

TA/TL/2023/1633

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS SEBARAN SENYAWA PENGGANGGU**  
**HORMON (*ENDOCRINE DISRUPTORS*) PADA AIR**  
**TANAH DI SEKITAR FASILITAS KESEHATAN**  
**WILAYAH KECAMATAN SLEMAN, KABUPATEN**  
**SLEMAN, YOGYAKARTA**

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



**ANNISA REZEKI PULUNGAN**

**19513072**

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

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

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



**ANNISA REZEKI PULUNGAN**  
**19513072**

Disetujui,  
Dosen Pembimbing:

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

**NIK. 005130101**

Tanggal: 22 Agustus 2023

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

**Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng)., Ph.D**  
**NIK. 045130401**  
Tanggal: 22 Agustus 2023

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

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Selasa

Tanggal : 22 Agustus 2023

Disusun Oleh :

**ANNISA REZEKI PULUNGAN**

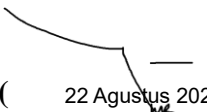
**19513072**

Tim Penguji :

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

(  ) 23/8/2023

Prof. Dr.-Ing. Widodo Brontowiyono, S.T., M.Sc.

(  )  
22 Agustus 2023

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

(  )

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun diperguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali 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 dan disebutkan nama penulis serta dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Program *software* computer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya 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,



**Annisa Rezeki Pulungan**

NIM: 19513072

## PRAKATA

### *Assalamualaikum Warahmatuallahi Wabarakatuh*

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan dengan berjudul “Analisis Sebaran Pengganggu Hormon (Endocrine Disruptors) pada Air Tanah di Sekitar Fasilitas Kesehatan Wilayah Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman, Yogyakarta” yang dilaksanakan sejak Februari 2023. Penyusunan laporan ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Strata Satu (S1) dari Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan ini, penulis turut mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak yang membantu dan memberikan semangat, dukungan, dorongan, serta bimbingan dalam menyelesaikan laporan ini. Sehingga, pada kesempatan ini perkenankan peneliti menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah Subhanahu wa ta'ala atas segala rahmat yang diberikan, kemampuan dan kemudahan serta kelancaran yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Kedua orang tua saya, Bapak Iklas Daud Pulungan dan Ibu Siti Khadijah serta abang saya Taufik Hidayat Pulungan yang selalu memberikan doa dan dukungan agar diberikan kelancaran dalam menjalankan masa studi.
3. Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
4. Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku Koordinator Tugas Akhir Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, Bapak Prof. Dr. Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, S.T., M.Sc. selaku

Dosen Penguji I Tugas Akhir, dan Ibu Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Penguji II Tugas Akhir.

6. Seluruh dosen staf dan keluarga besar Teknik Lingkungan FTSP UII, yang sudah membantu, mengajar, dan mendukung selama menempuh perkuliahan ini.
7. Mas Ridwan, mas bagus serta seluruh staff Laboratorium Teknik Lingkungan FTSP UII yang sudah membimbing dan membantu selama penelitian berlangsung.
8. Teman-teman “Bismillah TA”, yaitu Rizqy Akhfa Nazhifah dan Elvira Rosa Setiya Anggraeni yang sudah berjerih payah bersama penulis sejak awal pembentukan proposal Tugas Akhir hingga selesai.
9. Mega Nurul Dzikrillah dan Rangga Putradi Ahdim yang sudah membantu dan menemani selama pengambilan sampel.
10. Sahabat penulis yaitu Alya Ariqa Azhari, Rania Alisha, Olivia Syahbilla, dan Agista Harismayanti yang sudah mendengar keluh kesah menyemangati dan membantu selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
11. Seluruh teman-teman yang selalu memberikan doa, dukungan serta semangat kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga kebaikan dan seluruh bantuan yang telah di berikan akan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih terdapat banyak sekali kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan sehingga membuat laporan menjadi lebih baik lagi dan dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca ataupun penelitian selanjutnya. Amiin.

***Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh***

Yogyakarta, 22 Agustus 2023



Annisa Rezeki Pulungan

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## ***ABSTRACT***

ANNISA REZEKI PULUNGAN. Analysis of the Distribution of *Hormone Disruptor Compounds (Endocrine Disruptors)* in Groundwater Around Health Facilities in Sleman District, Sleman Regency. Supervised by Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.

Sleman District area is a sub-urban area that has many health facilities, agriculture, industry and other public facilities. So, there is a high probability of *contamination of Endocrine Disruptor compounds (Phthalates and Bisphenol A)* due to residues and by-products from the facility. The impact of exposure to these compounds can be detrimental to health such as disrupting normal hormone function and regulation and disrupting reproduction in living things and humans. This study was conducted at 8 shallow well water sample points by testing the content of *phthalates* and BPA compounds in groundwater. Analysis of *phthalates* compounds was carried out using the Solid Phase Extraction (SPE) extraction method and Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS) instruments. Meanwhile, the analysis of BPA compounds was carried out using the UV-Vis Spectrophotometer instrument. Based on the results of the study, the highest content of phthalates compounds was Dicyclohexyl phthalate (DCHP) at SG2 of 0.2538 mg/L, *Diisooctyl Phthalate* (DIOP) at SG2 of 0.2228 mg/L, and Diethyl phthalate (DEP) at SG8 of 0.1632 mg/L, and *bisphenol A* compounds are highest found in SG3 of 4.68 mg / L and SG2 of 4.24 mg / L. Factor-factors that influence the presence of hormone-disrupting compounds (phthalates and BPA) in soil are conditioned by physicochemical properties such as matrix type (air, water, and soil) and environmental conditions (pH, temperature, and pressure). In addition, the distance of the pollutant source from the well, the depth of the well, the presence of other chemicals and the pattern of community activity are also important in influencing the presence of phthalates and BPA.

**Kata kunci:** *Endocrine Disruptor Compounds (EDCs), Phthalates, Bisphenol A, Groundwater, GC-MS, UV-Vis Spectrophotometer.*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## ABSTRAK

ANNISA REZEKI PULUNGAN. Analisis Sebaran Senyawa Pengganggu Hormon (*Endocrine Disruptor*) Pada Air Tanah di Sekitar Fasilitas Kesehatan Wilayah Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman. Dibimbing oleh Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.

Kawasan Kecamatan Sleman merupakan wilayah sub-urban yang memiliki banyak fasilitas kesehatan, pertanian, industri dan sarana publik lainnya. Sehingga kemungkinan besar terdapat pencemaran senyawa *Endocrine Disruptor* (*Phthalates* dan *Bisphenol A*) akibat residu dan produk sampingan dari fasilitas tersebut. Dampak dari paparan senyawa ini dapat merugikan kesehatan seperti mengganggu fungsi dan regulasi hormon normal serta mengganggu reproduksi pada makhluk hidup dan manusia. Penelitian ini dilakukan pada 8 titik sampel air sumur dangkal dengan menguji kandungan senyawa *phthalates* dan BPA pada air tanah. Analisis senyawa *phthalates* dilakukan dengan menggunakan metode ekstraksi Solid Phase Extraction (SPE) dan instrument Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS). Sedangkan, analisis senyawa BPA dilakukan dengan menggunakan instrument Spektrofotometer UV-Vis. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kandungan senyawa *phthalates* paling tinggi yaitu Dicyclohexyl phthalate (DCHP) pada SG2 sebesar 0,2538 mg/L, *Diisooctyl Phthalate* (DIOP) pada SG2 sebesar 0,2228 mg/L, dan Diethyl phthalate (DEP) pada SG8 sebesar 0,1632 mg/L, serta senyawa *bisphenol A* paling tinggi terdapat pada SG3 sebesar 4,68 mg/L dan SG2 sebesar 4,24 mg/L. Faktor-faktor yang mempengaruhi keberadaan senyawa pengganggu hormon (*phthalates* dan BPA) pada tanah dikondisikan oleh sifat fisikokimia seperti jenis matriks (udara, air, dan tanah) dan kondisi lingkungan (pH, suhu, dan tekanan). Selain itu, jarak sumber pencemar dari sumur, kedalaman sumur, kehadiran bahan kimia lainnya dan pola aktivitas masyarakat juga penting dalam mempengaruhi keberadaan *phthalates* dan BPA.

**Kata kunci:** *Endocrine Disruptor Compounds (EDCs)*, *Phthalates*, *Bisphenol A*, Air tanah, GC-MS, Spektrofotometer UV-Vis.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	v
PRAKATA.....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
ABSTRAK.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xx
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Ruang Lingkup.....	3
1.6. Kerangka Penelitian.....	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Endocrine Disruptor Compounds (EDCs).....	6
2.2. <i>Phthalates</i> .....	8
2.3. <i>Bisphenol A</i> (BPA).....	9
2.4. Transportasi <i>Phthalates</i> dan <i>Bisphenol A</i> .....	10
2.5. Potensi Risiko <i>Phthalates</i> dan <i>Bisphenol A</i> Terhadap Kesehatan.....	13
2.6. Teknik Ekstraksi <i>Phthalates</i> dan <i>Bisphenol A</i> pada Sampel Air Tanah...	14
2.7. Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC-MS).....	15
2.8. Spektrofotometer Ultraviolet Visible (UV-Vis).....	15
2.9. Penelitian Terdahulu.....	16
BAB III.....	21

METODE PENELITIAN.....	21
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	21
3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	22
3.3. Jenis dan Variabel Penelitian.....	25
3.4. Pengumpulan Data.....	26
3.4.1. Pengumpulan Data Primer.....	26
3.4.2. Pengumpulan Data Sekunder.....	27
3.5. Alat dan Bahan.....	28
3.6. Proses Pengujian Sampel.....	31
3.6.1. Pengambilan Sampel.....	31
3.6.2. Pengawetan Sampel.....	32
3.6.3. Preparasi Sampel.....	33
3.6.1. Persiapan Standar.....	39
3.6.2. Analisa Sampel Menggunakan Instrumen Gas Chromatography- Mass Spectrometry (GC-MS).....	42
3.6.3. Analisa Sampel Menggunakan Instrumen Spektrofotometri Ultraviolet Visible (UV-Vis).....	43
3.7. Analisis Data Hasil Uji.....	44
3.7.1. Analisis Data Hasil <i>Phthalates</i> Menggunakan Instrumen Gas Chromatography- Mass Spectrometry (GC-MS).....	44
3.7.2. Analisis Data Hasil <i>Bisphenol A</i> (BPA) Menggunakan Instrument Spektrofotometri Ultraviolet Visible (UV-Vis).....	45
3.7.3. Analisis Data Kalibrasi.....	45
3.7.4. Limit of Detection (LOD) & Limit of Quantification (LOQ).....	46
3.7.5. Hasil Uji Sampel.....	52
BAB IV.....	58
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	58
4.1. Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel.....	58
4.2. Data Hasil Observasi Lapangan.....	59
4.2.1. Data Hasil Observasi Sumur.....	60
4.2.2. Data Hasil Kuesioner.....	62
4.3. Kandungan Phthalates Pada Air Tanah.....	66

4.4.	Analisis Kandungan Phthalate Hasil Kromatogram GC-MS Terhadap Air Tanah	67
4.4.1.	Analisis Kandungan <i>Dimethyl Phthalate</i> (DMP)	67
4.4.2.	Analisis Kandungan <i>Diethyl Phthalate</i> (DEP)	69
4.4.3.	Analisis Kandungan <i>Dibutyl Phthalate</i> (DBP)	71
4.4.4.	Analisis Kandungan <i>Bis(2-methoxyethyl) Phthalate</i> (BMEP)	72
4.4.5.	Analisis Kandungan <i>Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester</i>	73
4.4.6.	Analisis Kandungan <i>Diamyl Phthalate</i> (DAP)	74
4.4.7.	Analisis Kandungan <i>Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester</i>	75
4.4.8.	Analisis Kandungan <i>Dicyclohexyl Phthalate</i> (DCHP)	76
4.4.9.	Analisis Kandungan <i>Diisooctyl Phthalate</i> (DIOP)	77
4.5.	Kandungan <i>Bisphenol A</i> (BPA) Pada Air Tanah	78
4.6.	Analisis Kandungan <i>Bisphenol A</i> Hasil Pembacaan Spektrofotometri UV Vis Terhadap Air Tanah	79
4.7.	Manajemen Risiko	80
BAB V		82
KESIMPULAN DAN SARAN		82
5.1.	Kesimpulan	82
5.2.	Saran	82
DAFTAR PUSTAKA		84
LAMPIRAN		90

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian BPA dan Phthalates Terdahulu .....	16
Tabel 3. 1 Titik Pengambilan Sampel Air Tanah.....	23
Tabel 3. 2 Alat dan Bahan .....	28
Tabel 3. 3 Hasil Perhitungan Slope dan Intersep Larutan Standar Dimethyl Phthalate (DMP) .....	49
Tabel 3. 4 Hasil Data Statistik Kurva Kalibrasi Larutan Standar Dimethyl Phthalate (DMP) .....	49
Tabel 3. 5 Hasil Perhitungan Slope dan Intersep Larutan Standar Bisphenol A (BPA).....	50
Tabel 3. 6 Hasil Data Statistik Kurva Kalibrasi Larutan Standar Bisphenol A (BPA).....	51
Tabel 3. 7 Rekap Nilai LOD dan BOQ Pada Phthalates dan BPA.....	52
Tabel 3. 8 Rekap Hasil LOD Pada Tiap Titik Sampel.....	54
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Suhu Air Sumur.....	60
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Kedalaman Sumur .....	60
Tabel 4. 3 Kondisi Air Sumur .....	61
Tabel 4. 4 Kondisi Sumur.....	61
Tabel 4. 5 Umur Sumur .....	62
Tabel 4. 6 Usia Responden.....	63
Tabel 4. 7 Berat Badan Responden .....	64
Tabel 4. 8 Data Hasil Pembacaan GC-MS Senyawa Dimethyl Phthalate.....	68
Tabel 4. 9 Data Hasil Pembacaan GC-MS Senyawa Diethyl Phthalate.....	69
Tabel 4. 10 Data Hasil Pembacaan GC-MS Senyawa Dibutyl Phthalate .....	71
Tabel 4. 11 Data Hasil Pembacaan GC-MS Senyawa Bis(2-methoxyethyl) Phthalate (BMEP) .....	72
Tabel 4. 12 Data Hasil Pembacaan GC-MS Senyawa Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester .....	73
Tabel 4. 13 Data Hasil Pembacaan GC-MS Senyawa Diamyl Phthalate (DAP)..	74

Tabel 4. 14 Data Hasil Pembacaan GC-MS Senyawa Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester .....	75
Tabel 4. 15 Data Hasil Pembacaan GC-MS Senyawa Dicyclohexyl Phthalate ....	76
Tabel 4. 16 Data Hasil Pembacaan GC-MS Senyawa Diisooctyl Phthalate (DIOP) .....	77
Tabel 4. 17 Hasil Pembacaan BPA Pada Spektrofotometri UV Vis .....	79

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kerangka Berpikir Penelitian .....	5
Gambar 2. 1 Jalur Transportasi Phthalates .....	12
Gambar 2. 2 Jalur Transportasi Bisphenol A .....	13
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	22
Gambar 3. 2 Titik Pengambilan Sampel Melalui QGIS.....	25
Gambar 3. 3 Pengukuran Menggunakan Alat Water Level Meter .....	27
Gambar 3. 4 Bailer .....	32
Gambar 3. 5 Proses Pengambilan Sampel Air Sumur.....	33
Gambar 3. 6 Proses Pengovenan Kertas Saring dan Penyaringan Sampel .....	34
Gambar 3. 7 Proses Conditioning, Loading Sample, Vacuum Dry, Elution Pada Sampel Menggunakan Cartridge C18-E .....	35
Gambar 3. 8 Proses Dryness Pada Sampel Menggunakan Waterbath .....	36
Gambar 3. 9 Proses Derivatisasi dengan Melarutkan 1 mL Aseton Pada Cawan Porselin.....	36
Gambar 3. 10 Diagram Alir Pengujian Phthalates Pada Sampel Air Tanah.....	37
Gambar 3. 11 Proses Pemanasan Sampel Air Tanah.....	38
Gambar 3. 12 Diagram Alir Pengujian Bisphenol A Pada Sampel Air Tanah .....	39
Gambar 3. 13 Proses Pembuatan Larutan Standar Phthalates.....	41
Gambar 3. 14 Proses Pembuatan Larutan Standar Bisphenol A .....	42
Gambar 3. 15 Proses Analisa Sampel Menggunakan Instrumen GC-MS.....	43
Gambar 3. 16 Proses Analisa Sampel Menggunakan Instrumen Spektrofotometri UV- Vis.....	43
Gambar 3. 17 Hasil Pembacaan Grafik Kromatogram Larutan Standar Konsentrasi Phthalates (30 ppm) .....	44
Gambar 3. 18 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standar Dimethyl Phtalate .....	47
Gambar 3. 19 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standar Bisphenol A .....	47
Gambar 4. 1 Peta Pontensi Sumber Pencemar di Wilayah Pengambilan Sampel..	59
Gambar 4. 2 Perbandingan Jenis Kelamin .....	62

Gambar 4. 3 Perbandingan Usia Responden.....	64
Gambar 4. 4 Peak Standar Pada Masing-Masing Senyawa Phthalates.....	66
Gambar 4. 5 Grafik Kromatogram Hasil Pembacaan Sampel 2 (SG2) senyawa Phthalates .....	68
Gambar 4. 6 Peta Sebaran Senyawa Diethyl Phthalate (DEP).....	70
Gambar 4. 7 Kurva Sampel Bisphenol A .....	78
Gambar 4. 8 Peta Sebaran Senyawa BPA .....	80

*“Halaman ini sengaja dikosongkan*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Keamanan dan kualitas air sangat penting bagi pembangunan dan kesejahteraan manusia. Selain risiko mikroba patogen, beberapa polutan kimia yang ada di dalam air akibat aktivitas manusia dapat menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Menurut United States Environmental Protection Agency (USEPA), definisi kontaminan adalah zat atau materi fisik, kimia, biologis, atau radiologis dalam air. Kontaminan kimia adalah unsur atau senyawa yang dapat terjadi secara alami atau buatan. Ada berbagai sumber kontaminasi kimia di dalam air salah satunya dari proses desinfeksi, pelepasan bahan kimia ke dalam air baku oleh kegiatan antropogenik, dan dispersi komponen sistem.

Salah satu senyawa kimia yang dikenal sebagai polutan pada air adalah bahan kimia pengganggu endokrin (endocrine disruptors). Endocrine disruptor compounds (EDCs) disebut sebagai bahan kimia pengganggu endokrin karena bahan kimia tersebut dapat berinteraksi dengan sistem endokrin (Moreno et al., 2001). Beberapa sumber senyawa yang memiliki kandungan EDCs ini yaitu Pharmaceuticals and Personal Care Product (PPCP) atau yang disebut dengan obat-obatan dan produk perawatan pribadi, pestisida, desinfektan, bahan kimia industri, plastic, serta produk sampingannya. Paparan senyawa ini dikaitkan dengan kesehatan yang merugikan dan efek reproduksi pada hewan non-manusia dan manusia. Manusia dan makhluk hidup lainnya dapat terkena senyawa ini dengan menelan (ingestion), menghirup (inhale), atau kontak kulit (dermal contact) dengan air yang terkontaminasi. Oleh karena itu, keberadaan bahan kimia ini dalam air sangatlah berbahaya bagi kesehatan masyarakat.

Kawasan Kecamatan Sleman merupakan wilayah sub urban dengan kawasan perkotaan Pusat Kegiatan Wilayah (PKW), jadi dapat dipastikan wilayah ini

terdapat banyak fasilitas kesehatan, pertanian, industri dan sarana publik lainnya. Sehingga kemungkinan besar terdapat pencemaran bahan kimia EDCs akibat residu dan produk sampingan dari kegiatan yang ada di fasilitas tersebut. Pembuangan dari residu tersebut jika tidak dikelola lebih lanjut atau dibuang sembarangan akan menimbulkan bahaya bagi akuatik. Dimana EDCs akan terserap kedalam tanah dan mengkontaminasi air tanah yang mana dapat mengganggu ekosistem di lingkungan.

Hingga saat ini, Kecamatan Sleman belum banyak dilakukan penelitian untuk mengetahui adanya kandungan EDCs khususnya Bisphenol A (BPA) dan Phthalate pada air tanah dan risiko terhadap lingkungan serta manusia. Hal ini dikarenakan di Indonesia studi penelitian tentang EDCs ini sangat sedikit. Maka dari itu, dilakukan penelitian senyawa EDCs pada air tanah di sekitar fasilitas kesehatan Kecamatan Sleman untuk menganalisis sebaran konsentrasi senyawa EDCs dan kualitas air tanah serta mengetahui risiko paparan senyawa EDCs pada air tanah masyarakat di sekitar Kecamatan Sleman. Selain itu, penelitian ini dilakukan untuk memperbanyak penelitian mengenai senyawa EDCs.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang pada penelitian ini didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa kadar konsentrasi senyawa *endocrine disruptor compounds* (EDCs) pada air tanah di sekitar fasilitas kesehatan wilayah Kecamatan Sleman?
2. Apa saja potensi sumber penyebab yang mempengaruhi sebaran senyawa *endocrine disruptor compounds* (EDCs) pada air tanah di sekitar fasilitas kesehatan wilayah Kecamatan Sleman?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kadar konsentrasi *endocrine disruptor compounds* (EDCs) pada air tanah di sekitar fasilitas kesehatan wilayah Kecamatan Sleman



dengan menggunakan GC-MS dan Spektrofotometri UV-Vis.

2. Mengetahui potensi sumber penyebab yang mempengaruhi sebaran senyawa *endocrine disruptor compounds* (EDCs) pada air tanah di sekitar fasilitas kesehatan wilayah Kecamatan Sleman.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang akan diperoleh dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi terkait kualitas air tanah disekitar fasilitas kesehatan Kecamatan Sleman sehingga kedepannya masyarakat lebih menyadari dan waspada dalam menggunakan air tanah.
2. Memberikan pemahaman dan menerapkan ilmu yang diperoleh pada saat perkuliahan khususnya mengenai kualitas air tanah.
3. Sebagai referensi tambahan dan bahan kajian bagi peneliti selanjutnya agar dapat mengembangkan hasil penelitian yang sudah dilakukan ini.
4. Sebagai masukan bagi suatu instansi ataupun institusi terkait dalam menentukan kebijakan yang berkaitan dengan kualitas sumber air.

#### **1.5. Ruang Lingkup**

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini sebagai berikut:

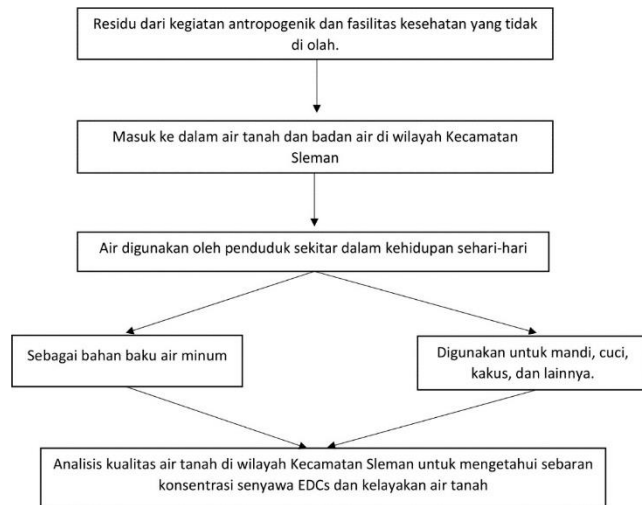
1. Lokasi penelitian dilakukan pada 8 titik air tanah pada sumur dangkal di sekitar fasilitas kesehatan wilayah Kecamatan Sleman.
2. Objek yang diteliti adalah konsentrasi dan sebaran air tanah disekitar Kecamatan Sleman.
3. Metode sampling air tanah yang digunakan sesuai dengan SNI 6989.58 Tahun 2008 tentang pengambilan sampel air tanah.
4. Sampel pengujian yang diambil adalah sampel air tanah pada sumur dangkal dengan jenis parameter yang diuji adalah *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, Diisooctyl Phthalate* dan *Bisphenol A*.

5. Pengujian sampel dilakukan menggunakan metode *Solid Phase Extraction* (SPE) dengan instrumen GC-MS.
6. Tempat pengujian dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan FTSP UII

### **1.6. Kerangka Penelitian**

Beberapa waktu belakangan ini banyak sekali isu terhadap kondisi air tanah khususnya mengenai endocrine disruptor compounds (EDCs) atau senyawa pengganggu hormon endokrin. EDCs ini muncul disebabkan oleh residu dari kegiatan antropogenik dan fasilitas kesehatan. Pembuangan dari residu tersebut jika tidak dikelola lebih lanjut atau dibuang sembarangan akan menimbulkan bahaya bagi akuatik dan makhluk hidup lainnya. Dimana EDCs akan terserap kedalam tanah dan mengkontaminasi air tanah yang mana dapat mengganggu ekosistem di lingkungan. Kemudian air tersebut akan digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan terpapar langsung pada manusia melalui jalur menelan (ingestion), menghirup (inhale), atau kontak kulit (dermal contact). Paparan senyawa ini dikaitkan dengan kesehatan yang merugikan dan efek reproduksi pada makhluk hidup.

Penelitian ini dilakukan untuk menguji kualitas endocrine disruptor compounds (EDCs) di wilayah Kecamatan Sleman. Dimana pada wilayah ini terdapat fasilitas kesehatan, pertanian, industri dan sarana publik. Sehingga kemungkinan besar terdapat pencemaran bahan kimia EDCs akibat residu dan produk sampingan dari kegiatan yang ada di fasilitas tersebut. Kerangka alur penelitian lebih lanjut dijelaskan pada diagram alur penelitian yang tercantum pada Gambar 1.1 berikut:



**Gambar 1. 1 Kerangka Berpikir Penelitian**

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Endocrine Disruptor Compounds (EDCs)

Endocrine disrupting compounds (EDCs) adalah zat yang dapat mempengaruhi proses yang terkait dengan sistem endokrin dan mengubah fungsinya dengan mengganggu steroid endogen seperti estrogen, anti-androgen dan androgen, serta aktivitas hormon lainnya. Menurut World Health Organization (WHO), “EDs adalah zat atau campuran eksogen yang mengubah fungsi sistem endokrin dan akibatnya menyebabkan efek kesehatan yang merugikan pada organisme utuh, atau keturunannya, atau (sub) populasi” (WHO, 2002). Sedangkan, the Environmental Protection Agency of the United States (USEPA) menyatakan bahwa senyawa EDs adalah agen yang mengganggu "biosintesis, sekresi, transportasi, pengikatan, aksi atau eliminasi hormon alami dalam tubuh yang bertanggung jawab untuk pemeliharaan homeostasis, reproduksi, perkembangan dan/atau perilaku” sehingga sangat berbahaya untuk manusia dan lingkungan sekitar.

EDCs ini telah terdeteksi dan terbukti bertahan di lingkungan dengan struktural yang sangat beragam. Mereka mencakup berbagai kelas kimia, yang membuat pencarian dan studi sistematis menjadi sulit. Secara umum, banyak ED mengandung satu atau lebih cincin aromatik dan beberapa di antaranya terklorinasi (Byrne et al., 2009). Semua senyawa ini memiliki efek biologis mekanisme, seperti: meniru atau memusuhi efek hormon; mengubah hormon biosintesis, metabolisme hormon; dan memodifikasi kadar reseptor hormon. Adanya interaksi EDCs dengan reseptor hormon dan berbagai proses dalam sistem endokrin serta neuronal, senyawa ini akan mengganggu homeostasis tubuh. Akibatnya, senyawa ini berpotensi memberikan efek merugikan pada manusia, tumbuhan, hewan dan akhirnya seluruh ekosistem.

Senyawa EDCs merupakan salah satu senyawa *Emerging Pollutan*. Dimana *Emerging Pollutan* merupakan bahan kimia dan senyawa yang baru saja

diidentifikasi sebagai potensi ancaman terhadap lingkungan dalam siklus air yang sebelumnya tidak terdeteksi sehingga belum diatur secara luas oleh hukum nasional atau internasional. Senyawa tersebut diklasifikasikan sebagai *emerging* bukan karena kontaminan itu sendiri baru, melainkan karena tingkat perhatian yang meningkat.

Sumber utama EDCs ini ke lingkungan berasal dari sumber alami dan sumber buatan. Sumber alami seperti fitoestrogen yang ditemukan pada tanaman seperti kedelai dan suplemen herbal. Sedangkan, sumber buatan seperti pestisida, plasticizer, liner kaleng makanan logam, botol plastik, deterjen, produk kosmetik, residu farmasi dan produk-produk industri lain. Selain itu, kontaminan ini juga dapat muncul karena ditemukannya sumber baru atau jalur baru menuju manusia. Jalur transportasi bahan kimia ini dengan kontak manusia dan hewan dapat terjadi melalui makanan, udara, kulit, dan air.

Sebagian besar endocrine disrupting compounds (EDCs) yang dijelaskan sejauh ini menunjukkan efek estrogenik, tetapi hanya beberapa yang memiliki potensi anti-estrogenik atau anti-androgenik dan hanya beberapa yang belum dipelajari yang menunjukkan aktivitas sistem endokrin lainnya, seperti tiroid, pertumbuhan atau hormon stres, dan sebagainya. Uni Eropa menyusun daftar pengganggu estrogenik, di mana 150 di antaranya adalah senyawa sintetis dan tujuh diantaranya alami. Beberapa bahan kimia tersebut adalah polutan organik persisten (POPs), dan beberapa yang lain terdegradasi dengan cepat di lingkungan atau tubuh manusia. Beberapa logam berat juga diketahui mempengaruhi sistem endokrin. Dengan demikian, pengganggu endokrin (EDCs) terdiri dari kelompok yang berbeda dan dapat diklasifikasikan dalam dua cara berikut:

A. EDCs dapat diklasifikasikan dalam dua kategori (Diamanti-Kandarakis et al., 2009):

(i) EDCs yang terjadi secara alami.

Bahan kimia alami yang ditemukan dalam makanan manusia dan hewan (misalnya *fitoestrogen: genistein* dan *coumestrol*) dan

(ii) EDCs yang disintesis.

Ini dapat dikelompokkan lebih lanjut sebagai berikut:

- Bahan kimia sintetis yang digunakan sebagai pelarut atau pelumas industri dan produk sampingannya (misalnya *polychlorinated biphenyls* (PCBs), *polybrominated biphenyls* (PBBs), *dioxins*)
- Plastik (misalnya *bisphenol A* (BPA))
- Plasticizer (misalnya *bisphenol A* (BPA), *Phthalates*)
- Pestisida (misalnya *dichlorodiphenyltrichloroethane* (DDT))
- Fungisida (misalnya *vinclozolin*) dan
- Beberapa agen farmasi (misalnya *dietilstilbestrol* (DES))
- Obat-obatan dengan efek samping hormonal (misalnya naproxen, metoprolol dan clofibrate).
- Produk samping dari proses industri dan rumah tangga (misalnya, hidrokarbon aromatik polisiklik (PAH), *dioksin*, *pentaklorobenzena*).

## 2.2. *Phthalates*

*Phthalates* atau Phthalates adalah suatu senyawa/zat kimia yang digunakan untuk membuat plastik lebih fleksibel dan tahan lama dalam beragam produk konsumen. Pada saat ini, Phthalates digunakan secara luas dalam berbagai produk, mulai dari pelapisan pil pada bidang farmasi yang digunakan sebagai agen pengontrol viskositas, stabilizer, agen pengemulsi, agen pensuspensi, dan plasticizer pada polimer (khususnya PVC) dan agen solubilisasi. Dalam keadaan murninya, Phthalates biasanya berupa cairan berminyak yang tidak berwarna (Xu dan Liu, 2014), beberapa dengan aroma yang cukup enak dan berwarna kuning samar. Selain itu, Phthalates memiliki struktur diester yang mengandung cincin benzene, dua gugus karbonil dan dua gugus alkohol. Berdasarkan fisikokimia dan sifat toksikologinya ester Phthalates terbagi menjadi 3 sub kategori, yaitu: Phthalates dengan berat molekul rendah, Phthalates transisi, dan Phthalates dengan berat molekul besar. Phthalates dengan berat molekul yang rendah dihasilkan dari alkohol dengan rantai lurus dan memiliki kerangka karbon  $C < 3$ . Phthalates transisi atau Phthalates dengan berat molekul sedang merupakan *o*-DAPs mengandung  $> 10\%$  molekul dari turunan alkohol dengan

rantai alkil 4, 5, atau 6 karbon (U.S. EPA 2001). Secara umum Phthalates ini memiliki potensi toksik yang lebih besar terhadap mamalia, toksisitas reproduksi dan perkembangan pada khususnya, bila dibanding Phthalates yang memiliki berat molekul yang rendah ataupun yang tinggi (US EPA 2001, Heindel et al 1989; Foster et al. 1980). Bila dibandingkan Phthalates yang memiliki berat molekul besar, Phthalates transisi ini cenderung memiliki kelarutan air yang lebih tinggi, volatilitas, kecenderungan untuk bermigrasi dan penyerapan dermal (US EPA 2001; Elsis et al. 1989).

Phthalates dengan berat molekul rendah ditemukan dalam produk perawatan pribadi (parfum, lotion, kosmetik) karena fakta bahwa mereka membantu melarutkan bahan-bahan dalam produk, suplemen makanan dan obat-obatan tertentu, dan barang-barang konsumen lainnya. *Phthalates* dengan berat molekul tinggi ditemukan dalam produk PVC seperti bahan konstruksi dan kemasan makanan polivinil klorida fleksibel, perabotan rumah tangga, wadah penyimpanan makanan, mainan anak-anak, peralatan medis seperti tabung intravena dan kantong infus, serta bahan bangunan lainnya. Enam jenis bahan kimia ini dilarang dari mainan anak-anak. Mereka tidak terikat secara kovalen dengan bahan induknya dan dapat dengan mudah larut ke lingkungan dan dicerna, dihirup, atau diserap secara dermal.

### **2.3. Bisphenol A (BPA)**

Bisphenol A (BPA) merupakan bahan kimia yang digunakan secara luas. Bahan ini merupakan salah satu dari sekian banyak senyawa kimia sintetis yang menyerupai hormon estrogen dan memiliki klasifikasi sebagai EDCs. BPA dalam keadaan murninya berupa bubuk kristal keabu-abuan atau butiran yang memiliki bau klorofenol (Tsai, 2006). BPA merupakan bahan kimia sintetis yang dibentuk oleh kondensasi kelompok fenol dan satu molekul aseton. BPA pertama kali disintesis tahun 1891, dan efek estrogeniknya diketahui sejak tahun 1938. Sejak tahun 1940 BPA digunakan perusahaan manufaktur polimer sebagai monomer seperti polikarbonat, resin epoksi, polisulfon atau poliakrilat, selain itu juga sebagai antioksidan dan penghambat polimerisasi plastik polivinil klorida,

dan berfungsi sebagai prekursor sintesis tetrabromobisphenol-A. Plastik polikarbonat digunakan sebagai bahan pembungkus makanan seperti botol plastik reusable, peralatan makan bayi, piring, *microwave*, *compact disk*, peralatan medis dan lainnya. Sedangkan resin epoksi digunakan sebagai pernis untuk melapisi produk logam (kaleng makanan, tutup botol, pipa air). Pemanfaatan BPA secara global pada tahun 2008 sebesar 5,2 juta ton dan menjadi 8 juta ton pada tahun 2016, dimana hal tersebut menunjukkan peningkatan penggunaan dan diperkirakan ditahun ini (2022) penggunaan BPA akan mencapai 10,6 juta ton (Can *et al.*, 2021; Jurewicz *et al.*, 2021; Ruberto *et al.*, 2021).

#### **2.4. Transportasi *Phthalates* dan *Bisphenol A***

Secara keseluruhan, rute utama paparan utama senyawa BPA dan *Phthalates* pada lingkungan ini disebabkan oleh kegiatan antropogenik termasuk proses produksi, distribusi, penggunaan, konsumsi, pengolahan dan pembuangan perangkat, kebocoran dari tangki septik dan tempat pembuangan sampah, influen dan efluen instalasi pengolahan air limbah (IPAL), lindi TPA dan produk yang mengandung *Phthalates* dan BPA, yang mengakibatkan senyawa tersebut menyebar serta memasuki saluran air dan terinfiltrasi ke dalam tanah melalui lindi dan limbah yang terikat dalam sedimen. Jumlah dan kecepatan pengikatan sedimen tersuspensi bergantung pada kandungan bahan organik dan ukuran partikel. Semakin kecil partikel dan semakin tinggi kandungan bahan organik yang akan menghasilkan peningkatan pengikatan estrogen/hormon sintetis.

PAE dalam tanah dapat diserap oleh air hujan, dan larut ke dalam air tanah, air tanah dapat menjadi salah satu reservoir utama PAE, sedangkan PAE dari air permukaan dapat larut langsung ke dalam air tanah oleh aliran air melalui limpasan air permukaan dari permukaan (Edjere *et al.*, 2016). Konsentrasi dan frekuensi deteksi ftalat dipengaruhi oleh ketinggian topografi. Oleh karena itu, Kontaminasi besar terjadi pada air tanah yang terkontaminasi pada ketinggian yang lebih rendah di hilir. Hasilnya menunjukkan jumlah pengamatan yang lebih tinggi dan konsentrasi phthalate di daerah yang lebih rendah. Faktor-faktor yang



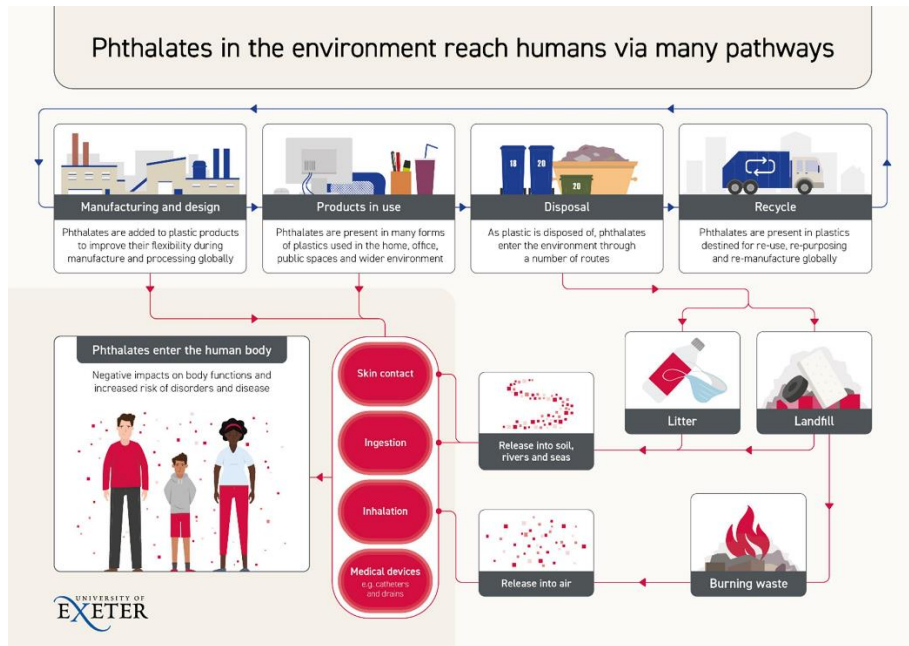
berhubungan dengan keberadaan senyawa pengganggu hormon (phthalates dan BPA) pada tanah dikondisikan oleh sifat fisikokimia seperti jenis matriks (udara, air, dan tanah) dan kondisi lingkungan (pH, suhu, dan tekanan). Selain itu, jarak sumber pencemar dari sumur, kedalaman sumur, kehadiran bahan kimia lainnya dan pola aktivitas masyarakat juga penting dalam mempengaruhi keberadaan phthalates dan BPA.

Senyawa EDCs (Phthalates dan BPA) itu memiliki sifat yang sulit terdegradasi di lingkungan sehingga dapat dengan mudah masuk ke dalam akuifer tanah, air tanah, serta makhluk hidup yang ada. Proses utama dalam transportasi kedua senyawa tersebut masuk ke air tanah yaitu faktor hidrologi, adsorpsi, dan degradasi. Faktor-faktor ini mempengaruhi kecepatan kontaminan Phthalates tiba, bergerak, dan dilemahkan, lalu disimpan dalam sistem, yang mempengaruhi deteksi, konsentrasi, dan distribusi.

Senyawa phthalates dan BPA dapat terdegradasi di lingkungan oleh reaksi abiotik seperti hidrolisis, fotolisis sinar UV, fotokatalisis TiO<sub>2</sub>-enhanced dan atau biotik seperti biodegradasi. Namun, degradasi abiotik (non-biologis) pada plastik sangat lambat dikarenakan jenis bahan yang digunakan berbeda misalnya butyl-benzil ftalat memiliki waktu paruh fotolisis berair >100 hari, untuk dimetil ftalat sekitar 3 tahun, dan untuk etil heksilftalat 2000 tahun (Gledhill et al., 1980; Staples et al., 1997). Dibandingkan dengan kerusakan non-biologis, biodegradasi menggunakan mikroba lumayan cepat dalam menghilangkan atau mengurangi phthalates dan BPA dari tanah yang terkontaminasi. Proses degradasi dimulai dari bahan, produk dan limbah yang mengandung senyawa PAE dan BPA yang tertimbun ditanah dalam waktu yang lama sehingga mengalami pelapukan fisika dan dekomposisi dengan penurunan dari ukuran partikel dari makro ke mikro hingga menjadi partikel berukuran nano oleh fotolisis menggunakan sinar UV dan biodegradasi menggunakan mikroorganisme.

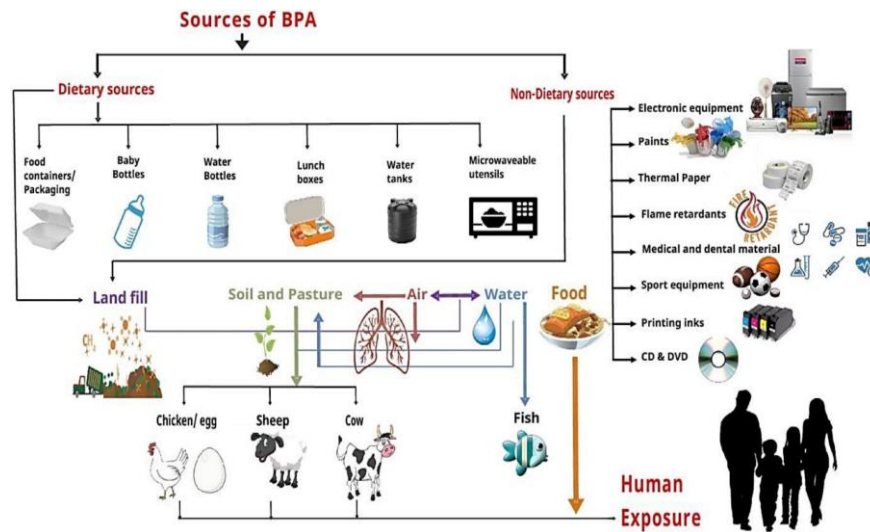
Jalur paparan kedua senyawa EDCs tersebut masuk kedalam tubuh manusia melalui konsumsi makanan dan minuman kemasan dan juga dapat diasimilasikan melalui sistem pernapasan, sedangkan senyawa Phthalates khususnya DEHP memiliki sifat lipofilik sehingga dapat masuk melalui kulit (Luo *et al.*, 2018).

Setelah senyawa tersebut masuk ke dalam tubuh, senyawa tersebut dapat terakumulasi dan terdeteksi baik dalam bentuk yang tidak berubah ataupun sebagai metabolit dalam darah, serum, urin, rambut, ASI, dan bahkan melewati penghalang plasenta (Feng *et al.*, 2020).



Gambar 2. 1 Jalur Transportasi *Phthalates*

Sumber: Eales, J., Bethel, A., Galloway, T. S., Hopkinson, P., Morrissey, K., Short, R. E., & Garside, R. (2022). Human health impacts of exposure to phthalate plasticizers: An overview of reviews. 158, 106903–106903.



Gambar 2. 2 Jalur Transportasi *Bisphenol A*

Sumber: Manzoor, M. F., Tariq, T., Fatima, B., Sahar, A., Tariq, F., Munir, S., Khan, S., Ranjha, M. M. A. N., Sameen, A., Zeng, X.-A., & Ibrahim, S. A. (2022). An insight into bisphenol A, food exposure and its adverse effects on health: A review. 9, 1-16.

## 2.5. Potensi Risiko *Phthalates* dan *Bisphenol A* Terhadap Kesehatan

Senyawa Bisphenol A dan *Phthalate* sangatlah berbahaya bagi kesehatan manusia. Dimana dampak paparan terhadap BPA dan *Phthalate* bersifat kronis sehingga masyarakat tidak bisa melihat keterkaitan langsung antara kebiasaan menggunakan produk yang salah dan gangguan kesehatan. Oleh karena, luasnya penggunaan produk yang dihasilkan oleh senyawa BPA dan *Phthalates* oleh masyarakat maka akan berdampak pada kualitas kesehatan manusia dan makhluk hidup di masa depan. Paparan bahan kimia tersebut berbahaya selama pembuatan, pencucian dalam makanan yang disimpan saat menggunakan bahan plastik atau mengunyah teether plastik dan mainan oleh anak-anak dikaitkan dengan hasil kesehatan yang sangat merugikan manusia seperti kanker, cacat lahir, gangguan kekebalan, gangguan endokrin, efek perkembangan dan reproduksi dan lain-lain.

Dampak jika terkena paparan BPA menunjukkan bahwa akan terjadi perubahan reproduksi permanen yang kemudian dapat meningkatkan risiko masalah kesehatan reproduksi, seperti infertilitas dan masa pubertas lebih

awal (Mouritsen, 2010). BPA dapat mempengaruhi perkembangan otak dan menyebabkan perubahan spesifik pada perilaku. Selain itu, BPA juga sebagai pengganggu fungsi dan regulasi hormon normal. Bahan kimia ini bekerja seperti hormon seks wanita, yaitu estrogen dan mengganggu hormon androgen. Begitu juga dengan hormon reproduksi pada laki-laki dapat terganggu fungsinya sehingga hormon yang diproduksi menjadi abnormal.

Sedangkan, dampak jika terkena paparan *phthalate* menunjukkan bahwa akan terjadi peningkatan risiko alergi dan asma, berdampak negatif pada perkembangan saraf anak, mengurangi maskulinitas pada anak laki-laki, dan gangguan hiperaktivitas dengan defisit atensi. Selain itu, paparan *phthalate* juga berhubungan dengan menurunnya kualitas sperma, mempengaruhi kadar hormon reproduksi, jarak anogenital, dan fungsi kelenjar tiroid (Jurewicz, *et al.*, 2011).

## **2.6. Teknik Ekstraksi *Phthalates* dan *Bisphenol A* pada Sampel Air Tanah**

Teknik ekstraksi fase padat (SPE) dipilih untuk menentukan konsentrasi BPA dan *Phthalates* dalam penelitian ini. Solid Phase Extraction (SPE) merupakan metode ekstraksi fase padat yang dapat digunakan untuk analisis, pemisahan, purifikasi sampel dalam bidang industri, farmasi, maupun analisis toksikologi. Pemilihan metode ini didasarkan pada kemudahan penggunaan, teknik analisis dengan waktu yang cepat, dan efisien. Selain itu, Teknik SPE melakukan proses pemisahan yang efisien maka untuk memperoleh recovery yang tinggi (>99%) pada SPE lebih mudah daripada ekstraksi cair-cair. Dengan ekstraksi cair-cair diperlukan ekstraksi beberapa kali untuk memperoleh recovery yang tinggi, sedangkan dengan SPE hanya dibutuhkan satu tahap saja untuk memperolehnya. SPE ini bersifat semi otomatis dan dapat mengambil hingga 12 atau 24 sampel air secara bersamaan. Secara singkat, BPA dan *Phthalates* dipindahkan dari sampel air (100 hingga 1000 mL) ke katriid yang diaktifkan dengan pelarut. Pelarut elusi, baik pelarut tunggal maupun campuran pelarut, biasanya adalah MeOH, heksana, dan aseton. Kartrid yang biasa digunakan untuk mengekstrak BPA dan *Phthalates* adalah C18 dan HLB.

## **2.7. Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC-MS)**

Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) adalah teknik analisis kimia yang menggabungkan kemampuan Gas Chromatography (GC) dalam pemisahan komponen volatil dengan kemampuan Mass Spectrometry (MS) untuk mendeteksi, mengidentifikasi dan mengkuantifikasi komponen yang berhasil dipisahkan dari GC. Dalam hal ini Mass Spectrometer (MS) bertindak sebagai detektor dari Gas Chromatograph (GC). Pemilihan instrumen GC-MS didasarkan pada pemrosesan yang cepat, efisiensi pemisahan yang lebih baik, dan kemampuan yang lebih baik dalam kombinasi dengan spektrometri massa (MS). GC-MS menyediakan informasi spektral massa, menjadikannya platform instrumental yang kuat untuk penentuan BPA dan Phthalates (Nitschke et al., 2017). Sistem gas pembawa, injector, kolom kromatografi gas, detector dan unit pemrosesan data adalah instrumen pada GC-MS.

Gas pembawa (carrier gas) pada kromatografi gas sangatlah penting. Gas yang dapat digunakan pada dasarnya haruslah inert, kering, dan bebas oksigen. Kondisi seperti ini dibutuhkan karena gas pembawa ini dapat saja bereaksi dan dapat mempengaruhi gas yang akan dipelajari atau diidentifikasi. Gas pembawa digunakan untuk mentransportasikan sampel melalui kolom ke detektor, oleh karena itu perlu dilakukan pemilihan fase gerak gas yang tepat. Dari sudut performa kolom, gas dengan koefisien difusi rendah lebih baik digunakan untuk kecepatan alir fase gerak rendah (gas dengan berat molekul besar yaitu N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, Ar) sedangkan gas dengan koefisien difusi tinggi lebih baik digunakan untuk kecepatan alir fase gerak tinggi (gas dengan berat molekul rendah yaitu H<sub>2</sub>, He).

## **2.8. Spektrofotometer Ultraviolet Visible (UV-Vis)**

Spektrofotometer UV-Vis merupakan alat yang digunakan untuk mengukur absorbansi dengan cara melewatkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu pada suatu objek kaca atau kuarsa yang disebut kuvet. Sebagian dari cahaya tersebut akan di serap dan sisanya akan dilewatkan. Nilai absorbansi dari cahaya yang di serap berbanding lurus dengan konsentrasi larutan di dalam kuvet. Sinar ultraviolet

(UV) mempunyai panjang gelombang antara 200-400 nm, dan sinar tampak (visible) mempunyai panjang gelombang 400-750 nm. Pengukuran spektrofotometri menggunakan alat spektrofotometer yang melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometer UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibandingkan kualitatif. Sedangkan, spektrum UV-Vis sangat berguna untuk pengukuran secara kuantitatif.

## 2.9. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai kandungan BPA dan *Phthalates* pada air tanah masih belum dilakukan pada sekitar fasilitas kesehatan di wilayah Kecamatan Sleman. Sehingga referensi diambil dari beberapa penelitian terdahulu yang dilakukan pada lokasi lain dan dianggap relevan terhadap penelitian ini. Berikut merupakan beberapa penelitian terdahulu pada **Tabel 2.1**.

**Tabel 2. 1 Penelitian BPA dan Phthalates Terdahulu**

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Kotowska, Kapelewska, & Sawczuk	2020	<i>Occurrence, removal, and environmental risk of phthalates in wastewaters, landfill leachates, and groundwater in Poland</i>	Dilakukan pengujian kandungan Phthalates pada air tanah di IPAL Polandia dan TPA MSW menggunakan metode GC-MS. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa Konsentrasi keseluruhan Phthalates dalam lindi berkisar dari di bawah LOD hingga 303 mg/L sedangkan konsentrasi maksimum tertinggi terdaftar untuk DEHP (249 mg/L). Sedangkan, konsentrasi keseluruhan ester asam

				Phthalates dalam air tanah dari sumur pemantauan hulu berkisar dari di bawah LOD hingga 1,8 mg/L dan dari LOD hingga 27,9 mg/L dalam sampel dari sumur di hilir tempat pembuangan sampah MSW.
2	Careghini, Mastorgio, Saponaro, & Sezenna.	2014	<i>Bisphenol A, nonylphenols, benzophenones, and benzotriazoles in soils, groundwater, surface water, sediments, and food: a review</i>	Berdasarkan jurnal review ini, diketahui bahwa konsentrasi BPA yang dilaporkan dalam air tanah bervariasi antara 0,001 dan 20 mg/m <sup>3</sup> . Lacorte et al. (2002) menganalisis air tanah yang dikumpulkan di area pertanian Catalonia (Spanyol) yang diberi pestisida yang mengandung jejak BPA (1,5 mg/m <sup>3</sup> dalam pestisida), menghasilkan konsentrasi antara 1,5 mg/m <sup>3</sup> ) ditemukan di sebelah budidaya anggur. Godejohann et al. (2009) melakukan analisis sistematis terhadap air tanah di dekat bekas lokasi penghancuran amunisi di Swiss; Konsentrasi BPA sekitar 12-13 mg/m <sup>3</sup> . dalam USEPA (2010a), rata-rata konsentrasi BPA dalam air tanah di Amerika Serikat bervariasi antara 0,0041 dan 1,9

				mg/m <sup>3</sup> , dengan kisaran nilai 0,006-2,55 mg/m <sup>3</sup> . Stuart et al (2011) melaporkan tentang survei mikropolutan dalam air tanah di Inggris, dengan konsentrasi BPA hingga 20 mg/m <sup>3</sup> ; distribusi deteksi jelas terbagi menjadi dua wilayah, Inggris selatan dan Midlands.
3	Dueñas-Moreno, Mora, Cervantes-Avilés, & Mahlknecht.	2022	<i>Groundwater contamination pathways of phthalates and bisphenol A: origin, characteristics, transport, and fate</i>	Dari hasil yang didapat, diketahui bahwa kandungan Phthalates dan BPA di seluruh dunia dalam air tanah masing-masing berkisar antara $0,1 \times 10^{-3}$ hingga $3\ 203,33 \mu\text{g L}^{-1}$ dan dari $0,09 \times 10^{-3}$ hingga $228,04 \mu\text{g L}^{-1}$ . Dalam beberapa kasus, konsentrasi maksimum untuk air minum yang ditetapkan oleh organisasi pemerintah dan negara telah terlampaui. Selain itu, di negara-negara Amerika Latin dan Afrika, tidak ada peraturan untuk EDC ini
4	Ronderos-Lara, Saldarriaga-	2018	<i>Optimization and Application of a GC-MS Method</i>	Pengujian BPA dilakukan dengan mengambil sampel air pada sungai Apatlavo yang terletak pada negara bagian Morelos. Dari sampel yang



	Noreña, Murillo-Tovar, & Vergara-Sánchez.		<i>for the Determination of Endocrine Disruptor Compounds in Natural Water</i>	diambil dan dianalisis menggunakan GC-MS, didapatkan hasil konsentrasi 4-nonylphenol (85,5 ng mL <sup>-1</sup> ), BPA (174,6 ng mL <sup>-1</sup> ), estradiol 103,6 (ng mL <sup>-1</sup> ), dan thinylestradiol (624,3 ng mL <sup>-1</sup> ).
5	Domínguez-Morueco, González-Alonso, & Valcárcel.	2014	<i>Phthalate occurrence in rivers and tap water from central Spain. Science of the total environment</i>	Berdasarkan jurnal ini, diketahui bahwa DBP paling sering terdeteksi dan memiliki konsentrasi tinggi, baik ditemukan pada air keran maupun air sungai dibanding dengan DMP dan DEP yang hanya ditemukan pada air keran. Setelah diuji, Phthalates yang ditemukan di Madrid tidak mewakili risiko estrogenic potensial untuk lingkungan akuatik dan manusia, tetapi pemantauan terus dilakukan untuk mengetahui konsentrasi dari senyawa tersebut.

Dapat dilihat pada **Tabel 2.1**, menunjukkan beberapa penelitian terdahulu mengenai kandungan senyawa Phthalate dan Bisphenol A pada air tanah di lokasi yang berbeda. Berdasarkan hasil yang didapat menyebutkan bahwa disemua tempat yang diteliti terdapat kandungan kedua senyawa tersebut dengan hasil konsentrasi yang beragam dari rendah maupun tinggi, selain itu penelitian tersebut menunjukkan bahwa phthalates memiliki bermacam-macam jenis dan struktur

seperti DMP, DEP, DBP dan masih banyak lagi. Hal ini menunjukkan bahwa sifat Phthalate dapat terurai dengan mudah dan masuk ke dalam air tanah. Beberapa penelitian di atas juga menyebutkan bahwa kedua senyawa memiliki dampak bagi manusia dan makhluk hidup yaitu mengganggu system hormone. Sementara itu, penelitian mengenai kandungan Phthalates dan BPA pada air tanah di Indonesia tergolong sedikit. Sehingga, peneliti memilih topik yang berkaitan dengan kandungan senyawa Phthalates dan BPA pada air tanah di Kecamatan Sleman. Sehingga dengan adanya penelitian ini dapat membantu mengetahui ada atau tidaknya kedua senyawa tersebut pada air tanah khususnya disekitar fasilitas kesehatan Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Hal ini karena fasilitas kesehatan dapat menjadi salah satu sumber muncul senyawa Phthalates dan BPA.

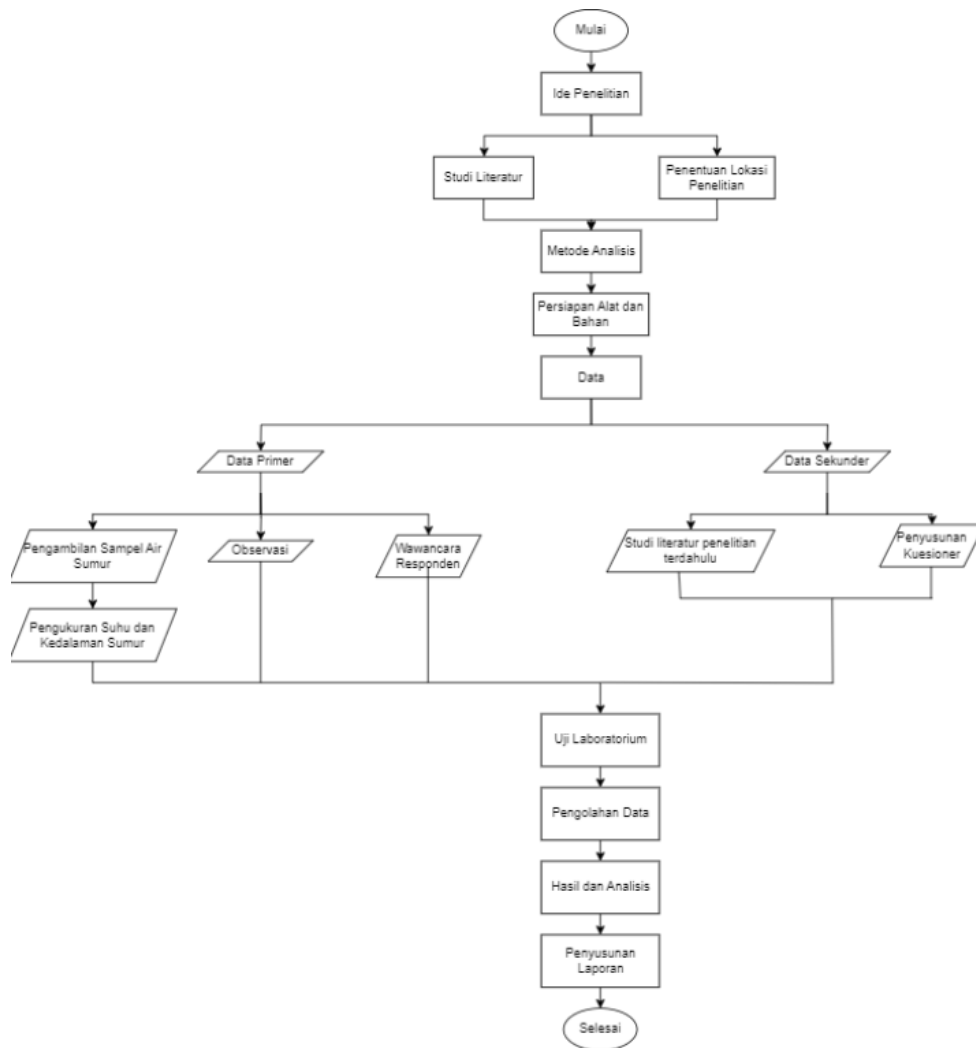
## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini diawali dengan penentuan topik yaitu mengenai kandungan senyawa pengganggu hormone berupa BPA dan *Phthalate* pada air tanah. Setelah penentuan topik, dilakukan studi literatur seputar senyawa pengganggu endokrin dan lokasi penelitian yaitu disekitar fasilitas kesehatan pada Kecamatan Sleman, pada tahap ini dilakukan pengumpulan jurnal, daftar Pustaka, serta referensi lainnya untuk dibaca dan dicatat poin pentingnya. Pada saat yang sama, dilakukan penentuan titik lokasi pengambilan sampel air yaitu pada sumur masyarakat yang berada di sekitar Kecamatan Sleman. Penentuan titik dilakukan dengan menggunakan metode *random sampling* tanpa adanya kriteria tertentu. Selanjutnya dilakukan kembali penentuan lokasi dengan observasi secara sekunder agar dapat mengetahui lokasi tersebut layak atau tidak, dan selanjutnya survei langsung untuk mengetahui kondisi lingkungan penelitian.

Tahapan selanjutnya yaitu menentukan metode yang cocok digunakan dalam pengujian sampel. Setelah metode ditentukan, maka alat dan bahan untuk pengambilan dan pengujian sampel berdasarkan literatur terkait harus disiapkan. Sebelum dilakukan pengujian, sampel yang telah diambil nantinya disimpan di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII. Sampel yang sudah diawetkan dan dibawa ke laboratorium nantinya di preparasi untuk menghilangkan kontaminan atau pengotor yang dapat mengganggu proses analisa. Selanjutnya sampel yang akan dianalisa dibagi menjadi dua bagian, yaitu ekstraksi dan analisis menggunakan GC-MS. Gambar 3.1 menunjukkan diagram alir penelitian yang dilakukan:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan di sekitar Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Dimana kawasan ini merupakan wilayah sub urban dengan kawasan perkotaan Pusat Kegiatan Wilayah (PKW), jadi dapat dipastikan wilayah ini terdapat banyak fasilitas kesehatan, pertanian, industri dan sarana publik lainnya. Sehingga kemungkinan besar terdapat pencemaran bahan kimia EDCs akibat residu dan produk sampingan dari kegiatan yang ada di fasilitas tersebut. Pengambilan sampel dilakukan untuk mengetahui konsentrasi dan sebaran EDCs pada wilayah tersebut. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara random sampling dengan

sampel diambil pada 8 titik yang telah ditentukan, kemudian sampel tersebut diuji di laboratorium terhadap adanya senyawa pengganggu endokrin. Pengambilan sampel air tanah mengacu pada SNI 6989.58:2008 tentang metode pengambilan sampel air tanah. Pelaksanaan penelitian sampel uji akan dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan FTSP UII dengan waktu pelaksanaan dimulai pada Bulan Maret 2023. Berikut merupakan kode dan koordinat titik lokasi penelitian:

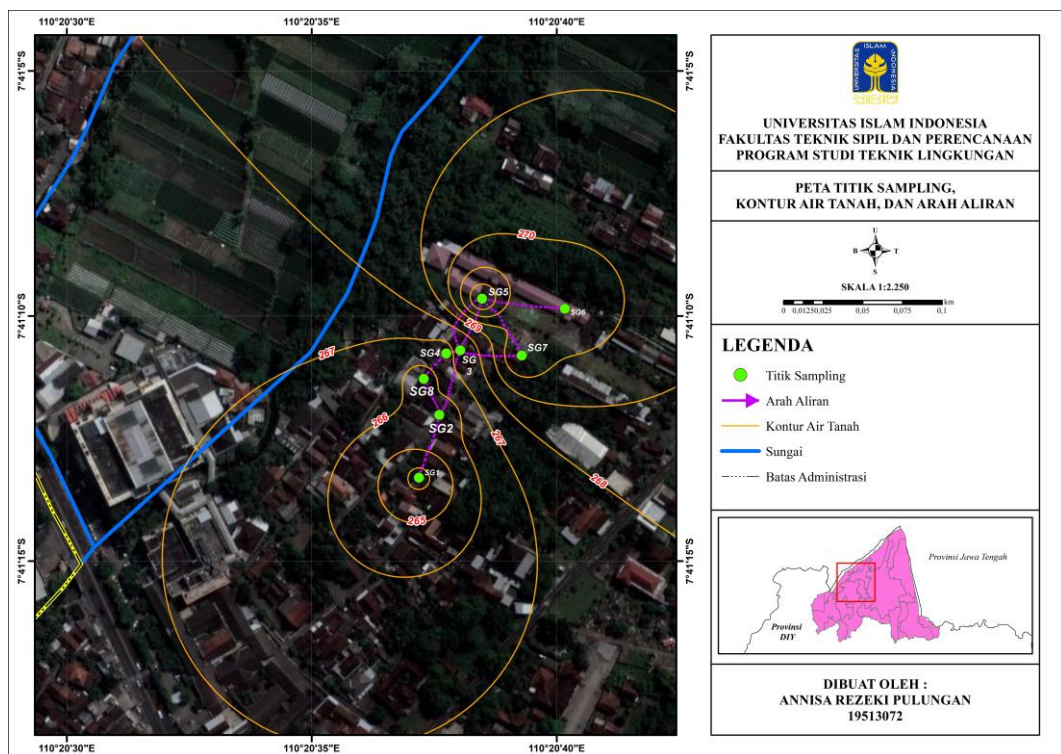
**Tabel 3. 1 Titik Pengambilan Sampel Air Tanah**

<b>No</b>	<b>Lokasi Pengambilan Sampel</b>	<b>Kode Lokasi</b>	<b>Koordinat</b>	<b>Justifikasi</b>
1	Jl. Murangan VIII, Panggeran 8, Triharjo, Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman	SG1	-7.687027, 110.343664	Merupakan kawasan padat penduduk, dimana terdapat beberapa kost, sarana peribadatan, warung dan sektor perkebunan disekitar pemukiman.
2	Jl. Murangan VIII, Panggeran 8, Triharjo, Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman	SG2	-7.686671, 110.343779	Merupakan kawasan padat penduduk, dimana terdapat beberapa kost, sarana peribadatan, warung, laundry dan sektor perkebunan disekitar pemukiman.
3	Jl. Murangan VIII, Panggeran 8, Triharjo, Kecamatan Sleman,	SG3	-7.686305, 110.343898	Merupakan kawasan padat penduduk, dimana terdapat beberapa kost, sarana peribadatan dan warung.

	Kabupaten Sleman			
4	Jl. Murangan VIII, Panggeran 8, Triharjo, Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman	SG4	-7.686323, 110.343819	Merupakan kawasan padat penduduk, dimana terdapat beberapa kost, sarana peribadatan dan warung.
5	Jl. Murangan VIII, Panggeran 8, Triharjo, Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman	SG5	-7.686013, 110.344021	Merupakan kawasan padat penduduk, dimana terdapat beberapa kost, sarana peribadatan, warung dan sektor pertanian disekitar pemukiman.
6	Jl. Agrowisata No.56, Panggeran 12, Triharjo, Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman	SG6	-7.686070, 110.344491	Merupakan kawasan padat penduduk, terdapat sektor pertanian dan perkebunan di sekeliling pemukiman.
7	Panggeran 8, Triharjo, Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman	SG7	-7.686335, 110.344247	Merupakan kawasan padat penduduk, terdapat sektor perkebunan di sekeliling pemukiman.
8	Panggeran 8, Triharjo,	SG8	-7.686467, 110.343691	Merupakan kawasan padat penduduk, dimana terdapat

	Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman		beberapa kost dan pemukiman.
--	---------------------------------------	--	------------------------------

Berikut merupakan gambar peta titik lokasi pengambilan sampel:



Gambar 3. 2 Titik Pengambilan Sampel Melalui QGIS

### 3.3. Jenis dan Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yaitu pendekatan yang digunakan untuk menjawab masalah penelitian dengan hasil penelitiannya disajikan dalam bentuk deskriptif yang menggunakan data berupa angka dan program statistik. Variabel penelitian merupakan segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang variabel tersebut kemudian ditarik kesimpulan. Dalam penelitian ini terdapat dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini adalah sebaran senyawa EDCs yaitu *Bisphenol A* (BPA) dan *Phthalates*.

Sedangkan variabel terikatnya adalah kualitas air tanah di wilayah Kecamatan Sleman.

### **3.4. Pengumpulan Data**

Terdapat dua data yang diperlukan dalam penelitian kali ini, yaitu data primer dan data sekunder.

#### **3.4.1. Pengumpulan Data Primer**

Data primer merupakan data yang didapatkan dari hasil observasi langsung di lokasi pengambilan sampel yaitu seperti wawancara masyarakat sekitar, observasi sumur, pengukuran tinggi muka air tanah pada lokasi penelitian, pengambilan sampel air tanah pada sumur yang mengacu kepada SNI nantinya akan dibawa dan diuji kandungan *Bisphenol A* (BPA) dan *Phthalates* di Laboratorium Teknik Lingkungan FTSP UII.

##### **3.4.1.1. Wawancara Masyarakat Sekitar Titik Sampel**

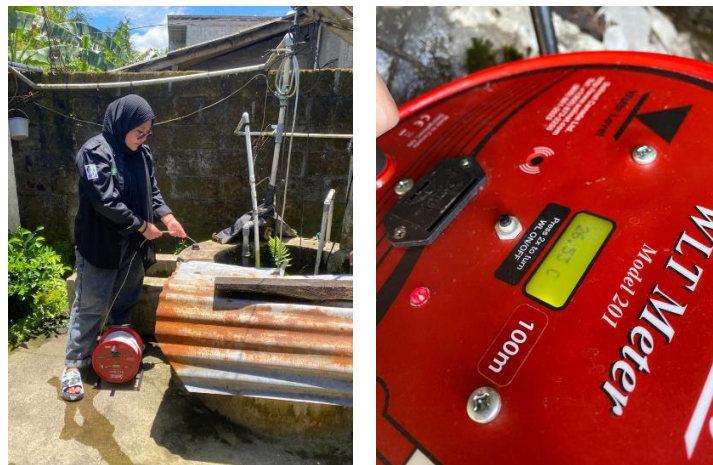
Wawancara dilakukan dengan menggunakan kuesioner sehingga pertanyaan yang ingin ditanyakan sudah tersusun dengan jelas sehingga dalam pengambilan data wawancara juga jauh lebih mudah. Wawancara dan pengisian kuesioner dilakukan kepada pemilik sumur pantau untuk mengetahui bagaimana kondisi sumur yg digunakan. Wawancara ini bertujuan untuk mengkonfirmasi data yang ada dan bagaimana keadaan sumber air tanah pada Kecamatan Sleman. Berikut merupakan daftar topik yang akan ditanyakan pada pemilik sumur yang digunakan sebagai penunjang penelitian:

1. Konsumsi air: sumber air yang dipakai, jenis sumur, tahun pembuatan sumur, konstruksi sumur, usia sumur, frekuensi tinggal dan lama konsumsi sumur dan keadaan responden terhadap penggunaan air.
2. Data antropometri: Umur, berat badan, frekuensi tinggal, dan pola aktivitas responden dalam penggunaan air.



### 3.4.1.2. Observasi Sumur

Observasi sumur dilakukan untuk mencari dan mengetahui elevasi muka air tanah (m) dengan melakukan pengukuran pada tinggi bibir sumur terhadap muka air tanah dan kedalaman muka air tanah sesuai koordinat titik yang sudah ditentukan sebelumnya. Alat yang digunakan pada pengukuran kedalaman muka air tanah yaitu *water level meter*. Alat ini mampu mengukur kedalaman permukaan air tanah dengan memanfaatkan sensor konduktivitas atau probe sensor air yang terhubung dengan gulungan meteran dan buzzer untuk mendeteksi permukaan air dengan konduktivitas high dan low. Cara penggunaannya yaitu dengan menurunkan probe sensor kedalam lubang sumur secara perlahan hingga menyentuh permukaan air tanah, jika sudah mencapai permukaan air tanah maka probe akan mengirim sinyal melalui gulungan yang berisi baterai agar mengeluarkan suara dan indikator lampu akan menyala berwarna merah. Setelah itu dilakukan pencatatan hasil kedalaman muka air tanah beserta dengan suhunya.



Gambar 3. 3 Pengukuran Menggunakan Alat Water Level Meter  
(Sumber: dokumentasi pribadi, Maret 2023)

### 3.4.2. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung, yang mampu memberikan tambahan serta penguatan terhadap penelitian. Sumber data sekunder ini dapat berupa literatur ilmiah, buku, jurnal penelitian, sumber dari

arsip, dokumen resmi dan lembaga penelitian terkait. Pada penelitian ini data sekunder yang dibutuhkan yaitu peta wilayah administrasi, peta rtrw, serta jurnal yang membahas mengenai EDCs dan penelitian terdahulu mengenai hubungan EDCs dan kualitas air tanah.

### 3.5. Alat dan Bahan

Berikut merupakan alat dan bahan yang akan digunakan dalam melakukan pengujian sampel, diantaranya:

**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>	2	Buah	Tempat penyimpanan sampel air tanah yang sudah masuk kedalam botol-botol
2		<i>Bailer</i>	1	Buah	Alat pengambilan sampel air
3		<i>Water Level Meter</i>	1	Buah	Alat pengukuran elevasi
4		Botol Vial Coklat 2,5 L	8	Buah	Tempat penyimpanan sampel air yang sudah diambil
No	Jenis Alat	Nama Alat	Jumlah	Satuan	Fungsi
1	Alat pengujian laboratorium	Gelas Beaker 500 mL	2	Buah	Wadah sampel saat dibuahi dengan aquades
2		Gelas Beaker 250 mL	2	Buah	Wadah sampel air setelah proses

					vacuum sebelum dibuang
3		<i>Vacuum Erlenmeyer Flask 500 mL</i>	1	Buah	Wadah sampel setelah proses penyaringan dengan kertas saring <i>membrane filter</i> (0,45 $\mu\text{m}$ )
4		<i>Catridge C18</i>	16	Buah	Pengadukan dan menjaga kondisi sampel
5		Pipet Ukur 1 mL	1	Buah	Menambahkan larutan Piridin kedalam sampel
6		Pipet Ukur 5 mL	1	Buah	Pembuatan standar Phthalates
7		Pipet Ukur 10 mL	3	Buah	Menambahkan larutan bahan ke <i>catridge</i>
8		Cawan Porselin	2	Buah	Wadah saat pemanasan di <i>Water Bath</i>
9		Labu Ukur 10 mL	6	Buah	Wadah pembuatan larutan standar BPA
10		Botol Vial 10 mL	8	Buah	Penyimpanan akhir sampel sebelum di inject ke GC-MS

11		<i>Water Bath</i>	1	Buah	Penguapan larutan Metanol dan Hexana pada Cawan Porselin
12		<i>Rotary Evaporator</i>	1	Buah	Mengeringkan larutan eluat methanol/aseton (3:2)
13		<i>Vacuum</i>	1	Buah	Mempercepat proses elusi pada <i>catridge</i>
14		<i>Gas Chromatographu-Mass Spectrometry (GC-MS)</i>	1	Buah	Analisa dan identifikasi kandungan BPA dan Phthalates pada sampel
<b>No</b>	<b>Jenis Bahan</b>	<b>Nama Bahan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Satuan</b>	<b>Fungsi</b>
14	Bahan pengujian di laboratorium	<i>Dichloromethane</i>	16	mL	Pengaktif <i>catridge</i>
15		Aseton	114	mL	Sebagai pelarut
16		<i>Hexane</i>	48	mL	Sebagai pelarut
17		<i>Methanol</i>	352	mL	Pengaktif <i>catridge</i>
18		Piridin	0,4	mL	Pengujian BPA
19		Kertas saring <i>glass microfiber</i> 0,45 $\mu\text{m}$	16	Buah	Penyaring partikel yang masih ada pada sampel (Phthalates dan BPA)
20		C18-E <i>catridge</i> , 1g, 6 cc	16	Buah	Mengikat senawa dalam sampel
21	Aquades <i>Waterpure</i>	secukupnya	mL	Membilas alat	

### **3.6. Proses Pengujian Sampel**

Pada proses pengujian sampel air tanah dilakukan beberapa tahapan pengujian, yaitu tahap penyaringan (filtrasi), *Solid Phase Extraction* (SPE), analisis *Phthalates*, analisis *Bisphenol A* dan pembacaan sampel menggunakan GC-MS dan Spektrofotometri UV Vis pada Laboratorium Kualitas Air FTSP UII dan Laboratorium Instrumen FTSP UII.

#### **3.6.1. Pengambilan Sampel**

Pengambilan sampel air tanah mengacu kepada SNI 6989.58:2008 tentang Metode Pengambilan Sampel Air Tanah. Berikut beberapa langkahnya:

- a. Persyaratan untuk peralatan pengambilan sampel air sumur bor
  1. Terbuat dari bahan yang tidak mempengaruhi sifat dari sampel air
  2. Mudah dicuci dari bekas sampel sebelumnya
  3. Sampel mudah dipindahkan ke dalam wadah penampungan tanpa adanya sisa bahan tersuspensi di dalamnya
  4. Mudah dan aman dibawa
- b. Jenis alat pengambilan contoh air sumur

Alat yang dapat digunakan salah satunya yaitu *Bailer* yang terdiri dari tabung teflon dengan ujung atas terbuka dan ujung bawah tertutup serta dilengkapi dengan *ball valve*. Berikut merupakan gambar *Bailer*:



Gambar 3. 4 Bailer

- c. Cara pengambilan sampel untuk pengujian kualitas air
1. Siapkan alat pengambil sampel
  2. Bilas alat dengan sampel yang akan diambil sebanyak 3 (tiga) kali
  3. Ambil contoh sesuai dengan kebutuhan analisis
  4. Masukkan kedalam wadah botol kaca
  5. Lakukan pengawetan untuk diuji ke laboratorium.

### 3.6.2. Pengawetan Sampel

Pengawetan sampel dilakukan agar sampel yang sudah diambil dari lapangan dapat awet saat dibawa ke laboratorium untuk diuji lebih lanjut kandungan EDCs. Pengawetan sampel yang akan dibawa untuk diuji pada laboratorium dilakukan dengan menggunakan wadah gelas vial berwarna coklat dan dimasukkan kedalam box pendingin sampai tiba di laboratorium. Setelah itu, sampel disimpan di lemari es dengan suhu 4°C bebas dari waktu pengumpulan sampai ekstraksi dengan maksimum waktu penyimpanan menurut EPA yakni 7 hari untuk ekstraksi dan 40 hari setelah diekstraksi. Sedangkan, untuk senyawa *Phthalates* tidak ada langkah - langkah untuk melakukan pengawetan dan penyimpanan secara khusus karena *Phthalates* stabil pada pH 7.



Gambar 3. 5 Proses Pengambilan Sampel Air Sumur

(Sumber: dokumentasi pribadi, Maret 2023)

### 3.6.3. Preparasi Sampel

Preparasi sampel sangat diperlukan untuk melakukan penelitian, hal ini untuk memastikan integritas sampel selama seluruh penyimpanan dan analisis. Berikut merupakan tahapan preparasi sampel yang akan dilakukan di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII.

#### 3.6.3.1. Preparasi Sampel *Phthalates*

Berikut merupakan proses preparasi sampel *phthalates* yang akan dilakukan di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII yaitu:

##### 3.6.3.1.1. Penyaringan (*Filtration*)

Penyaringan merupakan tahap awal dalam pengujian sampel sebelum melakukan tahap *Solid Phase Extraction* (SPE). Dimana sampel disaring menggunakan kertas saring *membrane filter* (0,45  $\mu\text{m}$ ). Pada senyawa *phthalates*, kertas saring *membrane filter* (0,45  $\mu\text{m}$ ) yang digunakan akan di oven selama 12 jam dengan suhu 100 °C sebelum dilakukan penyaringan. Proses penyaringan akan dibantu oleh alat *vacuum* untuk penyedotan air sampel yang akan dilewatkan melalui kertas saring *membrane filter* (0,45  $\mu\text{m}$ ) menuju ke *vacuum erlenmeyer flask* 500 mL. Setelah itu, sampel yang sudah di saring dipindahkan ke gelas beaker 500 mL.



Gambar 3. 6 Proses Pengovenan Kertas Saring dan Penyaringan Sampel  
(Sumber: dokumentasi pribadi, Maret 2023)

### 3.6.3.1.2. Solid Phase Extraction (SPE)

Setelah melakukan tahap penyaringan, selanjutnya dilakukan tahap ekstraksi dengan menggunakan *Solid Phase Extraction* (SPE) atau disebut ekstraksi fase padat. SPE ini bertujuan untuk menjerap dan memekatkan senyawa EDCs yang terlarut pada sampel untuk dianalisis di instrument GC-MS. Tahap SPE terdiri dari 6 tahapan yaitu Conditioning, Loading Sample, Vacuum Dry, Elution, Concentration, dan Reconstitution. SPE nantinya menggunakan *cartridge* C18 1000 mg/6 ml yang akan dilewatkan oleh bahan kimia dan sampel yang sudah disaring pada tahap conditioning.

Tahap pertama dalam melakukan Solid Phase Extraction (SPE) pada pengujian *Phthalates* adalah *conditioning* menggunakan *cartridge* C18 1000 mg/6



ml, dengan melewati *dichloromethane* sebanyak 2 mL, diikuti *aseton* sebanyak 1 mL, diikuti *methanol* sebanyak 2 mL, dan Aquades sebanyak 2 mL menggunakan pipet ukur. Setelah itu, dilakukan *Loading Sample* dengan memasukkan sampel yang sudah disaring ke *cartridge* secara perlahan menggunakan suntikan 10 mL, tahap ini dilakukan hingga sampel 500 mL habis melalui proses penyedotan oleh SPE *vacuum manifold*. Setelah tahap *Loading Sample*, *cartridge* dikeringkan dengan tetap menyalakan *vacuum* hingga *cartridge* mengering selama 20 menit. Lalu, dilakukan tahap *Elution* dimana *cartridge* dilewati kembali dengan *methanol* sebanyak 6 mL dan *heksana* sebanyak 6 mL berturut-turut dan di tampung pada botol vial 15 mL. Selanjutnya dilakukan tahap *Concentration* dimana *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. Lalu, cawan porselin didiamkan hingga dingin dan dilanjutkan ke tahap terakhir *Reconstitution* yakni *derivatisasi*, dengan melarutkan 1 mL *aseton* pada cawan porselin, lalu pindahkan 1 mL *aseton* ke botol injeksi 2 mL agilent untuk dianalisis lebih lanjut pada *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS).



Gambar 3. 7 Proses Conditioning, Loading Sample, Vacuum Dry, Elution Pada Sampel Menggunakan Cartridge C18-E

(Sumber: dokumentasi pribadi, maret 2023)



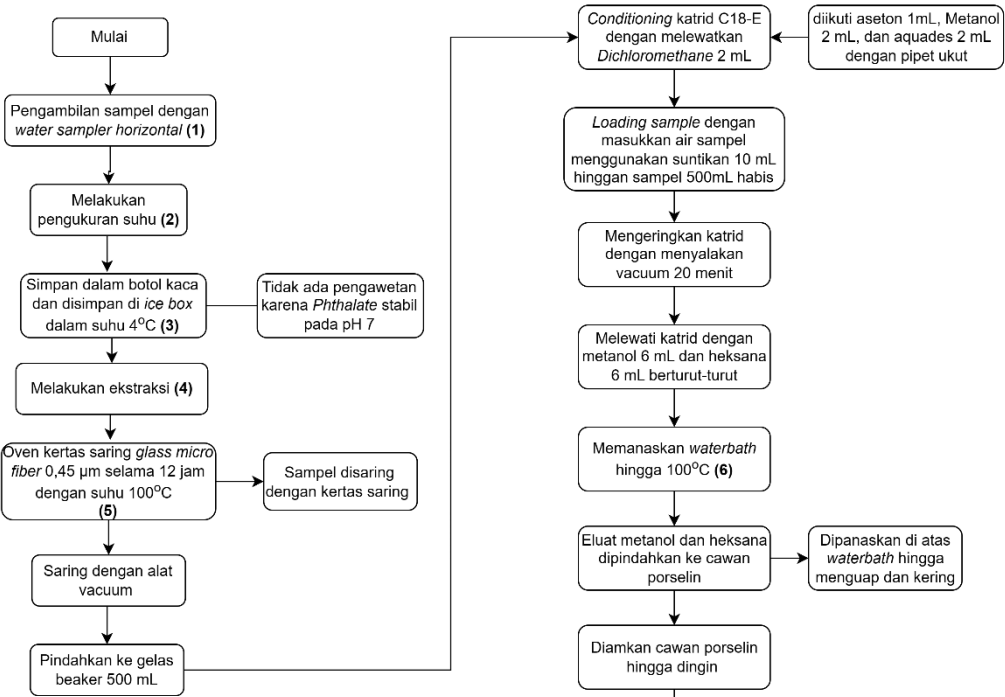
Gambar 3. 8 Proses Dryness Pada Sampel Menggunakan Waterbath  
(Sumber: dokumentasi pribadi, maret 2023)



Gambar 3. 9 Proses Derivatisasi dengan Melarutkan 1 mL *Aseton* Pada Cawan Porselin  
(Sumber: dokumentasi pribadi, maret 2023)

Berikut merupakan diagram alir analisis *Phthalates* pada sampel air tanah:

**FLOWCHART PENGUJIAN PHTHALATE**



**KETERANGAN :**

1. Sampel diambil sesuai dengan ketentuan pengambilan sampel air tanah (SNI 6989.58:2008)
2. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan termometer
3. Dilakukan untuk menghilangkan kontaminan yang tidak diinginkan pada sampel sebelum diuji
4. Analisis dilakukan dengan SPE dan GC-MS
5. Penyaringan dilakukan untuk menghilangkan partikel yang masih menempel pada senyawa yang akan diuji
6. Untuk membantu penguapan metanol dan hexane pada cawan porselin

Gambar 3. 10 Diagram Alir Pengujian *Phthalates* Pada Sampel Air Tanah

Sumber: Lee, Y. M., Lee, J. E., Choe, W., Kim, T., Lee, J. Y., Kho, Y., ... Zoh, K.D. (2019). *Distribution of phthalate esters in air, water, sediments, and fish in the Asan Lake of Korea. Environment International, 126, 635–643.*

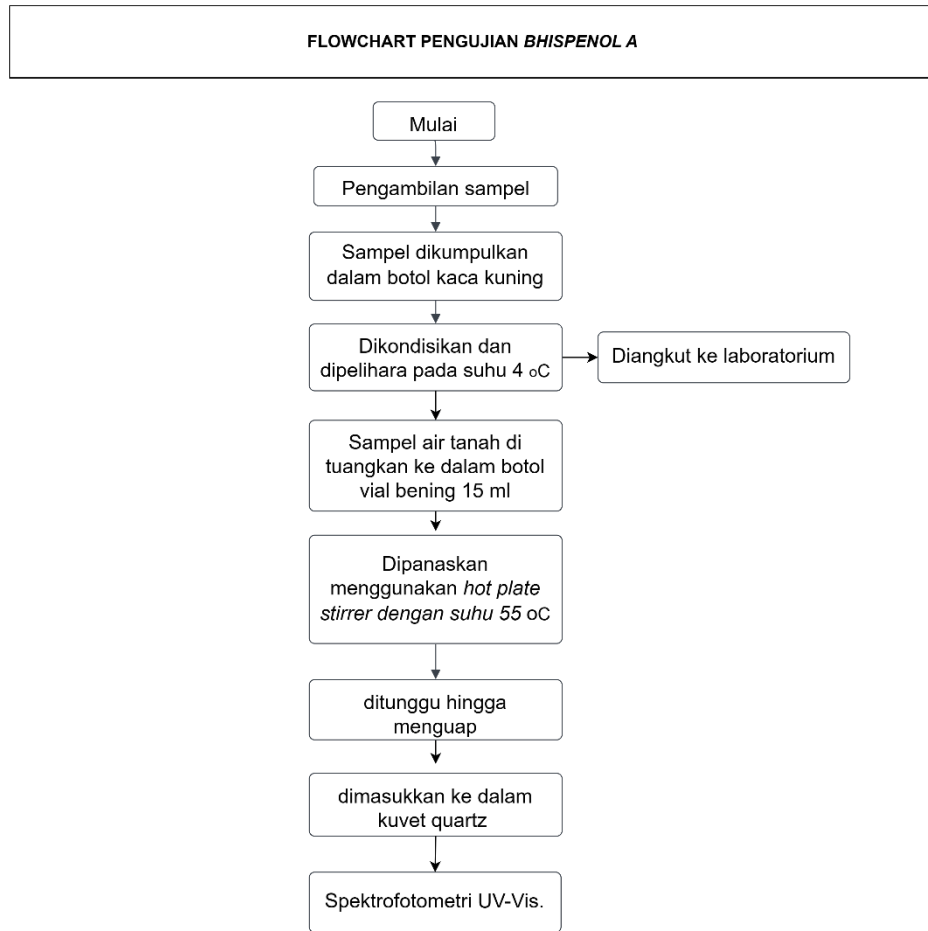
### 3.6.3.2. Preparasi Sampel *Bisphenol A*

Preparasi sampel *bisphenol A* dilakukan dengan mengisi masing-masing sampel air tanah yang berjumlah 8 ke dalam botol vial bening 15 mL. Kemudian, air sampel akan dipanaskan menggunakan *hot plate stirrer* dengan suhu 55°C dan ditunggu hingga menguap. Kemudian sampel didinginkan sebelum dimasukkan kedalam kuvet. Hal ini, dilakukan agar *bisphenol A* dapat larut dan bisa terdeteksi di Spektrofotometri UV-Vis.



Gambar 3. 11 Proses Pemanasan Sampel Air Tanah

(Sumber: dokumentasi pribadi, juni 2023)



Gambar 3. 12 Diagram Alir Pengujian *Bisphenol A* Pada Sampel Air Tanah

Sumber: Lubis, N., Soni, D., & M. D. S. Fuadi. (2021). Pengaruh Suhu Penyimpanan Air Minum Pada Botol Kemasan Polycarbonate (Pc) Yang Beredar Di Daerah Garut Terhadap Kadar Bisphenol-A (Bpa) Menggunakan Spektrofotometri Ultraviolet. 223–223.

### 3.6.1. Persiapan Standar

Persiapan Standar sangat di butuhkan dalam proses analisis data dalam menentukan identitas dan konsentrasi sebenarnya dari suatu larutan yang di uji dengan akurasi tinggi. Berikut merupakan persiapan standar senyawa *phthalates* dan *bisphenol A*:

### 1.6.1.1. Persiapan Standar *Phthalates*

Persiapan standar *phthalates* dilakukan menggunakan standar campuran EPA Method 8061A Phthalate Esters Mixture 1000  $\mu\text{g}/\text{mL}$  yang dibeli dari Restek Corporation 110 Benner Circle Bellefonte, PA. Standar ini memiliki 15 jenis senyawa *phthalates* dalam satu larutan, tetapi hanya terdeteksi 9 senyawa dengan 3 diantaranya tidak tertulis pada komposisi larutan standar tetapi terbaca pada software diantaranya *Phthalic acid isohexyl 4-methylpent-2-yl ester*, *Phthalic acid*, *hexyl hex-3-yl ester*, dan *Diisooctyl Phthalate*.

Standar campuran EPA Method 8061A Phthalate Esters Mixture 1000  $\mu\text{g}/\text{mL}$  ini nantinya akan diencerkan menjadi larutan standar primer dengan konsentrasi 20 mg/L dan 40 mg/L. Selanjutnya, melakukan pembuatan pelarut 100 mL dengan perbandingan larutan 80:20 berupa *hexane* : *acetone*. Setelah itu, dilakukan pembuatan larutan standar sebanyak 5 konsentrasi yaitu 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, dan 40 ppm. Pembuatan larutan standar ini menggunakan rumus pengenceran untuk mengetahui volume yang akan diambil. Selain itu, diketahui nilai untuk volume total pembuatan larutan standar yaitu 1 mL. volume total yang sudah dihasilkan akan di masukkan ke dalam botol injeksi 2 mL (*agilent*) untuk dianalisis lebih lanjut pada Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS).





Gambar 3. 13 Proses Pembuatan Larutan Standar *Phthalates*  
(Sumber: dokumentasi pribadi, juni 2023)

#### 1.6.1.2. Persiapan Standar *Bisphenol A*

Persiapan standar *bisphenol A* dilakukan menggunakan *bisphenol A* 98% *for synthesis* yang berbentuk bubuk dan berasal dari Loba Chemie PVT.LTD. Dalam pembuatan larutan standar primer, *bisphenol-A* (BPA) murni ditimbang sebanyak 25 mg atau 0,025 g. Lalu, dilarutkan dengan *aquades* sebanyak 25 mL dan dimasukkan ke dalam gelas beaker. Kemudian diaduk hingga merata diatas *hot plate*. Konsentrasi larutan induk BPA yang sudah dilarutkan ini adalah 1000 ppm. Kemudian dari larutan induk dilakukan pembuatan larutan standar 10 ppm yang diambil sebanyak 0,1 mL. Dalam menentukan kurva kalibrasi, pembuatan larutan standar ini dibuat sebanyak 6 konsentrasi yaitu 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm dan 6 ppm. Dimana larutan standar bisphenol-A (BPA) 10 ppm diambil sebanyak 1 mL; 2 mL; 3 mL; 4 mL; 5 mL, dan 6 mL. Masing-masing dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL. Kemudian masing-masing larutan ditambahkan *aquades* sampai garis tanda batas. Setelah itu, masing-masing larutan standar di masukkan ke dalam kuvet quartz untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan Spektrofotometri UV-Vis.



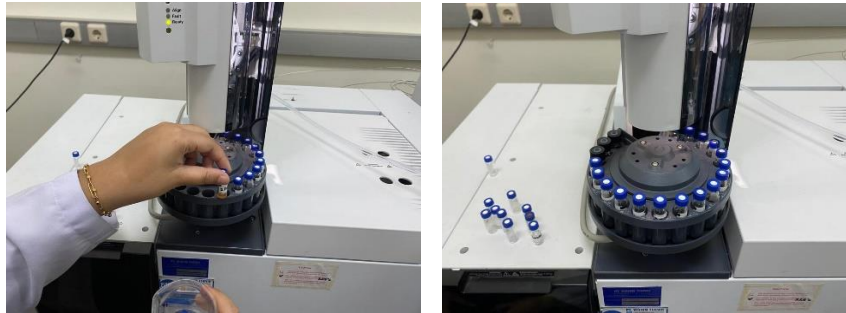
Gambar 3. 14 Proses Pembuatan Larutan Standar *Bisphenol A*

(Sumber: dokumentasi pribadi, juni 2023)

### 3.6.2. Analisa Sampel Menggunakan Instrumen Gas Chromatography- Mass Spectrometry (GC-MS)

Penentuan konsentrasi *bisphenol A* dan *phthalates* dilakukan menggunakan instrumen GC-MS. Dimana sampel yang diekstraksi menggunakan analisis *Solid Phase Extraction* (SPE) akan dilarutkan dengan 1 mL aseton pada cawan porselin dan dipindahkan ke botol injeksi 2 mL (*agilent*) atau MS UI (ketebalan Sampel (1 film L) 30 m. Botol injeksi tersebut kemudian disuntikkan dalam mode split (rasio split 1:2) pada 300 °C kedalam GC-MS yang dilengkapi dengan × kolom 0,25 mm kapiler × 0,25 DB-5 m, Agilent). Kemudian dengan 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.

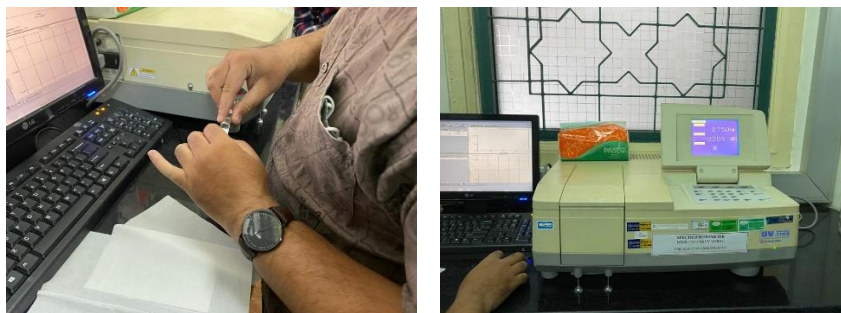




Gambar 3. 15 Proses Analisa Sampel Menggunakan Instrumen GC-MS  
(Sumber: dokumentasi pribadi, juni 2023)

### 3.6.3. Analisa Sampel Menggunakan Instrumen Spektrofotometri Ultraviolet Visible (UV-Vis)

Penentuan konsentrasi *Bisphenol A* dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometri UV-Vis, dimana masing-masing sampel yang sudah dipanaskan akan diukur panjang serapannya atau absorbansinya pada panjang gelombang maksimum 275 nm. Setelah itu, hasilnya akan menunjukkan kurva hubungan antara absorbansi dengan panjang gelombang dari suatu larutan standar pada konsentrasi tertentu.



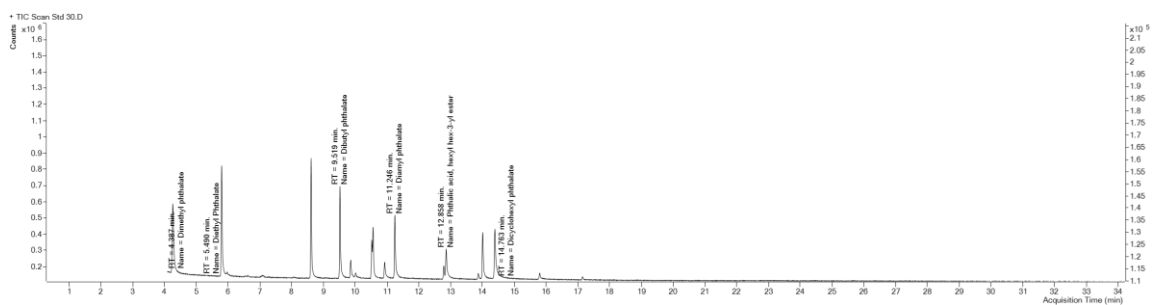
Gambar 3. 16 Proses Analisa Sampel Menggunakan Instrumen Spektrofotometri  
UV- Vis

(Sumber: dokumentasi pribadi, juni 2023)

### 3.7. Analisis Data Hasil Uji

#### 3.7.1. Analisis Data Hasil *Phthalates* Menggunakan Instrumen Gas Chromatography- Mass Spectrometry (GC-MS)

Hasil analisis data larutan standar pada hasil pembacaan GC-MS dapat dilihat pada contoh grafik kromatogram larutan standar konsentrasi 30 ppm sebagai berikut:



Gambar 3. 17 Hasil Pembacaan Grafik Kromatogram Larutan Standar Konsentrasi Phthalates (30 ppm)

(Sumber: Data Qualitative Analysis Report Hasil Pembacaan GC-MS)

Pada **Gambar 3.17** diketahui bahwa grafik *horizontal* adalah retention time (RT) yang merupakan waktu yang menunjukkan menit dimana senyawa itu mulai terbaca. Sedangkan, grafik *vertical* adalah *relative abundance* yang merupakan kelimpahan relatif masing-masing ion fragmen yang tergantung pada kesetimbangan antara kecepatan pembentukannya dan kecepatan dekomposisinya sehingga membentuk area puncak (peak area). Pada grafik kromatogram larutan standar konsentrasi 30 ppm diatas terdeteksi 9 senyawa, salah satunya *Dimethyl Phthalate* yang memiliki waktu retensi pada menit ke 11,246.

### 3.7.2. Analisis Data Hasil *Bisphenol A* (BPA) Menggunakan Instrument Spektrofotometri Ultraviolet Visible (UV-Vis)

Pada hasil pembacaan analisis data larutan standar menggunakan Spektrofotometri UV Vis, didapatkan nilai absorbansi yang semakin tinggi disetiap konsentrasinya. Hal ini menunjukkan semakin besar konsentrasi yang terkandung dalam *bisphenol A* maka semakin besar molekul yang akan menyerap cahaya pada panjang gelombang 275 nm, sehingga nilai absorbansinya semakin besar juga.

### 3.7.3. Analisis Data Kalibrasi

#### 3.7.3.1. *Phthalates*

Larutan standar *phthalates* yang diinjeksikan pada GC-MS menunjukkan setiap konsentrasi larutan yang dibuat akan menghasilkan peak area yang berbeda pula. Data konsentrasi dan peak area ini akan dikonversi dalam bentuk grafik kurva kalibrasi untuk mendapatkan persamaan regresi linear yang akan digunakan untuk mencari konsentrasi sampel. Sedangkan, larutan standar bisphenol A yang dimasukkan pada spektrofotometri menunjukkan setiap konsentrasi larutan yang dibuat akan menghasilkan absorbansi yang berbeda pula. Data konsentrasi dan absorbansi ini akan dikonversi dalam bentuk grafik kurva kalibrasi untuk mencari konsentrasi sampel.

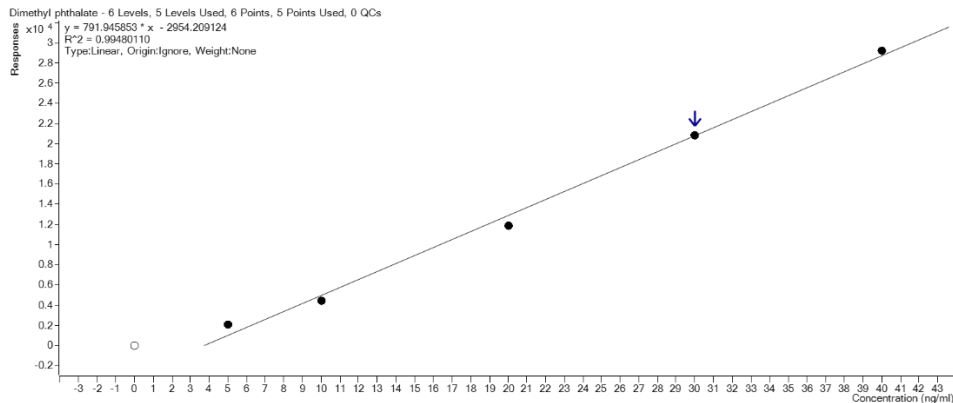
Pada grafik kalibrasi memiliki koefisien determinasi atau  $R^2$  yang digunakan sebagai kriteria, dimana nilai  $R^2$  dilakukan untuk mengukur seberapa baik garis regresi sesuai dengan data aktualnya (*Goodness of Fit R-Square*). Nilai  $R^2$  memiliki interval antara 0 sampai 1 ( $0 < R^2 < 1$ ), dimana semakin besar nilai  $R^2$  mendekati 1 dapat diartikan bahwa variabel x dan y dari persamaan regresi linear dapat dikategorikan memiliki keterikatan yang baik dan kuat. Sebaliknya, jika nilai  $R^2$  sama dengan 0 atau mendekatinya diartikan bahwa variabel x dan y dari persamaan regresi linear dapat dikategorikan memiliki keterikatan yang tidak baik dan lemah. 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 atau absorbansi dari instrumen Spektrofotometri UV Vis. Nilai  $a$  atau intersep menunjukkan kepekaan terhadap instrumen GC-MS dan Spektrofotometri UV Vis. Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa koefisien determinasi atau  $R^2$  dari setiap jenis senyawa *phthalates* serta *Bisphenol A* menunjukkan bahwa ada korelasi atau keterikatan yang sangat kuat antara konsentrasi dengan respon.

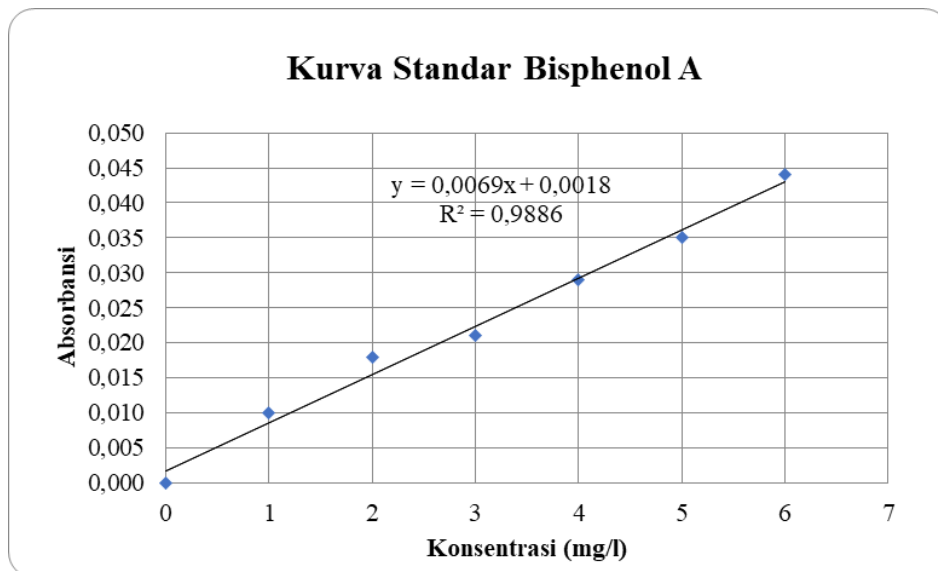
#### **3.7.4. Limit of Detection (LOD) & Limit of Quantification (LOQ)**

Limit Deteksi (LOD) merupakan konsentrasi atau jumlah terkecil dari analit dalam sampel yang dapat terdeteksi oleh instrument, tetapi tidak perlu terkuantisasi sehingga nilai yang dihasilkan tidak harus memenuhi kriteria akurasi dan presisi. LOQ ini masih bisa memberikan respons yang signifikan dibandingkan dengan blanko. Limit Kuantisasi (LOQ) adalah konsentrasi atau jumlah terendah dari analit yang masih dapat ditentukan dan diukur dengan akurat dan presisi oleh alat instrumen. Limit kuantisasi biasa disebut limit pelaporan (limit of reporting). LOD dan LOQ tidak dapat dipisahkan karena terdapat hubungan yang sangat kuat. Nilai LOD dan LOQ diperoleh dari persamaan kurva kalibrasi dan nilai slope.

Penentuan limit deteksi dan limit kuantitasi dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu: signal to noise, penentuan blanko dan kurva kalibrasi. Penentuan nilai limit deteksi dan kuantisasi tergantung pada analisis yang dilakukan menggunakan alat/instrumen atau tidak menggunakan instrumen. Apabila kegiatan analisis dilakukan tidak menggunakan instrumen maka limit deteksi dan kuantisasi ditentukan dengan mendeteksi analit dalam sampel dengan pengenceran secara bertingkat. Apabila kegiatan analisis dilakukan menggunakan alat/instrumen maka limit deteksi dan kuantisasi ditentukan dengan mengukur respon blanko. Berikut merupakan salah satu contoh grafik dari perhitungan kurva kalibrasi untuk senyawa *Phthalate* yaitu *Dimethyl Phthalate* dan *Bisphenol A*:



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



Gambar 3. 19 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standar *Bisphenol A*  
 (Sumber: olah data pribadi, 2023)

Dapat dilihat **Gambar 3.19** merupakan kurva kalibrasi senyawa *Dimethyl Phthalate*, didapatkan rumus persamaan yaitu  $y = 114781,11x - 26257,63$ , dengan nilai koefisien determinasi  $R^2 = 0,9976$  menunjukkan bahwa ada korelasi atau keterikatan yang sangat kuat antara konsentrasi dengan respons. Sedangkan pada **Gambar 3.18** yang merupakan kurva kalibrasi senyawa *Bisphenol A*, didapatkan rumus persamaan yaitu  $y = 0,0069x + 0,0018$  dengan  $R^2 = 0,9886$  menunjukkan

bahwa ada korelasi atau keterikatan yang sangat kuat antara konsentrasi dengan absorbansi. Selain itu, pada grafik larutan standar BPA, dapat disimpulkan bahwa nilai absorbansi tergantung pada konsentrasi atau kadar zat yang terkandung di dalam larutannya. Dimana semakin tinggi konsentrasi yang terkandung dalam suatu sampel maka semakin banyak molekul yang akan menyerap cahaya pada gelombang tertentu, sehingga nilai absorbansi semakin semakin tinggi atau berbanding lurus dengan konsentrasi yang ada pada sampel.

Dari kedua persamaan diatas, itulah yang disebut sebagai model persamaan  $y = ax + b$ , dan model ini yang digunakan untuk mencari sensitivitas  $b$  serta nilai LOD dan LOQ. LOD dan LOQ memiliki nilai konstanta yakni LOD adalah 3 dan nilai  $k$  LOQ adalah 10. Berikut merupakan rumus LOD dan LOQ:

$$Q = \frac{k \times Sb}{a} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 1)}$$

$$LOD = \frac{3 Sb}{slope} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2)}$$

$$LOQ = \frac{10 Sb}{slope} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3)}$$

Keterangan:

Q = LOD atau LOQ

k = 3 untuk LOD dan 10 untuk LOQ

Sb = Simpangan baku respon analitik dari blanko ( $Sy/x$ )

b = arah garis linear (kepekaan arah) dari kurva antara respon dan konsentrasi (nilai slope pada persamaan  $y = ax + b$ )

Berikut merupakan tabel perhitungan slope dan intersep salah satu senyawa *Phthalates*, yaitu *Dimethyl Phthalate* dan *Bisphenol A*:

1) *Dimethyl Phthalate* (DMP)

**Tabel 3. 3 Hasil Perhitungan Slope dan Intersep Larutan Standar *Dimethyl Phthalate* (DMP)**

<b>Sampel</b>	<b><i>Dimethyl phthalate Method</i></b>		<b><i>Dimethyl phthalate Results</i></b>		
<b>Name</b>	<b>Exp. Conc.</b>	<b>Units</b>	<b>RT</b>	<b>Resp.</b>	<b>Conc.</b>
Standar 1	0,0000	mg/L	4,188	0	0
Standar 2	6,3354	mg/L	4,345	2063	6,34
Standar 3	9,2742	mg/L	4,181	4390	9,27
Standar 4	18,7443	mg/L	4,143	11890	18,74
Standar 5	30,0150	mg/L	4,387	20816	30,02
Standar 6	40,6311	mg/L	4,526	29223	40,63
<b>R</b>					0,994
<b>Slope (a)</b>					791,94
<b>Intersep (b)</b>					-2954,42

(Sumber: olah data pribadi, 2023)

Berikut merupakan contoh perhitungan LOD dan LOQ dengan metode kurva kalibrasi larutan standar senyawa *Dimethyl Phthalate*:

**Tabel 3. 4 Hasil Data Statistik Kurva Kalibrasi Larutan Standar *Dimethyl Phthalate* (DMP)**

<b>Sampel</b>	<b><i>Dimethyl phthalate</i></b>				
<b>Name</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Yi</b>	<b>(Y-Yi)</b>	<b>(Y-Yi)<sup>2</sup></b>
Standar 1	0	0	-2954,42	2954,42	8728620,95
Standar 2	6,3354	2063	2062,86	0,14	0,02
Standar 3	9,2742	4390	4390,22	-0,22	0,05
Standar 4	18,7443	11890	11890,01	-0,01	0,00
Standar 5	30,0150	20816	20815,78	0,22	0,05
Standar 6	40,6311	29223	29223,13	-0,13	0,02
				<b>Total</b>	8728621,09
				<b>S(y/x)</b>	1705,74
				<b>LOD</b>	6,46
				<b>LOQ</b>	21,54

(Sumber: olah data pribadi, 2023)

Langkah perhitungan LOD dan LOQ dengan metode kurva kalibrasi dijabarkan sebagai berikut:

**Keterangan:**

- x = Konsentrasi larutan standar (ppm)  
 y = *Respond* larutan standar  
 yi = Hasil perhitungan dari persamaan linear *Dimethyl Phthalate* ( $y = 791,94x - 2954,21$ )

$$S \left( \frac{y}{x} \right) = \sqrt{\frac{\sum (y - y_i)^2}{n - 2}} = \sqrt{\frac{8728621,09}{6 - 2}} = 1705,74$$

$$LOD = \frac{3 \times S \left( \frac{y}{x} \right)}{a} = \frac{3 \times 1705,74}{791,94} = 6,46 \text{ mg/L}$$

$$LOQ = \frac{10 \times S \left( \frac{y}{x} \right)}{a} = \frac{10 \times 1705,74}{791,94} = 21,54 \text{ mg/L}$$

2) *Bisphenol A* (BPA)

**Tabel 3. 5 Hasil Perhitungan Slope dan Intersep Larutan Standar *Bisphenol A* (BPA)**

<b>Sampel</b>	<b><i>Bisphenol A Method</i></b>		<b><i>Bisphenol A Results</i></b>
	<b><i>Name</i></b>	<b><i>Exp. Conc.</i></b>	<b><i>Units</i></b>
Standar 1	0	mg/L	0,000
Standar 2	1	mg/L	0,010
Standar 3	2	mg/L	0,018
Standar 4	3	mg/L	0,021
Standar 5	4	mg/L	0,029
Standar 6	5	mg/L	0,035
Standar 7	6	mg/L	0,044
<b>R</b>			0,994
<b>Slope (a)</b>			0,0069
<b>Intersep (b)</b>			0,0018



**Tabel 3. 6 Hasil Data Statistik Kurva Kalibrasi Larutan Standar *Bisphenol A* (BPA)**

Sampel	Dimethyl phthalate Method		Dimethyl phthalate Results		
	Name	X	Y	Yi	(Y-Yi)
Standar 1	0	0,000	0,002	-0,002	0,0000031
Standar 2	1	0,010	0,009	0,001	0,0000018
Standar 3	2	0,018	0,016	0,002	0,0000061
Standar 4	3	0,021	0,022	-0,001	0,0000020
Standar 5	4	0,029	0,029	0,000	0,0000001
Standar 6	5	0,035	0,036	-0,001	0,0000015
Standar 7	6	0,044	0,043	0,001	0,0000008
<b>Total</b>					0,000015
<b>S(y/x)</b>					0,00176
<b>LOD</b>					0,76
<b>LOQ</b>					2,55

Langkah perhitungan LOD dan LOQ dengan metode kurva kalibrasi dijabarkan sebagai berikut:

**Keterangan:**

x = Konsentrasi larutan standar (ppm)

y = *Respond* larutan standar

yi = Hasil perhitungan dari persamaan linear *Bisphenol A* ( $y = 0,0069x + 0,0018$ )

$$S\left(\frac{y}{x}\right) = \sqrt{\frac{\sum(y - yi)^2}{n - 2}} = \sqrt{\frac{0,000015}{7 - 2}} = 0,001755$$

$$LOD = \frac{3 \times S\left(\frac{y}{x}\right)}{a} = \frac{3 \times 0,001755}{0,0069} = 0,76 \text{ mg/L}$$

$$LOQ = \frac{10 \times S\left(\frac{y}{x}\right)}{a} = \frac{10 \times 0,001755}{0,0069} = 2,55 \text{ mg/L}$$

Berikut merupakan rekap nilai LOD dan LOQ pada masing-masing senyawa *Phthalates* dan *Bisphenol A*:

**Tabel 3. 7 Rekap Nilai LOD dan BOQ Pada Phthalates dan BPA**

Rekap Nilai LOD dan LOQ <i>Phthalates</i> dan BPA				
No	Senyawa	S(y/x)	LOD	LOQ
1	<i>Dimethyl Phthalate</i>	1705,74	6,46	21,54
2	<i>Diethyl Phthalate</i>	116,24	13,67	45,55
3	<i>Dibutyl Phthalate</i>	34042,77	0,78	2,61
4	<i>Bis(2-methoxyethyl) Phthalate</i>	90,48	2,48	8,28
5	<i>Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester</i>	126,78	7,23	24,09
6	<i>Diamyl Phthalate</i>	18569,20	0,49	1,62
7	<i>Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester</i>	9668,59	0,37	1,22
8	<i>Dicyclohexyl Phthalate</i>	58,97	2,98	9,95
9	<i>Diisooctyl Phthalate</i>	58,68	2,14	7,14
No	Senyawa	S(y/x)	LOD	LOQ
1	<i>Bisphenol A</i>	0,00176	0,76	2,55

(Sumber: olah data pribadi, 2023)

Dari data diatas, selanjutnya LOD dan LOQ akan dibandingkan dengan nilai perhitungan kedua senyawa, jika konsentrasi sampel lebih kecil dari LOD maka hasil pengujian sampel dinyatakan tidak terbaca.

### 3.7.5. Hasil Uji Sampel

Hasil pengujian sampel air tanah yang dilakukan di 8 titik sampel memiliki sembilan senyawa *Phthalates* dan *bisphenol A* (BPA) yang terkandung didalam sampel. Sembilan senyawa *phthalate* diantaranya yaitu *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*. Hasil konsentrasi yang didapatkan oleh masing-masing sampel akan dibandingkan dengan nilai LOD. Nilai konsentrasi sampel didapat dari persamaan model regresi  $y = ax + b$ , dimana  $x$

merupakan konsentrasi yang dicari, berikut ini merupakan contoh perhitungan mencari konsentrasi sampel 1 pada senyawa *Dimethyl Phthalate* dan *Bisphenol A*:

1) *Dimethyl Phthalate* (DMP)

Persamaan linier ( $y = 791,94x - 2954,21$ )

$$y = ax + b$$

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

$$x = \frac{1419 - (-2954,42)}{791,94} = 5,522 \text{ mg/L}$$

$$x = \frac{5,522}{1000 \text{ mL}} = 0,005522 \text{ mg}$$

$$x = \frac{0,005522}{0,5} = 0,011 \text{ mg/L}$$

Pada pengujian *phthalates*, sampel memiliki volume 500 mL dan kemudian dipatkan menjadi 1 mL pada proses *derivatisasi* sebelum diinjeksikan ke GC-MS. Dari pengujian tersebut hasil konsentrasi dibagi dengan 1000 mL sehingga dalam 1 ml menghasilkan 0,005522 mg. Kemudian dari hasil tersebut dibagi dengan 500 ml yang dikonversi menjadi liter untuk hasil terakhir konsentrasi yang akan digunakan.

2) *Bisphenol A* (BPA)

Persamaan linier ( $y = 0,0069x + 0,0018$ )

$$y = ax + b$$

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

$$x = \frac{0,013 - (-0,0018)}{0,0069} = 1,63 \text{ mg/L}$$

Berikut merupakan tabel rekap hasil LOD pada setiap sampel *Phthalates* dan *Bisphenol A* dengan persamaan linear, dimana pada keterangan “*Lower detection*” menunjukkan nilai konsentrasi di bawah LOD yang dinyatakan tidak terbaca atau terdeteksi:

**Tabel 3. 8 Rekap Hasil LOD Pada Tiap Titik Sampel**

<i>Senyawa</i>	<b>Sampel</b>	<b>Keterangan (mg/L)</b>	
		<b>LoD</b>	<b>LoQ</b>
<i>Dimethyl Phthalate</i>	SG1	<LoD	<LoQ
	SG2	<LoD	<LoQ
	SG3	<LoD	<LoQ
	SG4	<LoD	<LoQ
	SG5	<LoD	<LoQ
	SG6	<LoD	<LoQ
	SG7	<LoD	<LoQ
	SG8	<LoD	<LoQ
<i>Diethyl Phthalate</i>	SG1	<LoD	<LoQ
	SG2	<LoD	<LoQ
	SG3	<LoD	<LoQ
	SG4	<LoD	<LoQ
	SG5	<LoD	<LoQ
	SG6	<LoD	<LoQ
	SG7	<LoD	<LoQ
	SG8	<LoD	<LoQ
<i>Dibutyl Phthalate</i>	SG1	<LoD	<LoQ
	SG2	<LoD	<LoQ
	SG3	<LoD	<LoQ
	SG4	<LoD	<LoQ
	SG5	<LoD	<LoQ
	SG6	<LoD	<LoQ
	SG7	<LoD	<LoQ
	SG8	<LoD	<LoQ
<i>Bis(2-methoxyethyl) phthalate</i>	SG1	<LoD	<LoQ
	SG2	<LoD	<LoQ
	SG3	<LoD	<LoQ
	SG4	<LoD	<LoQ
	SG5	<LoD	<LoQ
	SG6	<LoD	<LoQ

	SG7	<LoD	<LoQ
	SG8	<LoD	<LoQ
<i>Phthalic acid isohexyl 4-methylpent-2-yl ester,</i>	SG1	<LoD	<LoQ
	SG2	<LoD	<LoQ
	SG3	<LoD	<LoQ
	SG4	<LoD	<LoQ
	SG5	<LoD	<LoQ
	SG6	<LoD	<LoQ
	SG7	<LoD	<LoQ
	SG8	<LoD	<LoQ
<i>Diamyl Phthalate</i>	SG1	<LoD	<LoQ
	SG2	<LoD	<LoQ
	SG3	<LoD	<LoQ
	SG4	<LoD	<LoQ
	SG5	<LoD	<LoQ
	SG6	<LoD	<LoQ
	SG7	<LoD	<LoQ
	SG8	<LoD	<LoQ
<i>Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester</i>	SG1	<LoD	<LoQ
	SG2	<LoD	<LoQ
	SG3	<LoD	<LoQ
	SG4	<LoD	<LoQ
	SG5	<LoD	<LoQ
	SG6	<LoD	<LoQ
	SG7	<LoD	<LoQ
	SG8	<LoD	<LoQ
<i>Dicyclohexyl Phthalate</i>	SG1	<LoD	<LoQ
	SG2	<LoD	<LoQ
	SG3	<LoD	<LoQ
	SG4	<LoD	<LoQ
	SG5	<LoD	<LoQ
	SG6	<LoD	<LoQ
	SG7	<LoD	<LoQ
	SG8	<LoD	<LoQ
<i>Diisooctyl Phthalate.</i>	SG1	<LoD	<LoQ
	SG2	<LoD	<LoQ
	SG3	<LoD	<LoQ
	SG4	<LoD	<LoQ
	SG5	<LoD	<LoQ

	SG6	<LoD	<LoQ
	SG7	<LoD	<LoQ
	SG8	<LoD	<LoQ
Senyawa	Sampel	Keterangan (mg/L)	
		LoD	LoQ
Bisphenol A	SG1	1,63	<LoQ
	SG2	4,24	4,24
	SG3	4,68	4,68
	SG4	2,07	<LoQ
	SG5	2,21	<LoQ
	SG6	2,79	2,79
	SG7	2,50	<LoQ
	SG8	3,52	3,52

### 3.8. Pemetaan Pola Air Aliran Air Tanah Menggunakan Idw Untuk Phthalates Dan Bisphenol A.

Dalam mengetahui arah aliran air tanah dan kemungkinan sebaran senyawa *phthalates* dan *bisphenol A* perlu dilakukan pemetaan pola aliran tanah. Untuk melakukan pemetaan ini digunakan metode Inverse Distance Weighting (IDW). Setelah hasil uji sampel air tanah pada laboratorium didapatkan, maka dilakukan pemetaan. Hasil dari analisis laboratorium ini mencakup koordinat titik pengambilan sampel dan data pendukung lainnya yang setelah itu diolah di Microsoft Excel dan diimport ke dalam software ArcGIS untuk menentukan pemetaan arah aliran. Selain itu, arah sebaran air dilakukan secara manual dengan cara menarik garis tegak lurus antar kontur yang dibuat dari hasil metode IDW. Garis tersebut berbanding lurus dengan arah aliran air karena selalu tegak lurus dengan kontur air.

Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) adalah metode interpolasi yang mengasumsikan bahwa semakin dekat jarak suatu titik terhadap titik yang tidak diketahui nilainya, maka semakin besar pengaruhnya. IDW menggunakan nilai yang terukur pada titik-titik di sekitar lokasi tersebut, untuk memperkirakan nilai variabel pada lokasi yang dimaksud. Asumsi dalam metode IDW adalah titik yang

lokasinya lebih dekat dari lokasi yang diperkirakan akan lebih berpengaruh daripada titik yang lebih jauh jaraknya. Oleh karena itu, titik yang jaraknya lebih dekat diberi bobot yang lebih besar.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel**

Penelitian *phthalates* dan *bisphenol A* dilakukan di 8 titik lokasi air tanah yang berasal dari sumur dangkal di Padukuhan Murangan VIII, Desa Triharjo, Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pengambilan sampel tidak dilakukan secara merata dan menyebar melainkan secara mengumpul karena berada di dekat wilayah RSUD Sleman yang berpotensi adanya senyawa pengganggu hormon. Selain itu, di lokasi ini terdapat banyak fasilitas kesehatan, pertanian, industri, tempat makan, kos, dan sarana publik lainnya. Berbagai macam aktivitas masyarakat ini akan menghasilkan sampah dan residu. Sehingga kemungkinan besar terdapat pencemaran senyawa *phthalates* dan *bisphenol A* akibat residu dan produk sampingan dari kegiatan yang ada di fasilitas tersebut. Berikut merupakan gambar peta potensi sumber pencemar yang berada disekitar wilayah pengambilan sampel:





Gambar 4. 1 Peta Pontensi Sumber Pencemar di Wilayah Pengambilan Sampel

#### 4.2. Data Hasil Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan dengan melakukan beberapa pengukuran yaitu pengukuran koordinat lokasi sumur (lintang dan bujur), pengukuran suhu air sumur, pengukuran elevasi (m) dengan melakukan pengukuran pada tinggi bibir sumur terhadap muka air tanah dan kedalaman muka air tanah sesuai koordinat titik yang sudah ditentukan sebelumnya. Kemudian dari data elevasi yang didapat akan dikonversi selisihnya hingga didapat elevasi muka air tanah. Selain itu, saat

observasi lapangan juga dilakukan pengamatan langsung terhadap kondisi air sumur dengan parameter fisika yakni warna, bau, dan rasa.

#### 4.2.1. Data Hasil Observasi Sumur

Pengukuran suhu air tanah pada sumur menggunakan *Water Quality Meter*, dimana suhunya secara otomatis muncul jika menurunkan probe sensor kedalam lubang sumur secara perlahan hingga menyentuh permukaan air tanah. Hasil pengukuran suhu air tanah pada beberapa titik sumur responden didapatkan besar suhu air sumur terdapat pada kisaran 26,16 °C – 27,13 °C. Berikut merupakan data hasil pengukuran pada tiap sumur responden:

**Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Suhu Air Sumur**

No.	Kode Sumur	Suhu (°C)
1.	SG1	26,33
2.	SG2	27,13
3.	SG3	26,63
4.	SG4	26,60
5.	SG5	26,16
6.	SG6	26,31
7.	SG7	26,72
8.	SG8	26,77

Hasil pengukuran observasi lapangan untuk nilai kedalaman air tanah memiliki kisaran nilai 3,92 – 4,42 m. Kemudian untuk tinggi bibir sumur terhadap muka air tanah berkisar 62 – 89 cm. Berikut merupakan rincian data yang dapat dilihat di tabel:

**Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Kedalaman Sumur**

No.	Kode Sumur	Kedalaman (m)	Tinggi bibir sumur (cm)
1.	SG1	4,14	87
2.	SG2	4,17	75

3.	SG3	4,40	89
4.	SG4	4,42	80
5.	SG5	4,21	68
6.	SG6	4,13	74
7.	SG7	4,15	81
8.	SG8	3,92	62

Kondisi air tanah pada masing-masing sumur pun berbeda-beda, ditemukan bahwa dari delapan sumur lima diantaranya tidak berbau, tidak berasa, dan jernih, kemudian dua sumur memiliki karakteristik tidak berbau, tidak berasa, dan tidak jernih (sedikit keruh) dan sisanya satu sumur yang memiliki karakteristik tidak berbau, berasa dan jernih.

**Tabel 4. 3 Kondisi Air Sumur**

No	Kondisi Air Sumur	Jumlah	Persen
1.	Tidak berbau, tidak berasa, jernih	5	62,5%
2.	Tidak berbau, tidak berasa, sedikit keruh	2	25%
3	Tidak berbau, berasa, jernih	1	12,5%
Total		8	100%

Berdasarkan SNI 03-2916-1992 mengenai spesifikasi sumur gali untuk sumber air bersih yaitu jarak horizontal dari sumur ke *septic tank* adalah 11 m dan jarak ke WC yaitu 7 m. Sehingga didapatkan data sebagai berikut:

**Tabel 4. 4 Kondisi Sumur**

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

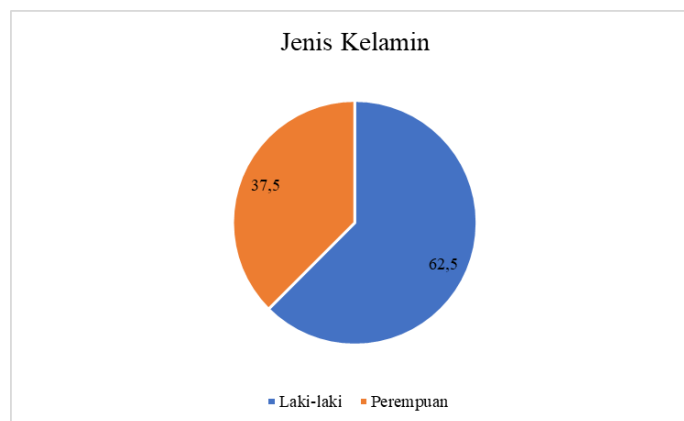
Umur sumur pada tiap rumah relatif beragam, pada beberapa sumur ditemukan sumur gali terbuka dengan umur yang lebih dari 20 tahun dan juga kurang dari 20 tahun, diantaranya:

**Tabel 4. 5 Umur Sumur**

No	Umur Sumur	Jumlah	Persen
1.	< 20 tahun	1	12,5%
2.	> 20 tahun	7	87,5%
<b>Total</b>		<b>8</b>	<b>100%</b>

#### 4.2.2. Data Hasil Kuesioner

Pengambilan data kuesioner dilakukan dengan melakukan wawancara kepada responden dengan hasil berupa sosio-demografi responden dan identitas antropometri. Perbedaan jenis kelamin berpengaruh dalam menghadapi suatu permasalahan karena pemikiran laki-laki dan perempuan memiliki sudut pandang yang berbeda.



**Gambar 4. 2 Perbandingan Jenis Kelamin**

(sumber: olah pribadi,2022)

##### 4.2.2.1. Usia Responden

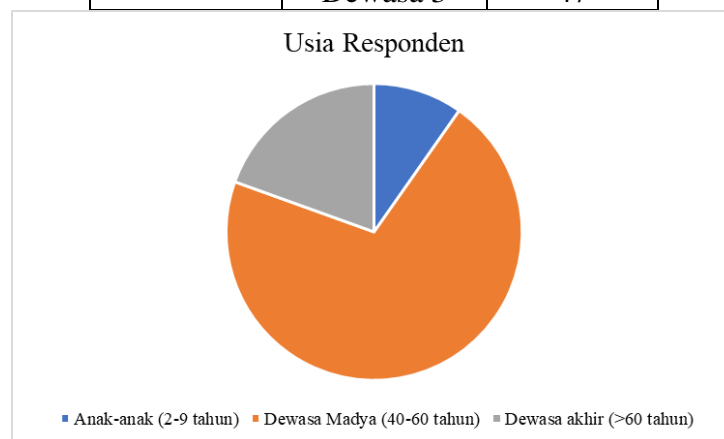
Berdasarkan hasil wawancara lapangan terhadap responden, bahwa dapat di klasifikasikan golongan usia responden menjadi 3 yakni kategori anak-anak (2-9

tahun), kategori dewasa madya (40 - 60 tahun) dan kategori dewasa akhir (lansia) (>60 tahun). Dimana rata-rata responden memiliki usia dengan rentang 2 – 84 tahun. Pembagian golongan usia dewasa madya dan dewasa akhir disajikan sebagai berikut:

**Tabel 4. 6 Usia Responden**

<b>Kode sumur</b>	<b>Kode Responden</b>	<b>Umur (Tahun)</b>
SG1	Lansia 1	70
	Lansia 2	62
	Dewasa 1	35
	Dewasa 2	30
SG2	Lansia 1	80
	Lansia 2	72
	Dewasa 1	32
	Anak 1	7
SG3	Dewasa 1	48
	Dewasa 2	56
	Dewasa 3	52
	Dewasa 4	51
	Dewasa 5	23
	Dewasa 6	19
SG4	Lansia 1	76
	Lansia 2	72
	Dewasa 1	58
	Dewasa 2	52
	Dewasa 3	29
	Dewasa 4	50
	Dewasa 5	47
	Dewasa 6	27
	Dewasa 7	51
	Dewasa 8	44
	Dewasa 9	22
	Dewasa 10	18
SG5	Dewasa 1	46
	Dewasa 2	56
	Dewasa 3	32
	Dewasa 4	26
	Anak 1	9

SG6	Dewasa 1	60
	Dewasa 2	55
	Dewasa 3	28
SG7	Lansia 1	80
	Dewasa 1	31
	Dewasa 4	26
	Anak 1	8
	Anak 2	2
SG8	Lansia 1	73
	Dewasa 2	52
	Dewasa 3	47



**Gambar 4. 3 Perbandingan Usia Responden**

(sumber: olah pribadi,2022)

#### 4.2.2.2. Berat Badan Responden (BB/Wb)

Berdasarkan hasil wawancara lapangan terhadap responden, Hasil berat badan responden memiliki kisaran nilai 12– 80 kg. Nilai berat badan tersebut akan diklasifikasikan sesuai golongan usia yang akan digunakan dalam menghitung nilai intake oral dan dermal tiap responden. Kemudian nilai intake oral dan dermal digunakan untuk menghitung nilai RQ. RQ merupakan upaya untuk mengetahui populasi pajanan yang berisiko terhadap agen risiko yang masuk ke dalam tubuh. Berikut dibawah ini merupakan data berat badan anggota keluarga yang menggunakan air tanah pada sumur berdasarkan kode sumur tersebut:

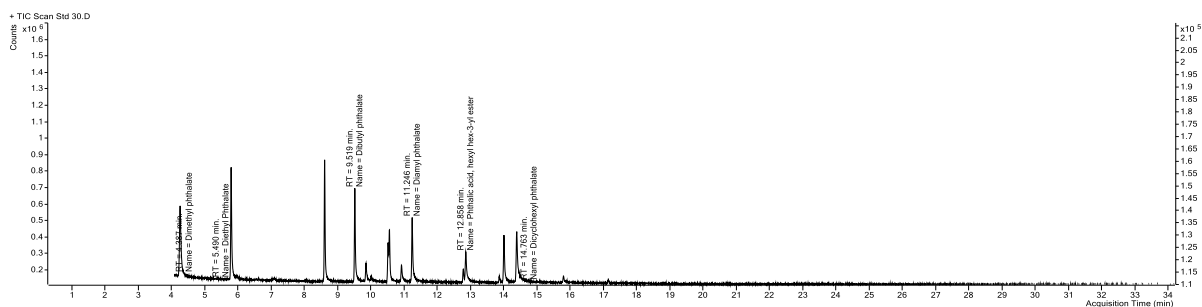
**Tabel 4. 7 Berat Badan Responden**

Kode sumur	Kode Responden	Berat Badan (Kg)
SG1	Lansia 1	68
	Lansia 2	60
	Dewasa 1	70
	Dewasa 2	65
SG2	Lansia 1	47
	Lansia 2	60
	Dewasa 1	65
	Anak 1	22
SG3	Dewasa 1	52
	Dewasa 2	65
	Dewasa 3	70
	Dewasa 4	72
	Dewasa 5	65
	Dewasa 6	67
SG4	Lansia 1	70
	Lansia 2	62
	Dewasa 1	65
	Dewasa 2	60
	Dewasa 3	78
	Dewasa 4	67
	Dewasa 5	76
	Dewasa 6	75
	Dewasa 7	78
	Dewasa 8	80
	Dewasa 9	75
Dewasa 10	65	
SG5	Dewasa 1	75
	Dewasa 2	77
	Dewasa 3	72
	Dewasa 4	65
	Anak 1	28
SG6	Dewasa 1	84
	Dewasa 2	70
	Dewasa 3	75
SG7	Lansia 1	62
	Dewasa 1	70
	Dewasa 4	65
	Anak 1	24
	Anak 2	12

SG8	Lansia 1	58
	Dewasa 2	70
	Dewasa 3	68

### 4.3. Kandungan Phthalates Pada Air Tanah

*Phthalates* merupakan senyawa yang dapat dengan mudah dijumpai, dikarenakan *phthalates* banyak digunakan untuk berbagai kegiatan antropogenik, industry, manufaktur dan pembuatan produk. Oleh karena itu, senyawa ini dapat dengan mudah mengontaminasi air tanah dengan berbagai sumber dan jalur transportasi seperti degradasi sampah yang mengandung *phthalates* kedalam air tanah serta bisa melalui limpasan air hujan dan air permukaan yang langsung larut atau terserap ke dalam air tanah. Maka dari itu, diperlukan pengujian dan analisa senyawa *Phthalates* pada air tanah menggunakan instrument GC-MS untuk mengetahui ada atau tidaknya senyawa tersebut pada air tanah disekitar Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman Yogyakarta. Dari hasil pengujian larutan standar, terdapat 9 jenis kandungan senyawa *Phthalates* yang nantinya akan dibandingkan dengan hasil pembacaan 8 sampel titik pengujian air tanah. Berikut merupakan grafik kromatogram hasil pembacaan larutan standar senyawa *Phthalates* pada air tanah:



**Gambar 4. 4 Peak Standar Pada Masing-Masing Senyawa Phthalates**

Dari **Gambar 4.4** dapat diketahui bahwa saat pembacaan larutan standar menggunakan instrument GC-MS didapatkan 9 senyawa *Phthalate*, diantaranya senyawa *Dimethyl Phthalate* memiliki nilai waktu retensi (RT) 4,387 menit, *Diethyl Phthalate* memiliki nilai waktu retensi (RT) 5,490 menit, *Dibutyl Phthalate* memiliki nilai waktu retensi (RT) 9,519 menit, , *Bis(2-methoxyethyl) phthalate*



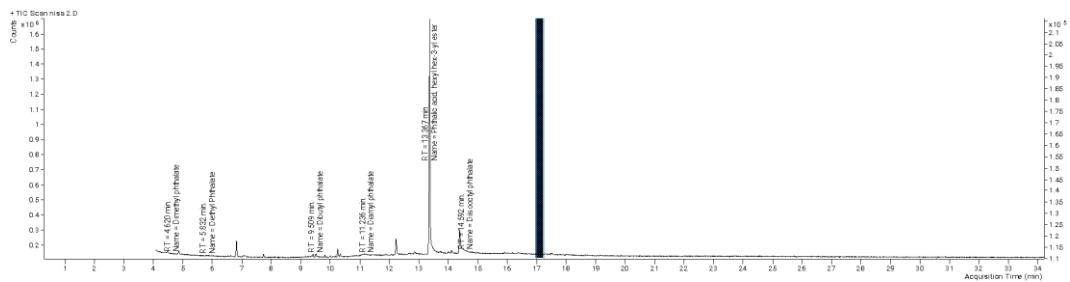
memiliki nilai waktu retensi (RT) 10,097 menit, *Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester* memiliki nilai waktu retensi (RT) 10,668 menit, *Diamyl phthalate* memiliki nilai waktu retensi (RT) 11,246 menit, *Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester* memiliki nilai waktu retensi (RT) 12,858 menit, *Dicyclohexyl phthalate* memiliki nilai waktu retensi (RT) 14,763 menit, *Diisooctyl phthalate* memiliki nilai waktu retensi (RT) 14,763 menit. Dari hasil 9 *peak* masing-masing senyawa nantinya akan dibandingkan hasil konsentrasinya dengan sampel.

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

Berdasarkan hasil pembacaan menggunakan instrument Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GC-MS) dan analisa menggunakan kurva kalibrasi, terdapat 9 senyawa phthalates yang terdeteksi diantaranya yaitu *Dimethyl Phthalate, Diethyl Phthalate, Dibuthyl 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.*

##### **4.4.1. Analisis Kandungan *Dimethyl Phthalate* (DMP)**

*Dimethyl phthalates* mempunyai nama lain yaitu dimetil ester dengan rumus molekul  $C_6H_4(COOCH_3)_2$ . DMP ini berbentuk cairan, tidak berwarna, menyerupai minyak dan sedikit berbau seperti senyawa aromatic dengan titik didih pada suhu  $283^\circ C$ . Senyawa ini sedikit larut dalam air (0,43%). DMP memiliki dampak negative yaitu mengganggu lingkungan sekitar khususnya bagi fungsi sistem reproduksi perairan karena biodegradabilitas DMP sangat rendah dan beracun bagi organisme air. selain itu DMP juga berbahaya bagi manusia dengan mengganggu tingkat normal hormon dalam darah, sehingga memengaruhi perilaku reproduksi dan perkembangan manusia. Berdasarkan World Health Organization (WHO), telah ditetapkan bahwa konsentrasi DMP maksimum yang diperbolehkan di air minum adalah  $18 \mu g l^{-1}$ . Berikut merupakan grafik kromatogram hasil pembacaan sampel 2 (SG2) senyawa *Phthalates* pada air tanah:



**Gambar 4. 5 Grafik Kromatogram Hasil Pembacaan Sampel 2 (SG2) senyawa Phthalates**

**Tabel 4. 8 Data Hasil Pembacaan GC-MS Senyawa Dimethyl Phthalate**

Sampel	<i>Dimethyl phthalate</i>
Nama	Konsentrasi (mg/L)
SG1	0,0110
SG2	0,0079
SG3	0,0205
SG4	0,0117
SG5	0,0571
SG6	0,0279
SG7	0,0116
SG8	0,0128

Berdasarkan **Tabel 4.8** bahwa jenis senyawa *dimethyl phthalate* (DMP) pada semua sampel terdeteksi. Konsentrasi DMP pada masing-masing sampel kecuali sampel dua (SG2) tidak memenuhi kriteria baku mutu Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2020 tentang persyaratan kualitas air minum, pada bagian II mengenai parameter tambahan sebesar 0,008 mg/L, sehingga kandungan DMP pada masing-masing air sumur kecuali SG2 masih belum aman digunakan. Paparan *dimethyl phthalate* dapat terjadi dari kegiatan sehari-hari yang menggunakan cat, pewarna, karet pelapis, plastik, bahan pembersih dan pelumas yang sering digunakan oleh masyarakat sekitar. Selain itu, juga dapat terjadi pada para pekerja di pabrik yang memproduksi atau menggunakan bahan kimia khususnya dalam dalam pembuatan *nitrocellulose* dan *cellulose rubber*, serta pembuatan resin. DMP terdapat pada air tanah dikarenakan titik lokasi sampling berada di sekitar area

pabrik, rumah sakit, dan pemukiman padat penduduk, dimana nantinya limbah yang berasal dari area tersebut akan tertimbun dan tidak diolah dengan semestinya. Sehingga limbah tersebut akan terdegradasi ke dalam air tanah yang masih bersih dan dapat tercampur dengan sumur penduduk sekitar.

#### 4.4.2. Analisis Kandungan *Diethyl Phthalate* (DEP)

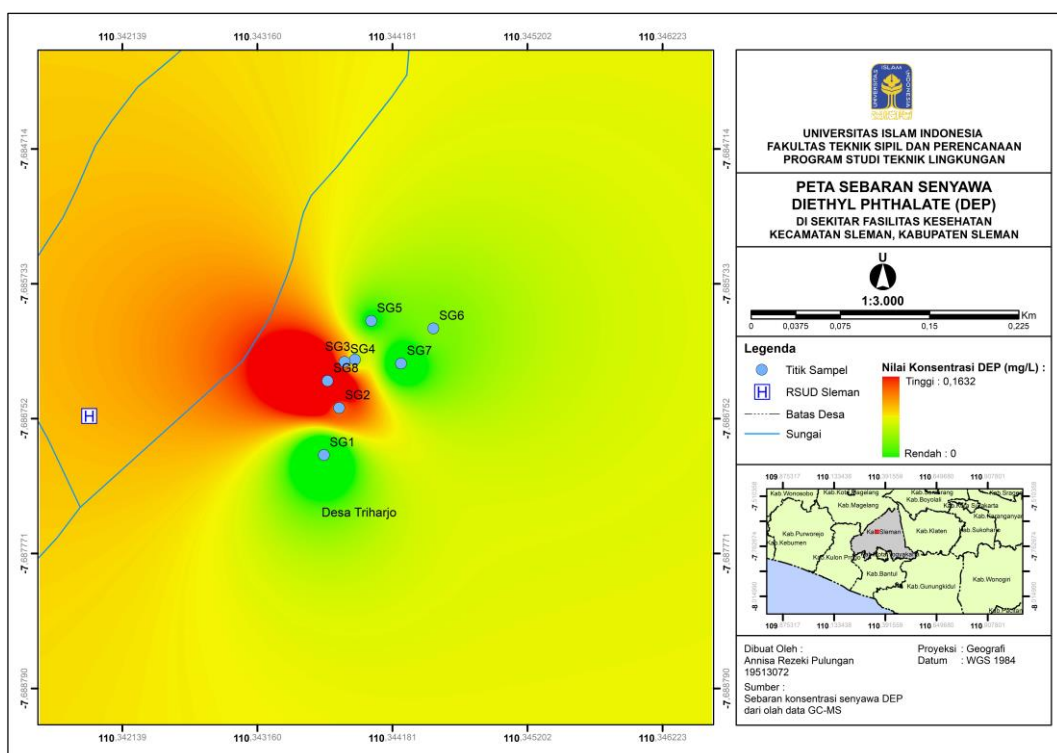
*Diethyl phthalate* (DEP) adalah cairan bening, tidak berwarna, dan tidak berbau. DEP memiliki titik didih 298°C. DEP banyak digunakan sebagai pelarut dan fiksatif untuk produk kosmetik dan sebagai plasticizer untuk bahan kemasan berbasis selulosa yang memiliki aplikasi luas dalam industri makanan dan farmasi. Kemasan yang terdiri dari plastik selulosa asetat dapat mengandung hingga 20% DEP. DEP memiliki tingkat toksisitas yang rendah atau sedikit pada manusia.

**Tabel 4. 9 Data Hasil Pembacaan GC-MS Senyawa *Diethyl Phthalate***

Sampel	<i>Diethyl phthalate</i>
Nama	Konsentrasi (mg/L)
SG1	0,0000
SG2	0,0615
SG3	0,0392
SG4	0,0608
SG5	0,0267
SG6	0,0369
SG7	0,0109
SG8	0,1632

Berdasarkan **Tabel 4.9** bahwa jenis senyawa *diethyl phthalate* (DEP) pada semua sampel terdeteksi kecuali sampel satu. Konsentrasi DEP pada masing-masing sampel tidak memenuhi kriteria baku mutu Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2020 tentang persyaratan kualitas air minum, pada bagian II mengenai parameter tambahan sebesar 0,008 mg/L, sehingga kandungan DEP pada masing-masing air sumur kecuali SG1 masih belum aman digunakan. DEP dapat masuk ke lingkungan melalui pembuangan air limbah industri, pembakaran produk plastik DEP dan limbah rumah tangga dari produk kosmetik yang mengandung DEP

antara lain sabun, eye shadow, parfum, hair spray, penghapus cat kuku, sabun, serta produk perawatan kulit yang lolos atau bocor dari tempat pembuangan sampah ke dalam tanah atau air. Jika ditanah yang mengandung bahan organik (bahan dengan kadar karbon tinggi), DEP dapat menempel pada partikel yang pada akhirnya dapat terurai. Sedangkan, ditanah yang mengandung sedikit bahan organik, DEP dapat bergerak ke bawah melalui tanah dan masuk ke dalam air tanah. Berikut merupakan peta sebaran senyawa dimethyl phthalate (DEP) yaitu:



Gambar 4. 6 Peta Sebaran Senyawa Diethyl Phthalate (DEP)

(Sumber: olah data Arcgis,2023)

Dapat dilihat dari **Gambar 4.6** bahwa nilai konsentrasi DEP yang paling tinggi dimiliki oleh titik SG2, SG3, SG4 dan SG8 hal ini dikarenakan titik sumur berada dekat dengan area RSUD Sleman dan pabrik.

#### 4.4.3. Analisis Kandungan *Dibutyl Phthalate* (DBP)

*Dibutyl phthalate* (DBP) adalah ester asam Phthalates dan banyak digunakan sebagai plasticizer pada mainan anak-anak, alat kesehatan, suplemen gizi dan berbagai jenis kemasan. DBP 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, DBP dapat terlepas dari produk plastik dan mudah menyatu ke lingkungan. Bahan kimia ini juga merupakan salah satu phthalate yang paling sering diidentifikasi dalam sampel lingkungan yang beragam, termasuk air sungai, air laut, tanah, sedimen, danau, dan limbah padat kota. (Lourenco et. al. 2008). DBP menunjukkan beberapa efek buruk pada manusia yaitu memiliki toksisitas terhadap perkembangan dan reproduksi seperti pengurangan pengikatan estrogen pada reseptor spesifik dan penghambatan aktivitas transkripsi estrogen. Selain itu, paparan DBP juga menyebabkan penyakit terjadinya hipertensi, gejala neurologis (mati rasa, nyeri dan sesak napas).

**Tabel 4. 10 Data Hasil Pembacaan GC-MS Senyawa *Dibutyl Phthalate***

Sampel	<i>Dibutyl phthalate</i>
Nama	Konsentrasi (mg/L)
SG1	0,00087
SG2	0,00087
SG3	0,00080
SG4	0,00079
SG5	0,00080
SG6	0,00081
SG7	0,00086
SG8	0,00077

Berdasarkan **Tabel 4.10** bahwa jenis senyawa *dibutyl phthalate* (DBP) pada semua sampel terdeteksi. Konsentrasi DBP pada masing-masing sampel memenuhi kriteria baku mutu Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2020 tentang persyaratan kualitas air minum, pada bagian II mengenai parameter tambahan sebesar 0,008 mg/L, sehingga kandungan DBP pada masing-masing air sumur masih aman digunakan. DBP dapat masuk ke lingkungan disebabkan oleh pembakaran sampah

rumah tangga oleh warga sekitar, dan beberapa jenis sampah seperti plastik botol, makanan, minuman, alat kesehatan, mainan dan bekas cat yang lolos atau bocor dari tempat pembuangan sampah ke dalam tanah yang kemudian terdegradasi ke air tanah.

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

*Bis(2-methoxyethyl) phthalate* atau disebut juga *di(2-methoxyethyl) phthalate* (DMEP) adalah plasticizer khusus yang digunakan dalam plastik ester selulosa, dan juga dapat digunakan sebagai pelarut. BMEP memiliki toksisitas oral, dermal dan inhalasi akut yang rendah. BMEP diperkirakan menyerap sangat lambat ke dalam kulit manusia. Jadi, dapat disimpulkan bahwa dari seluruh senyawa phthalate yang terdeteksi, BMEP merupakan senyawa yang memiliki kadar toksisitas paling rendah pada kesehatan manusia. BMEP menghasilkan iritasi kulit dan mata pada hewan. BMEP bisa berada dalam bentuk bola mainan dan olahraga, hopper, mainan anak-anak, dan kolam renang plastik.

**Tabel 4. 11 Data Hasil Pembacaan GC-MS Senyawa *Bis(2-methoxyethyl) Phthalate* (BMEP)**

Sampel	<i>Bis(2-methoxyethyl) phthalate</i>
Nama	Konsentrasi (mg/L)
SG1	0,0041
SG2	0,0030
SG3	0,0030
SG4	0,0020
SG5	0,0114
SG6	0,0025
SG7	0,0000
SG8	0,0037

Berdasarkan **Tabel 4.11** bahwa jenis senyawa *Bis(2-methoxyethyl) phthalate* (BMEP) pada semua sampel terdeteksi kecuali sampel 7. Konsentrasi BMEP pada masing-masing sampel kecuali sampel lima (SG5) memenuhi kriteria baku mutu Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2020 tentang persyaratan kualitas air minum, pada bagian II mengenai parameter tambahan sebesar 0,008 mg/L,

sehingga kandungan BMEP pada masing- masing air sumur kecuali SG5 masih aman digunakan. BMEP dapat masuk ke lingkungan disebabkan oleh pembakaran sampah plastik yang mengandung BMEP dan sampah mainan anak-anak yang lolos atau bocor dari tempat pembuangan sampah ke dalam tanah yang kemudian terurai ke air tanah.

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

**Tabel 4. 12 Data Hasil Pembacaan GC-MS Senyawa *Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester***

Sampel	<i>Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester</i>
Nama	Konsentrasi (mg/L)
SG1	0,0278
SG2	0,0188
SG3	0,0366
SG4	0,0180
SG5	0,0382
SG6	0,0212
SG7	0,0303
SG8	0,0000

Berdasarkan **Tabel 4.12** bahwa jenis senyawa *Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester* pada semua sampel terdeteksi kecuali sampel 8. Konsentrasi *Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester* pada masing-masing sampel kecuali SG8 tidak memenuhi kriteria baku mutu Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2020 tentang persyaratan kualitas air minum, pada bagian II mengenai parameter tambahan sebesar 0,008 mg/L, sehingga kandungan *Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester* pada masing-masing sumur kecuali SG8 masih belum aman digunakan. *Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester* dapat masuk ke lingkungan disebabkan oleh pembuangan air limbah industri, pembakaran sampah dan pembuangan produk yang mengandung *phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-*

2-yl ester secara sembarangan sehingga terurai ke dalam tanah yang kemudian akan terkontaminasi ke air tanah.

#### 4.4.6. Analisis Kandungan *Diamyl Phthalate* (DAP)

Diamyl Phthalate (DAP) memiliki nama lain Dipentyl phthalate (DPP). DPP digunakan sebagai plasticizer dalam pembuatan PVC, juga menurut Technical Briefing, (2011) senyawa ini digunakan pada produk mainan anak, peralatan medis, pelarut dalam produk kosmetik, tinta, perekat, dan produk konsumen lainnya. Di antara Phthalates, DPP tercatat menghasilkan beberapa efek reproduksi paling kuat oleh Consumer Product Safety Commission (CPSC). The Chronic Hazard Advisory Panel (CHAP) menentukan bahwa paparan DPP berkontribusi pada efek anti androgenik kumulatif dengan Phthalates lain dan harus dilarang secara permanen dalam mainan anak-anak dan artikel perawatan anak pada tingkat yang lebih besar dari 0,1 persen.

**Tabel 4. 13 Data Hasil Pembacaan GC-MS Senyawa *Diamyl Phthalate* (DAP)**

Sampel	<i>Diamyl phthalate</i>
Nama	Konsentrasi (mg/L)
SG1	0,00062
SG2	0,00059
SG3	0,00055
SG4	0,00051
SG5	0,00049
SG6	0,00049
SG7	0,00047
SG8	0,00048

Berdasarkan **Tabel 4.13** bahwa jenis senyawa *Diamyl Phthalate* (DAP) pada semua sampel terdeteksi. Konsentrasi DAP pada masing-masing sampel sumur memenuhi kriteria baku mutu Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2020 tentang persyaratan kualitas air minum, pada bagian II mengenai parameter tambahan sebesar 0,008 mg/L, sehingga kandungan DAP pada masing-masing air



sumur masih aman digunakan. DAP dapat masuk ke lingkungan disebabkan oleh pembuangan dan penimbunan sampah yang mengandung DAP seperti PVC, mainan anak, peralatan medis, pelarut dalam produk kosmetik, tinta, dan perekat dalam jangka waktu yang lama, sehingga DAP terurai dalam tanah yang kemudian akan terkontaminasi ke air tanah. 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 (Edjere et. al. 2016).

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

**Tabel 4. 14 Data Hasil Pembacaan GC-MS Senyawa *Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester***

Sampel	<i>Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester</i>
Nama	Konsentrasi (mg/L)
SG1	0,00048
SG2	0,00784
SG3	0,00236
SG4	0,00043
SG5	0,00042
SG6	0,00043
SG7	0,00040
SG8	0,00039

Berdasarkan **Tabel 4.14** bahwa jenis senyawa *Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester* pada semua sampel terdeteksi. Konsentrasi *Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester* pada masing-masing sampel memenuhi kriteria baku mutu Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2020 tentang persyaratan kualitas air minum, pada bagian II mengenai parameter tambahan sebesar 0,008 mg/L, sehingga kandungan *Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester* pada masing-masing air sumur masih aman digunakan. *Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester* dapat masuk ke lingkungan disebabkan oleh pembuangan air limbah industri, pembakaran dan penimbunan sampah yang mengandung *phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester* dalam jangka waktu yang lama.

Sehingga senyawa *phthalic acid*, *hexyl hex-3-yl ester* terurai ke dalam tanah yang kemudian akan terkontaminasi ke air tanah.

#### 4.4.8. Analisis Kandungan *Dicyclohexyl Phthalate* (DCHP)

Dicyclohexyl phthalate (DCHP) adalah plasticizer yang penggunaannya sangat kecil ditemukan di berbagai produk. DCHP umumnya digunakan sebagai plasticizer untuk selulosa nitrat, benzil selulosa, etil selulosa, karet terklorinasi, polivinil asetat, polivinil butiral, PVC, polistirena, plastik akrilik untuk kontak makanan atau minuman, dan polimer lainnya (NICNAS, 2008). DCHP juga digunakan sebagai pelapis kertas yaitu pembungkus/label makanan, label farmasi, label harga.

**Tabel 4. 15 Data Hasil Pembacaan GC-MS Senyawa *Dicyclohexyl Phthalate***

Sampel	<i>Dicyclohexyl phthalate</i>
Nama	Konsentrasi (mg/L)
SG1	0,0107
SG2	0,2538
SG3	0,0286
SG4	0,0221
SG5	0,0000
SG6	0,0207
SG7	0,0291
SG8	0,0292

Berdasarkan **Tabel 4.15** bahwa jenis senyawa *Dicyclohexyl Phthalate* (DCHP) pada semua sampel terdeteksi kecuali sampel 5. Konsentrasi DCHP pada masing-masing sampel kecuali SG5 tidak memenuhi kriteria baku mutu Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2020 tentang persyaratan kualitas air minum, pada bagian II mengenai parameter tambahan sebesar 0,008 mg/L, sehingga kandungan DCHP pada masing-masing air sumur kecuali SG5 masih belum aman digunakan. DCHP dapat masuk ke lingkungan disebabkan oleh pembuangan air limbah industri dan penimbunan sampah yang mengandung DCHP seperti pembungkus/label makanan, label farmasi, dan label harga dalam jangka waktu yang lama, sehingga DCHP larut

dalam tanah yang kemudian akan terkontaminasi ke air tanah. DCHP merupakan 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. Hal ini sangat berbahaya karena DCHP akan bertahan lama didalam air dan bertindak sebagai pengganggu hormon

#### 4.4.9. Analisis Kandungan *Diisooctyl Phthalate* (DIOP)

*Diisooctyl Phthalate* (DIOP) digunakan sebagai plasticizer untuk polivinil klorida (PVC), selulosa dan akrilat, dan karet sintetis. DIOP umumnya digunakan untuk isolasi pada kawat bangunan, DIOP diimpor dalam kompon karet untuk pembuatan selang dan suku cadang otomotif (termasuk pelapis bak truk pada 5-20% v/v) dan didistribusikan ke berbagai lembaga dan laboratorium untuk penelitian bioteknologi dan farmasi.

**Tabel 4. 16 Data Hasil Pembacaan GC-MS Senyawa *Diisooctyl Phthalate* (DIOP)**

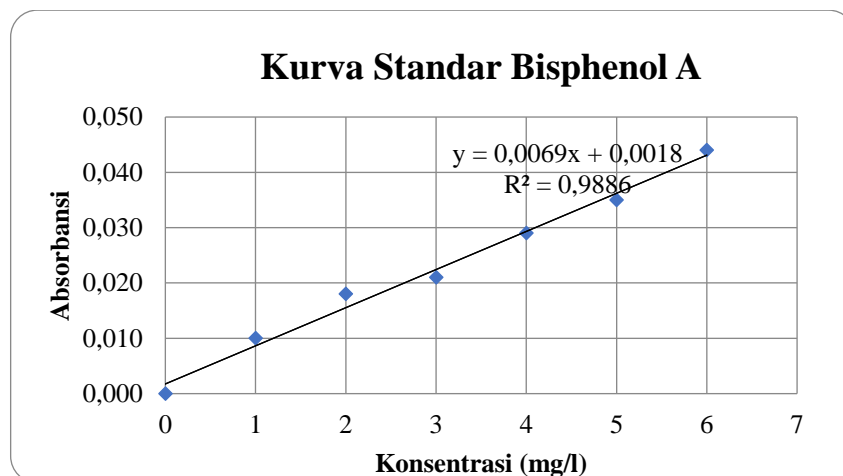
Sampel	<i>Diisooctyl phthalate</i>
Nama	Konsentrasi (mg/L)
SG1	0,0120
SG2	0,2228
SG3	0,0095
SG4	0,0000
SG5	0,0000
SG6	0,0088
SG7	0,0000
SG8	0,0105

Berdasarkan **Tabel 4.16** bahwa jenis senyawa *Diisooctyl Phthalate* (DIOP) pada semua sampel terdeteksi kecuali sampel 4, 5 dan 7. Konsentrasi DIOP pada masing-masing sampel kecuali sampel 4, 5 dan 7 tidak memenuhi kriteria baku mutu Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2020 tentang persyaratan kualitas air minum, pada bagian II mengenai parameter tambahan sebesar 0,008 mg/L,

sehingga kandungan DIOP pada masing-masing air sumur kecuali SG4, SG5, SG7 masih belum aman digunakan. DIOP dapat masuk ke lingkungan disebabkan oleh pembuangan air limbah industri dan limbah laboratorium untuk penelitian bioteknologi dan farmasi yang tidak dikelola dengan baik, serta penimbunan sampah yang mengandung DIOP seperti kawat bangunan, kompon karet untuk pembuatan selang dan suku cadang otomotif dalam jangka waktu yang lama, sehingga DIOP larut ke dalam tanah yang kemudian akan terkontaminasi ke air tanah.

#### 4.5. Kandungan *Bisphenol A* (BPA) Pada Air Tanah

Kandungan senyawa *bisphenol A* (BPA) pada air tanah disebabkan oleh kegiatan antropogenik termasuk proses produksi, distribusi, penggunaan, konsumsi, pengolahan dan pembuangan perangkat dan produk yang mengandung BPA. Ketika produk yang mengandung BPA terkena panas dan sinar matahari maka BPA akan mengakibatkan perpindahan jangka pendek dan panjang dari lingkungan ke reservoir air tanah. Sehingga dapat mencemari lingkungan sekitar, untuk melihat ada atau tidaknya keberadaan BPA pada lingkungan maka diperlukan adanya penelitian mengenai senyawa tersebut. Berikut merupakan kurva sampel *Bisphenol A* menggunakan Spektorofometer UV Vis :



**Gambar 4. 7 Kurva Sampel Bisphenol A**

Berdasarkan **Gambar 4.7** grafik sampel BPA, dapat disimpulkan bahwa nilai absorbansi tergantung pada konsentrasi atau kadar zat yang terkandung di

dalam larutannya. Hal ini, dikarenakan semakin tinggi konsentrasi BPA yang terkandung dalam suatu sampel maka semakin banyak yang akan menyerap intensitas cahaya pada gelombang tertentu, sehingga nilai absorbansi semakin tinggi dan berbanding lurus dengan konsentrasi.

#### 4.6. Analisis Kandungan *Bisphenol A* Hasil Pembacaan Spektrofotometri UV Vis Terhadap Air Tanah

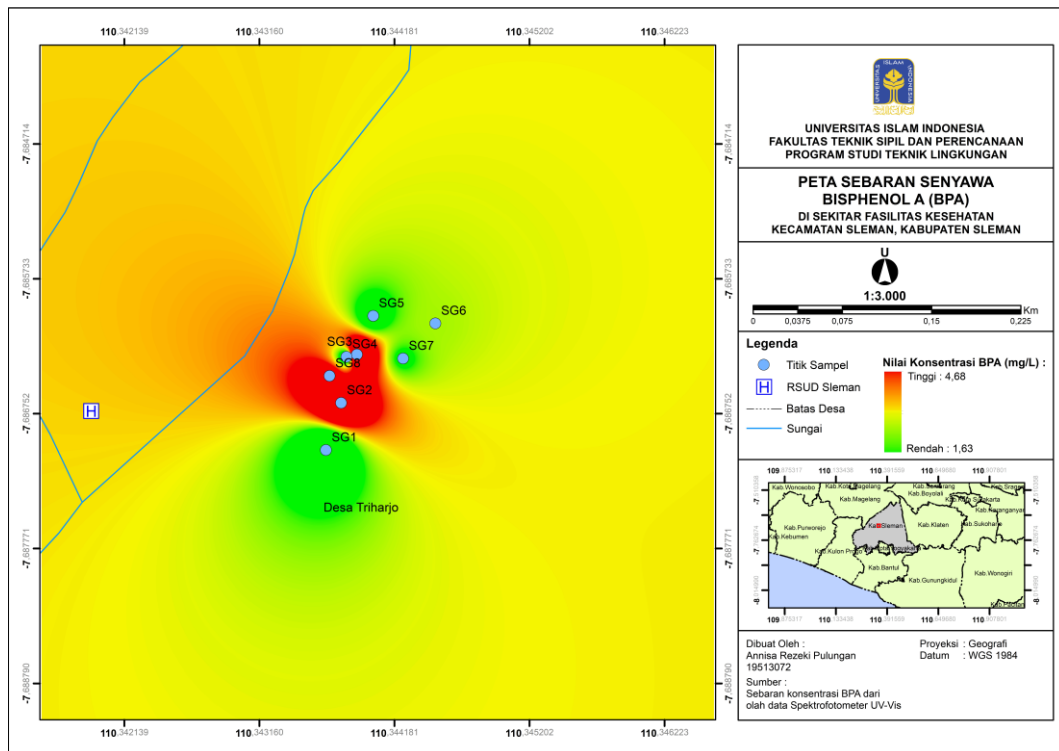
Pada analisis ini terdapat 8 titik sampel yang diuji menggunakan instrument Spektrofotometri UV Vis untuk mengetahui ada atau tidaknya kandungan BPA pada air tanah. Berikut merupakan tabel hasil pembacaan BPA pada Spektrofotometri UV Vis:

**Tabel 4. 17 Hasil Pembacaan BPA Pada Spektrofotometri UV Vis**

No	Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi
1	SG1	1,63	0,013
2	SG2	4,24	0,031
3	SG3	4,68	0,034
4	SG4	2,07	0,016
5	SG5	2,21	0,017
6	SG6	2,79	0,021
7	SG7	2,50	0,019
8	SG8	3,52	0,026

Pada **Tabel 4.17** diatas, dapat dilihat bahwa dari kedelapan sampel yang diuji, didapatkan hasil kandungan BPA tertinggi berada pada SG3 dengan nilai 4,68 dan SG2 dengan nilai 4,24. Sedangkan, kandungan BPA terkecil berada pada SG1 dengan nilai 1,63. Pada saat pengambilan sampel dilakukan, disekitar bibir sumur SG3 terdapat berbagai jenis sampah dan benda yang kemungkinan memiliki kandungan BPA, seperti sampah plastic, botol minuman bekas, gallon bekas, ember bekas, pipa, dan piring bekas. Dari berbagai jenis benda yang terdapat disekitar sumur parameter suhu juga dapat mempengaruhi kelarutan BPA pada air tanah karena jika suhu semakin tinggi dan terkena paparan matahari secara lama disekitaran sumber pencemar yang memiliki kandungan BPA, maka akan

menyebabkan BPA tersebut kelarutannya meningkat pada air tanah. Berikut merupakan peta sebaran senyawa bisphenol A (BPA) yaitu:



**Gambar 4. 8 Peta Sebaran Senyawa BPA**

Dapat dilihat dari **Gambar 4.8** bahwa nilai konsentrasi BPA yang paling tinggi dimiliki oleh titik SG2, SG3 dan SG8 seperti yang sudah dijelaskan pada paragraf sebelumnya

#### 4.7. Manajemen Risiko

Manajemen risiko pada penelitian dilakukan dengan melakukan pengelolaan risiko dan komunikasi risiko yang mana dapat mengurangi paparan risiko yang terjadi pada daerah penelitian.

##### A. Pengelolaan Risiko

Dalam aplikasinya cara pengelolaan risiko dapat dilakukan melalui 3 pendekatan yaitu:

- Pendekatan teknologi

Pengelolaan risiko menggunakan teknologi yang tersedia meliputi penggunaan alat, bahan, dan metode, serta teknik tertentu. Contoh pengelolaan risiko dengan pendekatan teknologi antara lain: pengolahan /penyaringan air, penanaman tanaman penyerap polutan, dll.2)

- Pendekatan sosial – ekonomis

Pengelolaan risiko menggunakan pendekatan sosial - ekonomis meliputi pelibat-sertaan pihak lain, efisiensi proses, substitusi, dan penerapan sistem kompensasi. Contoh pengelolaan risiko dengan pendekatan sosial – ekonomis antara lain: 3R (reduce, reuse, dan recycle) limbah, pemberdayaan masyarakat yang berisiko, pemberian kompensasi pada masyarakat yang terkena dampak, permohonan bantuan pemerintah akibat keterbatasan pemrakarsa (pihak yang bertanggung jawab mengelola risiko), dll3)

- Pendekatan institusional

Pengelolaan risiko dengan menempuh jalur dan mekanisme kelembagaan dengan cara melakukan kerjasama dengan pihak lain. Contoh pengelolaan risiko dengan pendekatan institusional antara lain: kerjasama dalam pengolahan limbah B3, mendukung pengawasan yang dilakukan oleh pemerintah, menyampaikan laporan kepada instansi yang berwenang, dll.

## B. Komunikasi Risiko

Komunikasi risiko dilakukan untuk menyampaikan informasi risiko pada masyarakat (populasi yang berisiko), pemerintah, dan pihak yang berkepentingan lainnya. Komunikasi risiko merupakan tindak lanjut dari pelaksanaan ARKL dan merupakan tanggung jawab dari pemrakarsa atau pihak yang menyebabkan terjadinya risiko. Komunikasi risiko memuat seluruh informasi yang dibutuhkan tanpa ada yang ditutup – tutupi, Komunikasi risiko dapat dilakukan dengan metode ceramah ataupun diskusi interaktif, dengan menggunakan media komunikasi yang ada seperti media massa, televisi, radio, ataupun penyajian dalam format pemetaan menggunakan geographical information system (GIS).

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Dari hasil pengujian 8 sampel air tanah, didapatkan hasil 10 senyawa yaitu *bisphenol A* dan 9 *phthalate* yang terbaca di masing-masing sampel yaitu *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*. Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan kandungan senyawa phthalates paling tinggi yaitu Dicyclohexyl phthalate (DCHP) pada SG2 sebesar 0,2538 mg/L, Diisooctyl Phthalate (DIOP) pada SG2 sebesar 0,2228 mg/L, dan Diethyl phthalate (DEP) pada SG8 sebesar 0,1632 mg/L, serta senyawa bisphenol A paling tinggi terdapat pada SG3 sebesar 4,68 mg/L dan SG2 sebesar 4,24 mg/L.
- 2) Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan hasil bahwa keberadaan senyawa phthalates dan BPA dapat disebabkan oleh meningkatnya kegiatan antropogenik dan adanya fasilitas kesehatan, pertanian, industri, dan sarana publik lainnya yang akan menghasilkan sampah dan residu yang mengandung senyawa tersebut.

#### 5.2. Saran

- 1) Diperlukan kesadaran masyarakat sekitar dalam pembuangan limbah domestik rumah tangga dan pengolahan limbah yang tidak berdekatan dengan air tanah yang dikonsumsi sehari-hari. serta penindak lanjutan oleh pemerintah daerah setempat terkait pencemaran air tanah pada sumur warga di sekitar wilayah Kec. Sleman, agar dapat melakukan pemulihan sehingga dapat mengurangi kandungan senyawa *phthalate* dan *bisphenol A*.
- 2) Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisis tingkat risiko pencemaran lingkungan bagi warga sekitar fasilitas kesehatan wilayah



Kec.Sleman, Kab. Sleman yang masih memanfaatkan air tanah pada sumur untuk kehidupan rumah tangga sehari-hari

## DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman. (2020). Kabupaten Sleman dalam Angka 2020. Sleman
- Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta. (2020). Provinsi DIY dalam Angka 2020. Yogyakarta
- Burkhardt-Holm, Patricia (2010). Endocrine Disruptors and Water Quality: A State-of-the-Art Review. *International Journal of Water Resources Development*, 26(3), 477–493.
- Can, O. T., Tutun, M. M., & Keyikoglu, R. (2021). Anodic Oxidation of Bisphenol A By Different Dimensionally Stable Electrodes. *Water Science & Technology*, 83(8), 1907-1919.
- Careghini, A., Mastorgio, A. F., Saponaro, S., & Sezenna, E. (2014). Bisphenol A, nonylphenols, benzophenones, and benzotriazoles in soils, groundwater, surface water, sediments, and food: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(8), 5711–5741.
- Danzo, B. J. (1998). The Effect Of Environmental Hormones On Reproduction Review. *Cellular and Molecular Life Science (CMLS)*, 54(11), 1249- 1264.
- 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.

- Di Donato, M., Cerner, G., Giovannelli, P., Galasso, G., Bilancio, A., Migliaccio, A., & Castoria, G. (2017). Recent advances on bisphenol-A and endocrine disruptor effects on human prostate cancer. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 457, 35–42.
- Domínguez-Morueco, N., González-Alonso, S., & Valcárcel, Y. (2014). Phthalate occurrence in rivers and tap water from central Spain. *Science of the Total Environment*, 500-501, 139–146.
- Dueñas-Moreno, J., Mora, A., Cervantes-Avilés, P., & Mahlkecht, J. (2022). Groundwater contamination pathways of phthalates and bisphenol A: origin, characteristics, transport, and fate – A review. *Environment International*, 170, 1-17.
- Edjere, O., Asibor, I. G., & Bassey, U. (2016). Distribution of phthalate esters in undergroundwater from power transmission sites in Warri Metropolis, Delta State, Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 20(3), 599-605.
- Fenichel, P., Chevalier, N., & Brucker-Davis, F. (2013). Bisphenol A: An endocrine and metabolic disruptor. *Annales d'Endocrinologie*, 74(3), 211–220.
- Gonsioroski, A., Mourikes, V. E., & Flaws, J. A. (2020). Endocrine Disruptors in Water and Their Effects on the Reproductive System Review. *International Journal of Molecular Science*, 21(6), 1–66.
- Gore, A. C., Crews, D., Doan, L. L., Merrill, M. L., Patisaul, H., & Zota, A. (2014). Introduction to endocrine disrupting chemicals (EDCs); A Guide for Public Interest Organizations and Policy Makers. *Endocrine Society*, 1-69.
- Gore, A. C., Chappell, V. A., Fenton, S. E., Flaws, J. A., Nadal, A., Prins, G. S., Toppari, J., & Zoeller, R. T. (2015). EDC-2: The Endocrine Society's Second

Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals. *Endocrine Reviews*, 36(6), 1-150.

Houtman, C. J., Kroesbergen, J., Lekkerkerker-Teunissen, K., & van der Hoek, J. P. (2014). Human health risk assessment of the mixture of pharmaceuticals in Dutch drinking water and its sources based on frequent monitoring data. *Science of The Total Environment*, 496, 54–62.

Jafari, A. J., Pourkabireh Abasabad, R., & Salehzadeh, A. (2009). Endocrine disrupting contaminants in water resources and sewage in Hamadan city OF Iran. *Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 6(2), 89-96.

Jallow, M. F. A., Awadh, D. G., Albaho, M. S., Devi, V. Y. & Thomas, B. M. (2017). Pesticide Risk Behaviors and Factors Influencing Pesticide Use Among Farmers In Kuwait. *Science of The Total Environment*, 574, 490–498.

Jiang, X., Chen, H., Cui, Z, Yin, L., Zhang, W., Liu, W., Han, F., Ao, L., Cao, J., & Liu, J. (2016). Low-dose and combined effects of oral exposure to bisphenol A and diethylstilbestrol on the male reproductive system in adult Sprague-Dawley rats. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 43, 94–102.

Jurewicz, J., Majewska, J., Berg, A., Owczarek, K., Zajdel, R., Kaleta, D., Wasik, A., & Rachon, D. (2021). Serum bisphenol A analogues in women diagnosed with the polycystic ovary syndrome—is there an association?. *Environmental Pollution*, 272.

Kabir, E. R., Rahman, M. S., & Rahman, I. (2015). A review on endocrine disruptors and their possible impacts on human health. *40*(1), 241–258.

- Kandarakis, E. D., Bourguignon, J.-P., Giudice, L. C., Hauser, R., Prins, G. S., Soto, A. M., R. Thomas Zoeller, & Gore, A. C. (2009). Endocrine-Disrupting Chemicals: An Endocrine Society Scientific Statement. *30*(4), 293–342.
- Kotowska, U., Kapelewska, J., & Sawczuk, R. (2020). Occurrence, removal, and environmental risk of phthalates in wastewaters, landfill leachates, and groundwater in Poland. *Environmental Pollution*, *267*, 1-13.
- Lapworth, D.J., Baran, N., Stuart, M.E., Manamsa, K., Talbot, J. (2015). Persistent and emerging micro-organic contaminants in Chalk groundwater of England and France. *Environmental Pollution*, *203*, 214–225.
- Lawless, M., Norris, S., O'Byrne, K., & Gray, S. (2009). Targeting Histone Deacetylases for the Treatment of Immune, Endocrine & Metabolic Disorders. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders - Drug Targets*, *9*(1), 84–107.
- Lee, Y. M., Lee, J. E., Choe, W., Kim, T., Lee, J. Y., Kho, Y., Choi, K., & Zoh, K. D. (2019). Distribution of Pthalate Esters In Air, Water, Sediments, and Fish In The Asan Lake of Korea. *Environment International*, *126*, 635-643.
- 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.
- McLachlan, J. A., Simpson, E., & Martin, M. (2006). Endocrine Disrupters and Female Reproductive Health. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, *20*(1), 63–75.
- Rezaei, R., Damalas, C. A. & Abdollahzadeh, G. (2018). Understanding farmers' safety behavior toward pesticide exposure and other occupational risks: the

case of Zanjan, Iran. *Science of Total Environment*. 717, 1-9.

Ruberto, S., Santovito, A., & Buono, D. (2021). Polychaetes as bioindicators of environmental pollution: Impact of bisphenol A on the reproduction rate of *Ophryotrocha diadema* (Åkesson, 1976) (Eunicida: Dorvilleidae). *Zoology and Ecology*, 31(1), 61-66.

Ronderos-Lara, J. G., Saldarriaga-Norena, H., Murillo-Tovar, M. A., & Vergara-Sanchez, J. (2018). Optimization and Application of A GC-MS Method for the Determination of Endocrine Disruptor Compounds in Natural Water. *Separations*, 5(2), 1-8.

Rosenfeld, C. S. (2015). Bisphenol A and Phthalate Endocrine Disruption of Parental And Social Behaviors. *Frontiers in Neuroscience*, 9, 1-15.

RS, M. (2002). Endocrine modulation. Center for Population Health Risk Assesment. *Institute for Population Health*.

Sarmah, A. K., & Northcott, G. L. (2008). Laboratory Degradation Studies of Four Endocrine Disruptors in Two Environmental Media. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 27(4), 819–827.

Snyder, S. A., Leising, J., Westerhoff, P., Yoon, Y., Mash, H., & Vanderford, B. (2004). Biological and Physical Attenuation of Endocrine Disruptors and Pharmaceuticals: Implications for Water Reuse. *Ground Water Monitoring & Remediation*, 24(2), 108–118.

Snyder, S. A., & Benotti, M.J. (2010). Endocrine disruptors and pharmaceuticals: implications for water sustainability. *Water Science & Technology*, 61(1), 145 - 154.

Snyder, S. A., Adham, S., Redding, A. M., Cannon, F. S., DeCarolis, J., Oppenheimer, J., Wert, E. C., & Yoon, Y. (2007). Role of membranes and activated carbon in the removal of endocrine disruptors and pharmaceuticals.

*Desalination*, 202, 1-3.

- Tapia-Orozco, N., Santiago-Toledo, G., Barron, V., Espinosa-Garcia, A. M., Garcia-Garcia, J. A., & Garcia-Arrazola, R. (2017). Environmental epigenomics: current approaches to assess epigenetic effects of endocrine disrupting compounds (EDC's) on human health. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 51, 94–99.
- Tiehm, A., Schmidt, N., Lipp, P., Zawadsky, C., Marei, A., Seder, N., Ghanem, M., Paris, S., Zemann, M., & Wolf, L. (2012). Consideration of emerging pollutants in groundwater-based reuse concepts. *Water Science & Technology*, 66(6), 1270 - 1276.
- Wee, S. Y., & Aris, A. Z. (2019). Occurrence and public-perceived risk of endocrine disrupting compounds in drinking water. *Npj Clean Water*, 2(1).
- World Health Organisation. (2014). BISPHENOL A (BPA) - Current state of knowledge and future actions by WHO and FAO. [www.who.int/foodsafety/publications/fs\\_management/No\\_05\\_Bisphenol\\_A\\_Nov09\\_en.pdf](http://www.who.int/foodsafety/publications/fs_management/No_05_Bisphenol_A_Nov09_en.pdf)(diakses pada 10 Desember 2022)
- Yohan, Y., Astuti, F., & Wicaksana, A. (2018). Pembuatan Spektrofotometer Edukasi Untuk Analisis Senyawa Pewarna Makanan. *Chimica et Natura Acta*, 6(3), 111.
- 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.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Surat Izin Pengambilan Sampel



FAKULTAS  
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
Akreditasi Institusi "A"

PROGRAM STUDI  
TEKNIK LINGKUNGAN  
Akreditasi Program Studi "A"  
Akreditasi Internasional "ABET & IABEE"

Yogyakarta, 28 Februari 2023

Nomor : 100/Ka.Prodi.TL/10/TL/II/2023  
Hal : Izin Penelitian dan Pengambilan Data  
Lamp :

**Kepada Yth.**

Kepala Dukuh Murangan VIII, RW 30, Desa Triharjo, Kec. Sleman,  
Kab. Sleman, Yogyakarta  
Di Tempat

*Assalammu'alaikum Wr.Wb.*

Sehubungan dengan penyusunan Tugas Akhir di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, bersama ini mohon untuk dapat memberikan izin penelitian dan pengambilan data sample air sumur di beberapa rumah setempat untuk Tugas Akhir kepada mahasiswa kami :

Nama	: Annisa Rezeki Pulungan
No Mahasiswa	: 19513072
Program Studi	: Teknik Lingkungan
Fakultas	: Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas	: Universitas Islam Indonesia

Hasil karya ilmiah tersebut semata - mata bersifat dan bertujuan keilmuan dan tidak disajikan kepada pihak luar. Oleh Karena itu kami mohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat memberikan data/keterangan/sampel yang diperlukan oleh mahasiswa tersebut.

Demikian permohonan kami atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

*Wassalammu'alaikum Wr.Wb.*

Ketua Program Studi  
Teknik Lingkungan



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

Gedung Moh. Natsir Lantai 2  
Kaliurang Km. 14,5 Yogyakarta, Kodepos 55584  
Telp. (0274) 896440 ext.3216; fax. (0274) 895330  
E-mail: environment@uii.ac.id  
www.environment.uii.ac.id





## Lampiran 2. Hasil Observasi Sumur

The image shows two pages of handwritten data collection forms for well observations. Each page contains multiple sections, each starting with "DATA PENGAMBILAN SAMPEL SUMUR" followed by a unique ID. Each section lists four items: 1. Elevasi muka air tanah (m), 2. Tinggi bibir sumur terhadap muka air tanah (cm), 3. Kedalaman permukaan air dari bibir sumur (m), and 4. Suhu air (°C). The data is filled in by hand for each section.

## Lampiran 3. Kuisisioner Penelitian

### KUISISIONER PENGGAMBILAN SAMPEL AIR TANAH MELALUI SUMUR MASYARAKAT PERUMNAS CONDONG CATUR

Nama :  
 Jenis kelamin : L / P  
 Umur : Tahun  
 Berat badan : Kg  
 Alamat :  
 Jenis sumur :  
 Tahun pembuatan sumur :  
 Usia sumur :  
 Jumlah anggota keluarga/pengguna sumur : Orang

### Pertanyaan :

1. Apakah sumur tersebut digunakan secara pribadi atau bersamaan dengan rumah lainnya?
  - Ya, penggunaan pribadi
  - Ya, penggunaan bersama untuk \_\_\_\_\_ rumah
2. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat anak-anak berumur <10 tahun?
  - Ya, berjumlah \_\_\_\_\_ anak, berumur \_\_\_\_\_ tahun
  - Tidak ada
3. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat ibu hamil?
  - Ya, berjumlah \_\_\_\_\_, berumur \_\_\_\_\_ tahun
  - Tidak ada
4. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur ada yang pernah atau sedang mengalami sakit?
  - Ya, pernah/sedang sakit
  - Tidak ada

### Lampiran 4. Hasil Kuisisioner

Responden 8

**KUISISIONER PENGAMBILAN SAMPEL AIR TANAH MELALUI SUMUR  
MASYARAKAT PADUKULIHAN MURANGAN VIII RW 38, DESA TRIHARJO**

Nama : Tutiyah  
Jenis kelamin : ♀  
Umur : 73 Tahun  
Berat badan : 40 Kg  
Alamat :  
Jenis sumur : Gali  
Tahun pembuatan sumur : 1980an  
Usia sumur :  
Jumlah anggota keluarga/pengguna sumur : 3 Orang

**Pertanyaan :**

1. Apakah sumur tersebut digunakan secara pribadi atau bersamaan dengan rumah lainnya?
  - Ya, penggunaan pribadi
  - Ya, penggunaan bersama untuk \_\_\_\_\_ rumah
2. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat anak-anak berumur <10 tahun?
  - Ya, berjumlah \_\_\_\_\_ anak, berumur \_\_\_\_\_ tahun
  - Tidak ada
3. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat ibu hamil?
  - Ya, berjumlah \_\_\_\_\_ berumur \_\_\_\_\_ tahun
  - Tidak ada
4. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur ada yang pernah atau sedang mengalami sakit?
  - Ya, pernah/sedang sakit \_\_\_\_\_
  - Tidak ada

Responden 7

**KUISISIONER PENGAMBILAN SAMPEL AIR TANAH MELALUI SUMUR  
MASYARAKAT PADUKULIHAN MURANGAN VIII RW 38, DESA TRIHARJO**

Nama : Sugiono  
Jenis kelamin : ♂  
Umur : 90 Tahun  
Berat badan : 50kg  
Alamat :  
Jenis sumur : Gali  
Tahun pembuatan sumur : 1960an  
Usia sumur :  
Jumlah anggota keluarga/pengguna sumur : 5 Orang

**Pertanyaan :**

1. Apakah sumur tersebut digunakan secara pribadi atau bersamaan dengan rumah lainnya?
  - Ya, penggunaan pribadi
  - Ya, penggunaan bersama untuk 2 rumah
2. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat anak-anak berumur <10 tahun?
  - Ya, berjumlah 2 anak, berumur 2, 9 tahun
  - Tidak ada
3. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat ibu hamil?
  - Ya, berjumlah \_\_\_\_\_ berumur \_\_\_\_\_ tahun
  - Tidak ada
4. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur ada yang pernah atau sedang mengalami sakit?
  - Ya, pernah/sedang sakit \_\_\_\_\_
  - Tidak ada

Responden 6

**KUISONER PENGGAMBILAN SAMPEL AIR TANAH MELALUI SUMBER MASYARAKAT PABUKUHAN MURANGAN VIII, RW. 30, DESA TRIHARJO**

Nama : Heni Cahyo  
 Jenis kelamin :  Perempuan  
 Umur : 60 Tahun  
 Berat badan : 91 Kg  
 Alamat :  
 Jenis sumur : Gali  
 Tahun pembuatan sumur : 1960an  
 Usia sumur :  
 Jumlah anggota keluarga/pengguna sumur : 3 Orang

**Pertanyaan :**

1. Apakah sumur tersebut digunakan secara pribadi atau bersamaan dengan rumah lainnya?  
 Ya, penggunaan pribadi  
 Ya, penggunaan bersama untuk \_\_\_\_ rumah
2. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat anak-anak berumur <10 tahun?  
 Ya, berjumlah \_\_\_\_ anak, berumur \_\_\_\_ tahun  
 Tidak ada
3. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat ibu hamil?  
 Ya, berjumlah \_\_\_\_ berumur \_\_\_\_ tahun  
 Tidak ada
4. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur ada yang pernah atau sedang mengalami sakit?  
 Ya, pernah/sedang sakit \_\_\_\_  
 Tidak ada

Responden 45

**KUISONER PENGGAMBILAN SAMPEL AIR TANAH MELALUI SUMBER MASYARAKAT PABUKUHAN MURANGAN VIII, RW. 30, DESA TRIHARJO**

Nama : Setiwo  
 Jenis kelamin :  Perempuan  
 Umur : 46 Tahun  
 Berat badan : 75 Kg  
 Alamat :  
 Jenis sumur : Gali  
 Tahun pembuatan sumur : 2002  
 Usia sumur : 21  
 Jumlah anggota keluarga/pengguna sumur : 5 Orang

**Pertanyaan :**

1. Apakah sumur tersebut digunakan secara pribadi atau bersamaan dengan rumah lainnya?  
 Ya, penggunaan pribadi  
 Ya, penggunaan bersama untuk \_\_\_\_ rumah
2. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat anak-anak berumur <10 tahun?  
 Ya, berjumlah 1 anak, berumur 9 tahun  
 Tidak ada
3. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat ibu hamil?  
 Ya, berjumlah \_\_\_\_ berumur \_\_\_\_ tahun  
 Tidak ada
4. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur ada yang pernah atau sedang mengalami sakit?  
 Ya, pernah/sedang sakit \_\_\_\_  
 Tidak ada

Responden 4

**KUISONER PENGGAMBILAN SAMPEL AIR TANAH MELALUI SUMBER MASYARAKAT PABUKUHAN MURANGAN VIII, RW. 30, DESA TRIHARJO**

Nama : Setiwo  
 Jenis kelamin :  Perempuan  
 Umur : 58 Tahun  
 Berat badan : 46 Kg  
 Alamat :  
 Jenis sumur : Gali  
 Tahun pembuatan sumur : 1965an  
 Usia sumur :  
 Jumlah anggota keluarga/pengguna sumur : 11 Orang

**Pertanyaan :**

1. Apakah sumur tersebut digunakan secara pribadi atau bersamaan dengan rumah lainnya?  
 Ya, penggunaan pribadi  
 Ya, penggunaan bersama untuk 4 rumah
2. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat anak-anak berumur <10 tahun?  
 Ya, berjumlah \_\_\_\_ anak, berumur \_\_\_\_ tahun  
 Tidak ada
3. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat ibu hamil?  
 Ya, berjumlah \_\_\_\_ berumur \_\_\_\_ tahun  
 Tidak ada
4. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur ada yang pernah atau sedang mengalami sakit?  
 Ya, pernah/sedang sakit \_\_\_\_  
 Tidak ada

Responden 3

**KUISONER PENGGAMBILAN SAMPEL AIR TANAH MELALUI SUMBER MASYARAKAT PABUKUHAN MURANGAN VIII, RW. 30, DESA TRIHARJO**

Nama : Tutik  
 Jenis kelamin :  Perempuan  
 Umur : 47 Tahun  
 Berat badan : 52 Kg  
 Alamat :  
 Jenis sumur : Gali  
 Tahun pembuatan sumur : 1965an  
 Usia sumur :  
 Jumlah anggota keluarga/pengguna sumur : 6 Orang

**Pertanyaan :**

1. Apakah sumur tersebut digunakan secara pribadi atau bersamaan dengan rumah lainnya?  
 Ya, penggunaan pribadi  
 Ya, penggunaan bersama untuk 2 rumah
2. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat anak-anak berumur <10 tahun?  
 Ya, berjumlah \_\_\_\_ anak, berumur \_\_\_\_ tahun  
 Tidak ada
3. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat ibu hamil?  
 Ya, berjumlah \_\_\_\_ berumur \_\_\_\_ tahun  
 Tidak ada
4. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur ada yang pernah atau sedang mengalami sakit?  
 Ya, pernah/sedang sakit \_\_\_\_  
 Tidak ada

Responden 2

**KUESIONER PENGAMBILAN SAMPEL AIR TANAH MELALUI SUMUR  
MASYARAKAT POKUKULAN MURANGAN VIII, RW. 36, DESA TRIHARJO**

Nama : H. Widiadi  
 Jenis kelamin :  P  
 Umur : 20 Tahun  
 Berat badan : 47 Kg  
 Alamat :  
 Jenis sumur : Gali  
 Tahun pembuatan sumur : 1945 or.  
 Usia sumur :  
 Jumlah anggota keluarga/pengguna sumur : 4 Orang

**Pertanyaan :**

1. Apakah sumur tersebut digunakan secara pribadi atau bersamaan dengan rumah lainnya?  
 Ya, penggunaan pribadi  
 Ya, penggunaan bersama untuk \_\_\_\_\_ rumah
2. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat anak-anak berumur <10 tahun?  
 Ya, berjumlah 1 anak, berumur 7 tahun  
 Tidak ada
3. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat ibu hamil?  
 Ya, berjumlah \_\_\_\_\_, berumur \_\_\_\_\_ tahun  
 Tidak ada
4. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur ada yang pernah atau sedang mengalami sakit?  
 Ya, pernah/ sedang sakit \_\_\_\_\_  
 Tidak ada

Responden 1

**KUESIONER PENGAMBILAN SAMPEL AIR TANAH MELALUI SUMUR  
MASYARAKAT POKUKULAN MURANGAN VIII, RW. 36, DESA TRIHARJO**

Nama : Burjento  
 Jenis kelamin :  P  
 Umur : 70 Tahun  
 Berat badan : 65 Kg  
 Alamat :  
 Jenis sumur : Gali  
 Tahun pembuatan sumur : 1945 or.  
 Usia sumur : 40 tahun  
 Jumlah anggota keluarga/pengguna sumur : 4 Orang

**Pertanyaan :**

1. Apakah sumur tersebut digunakan secara pribadi atau bersamaan dengan rumah lainnya?  
 Ya, penggunaan pribadi  
 Ya, penggunaan bersama untuk \_\_\_\_\_ rumah
2. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat anak-anak berumur <10 tahun?  
 Ya, berjumlah 2 anak, berumur \_\_\_\_\_ tahun  
 Tidak ada
3. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat ibu hamil?  
 Ya, berjumlah \_\_\_\_\_, berumur \_\_\_\_\_ tahun  
 Tidak ada
4. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur ada yang pernah atau sedang mengalami sakit?  
 Ya, pernah/ sedang sakit \_\_\_\_\_  
 Tidak ada

### Lampiran 5. Dokumentasi Observasi Lapangan



## Lampiran 6. Dokumentasi Pengambilan Sampel



## Lampiran 7. Titik Pengambilan Sampel





## Lampiran 8. Dokumentasi Proses Pengujian di Laboratorium







**Lampiran 9.** Perhitungan Pembuatan Larutan Standar *Phthalates*

<b>Pembuatan Larutan Standar <i>Phthalates</i></b>			
V <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>
0,25 mL	20 mg/L	1 mL	5 ppm
0,5 mL	20 mg/L	1 mL	10 ppm
1 mL	20 mg/L	1 mL	20 ppm
0,75 mL	40 mg/L	1 mL	30 ppm
1 mL	40 mg/L	1 mL	40 ppm

Pembuatan larutan standar ini menggunakan rumus pengenceran untuk mengetahui volume yang akan uji di GC-MS.

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

Diketahui:

V<sub>1</sub> = volume diambil

$C_1$  = konsentrasi diambil

$V_2$  = volume total

$C_2$  = konsentrasi dibuat

Perhitungan:

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

**Lampiran 10.** Perhitungan Pembuatan Larutan Standar *Bisphenol A* (BPA)

<b>Pembuatan Larutan Standar <i>Bisphenol A</i> (BPA)</b>			
$V_1$	$C_1$	$V_2$	$C_2$
1 mL	10 ppm	10 mL	1 ppm
2 mL	10 ppm	10 mL	2 ppm
3 mL	10 ppm	10 mL	3 ppm
4 mL	10 ppm	10 mL	4 ppm

5 mL	10 ppm	10 mL	5 ppm
6 mL	10 ppm	10 mL	6 ppm

Pembuatan larutan standar ini menggunakan rumus pengenceran untuk mengetahui volume yang akan uji di GC-MS.

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

Diketahui:

$V_1$  = volume diambil

$C_1$  = konsentrasi diambil

$V_2$  = volume total

$C_2$  = konsentrasi dibuat

Perhitungan:

- $V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$   
 $V_1 \cdot 1000 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \cdot 10 \text{ ppm}$   
 $V_1 = 0,1 \text{ mL}$
- $V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$   
 $V_1 \cdot 10 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \cdot 1 \text{ ppm}$   
 $V_1 = 1 \text{ mL}$
- $V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$   
 $V_1 \cdot 10 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \cdot 2 \text{ ppm}$   
 $V_1 = 2 \text{ mL}$
- $V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$   
 $V_1 \cdot 10 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \cdot 3 \text{ ppm}$   
 $V_1 = 3 \text{ mL}$
- $V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$   
 $V_1 \cdot 10 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \cdot 4 \text{ ppm}$   
 $V_1 = 4 \text{ mL}$
- $V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$

$V_1 \cdot 10 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \cdot 5 \text{ ppm}$

$V_1 = 5 \text{ mL}$

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

$V_1 \cdot 10 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \cdot 6 \text{ ppm}$

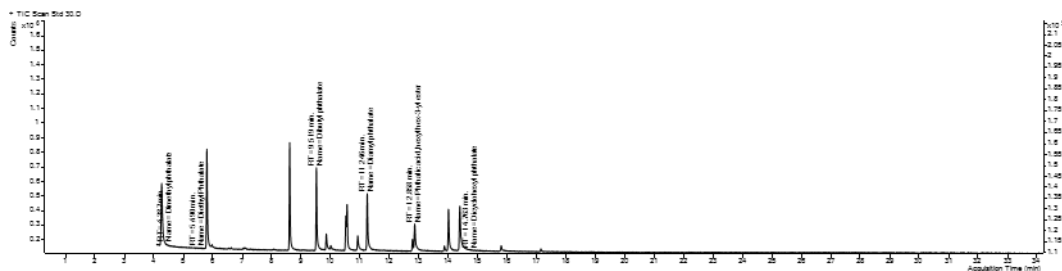
$V_1 = 6 \text{ mL}$

**Lampiran 11.** Hasil Pembacaan GC-MS Larutan Standar Pada *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

Sumber: Data Qualitative Analysis Report Hasil Pembacaan GC-MS

**Lampiran 12.** Peak standar masing-masing *Phthalates*



**Lampiran 13.** Hasil Pembacaan *Spektrofotometri UV Vis* Larutan Standar Pada *Bisphenol A* (BPA)

No	Sampel	Type	Conc	Abs	Wgt.factor
1	Standar 1	standard	0	0,000	1,000
2	Standar 2	standard	1	0,010	1,000
3	Standar 3	standard	2	0,018	1,000
4	Standar 4	standard	3	0,021	1,000

5	Standar 5	standard	4	0,029	1,000
6	Standar 6	standard	5	0,035	1,000
7	Standar 7	standard	6	0,044	1,000

(Sumber: Hasil pembacaan menggunakan Spektrofotometer UV Vis)

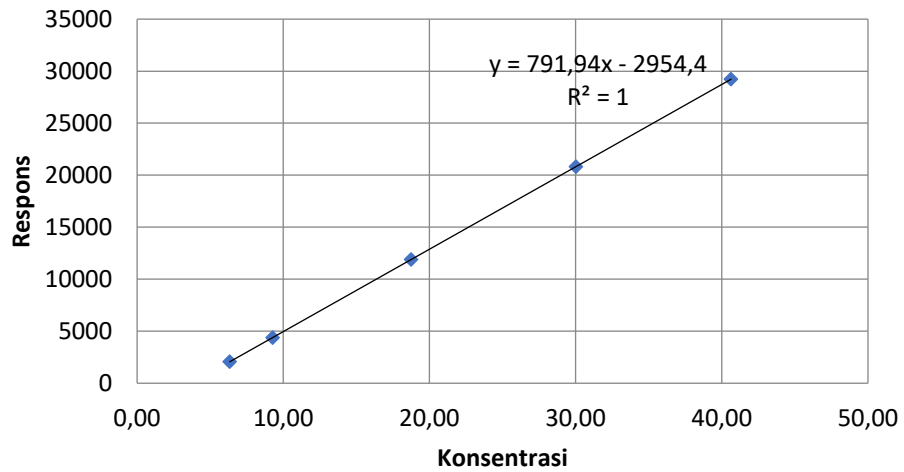
**Lampiran 14.** Nilai Persamaan Regresi Linear dan  $R^2$  Pada Tiap Senyawa *Phthalates* dan *Bisphenol A*

No	Senyawa Phthalates	Persamaan Regresi Linear	$R^2$ (Linearitas)
1	<i>Dimethyl Phthalate</i>	$y = 791,94x - 2954,42$	$R^2 = 0,9948$
2	<i>Dibuthyl Phthalate</i>	$y = 130253,89x - 48143,75$	$R^2 = 0,9984$
3	<i>Diethyl Phthalate</i>	$y = 25,52x + 201,33$	$R^2 = 0,9999$
4	<i>Bis(2-methoxyethyl) Phthalate</i>	$y = 109,33x + 127,95$	$R^2 = 0,9933$
5	<i>Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester</i>	$y = 52,64x - 253,56$	$R^2 = 0,9962$
6	<i>Diamyl Phthalate</i>	$y = 114781,52x - 26260,81$	$R^2 = 0,9976$
7	<i>Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester</i>	$y = 79096,20x - 13673,45$	$R^2 = 0,9997$
8	<i>Dicyclohexyl Phthalate</i>	$y = 59,29x - 117,94$	$R^2 = 0,9944$
9	<i>Diisooctyl Phthalate</i>	$y = 82,14x - 101,63$	$R^2 = 0,9919$
No	Senyawa	Persamaan Regresi Linear	$R^2$ (Linearitas)
1	<i>Bisphenol A</i>	$y = 0,0069x + 0,0018$	0,9925

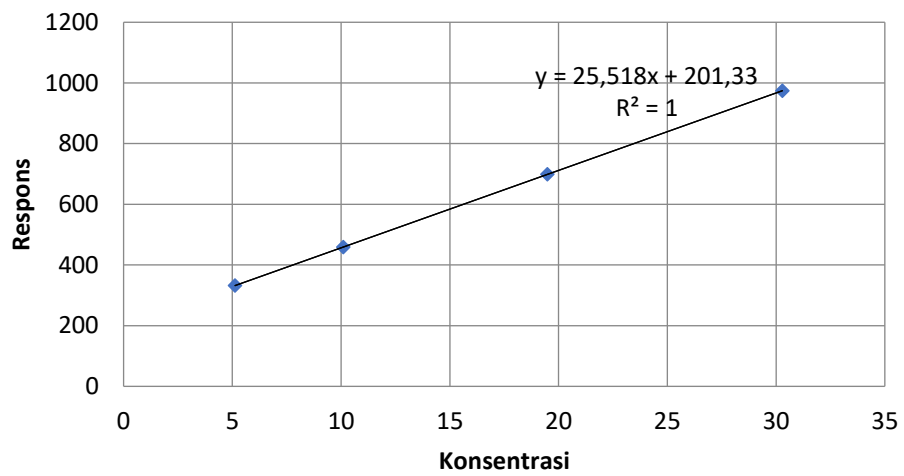
(Sumber: Hasil pembacaan menggunakan instrument GC-MS dan Spektrofotometer)

Lampiran 15. Kurva Kalibrasi Tiap Senyawa *Phthalates* dan *Bisphenol A*

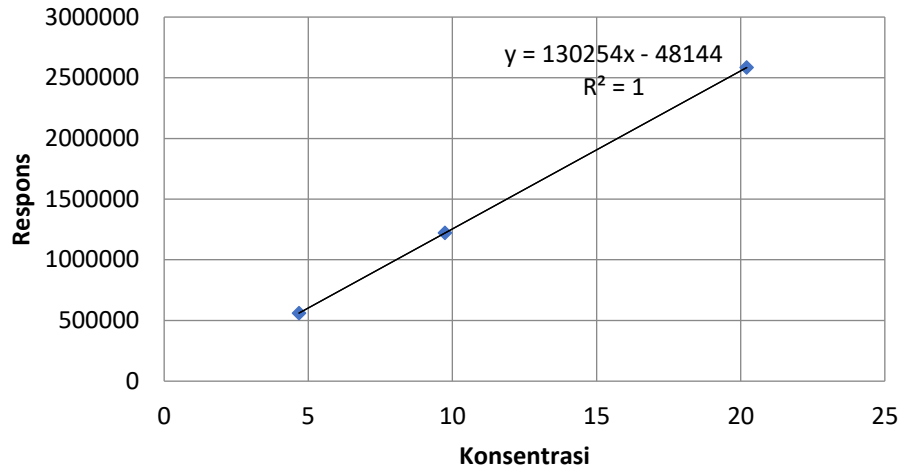
### Dimethyl Phthalate



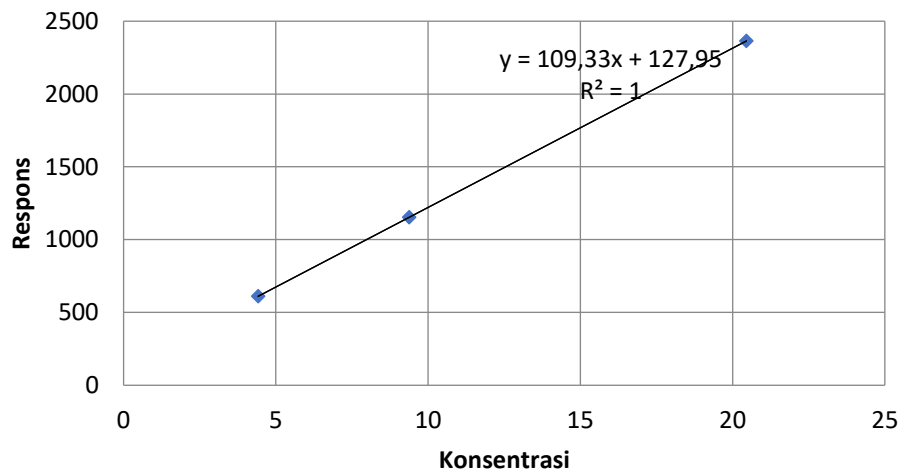
### Diethyl Phthalate



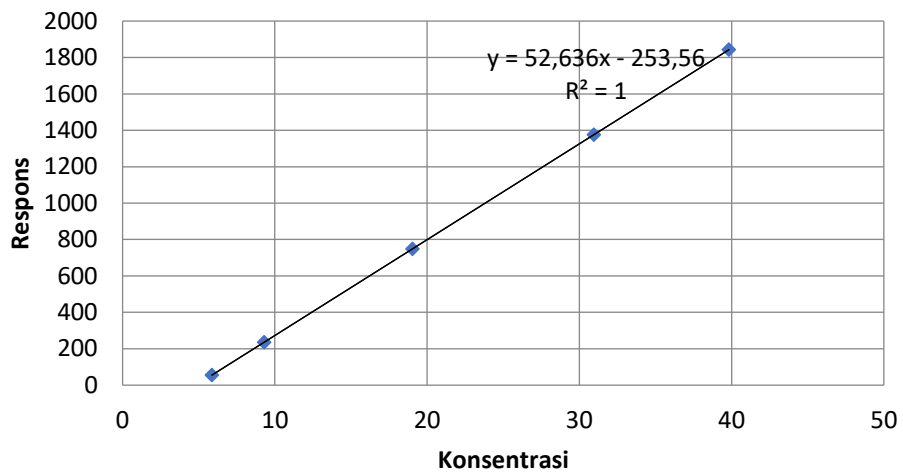
### Dibutyl Phthalate



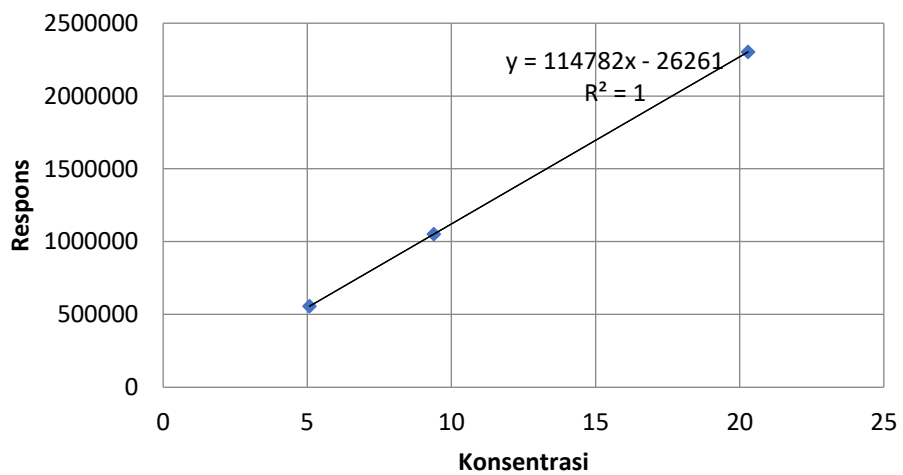
### Bis(2-methoxyethyl) phthalate



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

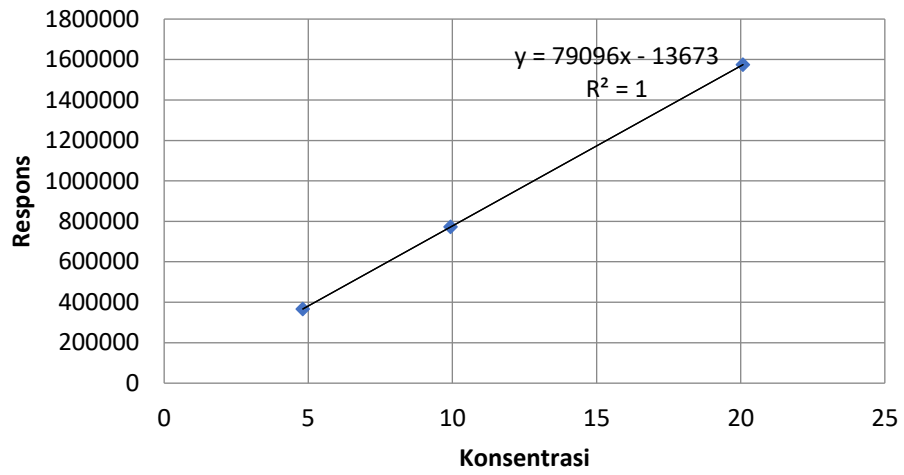


### Diamyl phthalate

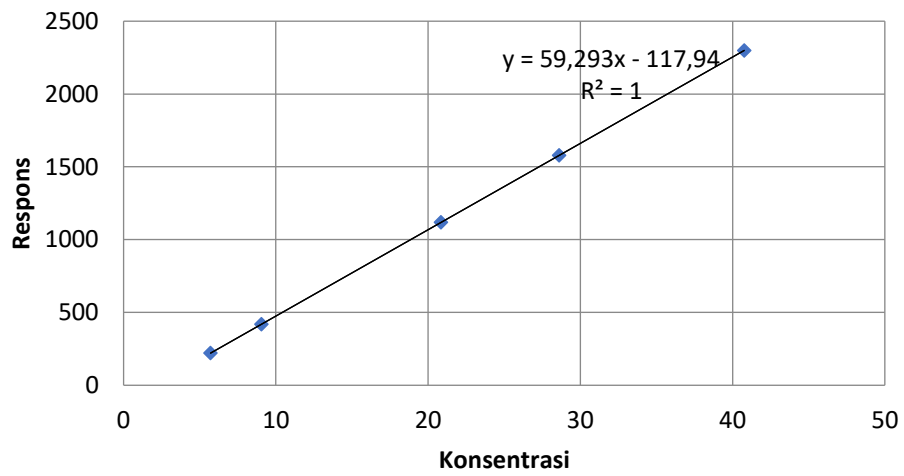




### Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester



### Dicyclohexyl phthalate



## Diisooctyl phthalate

