsentrasi dibuat

V₂ = volume diambil

C₂ = konsentrasi diambil

Dilihat dari **Tabel 3.3** mencari 6 larutan standar dengan 1 larutan sebesar 0 ppm. Dari 5 jenis larutan yang dicari yaitu 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, dan 40 ppm. Kemudian diketahui nilai untuk volume yang diambil sama rata yaitu 1 mL, konsentrasi yang diambil sesuai besar masing-masing larutan dengan satuan ppm. Untuk konsentrasi yang dibuat menggunakan larutan kebutuhan phthalate dengan masing-masing konsentrasi :

Tabel 3. 6 Tabel perhitungan volume total

V ₂	C ₂	V ₁	C ₁
1 mL	5 ppm		20 mg/L
1 mL	10 ppm		20 mg/L
1 mL	20 ppm		20 mg/L
1 mL	30 ppm		40 mg/L
1 mL	40 ppm		40 mg/L

- $V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$
 $V_1 \cdot 20 \text{ ppm} = 1 \text{ mL} \cdot 5 \text{ mg/L}$
 $V_2 = 0,25 \text{ mL}$
- $V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$
 $V_1 \cdot 20 \text{ ppm} = 1 \text{ mL} \cdot 10 \text{ mg/L}$
 $V_2 = 0,5 \text{ mL}$
- $V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$
 $V_1 \cdot 20 \text{ ppm} = 1 \text{ mL} \cdot 20 \text{ mg/L}$
 $V_2 = 1 \text{ mL}$
- $V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$
 $V_1 \cdot 20 \text{ ppm} = 1 \text{ mL} \cdot 30 \text{ mg/L}$
 $V_2 = 0,75 \text{ mL}$
- $V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$
 $V_1 \cdot 20 \text{ ppm} = 1 \text{ mL} \cdot 40 \text{ mg/L}$
 $V_2 = 1 \text{ mL}$

RIWAYAT HIDUP

Elvira Rosa Setiya Anggraeni atau biasa dipanggil Elvira lahir di Kabupaten Bogor pada 15 Juli 2001. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan Agus Handoyo dan Purwanti yang merupakan adik dari saudara Dodik Setiyo Wicaksono. Mereka merupakan orang-orang yang selama ini selalu di belakang saya memberikan dukungan dalam melakukan segala kegiatan yang saya ikuti. Penulis hidup di daerah kelahirannya hanya 2 tahun kemudian pindah, menetap, dan dibesarkan di Kabupaten Boyolali daerah asal ibunya.

Penulis telah menempuh pendidikan sekolah dasar pada tahun 2007 di SDN 1 Boyolali. Dilanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Boyolali hingga pendidikan menengah atas di SMAN 1 Boyolali yang lulus pada tahun 2019. Penulis menghabiskan masa pendidikan sekolah dasar hingga sekolah menengah atas di tempat penulis dibesarkan. Hingga tahun 2019 penulis memutuskan untuk merantau ke Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan menjadi mahasiswa jurusan Teknik Lingkungan di Universitas Islam Indonesia.

Selama masa perkuliahan, penulis mengikuti berbagai kegiatan akademik maupun non akademik. Penulis mengikuti kegiatan kepanitian internal prodi sebagai staff kegiatan *Envirotation* dan *organizing committee* Lintas Lingkungan. Kemudian penulis menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) periode 2021/2022 dan melanjutkan estafet organisasi menjadi kepala departemen di Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) periode 2022/2023. Dalam kegiatan akademik, penulis menjadi asisten dosen pada mata kuliah metode numerik pada tahun 2022 yang membantu dosen mengajar mahasiswa teknik lingkungan angkatan 2021. Pada semester genap tahun ajaran 2019/2020 penulis mendapat indeks prestasi 4,00. Hal tersebut cukup membuat bangga penulis atas pencapaian yang didapat dan meningkatkan semangat belajarnya.

