

TA/TL/2023/1632

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

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



RIZQY AKHFA NAZHIFAH

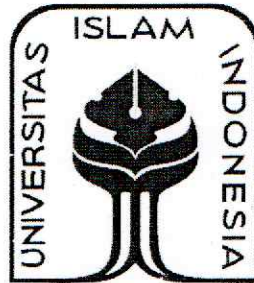
19513073

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 DEPOK KABUPATEN
SLEMAN YOGYAKARTA**

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



الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

**RIZQY AKHFA NAZHIFAH
19513073**

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 : *23 Agustus 2023*

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

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Selasa

Tanggal : 22 Agustus 2023

Disusun Oleh :

RIZQY AKHFA NAZHIFAH

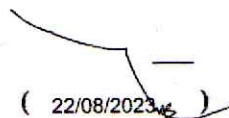
19513073

Tim Penguji :

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

 (23/8/2023)

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

 (22/08/2023)

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

 ()

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, 21 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Rizqy Akhfa Nazhifah
NIM : 19513073

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga peneliti dapat diberikan kemampuan untuk menyelesaikan penelitian laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Sebaran Pengganggu Hormon (*Endocrine Disruptors*) pada Air Tanah di Sekitar Fasilitas Kesehatan Wilayah Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman Yogyakarta**”. Penyusunan laporan ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan ini, penulis banyak mendapatkan semangat, dukungan, dorongan, bimbingan, dan juga bantuan dari berbagai pihak. Sehingga, pada kesempatan ini perkenankan peneliti menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT, karena dengan segala ramhat-Nya sehingga penulis masih diberikan kesehatan, ilmu pengetahuan, dan kelancaran sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Tharuddin, S.E., M.Si dan Ibu Syarifah Hamida, S.Ag., M.Pd. atas kasih sayang dan dukungan yang tiada batasnya sehingga penulis dapat bertahan menempuh pendidikan sejauh ini.
3. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng)., Ph.D.
4. Koordinator Tugas Akhir Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.
5. Bapak Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, Bapak Prof. Dr-Ing. 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 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Indonesia, yang sudah membantu, mengajar, dan mendukung selama menempuh perkuliahan ini.
7. Mas Ridwan, Mas Bagus, serta seluruh staf Laboratorium Teknik Lingkungan FTSP UII yang sudah membimbing dan membantu selama penelitian berlangsung.
8. Teman-teman “Bismillah TA”, yaitu Elvira Rosa Setiya Anggraeni dan Annisa Rezeki Pulungan yang sudah berjerih payah bersama penulis sejak awal pembentukan proposal Tugas Akhir hingga Tugas Akhir ini selesai.
9. Rangga Putradi Ahdim, Aditya Annas Muhammad yang sudah membantu, dan menemani selama pengambilan sampel.
10. Sahabat penulis yaitu Agista Harismayanti dan Olivia Syahbilla yang sudah mendengar keluh kesah, menyemangati, dan membantu selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
11. Sahabat penulis yaitu Salwa Alifia Razak, Siti Fadra Suhendra, Widiastika Cahyati, dan Khairani Amardi Putri yang sudah memberikan semangat baik dalam keadaan dekat maupun jauh.
12. Semua pihak yang terlibat dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

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

Yogyakarta, 21 Agustus 2023



Rizqy Akhfa Nazhifah

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

RIZQY AKHFA NAZHIFAH. Analisis Sebaran Pengganggu Hormon (*Endocrine Disruptors*) pada Air Tanah di Sekitar Fasilitas Kesehatan Wilayah Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman Yogyakarta. Dibimbing oleh Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.

Kecamatan Depok Kabupaten Sleman merupakan wilayah dengan pertumbuhan paling pesat di Daerah Istimewa Yogyakarta. Pertumbuhan penduduk yang pesat, sejalan dengan meningkatnya aktivitas antropogenik. Kegiatan antropogenik dan pembuangan limbah yang belum selesai diolah oleh masyarakat dapat menjadi pemicu timbulnya EDCs, sehingga EDCs terserap oleh tanah dan mengontaminasi air tanah disekitar. Analisis kandungan senyawa EDCs yaitu *Phthalates* dan *Bisphenol A* dilakukan pada 8 titik sampel air tanah pada sumur warga secara acak. Pengujian sampel dilakukan dengan Metode *Solid Phase Extraction* (SPE) dan pembacaan dilakukan dengan instrumen GC-MS untuk *Phthalates* kemudian dimodelkan dengan interpolasi IDW dan Spektrofotometer UV-Vis untuk senyawa *Bisphenol A*. Dari hasil penelitian, disemua titik sampel ditemukan adanya 9 senyawa *Phthalate* dan *Bisphenol A*. Konsentrasi *Dimethyl Phthalate* paling tinggi terdapat pada titik sampel AT2 yaitu sebesar 0,150 mg/L dan Konsentrasi *Diethyl Phthalate* yang paling tinggi bernilai 0,150 mg/L pada AT6, sedangkan *Bisphenol A* sebesar 4,957 mg/L pada titik sampel AT5. Beberapa faktor yang berhubungan dengan adanya senyawa pengganggu hormon yaitu lokasi, pola aktivitas masyarakat sekitar, jarak sumur dengan pencemar, suhu, jenis tanah, dan kedalaman sumur.

Kata kunci : *Endocrine Disruptor Compounds* (EDCs), *Phthalates*, *Bisphenol A*, GC-MS, Pencemaran air tanah

ABSTRACT

RIZQY AKHFA NAZHIFAH. *Analysis of the Distribution of Endocrine Disruptors in Groundwater Around Health Facilities in Depok District, Sleman Regency, Yogyakarta. Supervised by Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.*

Depok District, Sleman Regency is the fastest growing area in the Special Region of Yogyakarta. Rapid population growth, in line with increasing anthropogenic activity. Anthropogenic activities and waste disposal that have not been completed by the community can trigger the emergence of EDCs, so that EDCs are absorbed by the soil and contaminate groundwater around. Analysis of the content of EDCs compounds, namely Phthalates and Bisphenol A, was carried out at 8 points of groundwater samples in residents' wells randomly. Sample testing was carried out with the Solid Phase Extraction (SPE) Method and readings were carried out with GC-MS instruments for Phthalates then modeled by IDW interpolation and UV-Vis Spectrophotometer for Bisphenol A compounds. From the results of the study, at all sample points found the presence of 9 Phthalate compounds and Bisphenol A. The highest Dimethyl Phthalate concentration was found at the AT2 sample point which was 0,150 mg / L and the highest Diethyl Phthalate Concentration was 0,150 mg / L at AT5, while Bisphenol A was 4,957 mg / L at the AT5 sample point. Some factors related to the presence of hormone-disrupting compounds are location, activity patterns of the surrounding community, distance of the well to pollutants, temperature, soil type, and depth of the well.

Keywords: *Endocrine Disruptor Compounds (EDCs), Phthalates, Bisphenol A, GC-MS, Groundwater pollution*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	
TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xix
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
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. <i>Endocrine Disruptor Compounds</i> (EDCs)	6
2.1.1. <i>Bisphenol A</i> (BPA)	6
2.1.2. <i>Phthalates</i>	7
2.2. Transportasi <i>Bisphenol A</i> dan <i>Phthalates</i>	8
2.3. <i>Bisphenol A</i> dan <i>Phthalates</i> Dalam Air Tanah	10
2.4. Potensi Risiko <i>Bisphenol A</i> dan <i>Phthalates</i> Terhadap Kesehatan	11
2.5. Teknik Ekstraksi <i>Bisphenol A</i> dan <i>Phthalates</i> Pada Sampel Air Tanah .	12

2.6.	<i>Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC-MS)</i>	12
2.7.	Spektrofotometer	13
2.8.	Pemetaan Pola Sebaran <i>Phthalates</i> dan <i>Bisphenol A</i> dengan Metode IDW 14	
2.9.	Penelitian Terdahulu	14
BAB III		19
METODE PENELITIAN		19
3.1.	Diagram Alir Penelitian	19
3.2.	Waktu dan Lokasi Penelitian	20
3.3.	Jenis dan Variabel Penelitian	23
3.4.	Pengumpulan Data	23
3.4.1.	Pengumpulan Data Sekunder	23
3.4.2.	Pengumpulan Data Primer	24
3.5.	Alat dan Bahan	26
3.6.	Proses Pengujian Sampel	29
3.6.1.	Pengujian Sampel <i>Phthalates</i>	29
3.6.2.	Pengujian Sampel <i>Bisphenol A</i>	32
3.7.	Analisis Data Hasil Uji	35
3.7.1.	Analisis Data Hasil Uji <i>Phthalates</i> Menggunakan GC-MS	35
3.7.2.	Analisis Data Hasil Uji <i>Bisphenol A</i> Menggunakan Spektrofotometer UV-VIS	36
3.7.3.	Analisis Data Kalibrasi	37
3.7.4.	<i>Limit Of Detection (LOD) & Limit Of Quantification (LOQ)</i>	38
3.7.5.	Hasil Uji Sampel	43
3.7.6.	Pemetaan Pola Air Aliran Air Tanah Menggunakan IDW Untuk <i>Phthalates</i> Dan <i>Bisphenol A</i>	46
BAB IV		48
HASIL DAN PEMBAHASAN		48
4.1.	Deskripsi Wilayah Pengambilan Sampel	48
4.2.	Air Tanah Dangkal	49
4.3.	Data Hasil Observasi Lapangan	50
4.3.1.	Data Hasil Observasi Sumur Responden	50

4.3.2.	Data Hasil Kuisisioner	53
4.4.	Kandungan <i>Phthalates</i> Pada Air Tanah	54
4.5.	Hasil Pembacaan Kromatogram GC-MS Terhadap <i>Phthalates</i>	55
4.4.1.	Analisis Kandungan <i>Dimethyl Phthalates</i> (DMP)	56
4.4.2.	Analisis Kandungan <i>Diethyl Phthalates</i> (DEP)	57
4.4.3.	Analisis Kandungan <i>Dibutyl Phthalate</i> (DBP)	60
4.4.4.	Analisis Kandungan <i>Bis(2-Methoxyethyl) Phthalate</i> (DMEP)	61
4.4.5.	Analisis Kandungan <i>Phthalic Acid, Isohexyl 4-Methylpent-2-Yl Ester</i>	62
4.4.6.	Analisis Kandungan <i>Diamyl Phthalate</i> (DAP)	62
4.4.7.	Analisis Kandungan <i>Phthalic Acid, Hexyl Hex-3-Yl Ester (PAEs)</i>	63
4.4.8.	Analisis Kandungan <i>Dicyclohexyl Phthalate</i> (DCHP)	64
4.4.9.	Analisis Kandungan <i>Diisooctyl Phthalate</i> (DIOP)	65
4.6.	Kandungan <i>Bisphenol A</i> Pada Air Tanah	66
4.7.	Hasil Pembacaan Kurva Kalibrasi Spektrofotometer UV-VIS Terhadap <i>Bisphenol A</i>	67
4.8.	Manajemen Resiko	69
BAB V		72
KESIMPULAN DAN SARAN		72
5.1.	Kesimpulan	72
5.2.	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA		74
LAMPIRAN		82

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian BPA dan Ftalat Terdahulu	15
Tabel 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel Air Tanah disekitar Kec. Depok, Kab. Sleman	21
Tabel 3. 2 Alat dan Bahan.....	26
Tabel 3. 3 Hasil Perhitungan Slope dan Intersep Larutan Standar Dimethyl Phthalate.....	41
Tabel 3. 4 Hasil Data Statistik Kurva Kalibrasi Senyawa Dimethyl Phthalate	42
Tabel 3. 5 Rekap Nilai LOD dan BOQ Pada Ftalat dan BPA.....	42
Tabel 3. 6 Rekap Hasil LOD Pada Tiap Titik Sample	44
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Suhu Air Tanah Sumur Dangkal	50
Tabel 4. 2 Kondisi Air Tanah Sumur Dangkal.....	51
Tabel 4. 3 Lokasi Sumur dengan WC dan Saluran Pembuangan	51
Tabel 4. 4 Usia Sumur Air Tanah Dangkal	52
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Kedalaman Air dan Tinggi Bibir Sumur dari Permukaan Tanah	52
Tabel 4. 8 Potensi Produk Mengandung Phthalates	54
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Senyawa Dimethyl Phthalate Menggunakan GC-MS	56
Tabel 4. 10 Data Hasil Pengujian Senyawa Diethyl Phthalate Menggunakan GC-MS.....	57
Tabel 4. 11 Data Hasil Pengujian Senyawa Dibutyl Phthalate Menggunakan GC-MS.....	60
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian BMEP Menggunakan GC-MS.....	61
Tabel 4. 13 Data Hasil Pembacaan Senyawa Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester pada GC-MS.....	62
Tabel 4. 14 Hasil Pembacaan Senyawa DAP menggunakan GC-MS	63
Tabel 4. 15 Hasil Pembacaan Senyawa PAEs Menggunakan GC-MS.....	64
Tabel 4. 16 Hasil Pembacaan DCHP Menggunakan GC-MS.....	65

Tabel 4. 17 Hasil Pembacaan Senyawa DIOP Menggunakan GC-MS	66
Tabel 4. 18 Hasil Pembacaan BPA pada Spektrofotometer	67

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Degradasi BPA dan Ftalat.....	9
Gambar 2. 2 Proses Transportasi BPA dan Ftalat	10
Gambar 2. 3 Prinsip Kerja GC-MS	13
Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Spektrofotometer	14
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	20
Gambar 3. 2 Peta Titik Pengambilan Sampel Air Tanah	22
Gambar 3. 3 Wawancara dengan pemilik sumur	24
Gambar 3. 4 Proses Pengukuran Tinggi Muka Air Tanah Menggunakan Water Level Meter	25
Gambar 3. 5 Proses Pengambilan Sampel Air Sumur	26
Gambar 3. 6 Diagram Alir Pengujian Sampel Ftalat pada Air Tanah.....	29
Gambar 3. 7 Proses Penyaringan Sampel dengan Vacuum dan Kertas Saring Glass Micro-fiber 0,45 μm	30
Gambar 3. 8 Proses Conditioning, Loading sample, Vacuum dry, Elution pada Sampel Menggunakan Catridge C18-E.....	31
Gambar 3. 9 Proses Dryness Pada Sampel Menggunakan Waterbath.....	31
Gambar 3. 10 Proses Analisa Sampel Menggunakan Instrument GC-MS	32
Gambar 3. 11 Diagram Alir Pengujian BPA	32
Gambar 3. 12 Proses pembuatan larutan standar BPA	33
Gambar 3. 13 Proses Pembuatan Larutan Standar BPA	34
Gambar 3. 14 Proses Pemanasan Sampel Uji.....	34
Gambar 3. 15 Proses Analisa Menggunakan Spektrofotometer	35
Gambar 3. 16 Grafik Kromatogram Pembacaan GC-MS pada Phthalates.....	36
Gambar 3. 17 Proses Pemanasan Sampel Pada Hotplate	37
Gambar 3. 18 Proses Analisa Sampel Menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis .	37
Gambar 3. 19 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standar Dimethyl Phtalate.....	39
Gambar 3. 20 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standar Bisphenol A.....	40

Gambar 4. 1	Peta Pontensi Sumber Pencemar di Wilayah Pengambilan Sampel	48
Gambar 4. 2	Kategori Responden.....	53
Gambar 4. 3	Sebaran Senyawa DEP	59
Gambar 4. 4	Peta Sebaran Senyawa BPA.....	68

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada dasarnya, keberadaan air sangat penting dalam kegiatan sehari-hari untuk menunjang kesehatan dan kesejahteraan manusia. Namun, kegiatan-kegiatan yang dilakukan tersebut telah berkontribusi pada perubahan dan kerusakan sumber air, baik dalam hal fisik, kimia, maupun mikrobiologi yang dapat mengganggu sanitasi (Muñoz *et al.*, 2013). Sebagai contoh, pada abad ke-20, ditemukan bahwa terdapat penyakit kulit seperti lesi dan berbagai jenis kanker yang berkaitan dengan adanya senyawa arsenic (WHO, 2004), serta fluorosis pada gigi yang terjadi karena adanya kandungan *fluoride* pada air minum (Ayoob *et al.*, 2006).

Oleh karenanya, selama beberapa tahun terakhir *emerging pollutants* menjadi hal yang dikhawatirkan karena dapat mengganggu keberlangsungan makhluk hidup. *Emerging pollutants* atau bahan kimia yang muncul ini dapat bergerak dan persisten bahkan dalam konsentrasi yang rendah pada udara, air, tanah, sedimen dan reseptor ekologi yang dapat berasal dari produk farmasi, plastic, dan sebagainya. Salah satu contoh *emerging pollutants* yaitu *Endocrine Disruptor Compounds* (EDCs). EDCs merupakan senyawa kimia yang berbahaya bagi organisme makhluk hidup, terutama manusia dikarenakan senyawa tersebut merupakan salah satu kontaminan antropogenik dalam air yang dapat memberikan pengaruh terhadap kesehatan reproduksi (Gonsioroski *et al.*, 2020). Oleh karena itu, adanya EDCs dalam air menjadi perhatian.

EDCs disebut juga dengan bahan kimia pengganggu endokrin karena bahan kimia tersebut dapat berinteraksi dengan system endokrin (Moreno *et al.*, 2001). Beberapa senyawa yang masuk kedalam EDCs ini yaitu *Pharmaceuticals and Personal Care Product* (PPCP) atau yang disebut dengan obat-obatan dan produk perawatan pribadi, pestisida, antiseptik, bahan kimia industri, senyawa yang berasal dari plastic (*Bisphenol A*, ftalat), serta produk sampingnya. EDCs juga dapat

muncul karena adanya sumber atau jalur baru menuju manusia. Melalui air, makanan, udara, dan kulit dapat menjadi cara EDCs kontak dengan manusia.

Kawasan Kecamatan Depok Kabupaten Sleman merupakan kawasan padat penduduk dan termasuk kawasan yang memiliki aktivitas antropogenik yang tinggi. Selain itu, disekitar Kec. Depok, Sleman juga terdapat berbagai fasilitas kesehatan, seperti puskesmas, rumah sakit, dan juga klinik serta terdapat sarana public seperti sekolah, kampus, sarana ibadah, stadion, dan juga unit pengolahan sampah seperti TPS 3R. Kec. Depok, Sleman juga terdapat badan air yaitu sungai yang dapat digunakan sebagai sumber air oleh penduduk setempat. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa aktivitas yang sudah dilakukan oleh masyarakat sekitar serta adanya fasilitas kesehatan dan sarana publik dapat mempengaruhi kondisi air tanah pada wilayah tersebut. Kegiatan antropogenik dan pembuangan limbah yang belum selesai diolah oleh masyarakat dapat menjadi pemicu timbulnya EDCs, sehingga EDCs terserap oleh tanah dan mengontaminasi air tanah disekitar.

Hingga saat ini, Kecamatan Depok belum banyak dilakukan penelitian untuk mengetahui adanya kandungan EDCs khususnya *Bisphenol A (BPA)* dan *Phthalate* pada air tanah dan risiko terhadap lingkungan serta manusia. Oleh karena itu, penelitian mengenai EDCs ini dianggap perlu dilakukan guna mengetahui konsentrasi senyawa pengganggu endokrin pada air tanah masyarakat disekitar Kecamatan Depok Kabupaten Sleman Yogyakarta.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Berapa kadar konsentrasi senyawa EDCs pada air tanah di sekitar fasilitas kesehatan wilayah Kec. Depok Kab. Sleman?
2. Apa saja potensi sumber penyebab adanya senyawa EDCs pada air tanah di sekitar fasilitas kesehatan wilayah Kec. Depok Kab. Sleman?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui kadar konsentrasi EDCs pada air tanah di sekitar fasilitas kesehatan wilayah Kec. Depok Kab. Sleman dengan menggunakan GC-MS.

2. Mengetahui potensi sumber penyebab adanya senyawa EDCs pada air tanah di sekitar fasilitas kesehatan wilayah Kec. Depok, Kab. Sleman.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari adanya penelitian ini, yaitu:

1. Memberikan informasi terkait kualitas air tanah di sekitar fasilitas kesehatan wilayah Kecamatan Depok Kabupaten Sleman sehingga kedepannya masyarakat lebih menyadari dan waspada dalam menggunakan air tanah.
2. Sebagai referensi tambahan dan bahan kajian bagi peneliti selanjutnya agar dapat mengembangkan hasil penelitian yang sudah dilakukan ini.
3. 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, yaitu:

1. Lokasi penelitian dilakukan pada 8 titik air tanah di sekitar fasilitas kesehatan wilayah Kecamatan Depok Kabupaten Sleman dengan jenis parameter yang diuji adalah 10 senyawa, yaitu *Bisphenol A* dan 9 senyawa *phthalate* yakni *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*.
2. Objek yang diteliti adalah konsentrasi dan kualitas air tanah disekitar fasilitas kesehatan wilayah Kecamatan Depok Kabupaten Sleman.
3. Data diambil sesuai dengan SNI 6989.58:2008 dan dengan metode *Solid Phase Extraction* (SPE) dengan instrument GC-MS dan Spektrofotometer.
4. Pengujian dilakukan hingga mendapatkan kadar konsentrasi sampel.
5. Tempat pengujian dilakukan pada Laboratorium Kualitas Air dan Laboratorium Instrumen Teknik Lingkungan FTSP UII.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Endocrine Disruptor Compounds* (EDCs)

Endocrine disruptor compounds (EDCs) merupakan senyawa yang mempengaruhi sistem endokrin manusia dan makhluk hidup lainnya. Menurut *World Health Organization* (WHO), EDCs 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). 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.

2.1.1. *Bisphenol A* (BPA)

Pencemaran air salah satunya disebabkan oleh aktivitas manusia yang menghasilkan berbagai macam limbah yang beberapa diantaranya dapat berbahaya bagi lingkungan dan juga kesehatan. Salah satunya yaitu senyawa *Bisphenol A* (BPA). BPA merupakan bubuk kristal keabu-abuan atau butiran yang memiliki bau klorofenol (Tsai, 2006). Senyawa tersebut merupakan bahan kimia yang digunakan dalam pembuatan plastik polikarbonat dan resin poksi untuk keperluan industri. Plastik polikarbonat digunakan dalam kemasan makanan dan minuman seperti botol bayi, *compact disk*, peralatan medis dan lainnya. Sedangkan resin poksi 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). BPA terdapat di udara, debu, serta air. BPA dapat larut ke dalam makanan dari resin epoksi internal pelindung makanan kaleng dari produk konsumen seperti peralatan makan karbonan, wadah penyimpanan makanan, botol air, dan lainnya. Kanada merupakan negara pertama yang melarang adanya penjualan dan impor botol bayi yang mengandung BPA. Beberapa negara bagian di AS juga melarang penggunaan BPA pada cangkir, termos, dan wadah susu formula bayi. *French National Assembly and Senate* atau Majelis Nasional dan Senat Prancis menanggukkan penggunaan BPA dalam semua hal yang berkaitan dengan makanan. Akan tetapi menurut *European Food Safety Authority* BPA bukan merupakan hal yang patut untuk ditakutkan dan bukan merupakan ancaman bagi kesehatan. Pernyataan *European Food Safety Authority* ini didukung oleh *United States Food and Drug Administration* (USFDA) yang mengatakan bahwa BPA aman pada tingkat yang dipergunakan oleh tempat makanan atau minuman. Pada lingkungan akuatik juga disebutkan bahwa BPA dapat terdeksi, seperti contohnya dalam sampel air baku dan air keran di Prancis menemukan bahwa tingkat BPA masing-masing mencapai 1430 ng/L dan antara 9 dan 50 ng/L. Meskipun begitu banyak kontroversi mengenai BPA ini, penelitian lainnya mengungkapkan bahwa bahan kimia ini salah satu pengganggu endokrin atau yang disebut dengan *Endocrine Disrupting Compounds* (EDCs).

2.1.2. Phthalates

Selain BPA, juga terdapat senyawa *Phthalates*. *Phthalates* atau ftalat adalah cairan berminyak yang tidak memiliki warna (Xu dan Liu, 2014) dan mengandung cincin benzena, dua gugus karbonil dan dua gugus alkohol. Ftalat merupakan *plasticizer*, pelumas, dan pelarut serbaguna yang digunakan di sejumlah industri. Ftalat dengan volume yang tinggi biasanya ditemukan pada wadah penyimpanan makanan, mainan anak anak, produk PVC seperti bahan konstruksi dan pakaian,

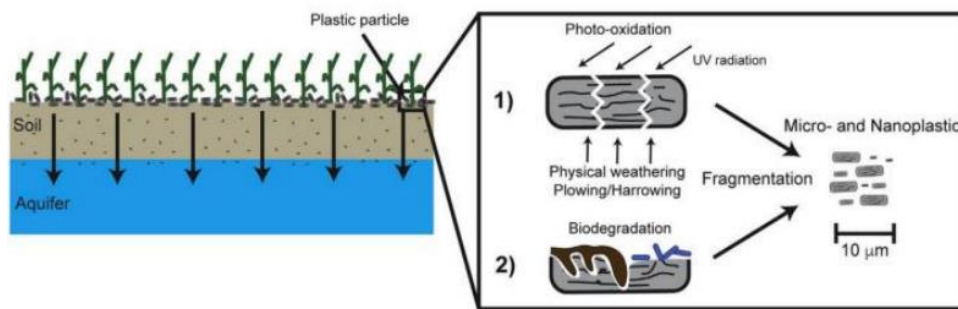
peralatan medis seperti tabung intravena dan kantong infus. Ftalat dengan volume rendah dapat berasal dari kosmetik dan perawatan pribadi, obat-obatan, dan perekat. Tetapi, ftalat tidak secara langsung mencemari sumber air minum. Jalur masuknya ftalat bisa berasal dari limpasan industri yang mencemari sumber air minum seperti air permukaan dan air tanah, dan ftalat dapat larut dalam air minum dari tempat penyimpanan makanan dan air mineral yang wadahnya terbuat dari plastic. Sebagian besar botol plastik terbuat dari polietilen tereftalat (PET) dikarenakan biaya produksi yang lebih murah. Berdasarkan penelitian di Beijing, Cina menunjukkan bahwa makin tinggi suhu sekitar penyimpanan botol maka kandungan ftalat akan ikut meningkat. Oleh karenanya ftalat ini juga diakui sebagai EDCs pada pria dan wanita. Paparan ftalat okupasi kronis pada wanita telah dikaitkan dengan penurunan tingkat kehamilan dan peningkatan tingkat keguguran. Paparan ftalat juga telah dikaitkan dengan komplikasi termasuk anemia, toksmia, dan preeklampsia pada wanita hamil. Secara kolektif, data ini menunjukkan bahwa paparan ftalat dikaitkan dengan hasil reproduksi yang merugikan sepanjang masa hidup wanita.

2.2. Transportasi *Bisphenol A* dan *Phthalates*

Sebaran BPA dan Ftalat disebabkan dari lepasnya kandungan senyawa tersebut pada produk selama masa pakainya. BPA dan Ftalat masuk kedalam air tanah sebagai mikroorganik berdasarkan karakteristik dan kondisi bawah permukaan, seperti hidrogeologi, waktu tinggal air tanah, proses redoks, dan jenis serta sifat kimia tanah. Secara keseluruhan, Senyawa ini menyebar karena adanya aktivitas antropogenik yaitu proses manufaktur, penggunaan, konsumsi, perawatan, dan pembuangan perangkat dan produk sehingga menyebabkan transportasi jangka panjang dari lingkungan ke air tanah (J. Duenas-Monero s.d.a., 2022).

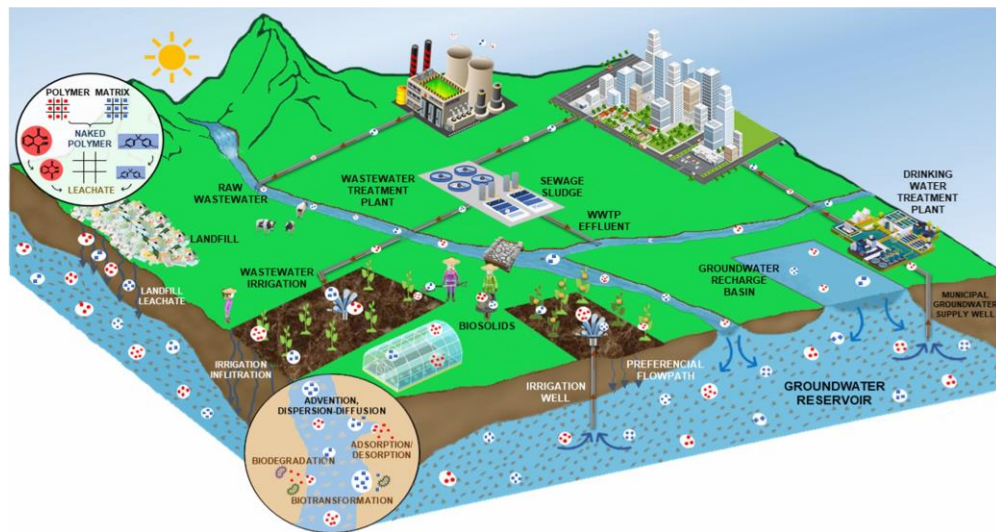
Kedua senyawa EDCs itu memiliki sifat yang sulit terdegradasi di lingkungan sehingga dapat dengan mudah masuk kedalam akuifer tanah, air tanah, serta makhluk hidup yang ada. Proses utama dalam transportasi dan transformasi kedua senyawa tersebut masuk ke air tanah yaitu faktor hidrologi, adsorpsi, dan degradasi. Rute awal masuknya senyawa tersebut pada air tanah dimulai dari

adanya plastic yang tertimbun dan mengalami dekomposisi akibat penurunan ukuran partikel dari makro, mikro, hingga nano, atau yang berukuran antara 0,1 dan 5 mm serta <10 nm (Alimi *et al.*, 2018) seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 2.1** dibawah ini.



Gambar 2.1 Proses Degradasi BPA dan Ftalat
(Sumber : Wanner 2021)

Proses degradasi dimulai dari plastic yang terdapat di lingkungan dalam waktu yang lama dan mengalami pelakukan fisika dan foto-oksidasi oleh radiasi UV dan biodegradasi. Plastik tersebut memiliki tingkat degradasi yang berbeda-beda pada tanah tergantung jenis bahan plastiknya. Untuk bahan *Light-Density Polyethylene* (LDPE) dan *biodegradable* plastic memiliki waktu paruh rata-rata (konversi 50% polimer massa ke partikel yang lebih kecil) yang pendek, yaitu 2,3 dan 0,16 tahun. Sedangkan untuk jenis bahan *High Density Polyethylene* (HDPE) memiliki waktu paruh yang lebih lama, yaitu 3900 tahun (Chamas *et al.*, 2020). Setelah plastik tersebut mengalami pelapukan, maka kedua senyawa yang ada di tanah akan terbawa oleh limpasan air hujan ke dalam akuifer melalui lapisan bantuan.



Gambar 2. 2 Proses Transportasi BPA dan Ftalat
(Sumber : J. Duenas-Monero et al., 2022)

Rute utama paparan BPA dan Ftalat melalui penggunaan air dikarenakan bahan atau senyawa tersebut masuk kedalam sistem air, baik dari pembuangan limbah, pencucian dari tempat pembuangan sampah dan sumber lain yang menyebabkan senyawa tersebut menyebar. Jalur dasar kedua senyawa EDCs tersebut masuk kedalam tubuh manusia melalui sistem pencernaan dan juga dapat diasimilasikan melalui sistem pernapasan, sedangkan senyawa 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).

2.3. Bisphenol A dan Phthalates Dalam Air Tanah

BPA dan ftalat yang ada di permukaan tanah dapat diserap dan masuk kedalam air tanah dibantu dengan air hujan. Faktor hidrogeologi seperti konduktivitas hidrolis, sistem akuifer, kepadatan libang pembuangan, serta ketinggian dan musim memiliki peran penting dalam distribusi polutan mikroorganik dalam air tanah (J. Duenas-Monero *et al.*, 2022). Selain itu, konsekrasi dan deteksif frekuensi kedua senyawa tersebut dipengaruhi oleh

ketinggian topografi. Oleh sebab itu, air tanah di daerah hilir memiliki konsentrasi dan jumlah senyawa yang lebih tinggi dibanding pada bagian hulu. Selain faktor geohidrologi, menurut Dong *et al.* (2018) mekanisme adsorpsi/desorpsi bersamaan dengan biodegradasi dianggap sebagai proses yang paling berpengaruh terhadap sebaran mikropolutan organik kedalam akuifer. Adanya BPA dan Ftalat pada air tanah sangat bergantung pada berbagai jenis sumber yang sudah dijelaskan sebelumnya. Saat kedua senyawa tersebut berada di air tanah, maka polutan tersebut dapat bertahan dalam jangka waktu yang panjang dan sulit hilang sehingga dapat menyebabkan pencemaran pada air tanah (J. Duenas-Monero *et al.*, 2022).

2.4. Potensi Risiko *Bisphenol A* dan *Phthalates* Terhadap Kesehatan

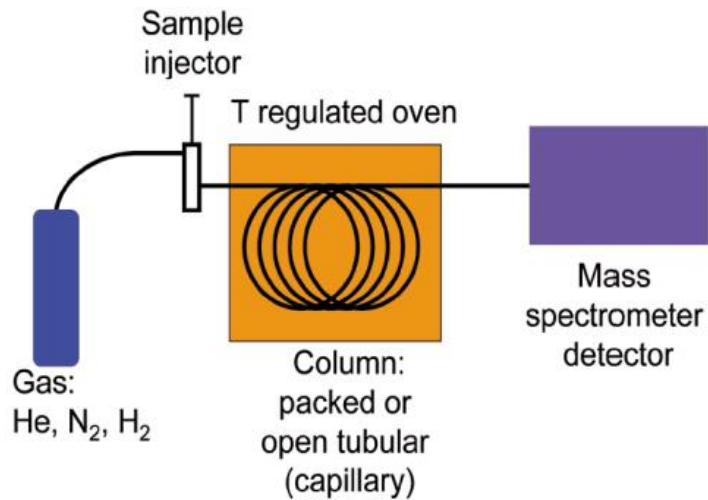
Pemerintah maupun organisasi internasional telah menentukan nilai toleransi BPA dan Ftalat pada air tanah, tetapi senyawa tersebut masih terdeteksi dari beberapa ng L^{-1} hingga $\mu\text{g L}^{-1}$, dan dalam beberapa kasus, kadarnya dapat mencapai urutan mg L^{-1} (Hao, 2020; Net *et al.*, 2015). Ftalat yang sering terdeteksi adalah DMP, DEP, DnBP, dan DEHP (Net *et al.*, 2015). Potensi risiko kesehatan manusia akibat adanya paparan senyawa EDCs di air tanah sudah menjadi isu penting yang patut mendapatkan perhatian. Namun, pada saat ini efek akumulatif jangka panjang dari paparan BPA dan Ftalat dalam air tanah termasuk studi kasus masih tergolong sedikit terutama di Indonesia khususnya Yogyakarta. Hanya sebuah penelitian yang dilakukan oleh Tang *et al.* (2012) menunjukkan bahwa anak-anak yang hidup atau tinggal pada wilayah control mempunyai tingkat hormone seks testosterone dan estradiol yang jauh lebih rendah dibandingkan anak-anak yang tinggal di daerah terkontaminasi di Sungai Huai Cina, dimana air tanah dangkal dan dalam memiliki peningkatan konsentrasi BPA, Ftalat, dan senyawa logam berat seperti Pb, Hg dan As. Oleh karenanya, perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai keberadaan BPA dan Ftalat pada air tanah agar tidak menyebabkan dampak lebih besar pada kesehatan masyarakat.

2.5. Teknik Ekstraksi *Bisphenol A* dan *Phthalates* Pada Sampel Air Tanah

Dalam menentukan konsentrasi BPA dan Ftalat, penelitian kali ini dengan teknik ekstraksi fase padat (SPE). Pemilihan metode ini dikarenakan dalam penerapannya mudah, dapat menghemat waktu dan pelarut, serta faktor pengayaannya tinggi biasa diperoleh dengan teknik SPE. SPE ini bersifat semi-otomatis dan dapat mengekstraksi simultan hingga 12 atau 24 sampel air. Hingga kini, SPE sudah terbukti menjadi metode yang unggul untuk ekstraksi, pra-konsentrasi dan pembersihan sampel air. Singkatnya, BPA dan Ftalat ditransfer dari sampel air (100 – 1000 mL) ke katrid yang sudah diaktifkan dengan pelarut. Pelarut elusi baik pelarut individu maupun sebagai pelarut campuran yang digunakan biasanya MeOH, Hekasana, dan Aseton. Katrid yang umumnya digunakan untuk ekstraksi BPA dan Ftalat adalah C18.

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

GC-MS merupakan teknik pemisahan yang dapat memisahkan campuran yang sangat kompleks terutama berdasarkan perbedaan titik didih/tekanan uap dan polaritas. Pemilihan instrument GC-MS ini dikarenakan proses yang cepat, memiliki efisien pemisahan yang lebih tinggi, dan sifat yang lebih baik jika dikombinasikan dengan spektrometri massa (MS). GC-MS menyediakan informasi spectral massa, dan menjadikannya platform instrumental yang kuat untuk penentuan BPA dan Ftalat (Nitschke *et al.*, 2017). Sistem gas pembawa, injector, kolom kromatografi gas, detector dan unit pemrosesan data merupakan instrument pada GC-MS. Gas pembawa merupakan gas permanen yaitu Helium, Hidrogen, Metana, atau Nitrogen dengan kapasitas adsorpsi rendah atau dapat diabaikan. Sifat dari gas pembawa dapat mempengaruhi pemisahan sistem GC dan dapat mengubah sensitivitas deteksi sehingga gas pembawa menjadi prasyarat dari berhasilnya analisis kromatografi gas dan mempengaruhi hasil kuantifikasi dan keberhasilan pemisahan.

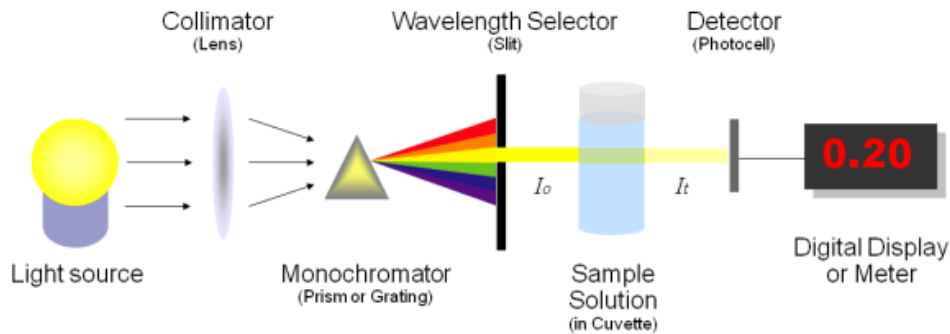


Gambar 2. 3 Prinsip Kerja GC-MS
(Sumber : Sathe et al., 2021)

Prinsip kerja alat GC-MS ini yaitu sampel yang berbentuk cairan diinjeksikan kedalam injector lalu diuapkan. Sampel yang sudah dalam bentuk uap dibawa oleh gas pembawa menuju kolom untuk proses pemisahan. Komponen sampel akan terpisah saat melewati kolom karena adanya perbedaan adsorpsi fasa diam terhadap sampel tersebut. Komponen yang sudah terpisah, akan didorong oleh fasa gerak untuk bergerak disepanjang kolom dan dipecaholeh electron sehingga terjadi ionisasi. Fragmen ion yang dihasilkan tersebut akan ditangkap oleh detector dan dihasilkan spektrum masa (Sthe *et al.*, 2021).

2.7. Spektrofotometer

Spektrofotometer merupakan alat untuk mengukur banyaknya absorban dari suatu larutan. Alat ini terdiri dari dua bagian, yaitu Spectrometer dan Fotometer. Spektrofotometer ini menghasilkan sinar dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer nantinya digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang diabsorpsi.



Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Spektrofotometer
(Sumber : Heesung Shim, via LibreTexts)

Prinsip kerja alat ini yaitu, cahaya dari lampu diteruskan melalui lensa menuju monokromator. Cahaya yang awalnya polikromatis akan diubah menjadi cahaya monokromatis (tunggal). Berkas cahaya tunggal yang dilewatkan pada sampel tersebut mengandung konsentrasi zat tertentu. Cahaya yang terbentuk ada yang diserap (absorbs) dan ada yang dilewatkan. Cahaya yang dilewatkan kemudian diterima oleh detector, kemudian cahaya yang diterima itu dihitung untuk mengetahui berapa banyak cahaya yang diserap oleh sampel. Cahaya yang diserap tersebut sama dengan konsentrasi zat yang terkandung didalam sampel.

2.8. Pemetaan Pola Sebaran *Phthalates* dan *Bisphenol A* dengan Metode IDW

Pemetaan pola sebaran kedua senyawa tersebut menggunakan *software* QGIS. Aplikasi tersebut digunakan pada proses analisa serta menunjukkan interpretasi hasil analisa. Pemetaan pola aliran tanah dilakukan untuk mengetahui arah aliran air tanah, dan kemungkinan sebaran senyawa pengganggu hormon. Dalam melakukan pemetaan ini digunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW). Pemetaan dilakukan setelah hasil uji sampel air tanah pada laboratorium didapatkan, dimana hasil dari analisis laboratorium beserta koordinat titik sampel dan data pendukung lainnya diolah pada *Microsoft Excel* dan dimasukkan kedalam *Software* QGIS untuk mengetahui pemetaan arah aliran.

2.9. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai kandungan BPA dan Ftalat pada air tanah masih belum dilakukan pada Kecamatan Depok Kabupaten 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 Ftalat Terdahulu

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	J. Duenas-Monero <i>et al.</i>	2022	<i>Groundwater Contamination Pathways of Phthalates and Bisphenol A: Origin, Characteristics, Transport, and Fate</i>	Dari hasil yang didapat, diketahui bahwa kandungan ftalat dan BPA di seluruh dunia dalam air tanah masing-masing berkisar antara $0,1 \times 10^{-3}$ hingga $3\ 203,33 \mu\text{gL}^{-1}$ dan dari $0,09 \times 10^{-3}$ hingga $228,04 \mu\text{gL}^{-1}$. 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
2	Van Der Horst <i>et al.</i>	2020	<i>Occurrence, Removal, and Environmental Risk of Phthalates in Wastewaters, Landfill Leachates, and Groundwater in Poland</i>	Dilakukan pengujian kandungan Ftalat pada air tanah di IPAL Polandia menggunakan metode GC-MS. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa konsentrasi ftalat air tanah dari sumur pemantauan hulu berkisar dibawah LOD hingga $1,8 \text{ mg/L}$ dan dari LOD hingga $27,9 \text{ mg/L}$ dalam sampel dari sumur hilir di TPA MSW.

2	L. José Gustavo Ronderos <i>et al.</i>	2018	<i>Optimization and Application of a GC-MS Method for the Determination of Endocrine Disruptor Compounds in Natural Water</i>	Pengujian BPA dilakukan dengan mengambil sampel air pada sungai Apatlavo yang terletak pada negara bagian Morelos. Dari sampel yang diambil dan dianalisa menggunakan GC-MS, didapatkan hasil konsentrasi 4-nonylphenol (85,5 ng mL ⁻¹), BPA (174,6 ng mL ⁻¹), estradiol 103,6 (ng mL ⁻¹), dan thinylestradiol (624,3 ng mL ⁻¹).
3	Domínguez <i>et al.</i>	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, Ftalat yang ditemukan di Madrid tidak mewakili risiko estrogenic potensial untuk lingkungan akuatik dan manusia, tetapi pemantauan terus dilakukan untuk mengetahui konsentrasi dari senyawa tersebut.
5	Huang <i>et al</i>	2012	<i>Levels and Sources of Phthalate Esters in Shallow Groundwater and</i>	6 senyawa PAE ditemukan pada air permukaan dan air tanah dangkal di Kota Dongguan, Cina Selatan. Senyawa PAE terdapat pada air permukaan dan

			<p><i>Surface Water of Dongguan City, South China</i></p>	<p>air tanah. Konsentrasi PAE lebih tinggi pada air permukaan dibandingkan dengan konsentrasi BBP dan DnOP. Sementara itu, konsentrasi DEHP dan DnBP lebih ditinggi pada air tanah disebabkan banyaknya produksi yang menggunakan senyawa tersebut sehingga terserap ke tanah dan masuk ke air tanah.</p>
--	--	--	---	---

Pada **Tabel 2.1** diatas, dapat dilihat beberapa penelitian terdahulu mengenai senyawa pengganggu hormon, diantaranya *Phthalates* dan *Bisphenol A*. Berdasarkan hasil yang didapat menyebutkan bahwa disemua tempat yang diteliti terdapat kandungan kedua senyawa tersebut. Pada penelitian yang dilakukan oleh J. Duenas-Monero *et al*, didapatkan bahwa hasil BPA pada air minum di beberapa wilayah termasuk kedalam kategori yang melebihi ketentuan pemerintah. Sementara itu, untuk kandungan *Phthalates* ditemukan lebih banyak berada pada air tanah dibandingkan dengan air permukaan. Beberapa jurnal juga menyebutkan bahwa kedua senyawa tersebut dapat mengganggu hormon terutama pada ibu hamil, dan belum terdapat penelitian mengenai senyawa pengganggu hormon pada air tanah di Kecamatan Depok Kabupaten Sleman. Sehingga dengan adanya penelitian ini dapat membantu mengetahui ada atau tidaknya kedua senyawa tersebut pada air tanah di Kecamatan Depok Kabupaten Sleman Yogyakarta.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

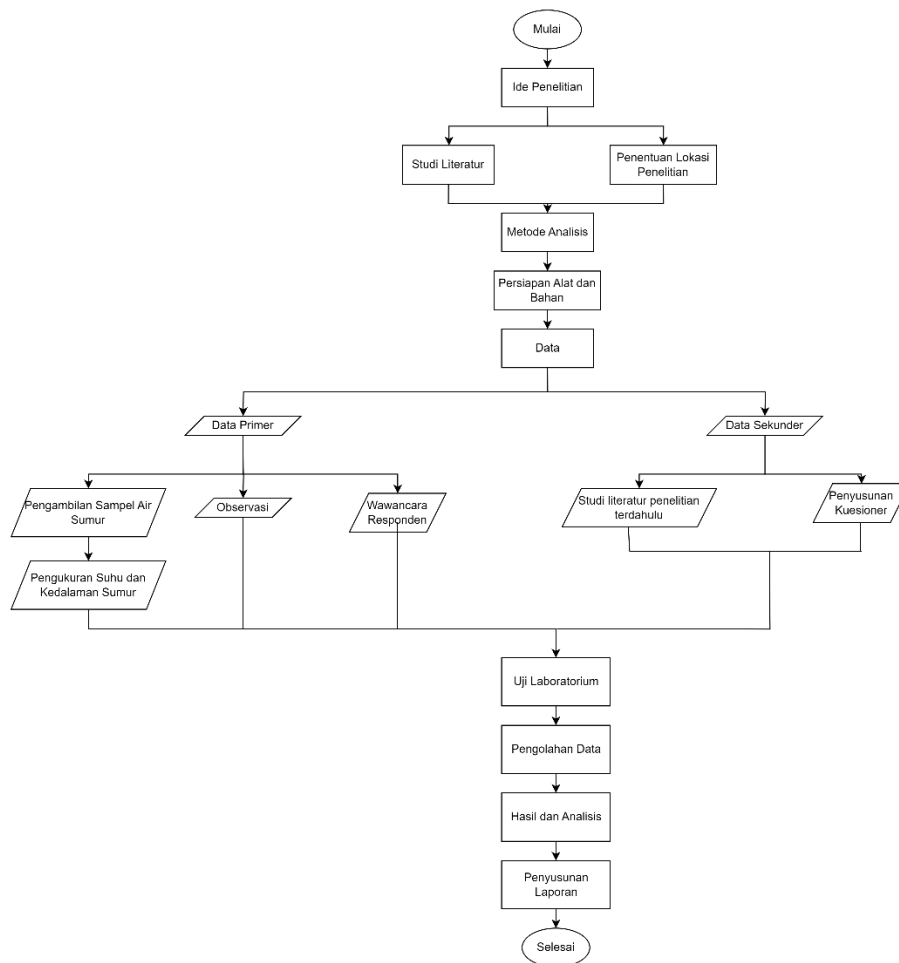
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini diawali dengan penentuan topik yaitu mengenai kandungan senyawa pengganggu hormon berupa BPA dan Ftalat pada air tanah. Setelah penentuan topik, dilakukan studi literatur seputar senyawa pengganggu endokrin dan lokasi penelitian yaitu disekitar fasilitas kesehatan Kecamatan Depok Kabupaten 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 wilayah tersebut. Penentuan titik dilakukan dengan menggunakan metode *random sampling* tanpa adanya kriteria tertentu. Selanjutnya dilakukan kembali penentuan lokasi dengan observasi secara sekunder agar dapat diketahui apakah 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 analisa menggunakan GC-MS dan Spektrofotometer. Berikut merupakan diagram alir penelitian yang dilakukan :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian
(Sumber : Olah data pribadi, 2023)

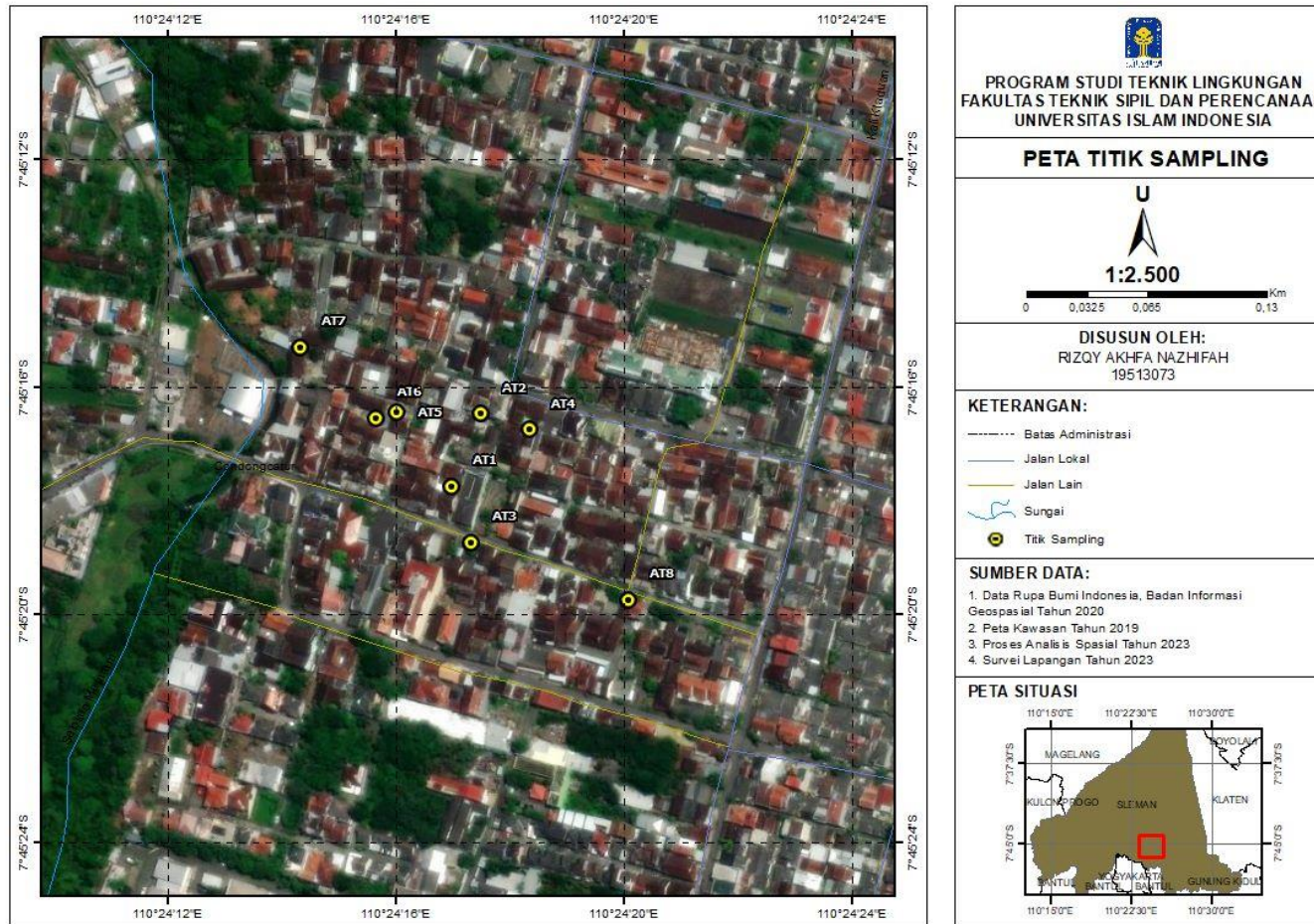
3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan di sekitar fasilitas kesehatan wilayah Kec. Depok Kabupaten Sleman. Sampel yang diambil merupakan air tanah. Pengambilan sampel dilakukan untuk mengetahui konsentrasi dan sebaran EDCs pada wilayah tersebut. Pelaksanaan penelitian sampel uji akan dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan FSTP UII dengan waktu pelaksanaan dimulai pada Bulan Maret 2023. Berikut merupakan koordinat lokasi penelitian pada **Tabel 3.1**:

Tabel 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel Air Tanah disekitar Kec. Depok, Kab. Sleman

Lokasi Pengambilan Sampel Air Tanah					
No	Lokasi Pengambilan	Kode Sampel	Titik Koordinat		Tata Guna Lahan
			X	Y	
1	Jl. Delima, Depok, Sleman	AT1	-7,754921	110,404720	Pemukiman, Warung
2	Jl. Dn Dero, Depok, Sleman	AT2	-7,754569	110,404862	Pemukiman
3	Jl. Delima, Depok, Sleman	AT3	-7,755194	110,404815	Pemukiman
4	Jl. Kp Leles, Depok, Sleman	AT4	-7,754645	110,405099	Pemukiman
5	Jl. Kurma, Kp Leles, Dn Ngringin, Depok, Sleman	AT5	-7,754561	110,404452	Pemukiman
6	Jl. Kurma, Kp Leles, Dn Ngringin, Depok, Sleman	AT6	-7,754587	110,404350	Pemukiman
7	Jl. Dn Gempol, Depok, Sleman	AT7	-7,754246	110,403980	Pemukiman, Kosan, Bengkel
8	Jl. Delima, Depok, Sleman	AT8	-7,755473	110,405576	Pemukiman, Kosan

Berdasarkan **Tabel 3.1** diatas, berikut merupakan peta lokasi penelitian pengambilan sampel air tanah pada Kecamatan Depok Kabupaten Sleman yang tertera pada **Gambar 3.2** :



Gambar 3. 2 Peta Titik Pengambilan Sampel Air Tanah
(Sumber : Olah data melalui QGIS, 2023)

Pada gambar diatas, dapat dilihat bawah terdapat 8 titik pengambilan sampel yang ditandai dengan bulatan merah bernama AT1 hingga AT8. Titik sampling tersebut diambil berdasarkan hasil observasi dan diskusi dengan kepala RW setempat mengenai rumah yang terdapat sumur gali yang bisa diambil airnya menggunakan *Bailer*.

3.3. Jenis dan Variabel Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara Kuantitatif. Pengambilan sampel dilakukan dengan *Random Sampling* yang dilakukan dengan pengambilan sampel pada titik yang sudah ditentukan lalu sampel tersebut diuji pada laboratorium untuk mengetahui ada atau tidaknya senyawa pengganggu hormon. Objek yang diteliti yaitu air tanah yang berada di wilayah Kec. Depok Kab. Sleman sebanyak 10 titik. Variabel penelitian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu *Bisphenol A (BPA)*, dan *Phthalates*, 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*. Pengambilan sampel air tanah mengacu pada SNI 6989.58:2008 tentang Metode Pengambilan Sampel Air Tanah.

3.4. Pengumpulan Data

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

3.4.1. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder berfungsi sebagai data pendukung atau penguat hasil data primer. Pengumpulan data sekunder didapat melalui hasil studi literatur penelitian sebelumnya, jurnal, buku, dan lainnya. Studi literatur yang digunakan dalam penyusunan rumusan masalah, data pendukung kondisi lokasi penelitian, dan lainnya.

3.4.2. Pengumpulan Data Primer

Data primer didapatkan dari hasil pengukuran kedalaman permukaan air tanah dari bibir sumur dan tinggi bibir sumur dari permukaan tanah pada lokasi penelitian. Pengambilan sampel air tanah pada sumur yang mengacu kepada SNI nantinya akan dibawa dan diuji kandungan BPA dan Ftalat di Laboratorium Teknik Lingkungan FTSP UII. Data primer juga didapatkan dari hasil observasi langsung melalui responden di lokasi pengambilan sampel.

3.4.2.1. Data Kuesioner

Wawancara dilakukan dengan menggunakan kuesioner sehingga pertanyaan yang ingin ditanyakan sudah tersusun dengan jelas dan dalam pengambilan data wawancara juga lebih mudah. Berikut daftar pertanyaan yang akan digunakan sebagai penunjang penelitian :

1. Konsumsi air : sumber air yang digunakan, konstruksi sumur, tahun pembuatan sumur, dan jenis penggunaan konsumsi air,
2. Data antropometri : berat badan, frekuensi tinggal, umur, aktivitas sehari-hari responden dalam menggunakan air, dan umur.
3. Data mengenai keberadaan BPA dan Ftalat : ada atau tidaknya masyarakat terkena penyakit kulit dan lainnya



Gambar 3. 3 Wawancara dengan pemilik sumur
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Pengambilan data melalui kuisioner dilakukan pada tiap titik lokasi pengambilan sampel air tanah yang dimulai dari Bulan Maret 2023.

3.4.2.2. OBSERVASI SUMUR

Observasi sumur dilakukan untuk mendapatkan data mengenai tinggi bibir sumur terhadap permukaan tanah (m), kedalaman permukaan air dari bibir sumur (m), dan suhu air (°C). Pengukuran tinggi bibir sumur terhadap permukaan tanah dilakukan dengan meteran. Pengukuran kedalaman permukaan air tanah dilakukan dengan menggunakan alat yang bernama *Water Level Meter*. Cara kerja alat ini yaitu dengan menggunakan *probe* sensor yang dijatuhkan ke dalam sumur. *Probe* yang sudah menyentuh dasar muka air nantinya akan mengirimkan sinyal melalui gulungan yang berisi baterai sehingga *water level meter* menerima sinyal berupa suara dan indikator lampu menyala.



Gambar 3. 4 Proses Pengukuran Tinggi Muka Air Tanah Menggunakan Water Level Meter

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Setelah pengukuran menggunakan *Water Level Meter* dilakukan, selanjutnya dilakukan pencatatan lingkungan sumur berupa jenis sumur, konstruksi sumur, tahun pembuatan, pemilik sumur, lokasi atau denah sumur.

3.4.2.3. PENGUMPULAN SAMPEL AIR SUMUR

Pengumpulan air sumur dilakukan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia, yaitu SNI 6989.58:2008 mengenai Metode Pengambilan Air Tanah. Sampel diambil dengan menggunakan alat *Bailer* yang dijatuhkan secara perlahan kedalam sumur, nantinya air sumur akan masuk melalui lubang yang ada pada bagian atas. Air sumur yang sudah masuk kedalam *Bailer* nantinya diangkat dan

langsung dimasukkan kedalam botol vial berwarna coklat berukuran 2,5L dan disimpan pada *ice box* hingga tiba di laboratorium. Sampel yang sudah tiba di laboratorium langsung disimpan pada lemari es. Untuk Ftalat tidak ada Langkah-langkah untuk pengawetan dan penyimpanan khusus karena Ftalat stabil pada pH 7. Sampel yang sudah didinginkan pada suhu 4°C. Semua sampel harus diekstraksi dalam waktu tujuh hari setelah pengumpulan dan dianalisis sepenuhnya dalam waktu 40 hari setelah diekstraksi.



Gambar 3. 5 Proses Pengambilan Sampel Air Sumur
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2023)

3.5. Alat dan Bahan

Berikut ini merupakan alat dan bahan yang digunakan untuk pengujian sampel, yaitu :

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 dibubuhi dengan aquades
2		Gelas Beaker 250 mL	2	Buah	Wadah sampel air setelah proses vacuum sebelum dibuang
3		Labu Erlenmeyer 500 mL	1	Buah	Wadah sampel setelah proses penyaringan dengan kertas saring <i>milipore</i> 0,45 m
4		<i>Catridge</i> C18	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 Ftalat
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 Hexan pada Cawan Porselin
12		<i>Vacuum</i>	1	Buah	Mempercepat proses elusi pada <i>catridge</i>
13		<i>Rotary Evaporator</i>	1	Buah	Mengeringkan sampel BPA sebelum ditambah Piridin
14		<i>Gas Chromatographu-Mass Spectrometry (GC-MS)</i>	1	Buah	Analisa dan identifikasi kandungan Ftalat pada sampel
15		Spektrofotometer	1	Buah	Analisa senyawa BPA
No	Jenis Alat	Nama Alat	Jumlah	Satuan	Fungsi
16	Bahan pengujian di laboratorium	<i>Dichloromethane</i>	16	mL	Pengaktif <i>catridge</i>
17		Aseton	114	mL	Sebagai pelarut
18		<i>Hexane</i>	48	mL	Sebagai pelarut
19		<i>Methanol</i>	352	mL	Pengaktif <i>catridge</i>
20		Piridin	0,4	mL	Pengujian BPA
21		Kertas saring <i>glass microfiber</i> 0,45 µm	16	Buah	Penyaring partikel yang masih ada pada sampel (Ftalat dan BPA)
22		C18-E <i>catridge</i> , 1g, 6 cc	16	Buah	Mengikat senawa dalam sampel

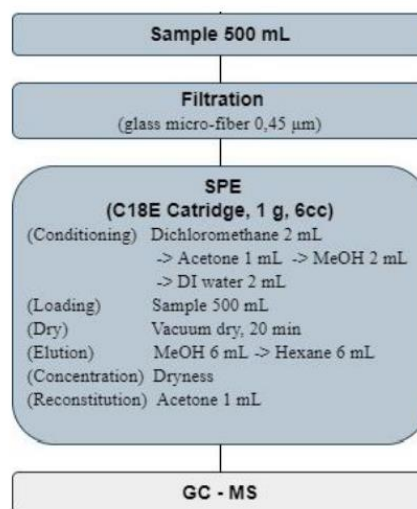
23		Aquades <i>Waterpure</i>	secukupnya	mL	Membilas alat
24		Asetonitril	Secukupnya	mL	Pengujian BPA

3.6. Proses Pengujian Sampel

Proses pengujian sampel air tanah pada sumur dilakukan dengan beberapa tahap pengujian, yaitu penyaringan (filtrasi), *Solid Phase Extraction* (SPE) untuk *Phthalates*, dan pembacaan sampel dengan GC-MS untuk *Phthalates* dan Spektrofotometer untuk *Bisphenol A* pada Laboratorium Kualitas Air FTSP UII dan Instrumen FTSP UII.

3.6.1. Pengujian Sampel *Phthalates*

Proses pengujian sampel untuk senyawa *Phthalates* terdiri dari beberapa tahapan yang dapat dilihat pada diagram alir pengujian dibawah ini :

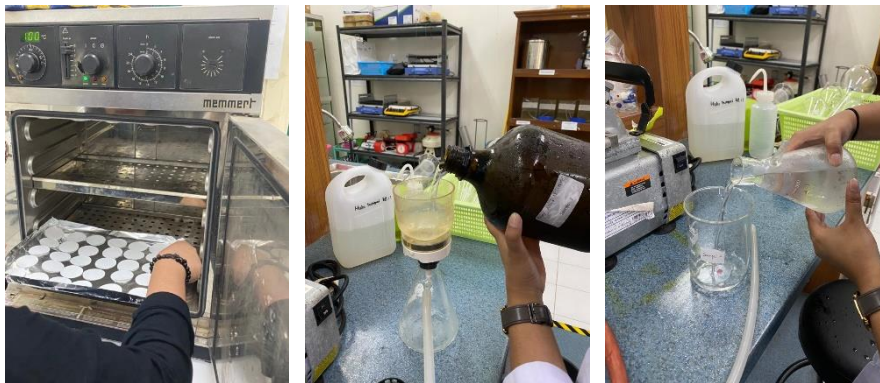


Gambar 3. 6 Diagram Alir Pengujian Sampel Ftalat pada Air Tanah
(Sumber : Liu et al, 2008)

Pada **Gambar 3.5** diatas dijelaskan sampel air yang akan diuji diambil sebanyak 500 mL, kemudian disaring menggunakan kertas saring *micro-fiber* 0,45µ. Setelahnya diekstraksi menggunakan metode SPE, pada tahap akhir sampel tersebut akan dianalisa menggunakan instrument GC-MS.

3.6.1.1. Penyaringan (Filtration)

Proses penyaringan untuk pengujian BPA dan Ftalat dilakukan dengan menggunakan kertas saring *glass micro-fiber* 0,45 μm yang sudah dioven selama 12 jam dengan suhu 100°C serta dengan bantuan alat *vacuum*. Air dilewatkan pada kertas *micro-fiber* dan air tersebut tersedot dengan cepat kebawah wadah. Kemudian, setelah sampel disaring dipindahkan kedalam gelas *beaker* 500 mL.



Gambar 3. 7 Proses Penyaringan Sampel dengan Vacuum dan Kertas Saring *Glass Micro-fiber* 0,45 μm
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2023)

3.6.1.2. *Solid Phase Extraction* (SPE)

Setelah proses penyaringan, sampel pengujian Ftalat diekstraksi dengan Ekstraksi Fase Padat menggunakan *Catridge* C18-E mengikuti metode yang dijelaskan oleh Lee *et al.* (2019). Pada SPE ini terdapat 6 tahapan yaitu, *Conditioning*, *Loading*, *Dry*, *Elution*, *Concentration*, dan *Reconstitution*. Dari tahap *Conditioning* hingga *Elution* dibantu dengan menggunakan alat *vacuum*.

Pada pengujian senyawa ftalat, tahapan pertama yaitu *Catridge* C18-E dilewatkan *Dichloromethane* sebanyak 2 mL, diikuti dengan Aseton 1 mL, Metanol 2 mL, dan Aquades 2 mL dimana masing-masing senyawa tersebut dimasukkan dengan menggunakan pipet ukur, tahapan ini disebut dengan *Conditioning*. Setelah itu masuk ketahapan selanjutnya, yakni *Loading*. Pada proses *Loading* ini dilakukan dengan memasukkan sebanyak 500 mL sampel menggunakan suntikan 10 mL ke dalam *Catridge* C18-E hingga air sampel tersebut habis. Proses *Dry* dilakukan

selama 20 menit dengan tetap menyalakan *vacuum* agar *Catridge* C18-E kering. Selanjutnya tahap *Elution* dimana katrid dilewati kembali dengan Metanol dan Heksana sebanyak masing-masing 6 mL secara berturut-turut, kedua cairan tersebut ditampung menggunakan botol vial berukuran 15 mL.



Gambar 3. 8 Proses *Conditioning, Loading sample, Vacuum dry, Elution* pada Sampel Menggunakan *Catridge* C18-E
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2023)

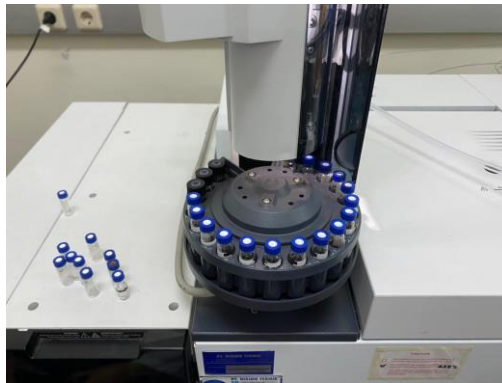
Hasil elusi tersebut dimasukkan kedalam cawan poselin dan dipanaskan dengan *Waterbath* pada suhu 100°C hingga menguap dan mengering, tahapan ini dinamakan *Concentration*. Diamkan cawan porselin hingga dingin lalu dilanjutkan ke tahapan terakhir yaitu *Reconstitution* dengan melarutkan 1 mL Aseton pada cawan porselin dan hasil larutan tersebut dipindahkan kedalam botol injeksi *Agilent* untuk kemudian dianalisis menggunakan GC-MS.



Gambar 3. 9 Proses *Dryness* Pada Sampel Menggunakan *Waterbath*
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2023)

3.6.1.3. Analisa Sampel *Phthalates* Menggunakan GC-MS

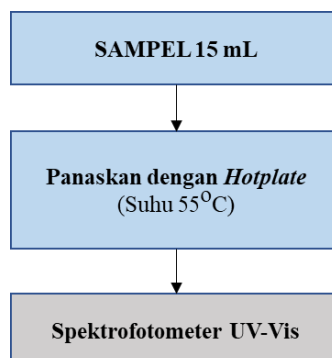
Sampel yang sudah melalui proses SPE akan diuji menggunakan instrumen GC-MS yang dilengkapi dengan \times kolom 0,25 mm kapiler \times 0,25 DB-5 m, *Agilent*). MS UI (ketebalan Sampel (1 film L) 30 m disuntikkan dalam mode split (rasio split 1:2) pada 300°C. Laju aliran gas pembawa stabil pada 1,2 mL/menit. Suhu oven diprogram untuk meningkat dari 80°C (ditahan selama 1 menit) menjadi 170°C pada 10°C/menit kemudian menjadi 260°C pada 10°C/menit, dan akhirnya dinaikkan menjadi 300°C pada 20°C/menit dan ditahan selama 15 menit.



Gambar 3. 10 Proses Analisa Sampel Menggunakan Instrument GC-MS
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2023)

3.6.2. Pengujian Sampel *Bisphenol A*

Proses pengujian sampel untuk senyawa *Phthalates* terdiri dari beberapa tahapan yang dapat dilihat pada diagram alir pengujian dibawah ini :



Gambar 3. 11 Diagram Alir Pengujian BPA
(Sumber : N. Lubis et al., 2021)

Pada **Gambar 3.6** dapat dilihat proses pengujian sampel *Bisphenol A* cukup sederhana, yaitu hanya dengan memanaskan sampel sebanyak 15 mL menggunakan *Hotplate* dengan suhu 55°C. Saat sampel sudah hangat, sampel dimasukkan kedalam kuvet dan dibaca menggunakan Spektrofotometer.

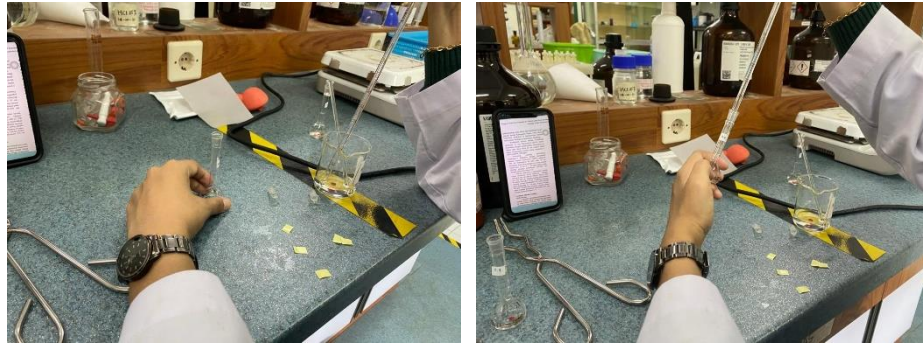
2.6.2.1. PEMBUATAN LARUTAN STANDAR

Larutan standar dibuat dengan bantuan padatan BPA murni 98%. Pembuatan larutan standar BPA diawali dengan menimbang padatan BPA murni 98% sebanyak 25 mg menggunakan timbangan digital. Selanjutnya, BPA yang sudah ditimbang dimasukkan kedalam labu dasar bulat 25 mL dan dilarutkan menggunakan aquades sebanyak 25 mL, homogenkan, dan panaskan sebentar pada *hotplate* dengan suhu 55°C hingga padatan BPA larut dengan aquades. Konsentrasi larutan induk BPA adalah 1000 ppm.



Gambar 3. 12 Proses pembuatan larutan standar BPA
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2023)

Setelah larutan dipanaskan dan ditunggu hangat, ambil larutan BPA yang sudah dibuat menggunakan pipet ukur kedalam labu ukur berukuran 10 mL. Larutan standar untuk pembacaan kurva kalibrasi dibuat sebanyak 6 buah. Pipet larutan tersebut sebanyak 100 μ L; 200 μ L; 300 μ L; 400 μ L; 500 μ L dan 600 μ L.



Gambar 3. 13 Proses Pembuatan Larutan Standar BPA
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2023)

Masing-masing dimasukkan kedalam labu ukur 10 mL. Enam (6) larutan standar dengan konsentrasi yang berbeda, yaitu 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm, dan 60 ppm yang sudah dimasukkan kedalam labu ukur ditambahkan aquades hingga mencapai tanda batas. Larutan standar yang sudah dibuat kemudian diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang maksimum 275 nm. (N.Lubis *et al.*, 2021)

2.6.2.2. PERSIAPAN SAMPEL UJI

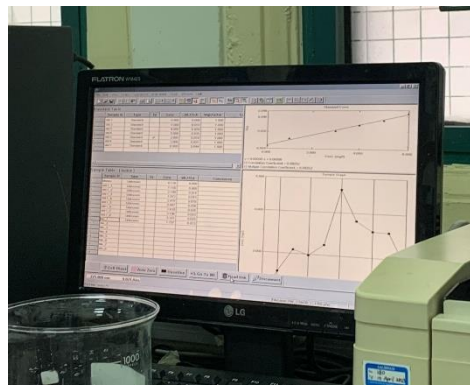
Air yang ingin diuji tidak perlu disaring seperti pada pengujian *Phthalates*. Pada pengujian BPA ini, sampel air yang akan diuji diambil sebanyak 15 mL dan ditaruh kedalam botol vial. Kemudian, sampel tersebut dipanaskan dengan tidak ditutup menggunakan *Hotplate* pada suhu 55°C sampai mendidih. Selanjutnya sampel yang sudah mendidih didiamkan hingga hangat, dan dibawa ke Laboratorium Instrumen FTSP UII untuk dibaca menggunakan Spektrofotometer.



Gambar 3. 14 Proses Pemanasan Sampel Uji
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2023)

2.6.2.3. ANALISIS SAMPEL MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER

Sampel yang sudah disiapkan dan ditunggu hangat, dapat dibaca menggunakan spektrofotometer. Sampel yang berada didalam botol vial tadi, dimasukkan kedalam kuvet dan dibaca hasilnya satu persatu. Sebelum pembacaan sampel, terlebih dahulu dibaca konsentrasi larutan standar yang sudah dibuat. Dari pembacaan tersebut, akan didapatkan kurva kalibrasi



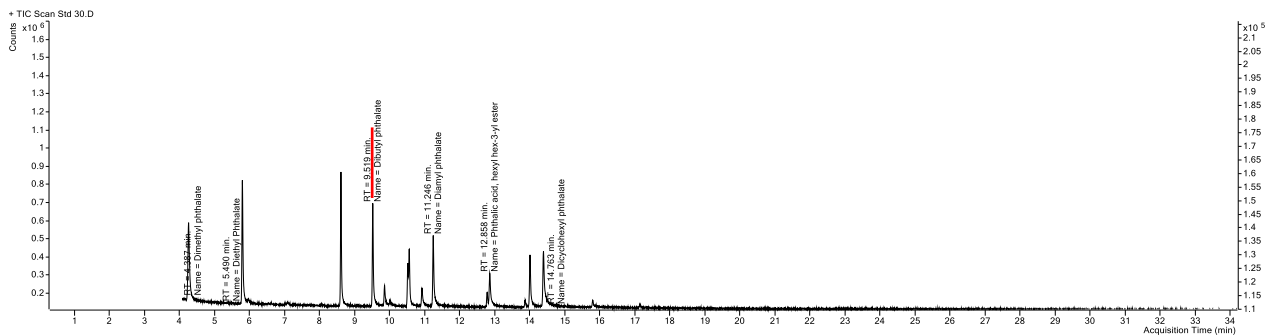
Gambar 3. 15 Proses Analisa Menggunakan Spektrofotometer
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2023)

3.7. Analisis Data Hasil Uji

Hasil yang sudah didapatkan melalui GC-MS dan Spektrofotometer nantinya berbentuk data, dimana data tersebut akan diolah kembali menggunakan beberapa rumus.

3.7.1. Analisis Data Hasil Uji *Phthalates* Menggunakan GC-MS

Penggunaan GC-MS untuk pengujian senyawa ftalat ini dimulai dengan membuat larutan standar untuk diuji sebelum pengujian sampel air tanah dilakukan. Larutan standar dibuat dengan bantuan aseton dan heksana. Dimana aseton dan heksana dihomogenkan dengan perbandingan 80 : 20 sebanyak 100 mL menggunakan rumus pengenceran Hasil larutan standar yang sudah diuji nantinya akan dibandingkan dengan hasil pengujian sampel uji dan dibandingkan waktu retensi serta area puncak.



Gambar 3. 16 Grafik Kromatogram Pembacaan GC-MS pada Phthalates (Sumber : Data Kualitatif Analisis Report Hasil Pembacaan GC-MS)

Dari **Gambar 3.16** merupakan contoh analisis data larutan standar pada hasil pembacaan GC-MS, gambar tersebut adalah grafik kromatogram larutan standar konsentrasi 30 ppm (30 mg/L) senyawa *Phthalates*. Grafik *horizontal* merupakan akuisisi waktu (menit) dan grafik *vertical* merupakan *Relative A* atau kelimpahan relatif. Pada gambar *peak phthalates* salah satunya dapat dilihat pada garis berwarna merah bahwa waktu retensi (RT) *Dibutyl Phthalate* pada menit 9,519. *Retention Time* (RT) digunakan untuk mencari nilai *Peak Area* atau area puncak yang merupakan besarnya senyawa yang teridentifikasi dalam pembacaan GC-MS.

3.7.2. Analisis Data Hasil Uji *Bisphenol A* Menggunakan Spektrofotometer UV-VIS

Penentuan konsentrasi *Bisphenol A* juga dapat dilakukan menggunakan Spektrofotometri Ultraviolet *Visible* (UV-Vis). Sebelum dilakukan analisa, air sampel akan dipanaskan terlebih dahulu menggunakan *hot plate stirrer* dengan suhu 55°C. Hal ini, dilakukan agar *Bisphenol A* dapat larut dan bisa terdeteksi di Spektrofotometri UV-Vis.



Gambar 3. 17 Proses Pemanasan Sampel Pada Hotplate
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2023)

Setelah sampel dipanaskan agar kandungan BPA menguap, selanjutnya sampel yang masih hangat dibawa ke dalam Laboratorium Instrument untuk diukur serapannya pada panjang gelombang maksimum 275 nm dengan Spektrofotometri UV- Vis.



Gambar 3. 18 Proses Analisa Sampel Menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2023)

3.7.3. Analisis Data Kalibrasi

Setelah pembacaan menggunakan instrument GC-MS dan Spektrofotometer, maka didapatkan data kalibrasi yang berisi persamaan linear untuk menentukan konsentrasi sampel. Larutan standar ftalat yang diinjeksikan pada GC-MS menunjukkan setiap standar yang dibuat akan menghasilkan *peak area* yang berbeda pula. Data konsentrasi dan *peak area* akan dikonversi dalam bentuk grafik kurva kalibrasi agar mendapatkan regresi linear. Berikut merupakan

ringkasan hasil nilai persamaan regresi linear dan R^2 yang didapat dari tiap jenis senyawa.

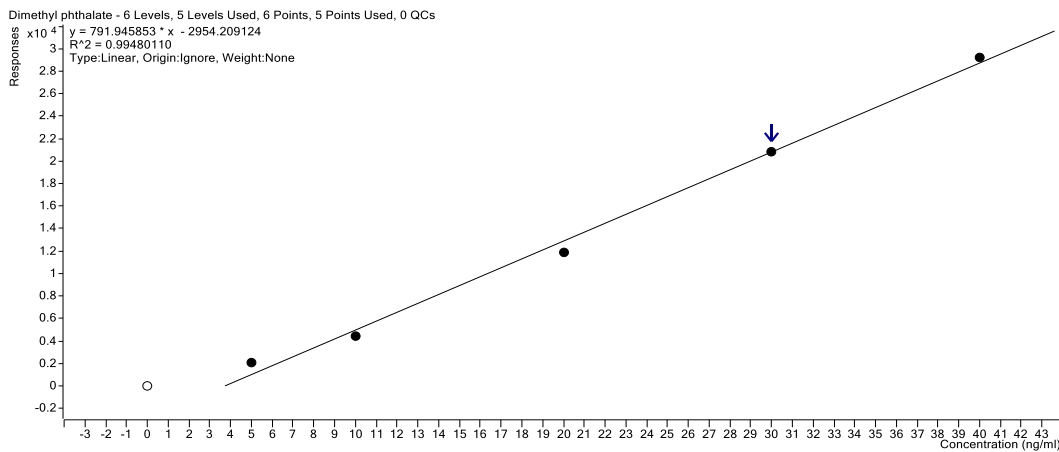
Larutan standar yang digunakan pada *Phthalate* merupakan standar campuran EPA Method 8061A *Phthalate Esters Mixture* 1000 $\mu\text{g/mL}$ dibeli dari *Restek Corporation* 110 Benner Circle Bellefonte, PA. Dalam satu larutan memiliki komposisi 17 jenis senyawa Phthalate yakni *Benzyl butyl phthalate*, *Bis(2-n-butoxyethyl) phthalate*, *Bis (2-ethoxyethyl) phthalate*, *Bis (2-ethylhexyl) phthalate*, *Bis (2-methoxyethyl) phthalate*, *Bis (4-methyl-2-pentyl) phthalate*, *Di-n-butyl phthalate*, *Diethyl phthalate*, *Di-n-hexyl phthalate*, *Diamyl phthalate*, *Dicyclohexyl phthalate*, *Dimethyl phthalate*, *Di-nonyl phthalate*, *Di-n-octyl phthalate*, *Dipentyl phthalate*, *Phthalic acid dicyclohexyl ester*, dan *Phthalic acid diisobutyl ester*. Tetapi, setelah dilakukan analisis menggunakan GC-MS, pada larutan standar dengan pelarut aseton:hexane, didapatkan dalam 9 senyawa, dengan 3 diantaranya tidak tertulis pada komposisi larutan standar tetapi dapat terbaca pada *Software*, yaitu *Phthalic acid*, *isohexyl 4-methylpent-2-yl ester*, *Phthalic acid*, *hexyl hex-3-yl ester*, dan *Diisooctyl phthalate*. Sementara itu, untuk bahan baku *Bisphenol A* yang digunakan dalam bentuk padatan dengan kemurnian 98%.

Koefisien determinasi atau R^2 (*Goodness of Fit R-Square*) digunakan sebagai kriteria yang dimana nilai R^2 berada pada rentang 0 – 1. Jika nilai R^2 semakin mendekati angka satu (1), maka dapat diartikan bahwa variable x dan y dari persamaan regresi linear memiliki keterikatan yang baik dan kuat, dan juga sebaliknya jika nilai R^2 mendekati nol (0) maka persamaan regresi linear tidak memiliki keterikatan yang baik ataupun kuat. Koefisien determinasi merupakan parameter hubungan linear pada analisis regresi persamaan $y = ax + b$, dimana y merupakan respon dari instrument GC-MS atau disebut absorbansi, a adalah *slope*, x adalah konsentrasi analit, dan b adalah intersep yang menunjukkan kepekaan terhadap instrument GC-MS. (Dewi, 2012).

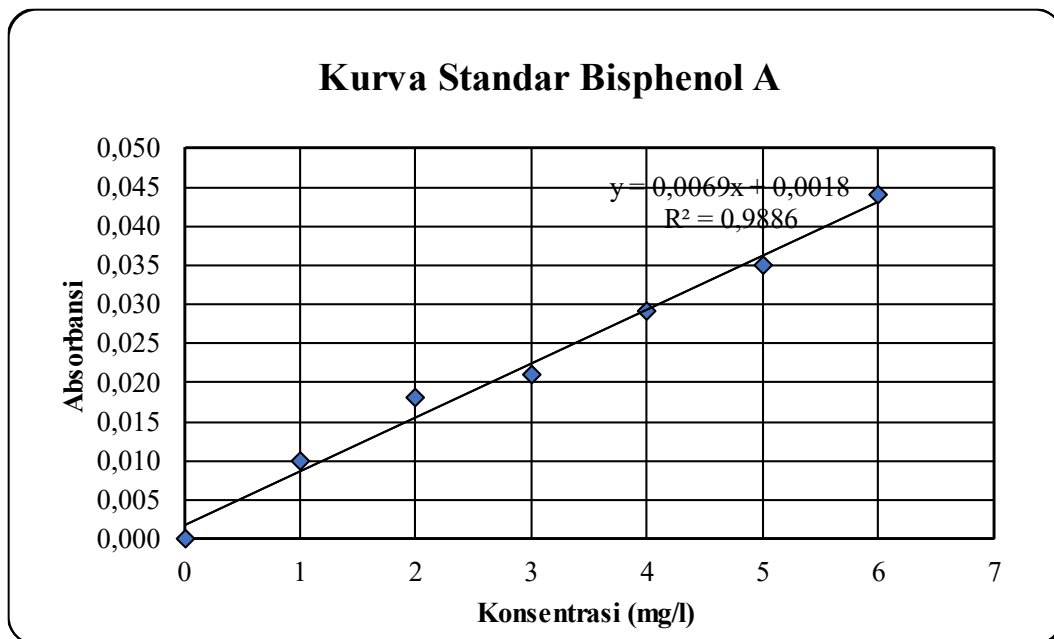
3.7.4. *Limit Of Detection (LOD) & Limit Of Quantification (LOQ)*

Menurut H. D. Harmono (2020), sensitivitas suatu metode analisis bisa dinyatakan dalam batas deteksi atau *Limit of Detection (LOD)*. LOD merupakan

kadar analit terkecil dalam sampel yang masih bisa dideteksi dan memberikan respon berbeda signifikan dengan blanko ataupun *noise*. *Limit of Quantification* (LOQ) merupakan konsentrasi analit terendah yang dapat dikuantitasikan dengan akurat dan teliti. Batas kuantitasi juga menunjukkan sensitivitas metode analisis yang digunakan. Perhitungan nilai LOD dan LOQ menurut Riyanto (2014) dapat melalui 3 cara, yaitu kurva kalibrasi, *signal to noise*, dan penentuan blanko. Berikut merupakan salah satu contoh grafik dari perhitungan kurva kalibrasi untuk senyawa Phthalate yaitu *Dimethyl Phthalate* dan *Bisphenol A* :



Gambar 3. 19 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standar Dimethyl Phtalate
(Sumber : Olah data GC-MS, 2023)



Gambar 3. 20 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standar Bisphenol A
(Sumber : Olah data pribadi, 2023)

Dari **Gambar 3.15** yang merupakan kurva kalibrasi senyawa *Dimethyl Phthalate*, didapatkan rumus persamaan yaitu $y = 791,94x - 2954,21$, dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,9984$. Sedangkan pada **Gambar 3.16** yang merupakan kurva kalibrasi senyawa *Bisphenol A*, didapatkan rumus persamaan yaitu $y = 0,00689x + 0,00175$ dengan $R^2 = 0,9886$. Dari kedua persamaan tersebut, 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 :

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

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

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

Keterangan :

Q = LOD atau LOQ

- k = 3 untuk LOD dan 10 untuk LOQ
 Sb = Simpangan baku respon analitik dari blanko (S_y/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 ftalat, yaitu *Dimethyl Phthalate* :

Tabel 3. 3 Hasil Perhitungan Slope dan Intersep Larutan Standar Dimethyl Phthalate

Sampel	Dimethyl phthalate Method		Dimethyl phthalate Results		
	Name	Exp. Conc.	Units	RT	Resp.
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	18,7743
Standar 5	30	mg/L	4,387	20816	30,015
Standar 6	40	mg/L	4,526	29223	40,6311
R					0,997
Slope (a)					791,94
Intersep (b)					-2954,39

(Sumber : Olah data pribadi, 2023)

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

$$S \left(\frac{y}{x} \right) = \sqrt{\frac{\sum(y - y_i)^2}{n - 2}} = \sqrt{\frac{11416592,25}{4}} = 1689,42$$

$$LOD = \frac{3 \times 1689,42}{791,94} = 6,39 \text{ ppm}$$

$$LOQ = \frac{10 \times 1689,42}{791,94} = 21,33 \text{ ppm}$$

Keterangan :

- x = Konsentrasi larutan standar (ppm)
 y = Respond larutan standar

y_i = Hasil perhitungan dari persamaan linear *Dimethyl Phthalate* $y = 791,94x - 2954,21$

Tabel 3.4 merupakan contoh perhitungan LOD dan LOQ dengan metode kurva kalibrasi larutan standar senyawa *Dimethyl Phthalate* :

Tabel 3. 4 Hasil Data Statistik Kurva Kalibrasi Senyawa Dimethyl Phthalate

Sampel	Dimethyl phthalate Method		Dimethyl phthalate Results		
Name	X	Y	Y_i	(Y-Y_i)	(Y-Y_i)²
Standar 1	0	0	-2954,40	2954,40	8728457,74
Standar 2	5	2063	1005,32	1057,68	1118693,17
Standar 3	10	4390	4965,03	-575,03	330660,06
Standar 4	20	11890	12884,46	-994,46	988945,36
Standar 5	30	20816	20803,88	12,12	146,79
Standar 6	40	29223	28723,31	499,69	249689,12
Total					11416592,25
S(y/x)					1689,42
LOD					6,39
LOQ					21,33

Pada **Tabel 3.5** dapat dilihat nilai LOD dan LOQ pada tiap senyawa ftalat :

Tabel 3. 5 Rekap Nilai LOD dan BOQ Pada Ftalat dan BPA

Rekap Nilai LOD dan LOQ Phthalaes dan BPA

No	Senyawa	S(y/x)	LOD	LOQ
1	<i>Dimethyl Phthalate</i>	1705,74	6,46	21,54
2	<i>Dibuthyl Phthalate</i>	34042,77	0,78	2,61
3	<i>Diethyl Phthalate</i>	116,24	13,67	45,55
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

Dari hasil pengujian yang dilakukan di 8 titik sampel pada air tanah terdapat 9 ftalat dan BPA yang terkandung didalam sampel. 9 sampe ftalat yaitu, DMP, DBP, DEP, *Bis(2-methoxyethyl) Phthalate*, *Phthalic acid*, *is ohexyl 4-methylpent-2-yl ester*, DAP, *Phthalic acid*, *hexyl hex-3-yl ester*, DCP, DIP. Hasil konsentrasi yang didapatkan, 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 pada senyawa *Dibutyl Phthalate* sampel 1:

$$y = ax + b$$

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

$$x = \frac{1607 - (-2954,4)}{791,94} = 5,75975 \text{ mg/L}$$

$$x = \frac{5,75975}{1000} = 0,00575975 \text{ mg}$$

$$x = \frac{0,00575975}{0,5} = 0,0115195 \text{ mg/L}$$

Dikarenakan pada pengujian sampel awalnya sampel memiliki volume 500 mL dan kemudian dipekatkan menjadi 1 mL pada proses derivatisasi sebelum diinjeksikan ke GC-MS. Selanjutnya, hasil konsentrasi dibagi dengan 1000 mL sehingga dalam 1 mL menghasilkan 0,00575975 mg. Kemudian dari hasil konsentrasi tersebut dibagi dengan 500 mL yang dikonversi menjadi liter untuk hasil akhir konsentrasi yang digunakan. Berikut merupakan tabel perhitungan sampel *Phthalates* dan *Bisphenol A* dengan persamaan linear, di mana pada keterangan “*Lower detection*” menunjukkan nilai konsentrasi di bawah LOD yang dinyatakan tidak terbaca:

Tabel 3. 6 Rekap Hasil LOD Pada Tiap Titik Sample

<i>Senyawa</i>	<i>Sampel</i>	<i>Keterangan</i>
<i>Dimethyl Phthalate</i>	AT1	<LOD
	AT2	<LOD
	AT3	<LOD
	AT4	<LOD
	AT5	<LOD
	AT6	<LOD
	AT7	<LOD
	AT8	<LOD
<i>Dibutyl Phthalate</i>	AT1	<LOD
	AT2	<LOD
	AT3	<LOD
	AT4	<LOD
	AT5	<LOD
	AT6	<LOD
	AT7	<LOD
	AT8	<LOD
<i>Diethyl Phthalate</i>	AT1	<LOD
	AT2	<LOD
	AT3	<LOD
	AT4	<LOD
	AT5	<LOD
	AT6	<LOD
	AT7	<LOD
	AT8	<LOD
<i>Bis(2-methoxyethyl) phthalate</i>	AT1	<LOD
	AT2	<LOD
	AT3	<LOD
	AT4	<LOD
	AT5	<LOD
	AT6	<LOD
	AT7	<LOD
	AT8	<LOD
<i>Phthalic acid isohexyl 4-methylpent-2-yl ester,</i>	AT1	<LOD
	AT2	<LOD
	AT3	<LOD
	AT4	<LOD

	AT5	<LOD
	AT6	<LOD
	AT7	<LOD
	AT8	<LOD
<hr/>		
<i>Diamyl Phthalate</i>	AT1	<LOD
	AT2	<LOD
	AT3	<LOD
	AT4	<LOD
	AT5	<LOD
	AT6	<LOD
	AT7	<LOD
	AT8	<LOD
<hr/>		
<i>Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester</i>	AT1	<LOD
	AT2	<LOD
	AT3	<LOD
	AT4	<LOD
	AT5	<LOD
	AT6	<LOD
	AT7	<LOD
	AT8	<LOD
<hr/>		
<i>Dicyclohexyl Phthalate</i>	AT1	<LOD
	AT2	<LOD
	AT3	<LOD
	AT4	<LOD
	AT5	<LOD
	AT6	<LOD
	AT7	<LOD
	AT8	<LOD
<hr/>		
<i>Diisooctyl Phthalate.</i>	AT1	<LOD
	AT2	<LOD
	AT3	<LOD
	AT4	<LOD
	AT5	<LOD
	AT6	<LOD
	AT7	<LOD
	AT8	<LOD

Senyawa	Sampel	Keterangan
<i>Bisphenol A</i>	AT1	1,043

AT2	2,058
AT3	1,913
AT4	2,348
AT5	4,957
AT6	3,507
AT7	3,072
AT8	3,072

3.7.6. Pemetaan Pola Air Aliran Air Tanah Menggunakan IDW Untuk *Phthalates* Dan *Bisphenol A*

Interpolasi atau sering disebut dengan resampling merupakan metode pencitraan yang dapat menambah maupun mengurangi jumlah piksel pada citra digital. Proses interpolasi ini digunakan untuk kita mendapatkan citra yang lebih detail. Tujuan dari Interpolasi spasial ini yakni untuk menghasilkan permukaan yang dapat mempresentasikan keadaan empiriknya, sehingga kita dapat memperkirakan tingkat akurasi metode yang akan digunakan (Ramos, 2010).

Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) adalah metode deterministik sederhana tetapi dapat mendapatkan nilai akurasi yang baik dengan mempertimbangkan lokasi sekitar (NCGIA, 1997). Metode ini memiliki asumsi dimana nilai interpolasi yang lebih mirip dengan data sampel yang lokasinya berdekatan dibandingkan yang lokasinya lebih jauh. Metode IDW merupakan metode interpolasi untuk menaksir suatu nilai pada lokasi yang tidak tersampel berdasarkan data sekitar. Bobot berubah secara linear sesuai dengan jarak data sampel. Bobot tidak dapat dipengaruhi oleh letak dari data sampel tersebut.

Setelah didapatkan hasil kandungan *Phthalate* dan *Bisphenol A* air tanah pada sumur warga dan telah dilakukan analisis di laboratorium, selanjutnya dilakukan pengolahan data dari hasil kandungan tersebut dengan menggunakan *Microsoft excel* beserta data pendukung lain seperti koordinat titik sampel dan tinggi muka air tanah. Data tersebut dapat kita simpan dalam format *excel* untuk dapat memudahkan kita ketika dimasukkan kedalam *software* QGIS.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Wilayah Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel untuk pengujian senyawa pengganggu hormon berupa *Phthalates* dan *Bisphenol A* berada pada Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Berdasarkan data Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Sleman, penduduk Kecamatan Depok pada tahun 2020 sebanyak 123.689 jiwa dengan luas wilayah 35,55 km² dengan jumlah Kepala Keluarga 41.551. KK dan rata-rata jiwa perk adalah 3 orang. (Depok Dalam Angka, 2021)



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

Pada **Gambar 4.1** diatas, penentuan titik sampel tidak dilakukan dengan merata, melainkan secara mengumpul diantara RS Condong Cantur dan *Jogja International Hospital*. Lokasi pengambilan sampel merupakan daerah padat penduduk yang terletak pada Padukuhan Gempol dan Perumnas Condong Catur. Pada daerah tersebut terdapat banyak rumah penduduk, kos-kosan, tempat makan, rumah sakit, dan lainnya pada lahan yang terbatas sehingga memungkinkan dapat berdampak pada kualitas sumber mata air dan air tanah yang dikonsumsi sehari-hari masyarakat sekitar. Penelitian kandungan *Phthalates* dan *Bisphenol A* yang dilakukan pada 8 titik lokasi air tanah yang berbeda ini memiliki beberapa sumber potensi pencemar yang berasal dari rumah sakit, pembuangan sampah, kos-kosan, warung, dan lainnya.

4.2. Air Tanah Dangkal

Air tanah yang akan diambil sebagai sampel pengujian ini merupakan air tanah dangkal. Air tanah dangkal (sumur) adalah air tanah yang berada diatas lapisan kedap air pertama dan biasanya tidak terletak terlalu dalam dibawah permukaan tanah, yakni pada kedalaman 5 m hingga 15 m. Air tanah dangkal terjadi karena adanya proses peresapan air dari permukaan tanah (Totok Sutrisno, 2010). Adanya air tanah dangkal masyarakat ini tidak menjamin bahwa kualitas airnya akan tinggi, kenyataannya air tanah dangkal ini mudah terkontaminasi melalui rembesan, baik rembesan yang berasal dari tempat pembuangan sampah, tempat pembuangan kotoran manusia dan hewan, bahkan akibat formasi geologi yang bergerak mengalir ke kawasan tersebut.

Penelitian air tanah dibagi menjadi 8 lokasi terpisah, yakni air tanah 1 (AT1), air tanah 2 (AT2), air tanah 3 (AT3), air tanah 4 (AT4), air tanah 5 (AT5), air tanah 6 (AT6), air tanah 7 (AT7), dan air tanah (AT8). AT1, AT3, dan AT8 terletak di Jl. Delima, Depok, AT2 terletak di Jl. Dn Dero, Depok, AT4 terletak di Jl. Kp Leles, Depok. Sementara itu, AT5, AT6, dan AT7 terletak di Jl. Kurma, Depok.

Air tanah pada sumur dangkal 1 (AT1) merupakan sumur yang digunakan untuk 2 rumah. Lokasi sumur ini berada pada ruang terbuka dan bagian atas sumur ditutupi dengan seng dan diatasnya terdapat baskom plastik peralatan rumah tangga.

Air tanah pada sumur dangkal 2 (AT2) merupakan sumur yang digunakan untuk konsumsi air pada 4 rumah, berada pada ruang terbuka serta bagian atas juga ditutupi dengan seng. Air tanah sumur dangkal 3 (AT3) digunakan untuk 1 rumah, dimana sumur ini terletak bergabung dengan toilet dan kamar mandi rumah yang berada di samping halaman. Air tanah sumur dangkal 4 (AT4) berada persis dibagian selatan RS Condong Catur yang hanya dibatasi dengan Jl. Manggis. AT4 yang digunakan untuk konsumsi air 4 rumah ini berada pada ruangan terbuka yang bagian atasnya ditutupi dengan seng dan teralis. Sementara itu, AT5, AT6, dan AT7 berada pada bagian barat RS Condong Catur ditepi Jl. Kurma. Pada AT5 dan AT6 dengan pemilik yang sama, sumur dangkal berada disamping rumah pemilik dan berada pada ruang terbuka. AT5 digunakan untuk konsumsi air 2 rumah pada masing-masing sumur. Sedangkan AT7 berada pada ruang terbuka dimana bagian atas sumur ditutupi dengan seng dan digunakan untuk memenuhi konsumsi 1 rumah dan kos-kosan yang berisi lebih kurang 40 orang. Pada bagian barat AT7, terdapat sungai yang mengalir dan juga banyak sampah plastik serta bengkel. Air tanah sumur dangkal 8 (AT8) digunakan untuk konsumsi air 4 rumah. AT8 terletak dipinggir jalan dengan bagian atas ditutupi oleh seng dan didalam sumur tersebut terdapat beberapa botol plastic yang menggenang.

4.3.Data Hasil Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan dengan pengukuran koordinat lokasi sumur (lintang dan bujur). Dilakukan juga pengukuran elevasi (tinggi bibir sumur terhadap permukaan tanah, dan kedalaman permukaan air dari bibir sumur). Saat observasi lapangan juga dilakukan pengamatan langsung terhadap 8 sumur dengan parameter fisika yaitu warna, bau, dan rasa.

4.3.1. Data Hasil Observasi Sumur Responden

Hasil pengujian kualitas air tanah, didapatkan bahwa suhu pada 8 titik sampel berada pada rentang 26°C – 28°C. Berikut merupakan hasil pembacaan suhu pada tiap titik :

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Suhu Air Tanah Sumur Dangkal

Air Tanah Sumur Dangkal

No	Kode Sumur	Suhu (°C)
1	AT1	27,03
2	AT2	27,21
3	AT3	26,35
4	AT4	26,52
5	AT5	26,13
6	AT6	26,73
7	AT7	26,24
8	AT8	26,84

Kondisi air pada masing-masing sumur juga berbeda, selama observasi dilakukan didapatkan 63% air dalam kondisi jernih, tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna. Kemudian sebesar 25% ditemukan tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, tetapi sedikit keruh, dan sebesar 13% tidak berwarna, tidak berasa, tetapi sedikit keruh dan berbau.

Tabel 4. 2 Kondisi Air Tanah Sumur Dangkal

Air Tanah Sumur Dangkal			
No	Kondisi Air	Jumlah	Persen
1	Jernih, tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna	5	63%
2	Sedikit keruh, tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna	2	25%
3	Sedikit keruh, berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna	1	13%
Total		8	100%

Dari hasil observasi jika mengacu pada SNI 03-2916-1992 mengenai Spesifikasi Sumur Gali untuk sumber air bersih yakni jarak horizontal dari sumur ke sumber pengotot (*Septic Tank*) adalah 11 m dan jarak ke WC 7 m. Sehingga didapatkan terdapat 13% sumur yang dekat dengan WC dan saluran pembuangan sementara 38% berada dekat dengan WC tetapi jauh dari saluran pembuangan, dan 38% sisanya berada dekat dengan saluran pembuangan tetapi jauh dari WC.

Tabel 4. 3 Lokasi Sumur dengan WC dan Saluran Pembuangan

Air Tanah Sumur Dangkal			
No	Kondisi Sumur	Jumlah	Persen

1	Dekat dengan WC dan saluran pembuangan	1	13%
2	Dekat dengan WC tetapi tidak dekat dengan saluran pembuangan	3	38%
3	Tidak dekat dengan WC tetapi dekat dengan saluran pembuangan	3	38%
Total		7	88%

Usia sumur air tanah dangkal pada 8 titik pengambilan sampel relatif beragam dengan semua jenis sumur gali, beberapa sumur yang ada sudah dibuat sejak tahun 1980-an, dan juga terdapat sumur yang dibuat pada tahun 2000-an. Masing-masing sumur digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada ≥ 1 rumah. Pada beberapa sumur juga terdapat permasalahan jika musim kemarau datang sehingga menyulitkan masyarakat mendapatkan air. Untuk mengatasi masalah tersebut, masyarakat pemilik sumur akan melakukan suntikan berupa mesin yang dihubungkan dengan pipa air bersih agar air yang surut saat musim kemarau tetap bisa naik.

Tabel 4. 4 Usia Sumur Air Tanah Dangkal

Usia Sumur Dangkal			
No	Usia	Jumlah	Persen
1	< 25 tahun	7	88%
2	> 25 tahun	1	13%
Total		8	100%

Pada hasil observasi lapangan juga didapatkan data mengenai kedalaman air sumur dan tinggi bibir sumur dari permukaan tanah. Kedalaman air tanah dari bibir sumur terletak pada rentang 4 m – 9 m. Sementara itu, tinggi bibir sumur terletak pada rentang 0 m – 1,2 m. Berikut merupakan tabel hasil pengukuran yang dilakukan :

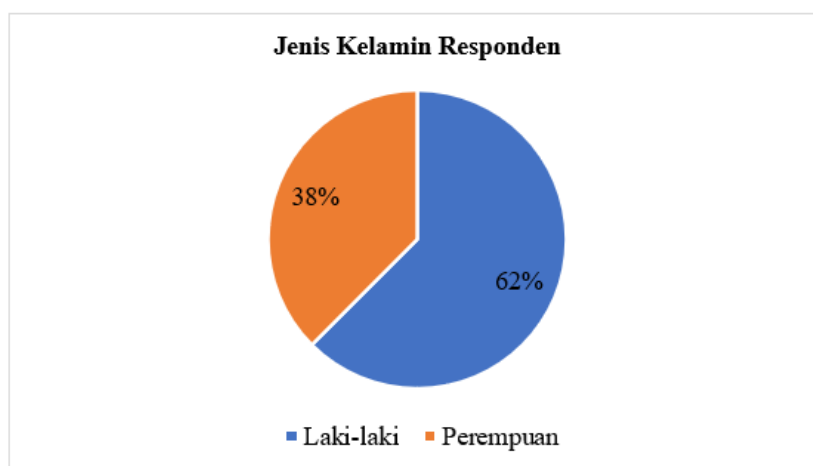
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Kedalaman Air dan Tinggi Bibir Sumur dari Permukaan Tanah

Air Tanah Sumur Dangkal	
--------------------------------	--

No	Kode Sumur	Kedalaman Air Tanah (m)	Tinggi Bibir Sumur dari Permukaan Tanah (m)
1	AT1	8,18	0,67
2	AT2	7,30	0,88
3	AT3	8,35	0,78
4	AT4	8,04	0,70
5	AT5	7,16	0,42
6	AT6	6,58	0,05
7	AT7	4,43	1,10
8	AT8	8,84	0,47

4.3.2. Data Hasil Kuisisioner

Hasil data kuisisioner yang dilakukan berupa wawancara kepada responden dengan hasil berupa sosio-demografi responden dan identitas antropometri. Semua responden termasuk ke dalam kategori dewasa yaitu >25 tahun, dimana menurut DEPKES RI 2009 usia >11 tahun merupakan kategori dewasa. Perbandingan jumlah responden laki-laki yaitu 62% dan responden perempuan 38%. Perbedaan jenis kelamin dapat berpengaruh karena pemikiran laki-laki dan perempuan memiliki sudut pandang yang berbeda menghadapi suatu permasalahan.



Gambar 4. 2 Kategori Responden
(Sumber : Olah data pribadi, 2023)

Sesuai dengan wawancara yang dilakukan, juga didapatkan hasil mengenai berat badan responden berada pada rentang 12 – 85 kg. Air yang ada pada sumur tersebut digunakan untuk kehidupan sehari-hari seperti mandi, mencuci, dan

beberapa digunakan untuk memasak dan air minum. Sementara itu, untuk keluhan kesehatan seperti gatal, pusing, dan mual tidak ditemukan.

4.4. Kandungan *Phthalates* Pada Air Tanah

Phthalates atau ftalat adalah cairan berminyak yang tidak memiliki warna (Xu dan Liu, 2014) dan mengandung cincin benzene, dua gugus karbonil dan dua gugus alcohol. Pengujian senyawa *Phthalates* pada air tanah menggunakan instrument GC-MS serta analisa menggunakan kurva kalibrasi dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya senyawa tersebut pada air tanah disekitar Kecamatan Depok 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.

Tabel 4. 6 Potensi Produk Mengandung *Phthalates*

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

<i>Diisooctyl Phthalate</i>	Plasticizer, formulasi parfum dan produk kecantikan
-----------------------------	---

Beberapa sumber potensi produk yang mengandung senyawa ftalat dapat dilihat pada **Tabel 4.8**. Sebaran *phthalates* disebabkan dari lepasnya kandungan senyawa tersebut pada produk selama masa pakainya. Secara keseluruhan, Senyawa ini menyebar karena adanya aktivitas antropogenik yaitu proses manufaktur, penggunaan, konsumsi, perawatan, dan pembuangan perangkat dan produk sehingga menyebabkan transportasi jangka panjang dari lingkungan ke air tanah (J. Duenas-Monero *et al.*, 2022). Rute awal masuknya senyawa tersebut pada air tanah dimulai dari adanya plastic yang tertimbun dan mengalami dekomposisi akibat penurunan ukuran partikel dari makro, mikro, hingga nano, atau yang berukuran antara 0,1 dan 5 mm serta <10 nm (Alimi *et al.*, 2018). Proses degradasi dimulai dari plastic yang terdapat di lingkungan dalam waktu yang lama dan mengalami pelakuan fisika dan foto-oksidasi oleh radiasi UV dan biodegradasi. Plastik tersebut memiliki tingkat degradasi yang berbeda-beda pada tanah tergantung jenis bahan plastiknya. Untuk bahan *Light-Density Polyethylene* (LDPE) dan *biodegradable plastic* memiliki waktu paruh rata-rata (konversi 50% polimer massa ke partikel yang lebih kecil) yang pendek, yaitu 2,3 dan 0,16 tahun. Sedangkan untuk jenis bahan *High Density Polyethylene* (HDPE) memiliki waktu paruh yang lebih lama, yaitu 3900 tahun (Chamas *et al.*, 2020). Setelah plastik tersebut mengalami pelapukan, maka kedua senyawa yang ada di tanah akan terbawa oleh limpasan air hujan ke dalam akuifer melalui lapisan bantuan.

4.5. Hasil Pembacaan Kromatogram GC-MS Terhadap *Phthalates*

Keberadaan *Phthalates* di lingkungan memiliki banyak faktor yang dapat mempengaruhi. Dalam penelitian ini dilakukan pembacaan dan analisis terhadap konsentrasi dan keberadaan *Phthalates* di air tanah pada Kecamatan Depok Kabupaten Sleman.

4.4.1. Analisis Kandungan *Dimethyl Phthalates* (DMP)

Dimethyl Phthalate atau DMP berbentuk cairan, tidak berwarna, menyerupai minyak, dan sedikit berbau seperti senyawa aromatic. DMP merupakan salah satu jenis *plasticizer* yang banyak digunakan dalam pembuatan *nitrocellulose*. Selain itu senyawa ini juga digunakan sebagai bahan pembasmi serangga, pendorong roket, plastic, karet pelapis kaca, dan lainnya. Pada **Tabel 4.6** dibawah mengenai hasil pengujian senyawa DMP, dapat dilihat bahwa konsentrasi DMP paling tinggi terdapat pada titik sampel AT2 yaitu sebesar 0,15 mg/L sedangkan lokasi yang memiliki konsentrasi DMP paling rendah berada pada titik AT7 sebesar 0,01 mg/L.

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Senyawa *Dimethyl Phthalate* Menggunakan GC-MS

<i>Dimethyl phthalate Results</i>		
<i>Name</i>	<i>Units</i>	<i>Conc.</i>
AT 1	mg/L	0,012
AT 2	mg/L	0,150
AT3	mg/L	0,015
AT 4	mg/L	0,033
AT 5	mg/L	0,014
AT 6	mg/L	0,014
AT 7	mg/L	0,010
AT 8	mg/L	0,011

Kandungan DMP dapat dikatakan tinggi pada AT2 dikarenakan lokasi sumur terletak persis di bagian selatan RS Condong Catur yang hanya dibatasi jalan. Lokasi sumur berjarak lebih kurang 30 m dari rumah sakit tersebut dan hanya dipisahkan oleh jalan. Selain itu, kondisi sumur berada pada pekarangan terbuka yang ditutupi dengan kepingan bumbung plastic polikarbonat serta di samping sumur yang terletak di gang kecil perumahan padat penduduk tersebut terdapat warung makanan. Selain itu, menurut *European Chemicals Agency* (ECHA), senyawa *Dimethyl Phthalate* dapat berasal dari beberapa diantaranya yaitu plester, pernis, pestisida, dempul, lilin, pembasmi serangga, produk pembersih/deterjen, bahan kimia, dan obat-obatan.

4.4.2. Analisis Kandungan *Diethyl Phthalates* (DEP)

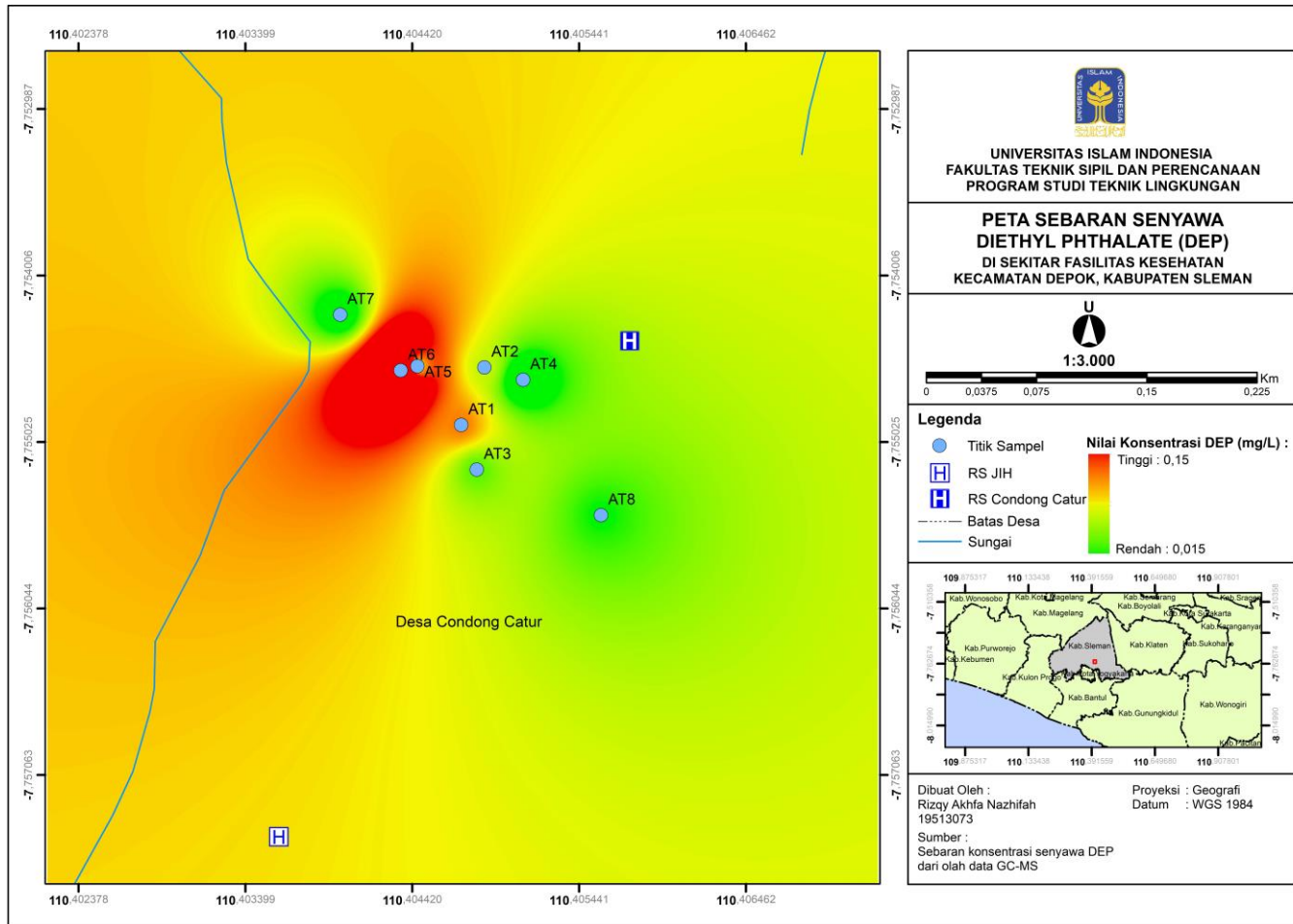
Diethyl Phthalate atau disingkat DEP merupakan zat bening yang dapat cair pada suhu ruangan dan hanya sedikit lebih padat disbanding dengan air cair. DEP memiliki bau yang sedikit tidak sedap dan saat dibakar DEP dapat menghasilkan gas yang beracun. Selain itu, senyawa ini merupakan pelarut yang cocok untuk banyak molekul organik sehingga digunakan untuk mengikat kosmetik dan pewangi. Pada **Tabel 4.7** dibawah dapat dilihat hasil pembacaan konsentrasi DEP pada 8 titik pengambilan sampel yang sudah dilakukan. Dari kedelapan sampel tersebut, konsentrasi DEP yang paling tinggi bernilai 0,15 mg/L pada titik AT6 dan konsentrasi paling rendah bernilai 0,015 mg/L pada titik AT4.

Tabel 4. 8 Data Hasil Pengujian Senyawa *Diethyl Phthalate* Menggunakan GC-MS

<i>Diethyl phthalate Results</i>		
<i>Name</i>	<i>Units</i>	<i>Conc.</i>
AT 1	mg/L	0,060
AT 2	mg/L	0,044
AT3	mg/L	0,034
AT 4	mg/L	0,015
AT 5	mg/L	0,048
AT 6	mg/L	0,150
AT 7	mg/L	0,022
AT 8	mg/L	0,030

Kandungan DEP pada AT6 yang tinggi, dapat disebabkan karena letak bibir sumur yang rendah dari permukaan tanah, yaitu hanya 5 cm (0,05m). Letak sumur yang rendah dari permukaan tanah dapat menyebabkan berbagai kontaminan masuk dengan mudah kedalam air yang ada di dalam sumur tersebut. Selain itu, disekitar tepi bibir sumur terdapat beberapa sampah plastic berupa galon air minum bekas. Selain berasal dari produk kecantikan, parfum, sabun, deterjen, DEP juga dapat berasal dari komponen otomotif dan mainan. Sementara itu, konsentrasi DEP yang rendah dapat disebabkan karena disekitar sumur tidak terdapat sumber pencemar yang mengandung DEP. Berikut merupakan peta sebaran senyawa DEP pada **Gambar 4.3**. Pada peta tersebut dapat dilihat sebaran konsentrasi DEP yang paling

tinggi berada pada AT5 dan AT6 dengan kondisi sumur yang sudah dijelaskan sebelumnya.



Gambar 4.3 Sebaran Senyawa DEP
 (Sumber : Olah data ArcGIS, 2023)

4.4.3. Analisis Kandungan *Dibutyl Phthalate* (DBP)

Dibutyl Phthalate (DBP) bukan merupakan senyawa yang dapat muncul secara natural. DBP ini tidak memiliki bau dan juga tidak memiliki warna. DBP dapat larut dalam air tetapi tidak mudah menguap. 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). Pada **Tabel 4.8** didapati pada tiap titik sampel yang berjumlah 8 titik, semuanya terdapat senyawa *Phthalate*. Konsentrasi DBP paling tinggi terdapat pada AT5 sebesar 0,000862 mg/L.

Tabel 4.9 Data Hasil Pengujian Senyawa *Dibutyl Phthalate* Menggunakan GC-MS

<i>Dibutyl phthalate Results</i>		
<i>Name</i>	<i>Units</i>	<i>Conc.</i>
AT 1	mg/L	0,000818
AT 2	mg/L	0,000767
AT3	mg/L	0,000804
AT 4	mg/L	0,000768
AT 5	mg/L	0,000862
AT 6	mg/L	0,000794
AT 7	mg/L	0,000804
AT 8	mg/L	0,000803

Keberadaan DBP pada tiap titik sampel dapat disebabkan karena adanya pelepasan senyawa dari industri seperti tekstil, pemotongan atau penggilingan, bahan bangunan yang terbuat dari logam, kayu, dan plastic. Selain itu DBP dapat berasal dari perabotan rumah tangga, mainan, baterai listrik, sepatu, pot, peralatan makan dan lainnya. AT5 memiliki tinggi bibir sumur yang rendah, yaitu 42 cm (0,42 m). Disekitar bibir sumur AT5 terdapat berbagai jenis benda, seperti gallon bekas, ember bekas, pipa paralon bekas, serokan sampah berbahan dasar logam, kardus, triplek, sepatu, dan mainan kuda lumping. Dari berbagai jenis benda yang terdapat disekitar sumur serta tinggi bibir sumur yang rendah dapat menjadi salah satu pemicu konsentrasi DBP yang tinggi pada sumur tersebut. Menurut ECHA atas persetujuan *European Union*, DBP diberikan lambang berbahaya bagi kandungan,

mengganggu fertilitas, dan bersifat sangat toksik pada lingkungan perairan dengan efek jangka panjang.

4.4.4. Analisis Kandungan *Bis(2-Methoxyethyl) Phthalate* (DMEP)

Bis(2-methoxyethyl) phthalate, juga umumnya *di(2-methoxyethyl) phthalate* (DMEP) merupakan ftalat yang mengandung gugus 2-metoksietanol. Secara historis itu digunakan sebagai plasticizer dalam plastik selulosa asetat, sekarang sebagian besar dilarang karena kekhawatiran efeknya terhadap kesehatan manusia. Pada **Tabel 4.9** dapat dilihat bahwa pada AT6 tidak terdapat hasil pembacaan konsentrasi DMEP atau bernilai 0. Hal tersebut terjadi karena pada GC-MS tidak terdapat senyawa DMEP pada air tanah di titik tersebut. Sementara itu, untuk konsentrasi tertinggi berada pada titik AT8 dengan nilai 0,014 mg/L.

Tabel 4. 10 Hasil Pengujian BMEP Menggunakan GC-MS

<i>Bis(2-methoxyethyl) phthalate Results</i>		
<i>Name</i>	<i>Units</i>	<i>Conc.</i>
AT 1	mg/L	0,013
AT 2	mg/L	0,002
AT3	mg/L	0,010
AT 4	mg/L	0,004
AT 5	mg/L	0,004
AT 6	mg/L	0
AT 7	mg/L	0,009
AT 8	mg/L	0,014

AT8 merupakan sumur yang terletak dibagian depan dan berada dipinggir jalan. Bagian atas sumur hanya ditutupi oleh seng yang sudah berkarat dan pada saat pengambilan sampel terdapat beberapa botol plastic yang menggenang dibagian permukaan air. Air pada AT8 digunakan untuk memenuhi konsumsi air 4 rumah yakni keperluan mencuci dan mandi. DMEP digunakan dan diimpor dalam bentuk bola mainan dan olahraga, bola, dan mainan anak-anak (*Australian Government, 2008*).

4.4.5. Analisis Kandungan *Phthalic Acid, Isohexyl 4-Methylpent-2-Yl Ester*

Kelarutan asam *Phthalic isohexyl 4-methylpent-2-yl ester* dalam air tidak disebutkan secara eksplisit dalam hasil pencarian yang disediakan. Namun, diketahui bahwa sebagian besar ester ftalat, termasuk ester asam ftalat, memiliki kelarutan yang buruk dalam air tetapi larut dalam pelarut organik. Saat ini, PAE yang disintesis, yang dianggap berpotensi menimbulkan bahaya terhadap fungsi ekosistem dan kesehatan masyarakat, telah mudah dideteksi di atmosfer, air, tanah, dan sedimen (Huang et al., 2021). Pada **Tabel 4.10** dapat dilihat bahwa pada keseluruhan sampel senyawa *Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester* terbaca. Konsentrasi senyawa paling tinggi terdapat pada AT2 dengan nilai 0,074 mg/L.

Tabel 4. 11 Data Hasil Pembacaan Senyawa *Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester* pada GC-MS

<i>Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester Results</i>		
<i>Name</i>	<i>Units</i>	<i>Conc.</i>
AT 1	mg/L	0,023
AT 2	mg/L	0,074
AT3	mg/L	0,021
AT 4	mg/L	0,023
AT 5	mg/L	0
AT 6	mg/L	0,023
AT 7	mg/L	0,020
AT 8	mg/L	0,045

AT2 menjadi lokasi dengan konsentrasi senyawa paling tinggi dapat disebabkan karena posisi sumur berada pada ruang terbuka, sumur tersebut ditutup dengan menggunakan seng. Selain itu, disamping sumur terdapat saluran drainase yang berasal dari rumah dan juga warung makanan. Selain itu, jarak sumur ini dari RS Condong Catur hanya berkisar 30 meter.

4.4.6. Analisis Kandungan *Diamyl Phthalate (DAP)*

Diamyl Phthalate (DAP) berupa cairan berminyak yang tidak bewana atau sedikit berwarna kuning samar. DAP merupakan sumber kontaminan yang

bersumber dari aktivitas keseharian seperti pembakaran, pembuangan, dan penumpukan sampah. Sedangkan pada penelitian Zheng *et al*, (2014) kontaminan *Diamyl Phthalate* pada sungai berasal dari limbah kota dan limbah domestik yang juga dipengaruhi oleh aktivitas sehari-hari antropogenik yang biasanya berkaitan dengan kepadatan penduduk. Pada **Tabel 4.11** terlihat ada beberapa sampel yang tidak terbaca pada GC-MS, yaitu AT1, AT2, dan AT4. Hal ini terjadi karena pada saat pengujian menggunakan GC-MS, senyawa tersebut tidak terdapat pada air sampel sehingga GC-MS memberikan nilai konsentrasi 0. Sementara itu, untuk kandungan konsentrasi tertinggi berada pada AT7 dengan nilai 0,000464 mg/L.

Tabel 4. 12 Hasil Pembacaan Senyawa DAP menggunakan GC-MS

<i>Diamyl phthalate Results</i>		
<i>Name</i>	<i>Units</i>	<i>Conc.</i>
AT 1	mg/L	0
AT 2	mg/L	0
AT3	mg/L	0,000459
AT 4	mg/L	0
AT 5	mg/L	0,000459
AT 6	mg/L	0,000459
AT 7	mg/L	0,000464
AT 8	mg/L	0,000458

AT7 berada pada ruang terbuka dimana bagian atas sumur ditutupi dengan seng dan digunakan untuk memenuhi konsumsi 1 rumah dan kos-kosan yang berisi lebih kurang 40 orang. Disekitar sumur terdapat bengkel dan terdapat tumpukan barang bekas yang berjarak lebih kurang 5 meter dari sumur yang dapat memicu meningkatnya konsentrasi DAP pada air sumur tersebut. Untuk tinggi bibir sumur dari permukaan tanah tergolong tinggi dengan nilai 1,10 m.

4.4.7. Analisis Kandungan *Phthalic Acid, Hexyl Hex-3-Yl Ester (PAEs)*

PAE yang ada di lingkungan dapat berasal dari sintesis kimia yang ada pada bahan bangunan, produk perawatan, peralatan medis, dan mainan anak-anak, dan lainnya yang nyaman untuk produksi dan kehidupan manusia. Babu dan Wu (2010) mendapati bahwa beberapa ganggang air tawar dan spesies *cyanobacteria* mampu menghasilkan *di-n-butyl phthalate* dan mono (2-ethylhexyl) *phthalate*. *Phthalates*

ini dapat dilepaskan ke lingkungan di bawah tekanan, mempengaruhi ekosistem perairan. Temuan ini menunjukkan bahwa produksi ftalat mungkin merupakan fenomena umum baik di darat maupun di laut. Sementara itu, beberapa PAE yang diidentifikasi dalam eksudat akar berbagai tanaman dapat secara efektif mengurangi penyakit tular tanah, memperbaiki sifat tanah, dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pada **Tabel 4.12** mengenai hasil pembacaan konsentrasi PAEs menggunakan GC-MS dapat dilihat bahwa konsentrasi yang paling tinggi berada pada AT1 dengan nilai 0,001087 mg/L.

Tabel 4. 13 Hasil Pembacaan Senyawa PAEs Menggunakan GC-MS

<i>Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester Results</i>		
<i>Name</i>	<i>Units</i>	<i>Conc.</i>
AT 1	mg/L	0,001087
AT 2	mg/L	0,000348
AT3	mg/L	0,000395
AT 4	mg/L	0,000378
AT 5	mg/L	0,000494
AT 6	mg/L	0,000365
AT 7	mg/L	0,000375
AT 8	mg/L	0,000367

Pada AT1 konsentrasi PAEs tinggi dapat disebabkan karena posisi sumur berada pada ruang terbuka dan disekitar sumur terdapat barang-barang bekas serta kendaraan. Sumur tersebut ditutup dengan menggunakan seng dan diatas seng terdapat beberapa bahan plastic seperti baskom, tudung saji, gallon air mineral, dan juga terdapat jemuran baju yang melintang diatas sumur.

4.4.8. Analisis Kandungan *Dicyclohexyl Phthalate* (DCHP)

Dicyclohexyl Phthalate atau disingkat DCHP, merupakan ester ftalat yang digunakan sebagai *plasticizer* untuk melunakkan polivinil klorida. DCHP ini ditemukan disejumlah produk, seperti lem, bahan bangunan, produk perawatan pribadi, deterjen dan surfaktan, kemasan, mainan anak-anak, obat-obatan, cat, produk makanan, dan tekstil (Haz-Map, 2023). Pada **Tabel 4.13** dapat dilihat bahwa hasil konsentrasi paling tinggi berada pada AT8 dengan nilai 0,055 mg/L.

Tabel 4. 14 Hasil Pembacaan DCHP Menggunakan GC-MS

<i>Dicyclohexyl phthalate Results</i>		
<i>Name</i>	<i>Units</i>	<i>Conc.</i>
AT 1	mg/L	0,016
AT 2	mg/L	0,017
AT3	mg/L	0,053
AT 4	mg/L	0,014
AT 5	mg/L	0,028
AT 6	mg/L	0,034
AT 7	mg/L	0,038
AT 8	mg/L	0,055

AT8 merupakan sumur yang terletak dibagian depan dan berada dipinggir jalan. Bagian atas sumur hanya ditutupi oleh seng yang sudah berkarat dan pada saat pengambilan sampel terdapat beberapa botol plastic yang menggenang dibagian permukaan air. Air pada AT8 digunakan untuk memenuhi konsumsi air 4 rumah yakni keperluan mencuci dan mandi.

4.4.9. Analisis Kandungan *Diisooctyl Phthalate* (DIOP)

Diisooctyl Phthalate (DIOP) memiliki karakteristik tidak menguap dari air atau tanah, dan tidak bergerak di tanah. DCHP berbahaya karena kemampuannya untuk bertindak sebagai pengganggu endokrin. Di Australia, DIOP diimpor dalam bentuk karet untuk pembuatan selang dan suku cadang otomotif. Bahan kimianya juga didistribusikan ke berbagai institusi dan laboratorium untuk riset bioteknologi dan farmasi (NICNAS, 2008). Pada **Tabel 4.14** terdapat 3 titik yang tidak mengandung senyawa DIOP pada air tanahnya, yaitu AT4, AT6, dan AT8. Sementara itu, konsentrasi DIOP paling tinggi terdapat pada AT3 dengan nilai 0,037 mg/L.

Tabel 4. 15 Hasil Pembacaan Senyawa DIOP Menggunakan GC-MS

<i>Diisooctyl phthalate Results</i>		
<i>Name</i>	<i>Units</i>	<i>Conc.</i>
AT 1	mg/L	0,025
AT 2	mg/L	0,014
AT3	mg/L	0,037
AT 4	mg/L	0
AT 5	mg/L	0,021
AT 6	mg/L	0
AT 7	mg/L	0,023
AT 8	mg/L	0

Pada AT3, kondisi sumur terletak disatu ruangan dengan kamar mandi dan juga toilet. Kondisi sumur dan toilet dapat dikatakan kurang bersih. Selain itu, sumur tersebut ditutup dengan menggunakan kayu dan diatasnya terdapat kursi kecil plastic, kantong plasti, dan juga kardus mie instan. Keberadaan DIOP yang tinggi pada lokasi ini dapat disebabkan karena letak sumur yang berdekatan dengan saluran pembuangan dan juga WC.

4.6. Kandungan *Bisphenol A* Pada Air Tanah

Pencemaran air salah satunya disebabkan oleh aktivitas manusia yang menghasilkan berbagai macam limbah yang beberapa diantaranya dapat berbahaya bagi lingkungan dan juga kesehatan. Salah satunya yaitu senyawa *Bisphenol A* (BPA). BPA merupakan bubuk kristal keabu-abuan atau butiran yang memiliki bau klorofenol (Tsai, 2006). Senyawa tersebut merupakan bahan kimia yang digunakan dalam pembuatan plastik polikarbonat dan resin poksi untuk keperluan industri. Plastik polikarbonat digunakan dalam kemasan makanan dan minuman seperti botol bayi, *compact disk*, peralatan medis dan lainnya. Sedangkan resin poksi digunakan sebagai pernis untuk melapisi produk logam (kaleng makanan, tutup botol, pipa air). Analisis kandungan BPA pada air tanah dilakukan untuk mengetahui konsentrasi dan sebaran senyawa tersebut pada air tanah di wilayah Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman.

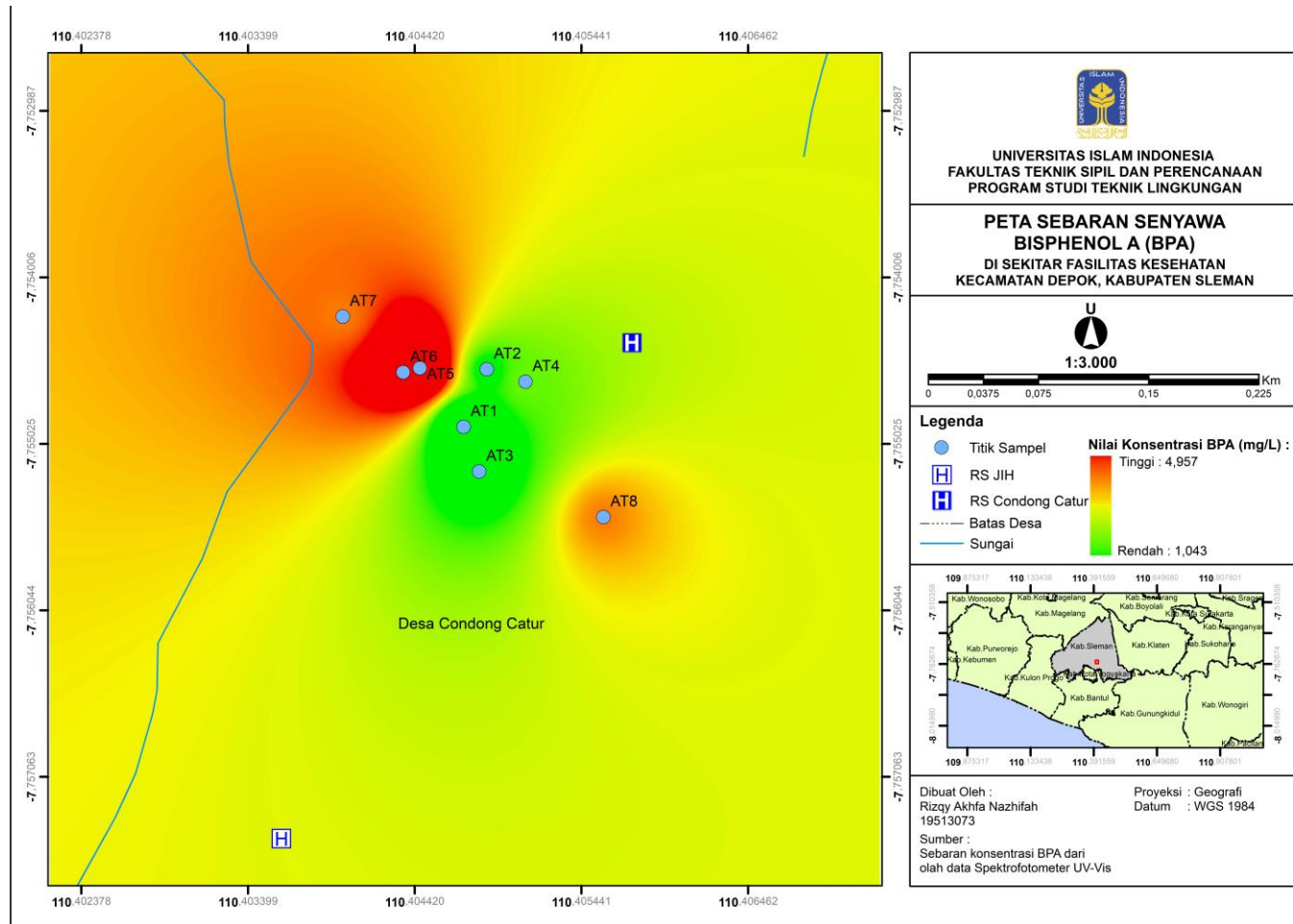
4.7. Hasil Pembacaan Kurva Kalibrasi Spektrofotometer UV-VIS Terhadap *Bisphenol A*.

Untuk melihat ada atau tidaknya keberadaan BPA pada lingkungan maka diperlukan adanya penelitian mengenai senyawa tersebut. BPA dapat ditemukan pada botol air plastic dan dapat larut kedalam air terutama saat terkena panas dan sinar matahari. BPA dapat memicu terganggunya hormon endokrin apalagi melebihi ambang batas. Berikut merupakan hasil dari 8 titik sampel yang diuji untuk mengetahui ada atau tidaknya BPA pada air tanah tersebut :

Tabel 4. 16 Hasil Pembacaan BPA pada Spektrofotometer

<i>Bisphenol A Results</i>		
<i>Name</i>	<i>Units</i>	<i>Conc.</i>
AT 1	mg/L	1,043
AT 2	mg/L	2,058
AT3	mg/L	1,913
AT 4	mg/L	2,348
AT 5	mg/L	4,957
AT 6	mg/L	3,507
AT 7	mg/L	3,072
AT 8	mg/L	3,072

Pada **Tabel 4.15** diatas, dapat dilihat bahwa dari kedelapan sampel yang diuji, didapatkan hasil kandunga BPA tertinggi berada pada AT5 dengan nilai 4,957 mg/L. Pada saat pengambilan sampel dilakukan, disekitar bibir sumur AT5 terdapat berbagai jenis benda, seperti gallon bekas, ember bekas, pipa paralon bekas, serokan sampah berbahan dasar logam, kardus, triplek, sepatu, dan mainan kuda lumping. Berikut merupakan peta sebaran senyawa BPA :



Gambar 4. 4 Peta Sebaran Senyawa BPA
 (Sumber : Olah data QGIS, 2023)

Pada **Gambar 4.4** dapat dilihat mengenai sebaran senyawa BPA pada air tanah. Konsentrasi BPA bernilai tinggi terdapat pada AT5, AT6, AT7, dan AT8. Dari berbagai jenis benda yang terdapat disekitar sumur serta tinggi bibir sumur yang rendah dapat menjadi salah satu pemicu konsentrasi BPA yang tinggi pada sumur tersebut. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kelarutan BPA pada air tanah salah satunya adalah suhu, dimana jika suhu disekitar pencemar yang memiliki kandungan BPA tinggi makan akan menyebabkan BPA tersebut kelarutannya meningkat pada air tanah. Jenis tanah juga dapat mempengaruhi kelarutan BPA dimana kelarutannya cenderung pada tanah berpasir disbanding tanah liat.

4.8. Manajemen Resiko

Pada penelitian ini, manajemen risiko yang perlu dilakukan agar masyarakat mengetahui mengenai keberadaan serta dampak dari senyawa *Phthalates* dan *Bisphenol A* yang ada pada air tanah terlebih air tersebut digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Manajemen risiko dilakukan dengan pendekatan ekonomi dan juga sosial. Pemerintah sebagai perumus dan juga pemegang kebijakan hendaknya memberikan Langkah-langkah untuk pengelolaan sampah sehingga tidak menyebabkan sampah dan limbah berserakan ditempat yang tidak seharusnya. Selanjutnya, dari pemerintah lalu turun kepada produsen atau perusahaan untuk memberikan penilaian keamanan mengenai keberadaan senyawa *Phthalates* dan BPA dalam produk temuan dan mempertimbangkan dosis serta efek akhir pada kesehatan jika menggunakan senyawa tersebut untuk bahan pembuatan produk sehari-hari masyarakat.

Sesuai dengan studi ESRAA, perusahaan dapat menghilangkan penggunaan senyawa tersebut, jika tidak dapat dihilangkan, maka dapat digantikan dengan senyawa lainnya yang memiliki toksisitas rendah dan pada saat pengeluaran produk, perusahaan dapat melabeli kemasan tersebut jika mengandung *Phthalates* dan BPA. BPA dapat dikurangi dengan menggunakan wadah kaca atau *stainless steel* disbanding wadah plastic untuk penyimpanan makanan dan minuman. Pengurangan penggunaan wadah plastic yang bernomor 3 atau 7 juga dapat dilakukan karena kemungkinan mengandung BPA. Hindari memanaskan makanan

atau minuman dalam wadah plastic karena dapat menyebabkan BPA larut kedalam makanan atau minuma tersebut (Arnold *et al.*, 2013). Beberapa teknologi yang dapat digunakan untuk menghilangkan BPA pada air tanah diantaranya dengan proses pengolahan air menggunakan membrane agar BPA dapat hilang, *Reverse Osmosis* dalam pengolahan air menggunakan membrane semipermeable, dan filtrasi karbon aktif. (Yudo & Hernaningsih, 2018).

Selain dengan pemerintah dan perusahaan, juga diperlukan penyuluhan sebagai sarana untuk memberitahu masyarakat mengenai keberadaan kedua senyawa yang jika terpapar dalam waktu yang lama dan konsentrasi yang tinggi dapat memicu gangguan pada hormon, terutama pada ibu hamil. Penyuluhan dapat berisi mengenai ancaman produk PAE dan perlu membuang sampah seara berkelanjutan pada tempat sampah, bukan pada tanah kosong. Selain itu juga bisa dilakukan sosialisasi pengurangan sampah plastic.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

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 senyawa *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 hasil pada tiap sumur memiliki kandungan *Phthalate* dan BPA dengan konsentrasi yang beragam. Kandungan *Phthalates* paling tinggi yaitu DEP dengan nilai 0,150 mg/L dan *Bisphenol A* sebesar 4,975 mg/L.
2. Dari hasil pengujian didapatkan hasil bahwa keberadaan senyawa BPA dan Ftalat dapat dipicu oleh meningkatnya kegiatan antropogenik masyarakat sekitar dan penggunaan benda-benda yang mengandung senyawa tersebut.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh peneliti yaitu :

1. Diperlukan tindakan lebih lanjut oleh pemerintah daerah setempat terkait pencemaran air tanah pada sumur warga di sekitar wilayah Kec. Depok, Kab. Sleman yang tercemar oleh senyawa *Phthalate* dan BPA serta perlu adanya sosialisasi bagi masyarakat yang masih menggunakan air sumur untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga sehari-hari.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisis tingkat risiko pencemaran lingkungan bagi warga sekitar Kec. Depok Kab. Sleman yang masih memanfaatkan air tanah pada sumur untuk kehidupan rumah tangga sehari-hari

DAFTAR PUSTAKA

- Aborkhees, G., Raina-Fulton, R., & Thirunavokkarasu, O. (2020). Determination of Endocrine Disrupting Chemicals in Water and Wastewater Samples by Liquid Chromatography-Negative Ion Electrospray Ionization-Tandem Mass Spectrometry. *Molecules*, 25(17), 1–15. <https://doi.org/10.3390/molecules25173906>
- Alimi, O. S., Farner Budarz, J., Hernandez, L. M., & Tufenkji, N. (2018). *Microplastics and Nanoplastics in Aquatic Environments: Aggregation, Deposition, and Enhanced Contaminant Transport*. *Environmental Science and Technology*, 52(4), 1704–1724. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b0555>
- Asdak, C. (2014). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Arman, N. Z., Salmiati, S., Aris, A., Salim, M. R., Nazifa, T. H., Muhamad, M. S., & Marpongahtun, M. (2021). A review on emerging pollutants in the water environment: Existences, health effects and treatment processes. *Water (Switzerland)*, 13(22), 1–31.
- Arnold, S. M., Clark, K. E., Staples, C. A., Klecka, G. M., Dimond, S. S., Caspers, N., & Hentges, S. G. (2013). Relevance of drinking water as a source of human exposure to bisphenol A. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 23(2), 137–144. <https://doi.org/10.1038/jes.2012.66>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman.2020. *Kabupaten Sleman dalam Angka 2020*. Sleman
- Birnbaum, L. S. (2010). *Endocrine Disrupting Chemicals in Drinking Water: Risks to Human Health and the Environment*. 1–177. www.cbd.int
- BJ D. The Effect Of Enviromental Hormones On Reproduction. 1998: 1249- 64

- Catwright, CD. Maret 2000. Profil toksikologi dietil ftalat : kendaraan untuk wewangian dan bahan kosmetik. *Toksikologi Pangan dan Kimia*. 39 (2): 97-108.
- Choirul, A. (2017). Metode pengambilan contoh uji air. *Poltekkesjoga*.
- Cortes Munoz, J. E., Calderon Molgora, C. G., Martin, A., de la O, E. E. E., Gelover Santiago, S. L., Hernandez Martinez, C. L., & Moeller Chavez, G. E. (2013). Endocrine Disruptors in Water Sources: Human Health Risks and EDs Removal from Water Through Nanofiltration. *International Perspectives on Water Quality Management and Pollutant Control*.
- D H. Environmental effect on reproductive health : The Endocrine Disruption Hypothesis. 1997: 1-11.
- Di Donato, M. et al. Recent advances on bisphenol-A and endocrine disruptor effects on human prostate cancer. *Mol. Cell Endocrinol*. 457, 35–42 (2017).
- Dohle, S., Campbell, V. E. & Arvai, J. L. Consumer-perceived risks and choices about pharmaceuticals in the environment: a cross-sectional study. *Environ. Health* 12, 45 (2013).
- 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.
- Edjere, O., Asibor, I. G., & Bassey, U. (2016). Distribution of phthalate esters in underground water from power transmission sites in Warri Metropolis, Delta State, Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 20(3), 599-605.
- Edjere, O., Asibor, I. G., & Otolu, S. E. (2016). Evaluation of the levels of phthalate ester plasticizers in surface water of Ethiope River system, Delta State, Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 20(3), 608-614. Gandjar, I.G. dan Rohman, A., 2009, *Kimia Farmasi Analisis*, Cetak ke-2. Pustaka Pelajar, Yogyakarta

- Espinosa, F. J., Toledano, R. M., Andini, J. C., Cortés, J. M., & Vázquez, A. M. (2021). New analytical method for determination of phthalates in wastewater by on line lc-gc-ms using the totad interface and fraction collector. *Processes*, 9(6)
- Gandjar, Ibnu Gholib., Abdul Rohman. 2012. Kimia Farmasi Analisis. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Gao, X., Kang, S., Xiong, R., & Chen, M. (2020). Environment-friendly removal methods for endocrine disrupting chemicals. *Sustainability (Switzerland)*, 12(18), 1–16.
- Giulivo, M., de Alda, M. L., Capri, E. & Barceló, D. Human exposure to endocrine disrupting compounds: Their role in reproductive systems, metabolic syndrome and breast cancer: a review. *Environ. Res.* 151, 251–264 (2016).
- Gonsioroski, A., Mourikes, V. E., & Flaws, J. A. (2020). Endocrine disruptors in water and their effects on the reproductive system. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(6).
- Gore AC, Crews D, Doan LL, Merrill ML, Patisaul H. Introduction to endocrine disrupting chemicals (EDCs); A Guide for Public Interest Organizations and Policy Makers. Endocrine Society. 2014; 1-57
- Gore AC, Chappell VA, Fenton SE, Flaws JA, Nadal A, Prins GS, Toppari J, Zoeller RT. EDC-s: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine Disrupting Chemicals. *Endocrine Reviews*. 2015; 36(6): E1-E150
- Harmita. (2004). Petunjuk Pelaksanaan Validasi dan Cara Penggunaannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, 1(3), 117.
- Hendayana, Sumar. (2006). Kimia Pemisahan Metode Kromatografi dan Elektroforesis Modern. Bandung : PT Remaja Rosdakarya
- Hendrayana, H. 2013. Hidrogeologi Mata Air. *Teknologi Geologi*, 8(2).
- Hendrayana, H dan Vicente, V. 2013. Cadangan Air Tanah Berdasarkan Geometri dan Konfigurasi Sistem Akuifer Cekungan Air Tanah Yogyakarta-Sleman. *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan*. 11-12 Desember. *Universitas Gadjah Mada*. 356-376

- Houtman, C. J., Kroesbergen, J., Lekkerkerker-Teunissen, K. & van der Hoek, J. P. Human health risk assessment of the mixture of pharmaceuticals in Dutch drinking water and its sources based on frequent monitoring data. *Sci. Total Environ.* 496, 54–62 (2014).
- Huang, G., Sun, J., Chen, Z., Chen, X., Jing, J., Liu, J., & Zhang, Y. (2012). Levels and sources of phthalate esters in shallow groundwater and surface water of Dongguan city, South China. *Geochemical Journal*, 46(5), 421–428
- Jallow, M. F. A., Awadh, D. G., Albaho, M. S., Devi, V. Y. & Thomas, B. M. Pesticide risk behaviors and factors influencing pesticide use among farmers in Kuwait. *Sci. Total Environ.* 574, 490–498 (2017).
- Jiang, X. et al. Low-dose and combined effects of oral exposure to bisphenol A and diethylstilbestrol on the male reproductive system in adult Sprague-Dawley rats. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 43, 94–102 (2016).
- Kabir, E. R., Rahman, M. S. & Rahman, I. A review on endocrine disruptors and their possible impacts on human health. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 40, 241–258 (2015).
- Kelemen, H., Hancu, G., & Papp, L. A. (2019). Analytical methodologies for the determination of ticagrelor. *Biomedical Chromatography*, 33(7).
- Kodoatie, Robert J. 2012. “Tata Ruang Air Tanah”. Yogyakarta : Andi.
- Komal Pramod, S., Amol Navnath, K., Mahesh Pramod, S., Shri Babanrao, H., & Komal Pramod Hon Shri Babanrao Pachpute Vichardhara, S. (2021). a Review on Gas Chromatography-Mass Spectrometry (Gc-Ms). *Certified Journal | 741 World Journal of Pharmaceutical Research SJIF Impact Factor*, 10(3), 741–763.
- 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.
- Ld, I., Antiinfective, P., Attribution, C. C., License, S., Policy, P., & Foundation, W. (2016). *Dimethyl phthalate*. 5, 1–3.

- Lee, Y. M., Lee, J. E., Choe, W., Kim, T., Lee, J. Y., Kho, Y., . . . Zoh, K. D. (2019). Distribution of Phthalate Esters In Air, Water, Sediments, and Fish In The Asan Lake of Korea. Elsevier, 9.
- Lung SC, Guo YL, Chang HY. Serum Concentrations and Profile of Polychlorinated Biphenyls in Taiwan Yu-cheng Victims Twenty Years After the Incident. *Environ Pollut.* 2005; 136 (1) : 71-9.
- Los, U. M. D. E. C. D. E. (2019). *TOXICITY REVIEW FOR DIISOCTYL PHTHALATE (DIOP)*.
- Mathematics, A. (2016). *ANALISIS KUALITAS AIR TANAH DANGKAL UNTUK KEPERLUAN AIR MINUM DI DESA PEMATANG*. 1–23.
- Mathematics, A. (2016). *Source, Fate and Transport of Endocrine Disruptors, Pharmaceuticals, and Personal Care Products in Drinking Water Sources in California*. 1–23.
- Masduqi, Ali dan Abdu F. Assomadi. 2012. Operasi dan Proses Pengolahan Air. Surabaya : ITS Press.
- Mulja, M., dan Suharman, 1995, Analisis Instrumental, Cetakan I, 26-32, Airlangga University Press, Surabaya
- Mubarok, F. (2021). Spektrofotometer Prinsip dan Cara Kerjanya. *Farmasi Industri: Universitas Surabaya, June*, 1–9.
- Mori, Kiyotoka, 1999, Hidrologi untuk Pengairan, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, Penerjemah : L. Taulu, Editor : Ir. Suyono Sosrodarsono dan Kensaku Takeda.
- NICNAS. (2007). *Diisooctyl Phthalate June*.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016. Baku Mutu Air Limbah Domestik. 9 Agustus 2016. Jakarta
- Perdana WY, Jacobus DJ. *Bisphenol-A (BPA) adalah endocrine disrupture chemicals (EDC) yang berperan sebagai agen diabetogenik*. *CDK-244*. 2016; 43(9):706-711.
- Pironti, C., Ricciardi, M., Proto, A., Bianco, P. M., Montano, L., & Motta, O. (2021). Endocrine-disrupting compounds: An overview on their occurrence in

- the aquatic environment and human exposure. *Water (Switzerland)*, 13(10), 1–32.
- Rezaei, R., Damalas, C. A. & Abdollahzadeh, G. Understanding farmers' safety behavior toward pesticide exposure and other occupational risks: the case of Zanjan, Iran. *Sci. Total Environ.* 616, 1190–1198 (2018).
- Ronderos-Lara, J. G., Saldarriaga-Noreña, H., Murillo-Tovar, M. A., & Vergara-Sánchez, J. (2018). Optimization and Application of A GC-MS Method for the Determination of Endocrine Disruptor Compounds in Natural Water. *Separations*, 8.
- Ronderos-Lara, J. G., Saldarriaga-Noreña, H., Murillo-Tovar, M. A., & Vergara-Sánchez, J. (2018). Optimization and application of a gc-ms method for the determination of endocrine disruptor compounds in natural water. *Separations*, 5(3).
- Rosenfeld, C. S. Bisphenol A and phthalate endocrine disruption of parental and social behaviors. *Front. Neurosci.* 9, 57 (2015).
- RS M. Endocrine modulation. Center for Population Health Risk Assessment. Institute for Population Health. 2002.
- Scientific committee on cosmetic products and non-food products intended for consumers. (2006). Opinion concerning Diethyl phthalate. *Cancer*, June.
- Serodio P., Nogueira J. M. F., (2006) Considerations on ultra-trace analysis of phthalates in drinking water. *Water Research* 40:2572–2582.
- Sifakis, S., Androutsopoulos, V. P., Tsatsakis, A. M. & Spandidos, D. A. Human exposure to endocrine disrupting chemicals: effects on the male and female reproductive systems. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 51, 56–70 (2017).
- Standard, I., & Preview, T. S. (2004). *Water quality — Determination of selected phthalates using gas chromatography/mass spectrometry* *Qualité*. 2004.
- Sugawara N, Ohba T, Nakai K, Kakita A, Nakamura T, Suzuki K, Kameo S, Shimada M, Kurokawa N, Satoh C, Satoh H. Effects of perinatal coexposure to methylmercury and polychlorinated biphenyls on neurobehavioral development in mice. *Arch Toxicol.* 2008; 82(6):387-97.

- Sugiyono. 2018. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Penerbit Alfabeta, Bandung
- Suprihanto John, dkk. Perilaku Organisasional. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi YKPN. 2003.
- Suyasa, I. N. G., & Jana, I. W. (2016). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Yang Terkandung Dalam Kontainer Plastik. *Skripsi. Universitas Udayana*, 3–89.
- Stuart, M.E., Manamsa K., Talbot, J.C., Crane, E. J. (2011). Emerging contaminants in groundwater. *British Geological Survey, Open Report OR/11/013, November 2015*, 1–111.
- Stuart, M., & Lapworth, D. (2013). *Smart Sensors for Real-Time Water Quality Monitoring*. 4(March 2016).
- Tapia-Orozco, N. et al. Environmental epigenomics: current approaches to assess epigenetic effects of endocrine disrupting compounds (EDC's) on human health. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 51, 94–99 (2017).
- Thomais Vlachogianni ea. Chemical Pollutants With Endocrine Disrupting Properties: Adverse Health Effects To Humans And Wildlife. Department of Chemistry, University of Athens, University Campus Zografou, 15784 Athens, Greece 2013.
- Torowati, & Galuh, B. S. (2014). Penentuan Nilai Limit Deteksi dan Kuantitasi Alat Titration Potensiometer Untuk Analisis Uranium. Serpong : Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir. Puspitek.
- USEPA. (2019) 'Proposed Designation of Formaldehyde (CASRN 50-00-0) as High-Priority Substance for Risk Evaluation', Office of Chemical Safety and Pollution Prevention, p. 2019.
- USEPA. (2019) 'Proposed Designation of 1,3-Butadiene (CASRN 106-99-0) as a High-Priority Substance for Risk Evaluation', pp. 1–43.
- Usmar, H. 2006. Pemanfaatan Air Tanah Untuk Keperluan Air Baku Industri di Wilayah Kota Semarang Bawah. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Vellinga, A. et al. Public practice regarding disposal of unused medicines in Ireland. *Sci. Total Environ.* 478, 98–102 (2014).

- Wenzel, A. (2014). *STUDY ON ENDOCRINE DISRUPTERS IN DRINKING WATER. January 2003.*
- Wulan, D., & Rw, S. (2007). *Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Keberadaan Jentik Nyamuk Aedes*
- WHO, 2014, “BISPHENOLA (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, (Diakses pada 8 Februari 2020).
- Yeh, J. C. & Liao, C. H. Assessment of perception and intention in pesticide purchase in Taiwan. *Environ. Monit. Assess.* 188, 275 (2016).
- Yudo, S., & Hernaningsih, T. (2018). Pemilihan Teknologi Daur Ulang Air Limbah Domestik Di Kantor Bppt. *Jurnal Air Indonesia*, 6(2), 114–123. <https://doi.org/10.29122/jai.v6i2.2462>
- Υημείαρ, Σ., Αθηνών, Π., Vlachogianni, T., Fiotakis, K., Loridas, S., & Valavanidis, A. (2013). *Environmental Pollution by Endocrine Disrupting Chemicals. Adverse Developmental, Reproductive and Immune Effects in the Wildlife and in Human Health Article. May 2014.*
- Zeng, F., Cui, K., Xie, Z., Wu, L., Liu, M., Sun, G., Lin, Y., Luo, D., & Zeng, Z. (2008). Phthalate esters (PAEs): Emerging organic contaminants in agricultural soils in peri-urban areas around Guangzhou, China. *Environmental Pollution*, 156(2), 425–434.
- 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. Perhitungan Pembuatan Larutan Standar *Phthalates*

Pembuatan Larutan Standar <i>Phthalates</i>			
V1 (mL)	C1 (mg/L)	V2 (mL)	C2 (mg/L)
1	5	0,25	20
1	10	0,5	20
1	20	1	20
1	30	0,75	40
1	40	1	40

$$V1 \times C1 = V2 \times C2$$

Keterangan :

V_1 = volume diambil

C_1 = konsentrasi diambil

V_2 = volume total

C_2 = konsentrasi dibuat

Larutan standar yang dibuat berjumlah 6, dimana larutan standar 1 sebesar 0 ppm, standar 2 hingga 6 secara berturut-turut sebesar 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, dan 40 ppm. Kemudian, nilai untuk volume yang diambil masing-masing 1 mL. Untuk V_2 didapatkan dari rumus pengenceran dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Konsentrasi 5 ppm :

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

$$1 \text{ mL} \cdot 5 \text{ ppm} = V_1 \cdot 20 \text{ mg/L}$$

$$V_1 = 0,25 \text{ mL}$$

2. Konsentrasi 10 ppm

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

$$1 \text{ mL} \cdot 10 \text{ ppm} = V_1 \cdot 20 \text{ mg/L}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ mL}$$

3. Konsentrasi 20 ppm

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

$$1 \text{ mL} \cdot 20 \text{ ppm} = V_1 \cdot 20 \text{ mg/L}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

4. Konsentrasi 30 ppm

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

$$1 \text{ mL} \cdot 30 \text{ ppm} = V_1 \cdot 40 \text{ mg/L}$$

$$V_1 = 0,75 \text{ mL}$$

5. Konsentrasi 40 ppm

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

$$1 \text{ mL} \cdot 40 \text{ ppm} = V_1 \cdot 40 \text{ mg/L}$$

$$V_2 = 1 \text{ mL}$$


Lampiran 2. Hasil *Retention Time* Dibutyl Phthalate Pada Tiap Standar

Sampel	Dibutyl phthalate Method		Dibutyl phthalate Results		
	Name	Exp. Conc.	Units	RT	Resp.
Standar 1	0	mg/L	9,853	0	0
Standar 2	5	mg/L	9,519	561238	4,6784
Standar 3	10	mg/L	9,519	1220930	9,7431
Standar 4	20	mg/L	9,529	2584145	20,2089
Standar 5	30	mg/L	9,519	679583	5,587
Standar 6	40	mg/L	9,519	867354	7,0286

Lampiran 3. Persamaan Regresi Tiap Senyawa

No	Senyawa Phthalates	Persamaan Regresi Linear	R ² (Linearitas)
1	Dimethyl phthalate	y = 791,946x - 2954,209	0,9948
2	Diethyl Phthalate	y = 25,507x + 201,582	0,9989
3	Dibutyl Phthalate	y = 130254,412x - 48147,961	0,9984
4	Bis(2-methoxyethyl) phthalate	y = 109,328x + 127,959	0,9933
5	Phthalic acid, isohexyl 4-methy	y = 52,638x - 253,513	0,9961
6	Diamyl Phthalate	y = 114781,110x - 26257,263	0,9976
7	Phthalic acid, hexyl hex-3-yl e	y = 79096,221x - 13676,388	0,9996
8	Dicyclohexyl phthalate	y = 59,292x - 117,928	0,9944
9	Diisooctyl phthalate	y = 82,151x - 101,815	0,9919
No	Senyawa Bisphenol	Persamaan Regresi Linear	R ² (Linearitas)
1	Bisphenol A	y = 0,00698x + 0,00188	0,9925

Lampiran 4. Surat Izin Pengambilan Sampel


FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN **PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**
Akreditasi Indonesia "A" Akreditasi Program Studi "A"
Akreditasi Internasional "ABET & SASEC"

Yogyakarta, 28 Februari 2023

Nomor : 081/Ka.Prodi.TL/10/TL/02/2023
 Hal : Izin Penelitian dan Pengambilan Data
 Lamp : _____

Kepada Yth.
 Ketua RT Perumnas Condong Catur, Kec. Depok, Kab. Sleman, DI Yogyakarta
 Di Tempat

Assalamu' 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 sampel air sumur di beberapa rumah setempat untuk Tugas Akhir kepada mahasiswa kami.

Nama : Rizky Akhra Nazhifah
 No Mahasiswa : 19513073
 Program Studi : Teknik Lingkungan
 Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas : Universitas Islam Indonesia

Hasil kerja ilmiah tersebut semata-mata bersifat dan bertujuan keilmuan dan tidak ditujukan 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.

Wassalamu' alaikum Wr. Wb.

Ketua Program Studi
 Teknik Lingkungan

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

Gedung Bldg. Bala Lantaz 2
 Kalidewi Bn. 14.3 Yogyakarta, Kekayon 55184
 Telp. (0271)8260000, (0271) 8260001
 E-mail: rector@uii.ac.id
 www.uin-suka.ac.id

Lampiran 5. Hasil Observasi Lapangan

① DATA PENGAMBILAN SAMPEL SUMUR _____ (7-754921, 10-404720)

- Elevasi muka air tanah : 8,88 m
- Tinggi bibir sumur terhadap muka air tanah : 6,70 m
- Kedalaman permukaan air dari bibir sumur : 5,16 m
- Suhu air : 22,01 °C

② DATA PENGAMBILAN SAMPEL SUMUR _____ (7-754922, 10-404822)

- Elevasi muka air tanah : _____ m
- Tinggi bibir sumur terhadap muka air tanah : 8,80 m
- Kedalaman permukaan air dari bibir sumur : 7,30 m
- Suhu air : 22,21 °C

③ DATA PENGAMBILAN SAMPEL SUMUR _____ (7-755194, 10-404915)

- Elevasi muka air tanah : _____ m
- Tinggi bibir sumur terhadap muka air tanah : 7,80 m
- Kedalaman permukaan air dari bibir sumur : 6,35 m
- Suhu air : 26,82 °C

④ DATA PENGAMBILAN SAMPEL SUMUR _____ (7-754915, 10-400911)

- Elevasi muka air tanah : _____ m
- Tinggi bibir sumur terhadap muka air tanah : 7,70 m
- Kedalaman permukaan air dari bibir sumur : 6,24 m
- Suhu air : 26,62 °C

⑤ DATA PENGAMBILAN SAMPEL SUMUR _____ (7-753733, 10-403710)

- Elevasi muka air tanah : _____ m
- Tinggi bibir sumur terhadap muka air tanah : 4,70 m
- Kedalaman permukaan air dari bibir sumur : 8,40 m
- Suhu air : 26,84 °C

⑥ DATA PENGAMBILAN SAMPEL SUMUR _____ (7-754561, 10-404452)

- Elevasi muka air tanah : _____ m
- Tinggi bibir sumur terhadap muka air tanah : 4,92 m
- Kedalaman permukaan air dari bibir sumur : 3,16 m
- Suhu air : 21,13 °C

⑦ DATA PENGAMBILAN SAMPEL SUMUR _____ (7-754567, 10-404455)

- Elevasi muka air tanah : _____ m
- Tinggi bibir sumur terhadap muka air tanah : 5,00 m
- Kedalaman permukaan air dari bibir sumur : 5,18 m
- Suhu air : 21,33 °C

⑧ DATA PENGAMBILAN SAMPEL SUMUR _____ (7-754568, 10-404458)

- Elevasi muka air tanah : _____ m
- Tinggi bibir sumur terhadap muka air tanah : 4,10 m
- Kedalaman permukaan air dari bibir sumur : 4,12 m
- Suhu air : 26,25 °C

Lampiran 6. Hasil Kuisisioner

**KUISIONER PENGGAMBILAN SAMPEL AIR TANAH MELALUI SUMUR
MASYARAKAT PERUMNAS CONDONG CATUR**

Nama : Irwan
 Jenis kelamin : (D) P
 Umur : 60 Tahun
 Berat badan : 79 Kg
 Alamat :
 Jenis sumur : Sumur goli
 Tahun pembuatan sumur : 90an
 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 2 rumah
2. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat anak-anak berumur <10 tahun?
 Ya, berjumlah 1 anak, berumur 2 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

**KUISIONER PENGGAMBILAN SAMPEL AIR TANAH MELALUI SUMUR
MASYARAKAT PERUMNAS CONDONG CATUR**

Nama : Bilal
 Jenis kelamin : (D) P
 Umur : 60 Tahun
 Berat badan : 70 Kg
 Alamat :
 Jenis sumur : Sumur goli
 Tahun pembuatan sumur : 1980s, 1990s
 Usia sumur : 35 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 4 rumah
2. Apakah di anggota keluarga atau pengguna sumur terdapat anak-anak berumur <10 tahun?
 Ya, berjumlah 4 anak, berumur 5, 2, 3, 8 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

**KUISIONER PENGGAMBILAN SAMPEL AIR TANAH MELALUI SUMUR
MASYARAKAT PERUMNAS CONDONG CATUR**

Nama : Adnan
 Jenis kelamin : (D) P
 Umur : 46 Tahun
 Berat badan : 68 Kg
 Alamat :
 Jenis sumur : 60li
 Tahun pembuatan sumur :
 Usia sumur :
 Jumlah anggota keluarga/pengguna sumur : 2 Orang

Pertanyaan :

1. Apakah sumur tersebut digunakan secara pribadi atau bersamaan dengan rumah lainnya?
 Ya, penggunaan pribadi
 Ya, penggunaan bersama untuk 1 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

**KUISIONER PENGGAMBILAN SAMPEL AIR TANAH MELALUI SUMUR
MASYARAKAT PERUMNAS CONDONG CATUR**

Nama : Spartora
 Jenis kelamin : (D) P
 Umur : 26 Tahun
 Berat badan : 76 Kg
 Alamat :
 Jenis sumur : 60li
 Tahun pembuatan sumur : 1980an
 Usia sumur : 35an
 Jumlah anggota keluarga/pengguna sumur : 8 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

5

**KUISIONER PENGGAMBILAN SAMPEL AIR TANAH MELALUI SUMUR
MASYARAKAT PERUMNAS CONDONG CATUR**

Nama : Muti Kiko
 Jenis kelamin : K (♂)
 Umur : 43 Tahun
 Berat badan : 79 Kg
 Alamat :
 Jenis sumur : Gali
 Tahun pembuatan sumur : 1990-an
 Usia sumur : 40-an tahun
 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 _____ 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

6

**KUISIONER PENGGAMBILAN SAMPEL AIR TANAH MELALUI SUMUR
MASYARAKAT PERUMNAS CONDONG CATUR**

Nama : Muti Kiko
 Jenis kelamin : K (♂)
 Umur : 43 Tahun
 Berat badan : 80 Kg
 Alamat :
 Jenis sumur : Gali
 Tahun pembuatan sumur : 1990-an
 Usia sumur : 40-an tahun
 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 _____ 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

7

**KUISIONER PENGGAMBILAN SAMPEL AIR TANAH MELALUI SUMUR
MASYARAKAT PERUMNAS CONDONG CATUR**

Nama : Muti Kiko
 Jenis kelamin : K (♂)
 Umur : 50 Tahun
 Berat badan : 60 Kg
 Alamat :
 Jenis sumur : Gali
 Tahun pembuatan sumur : 2005
 Usia sumur : 16 tahun
 Jumlah anggota keluarga/pengguna sumur : 45 Orang

Pertanyaan :

1. Apakah sumur tersebut digunakan secara pribadi atau bersamaan dengan rumah lainnya?
 Ya, penggunaan pribadi
 Ya, penggunaan bersama untuk 1 rumah (60)
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

8

**KUISIONER PENGGAMBILAN SAMPEL AIR TANAH MELALUI SUMUR
MASYARAKAT PERUMNAS CONDONG CATUR**

Nama : Muti Kiko
 Jenis kelamin : K (♂)
 Umur : 33 Tahun
 Berat badan : 52 Kg
 Alamat :
 Jenis sumur : Gali
 Tahun pembuatan sumur : 70-90-an
 Usia sumur :
 Jumlah anggota keluarga/pengguna sumur : 13 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 2 anak, berumur 6, 10 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 7. Dokumentasi Observasi Lapangan



Lampiran 8. Dokumentasi Pengambilan Sampel







Lampiran 9. Titik Pengambilan Sampel

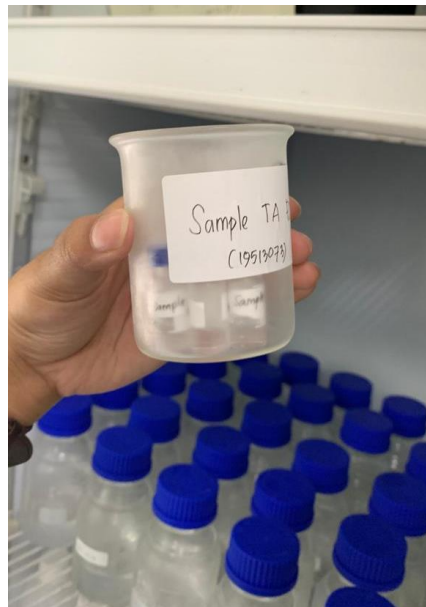




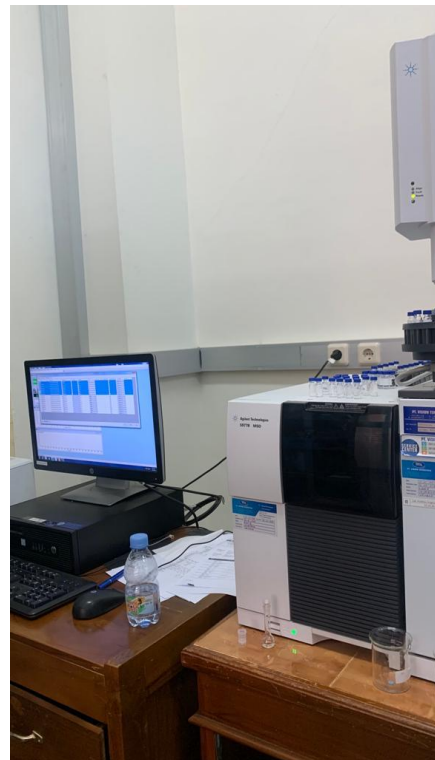


Lampiran 10. Dokumentasi Proses Pengujian di Laboratorium

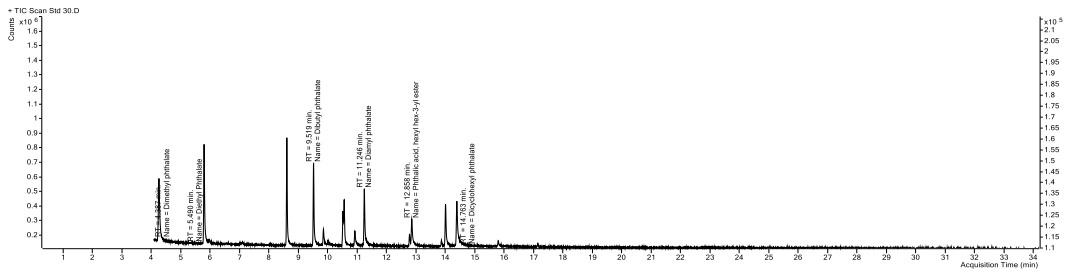






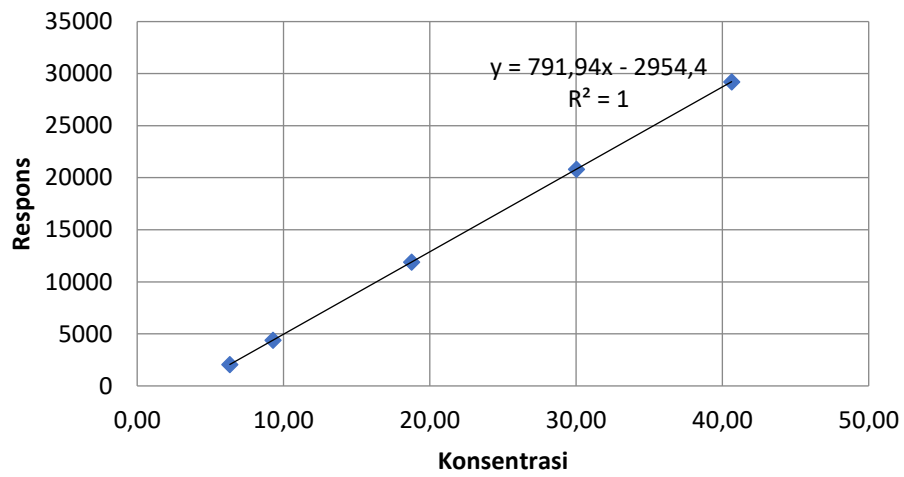


Lampiran 11. Peak standar masing-masing *Phthalates*

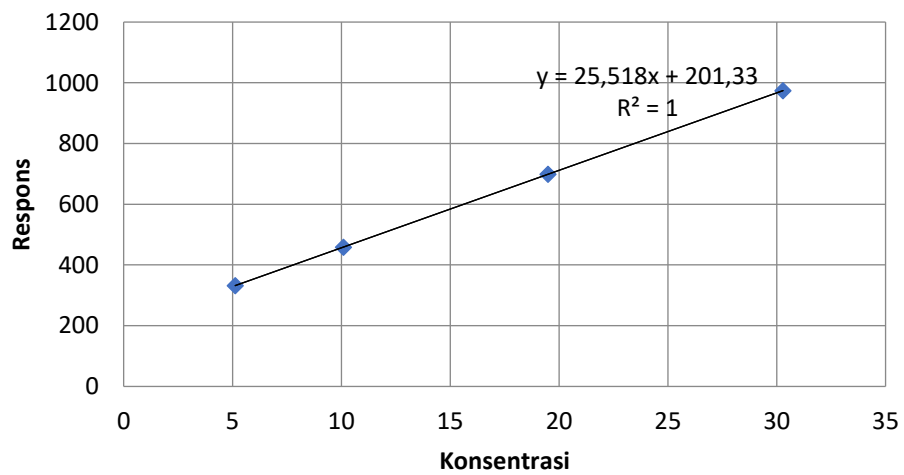


Lampiran 12. Kurva Kalibrasi Tiap Senyawa *Phthalates* dan *Bisphenol A*

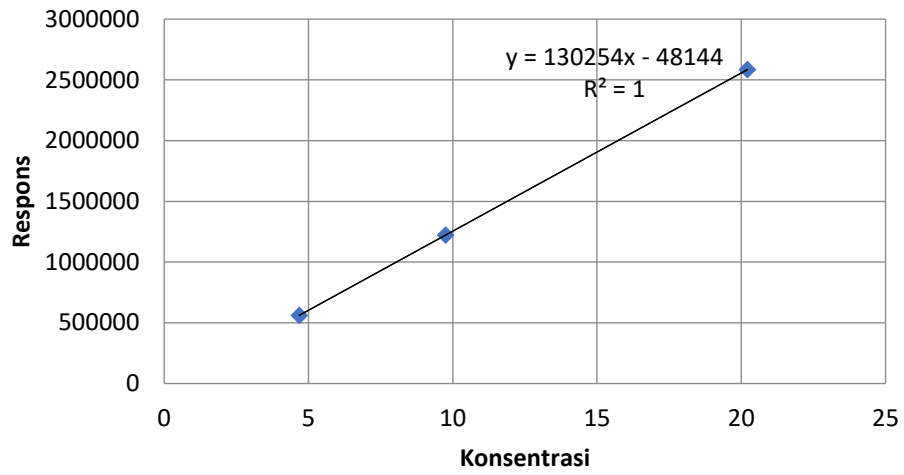
Dimethyl Phthalate



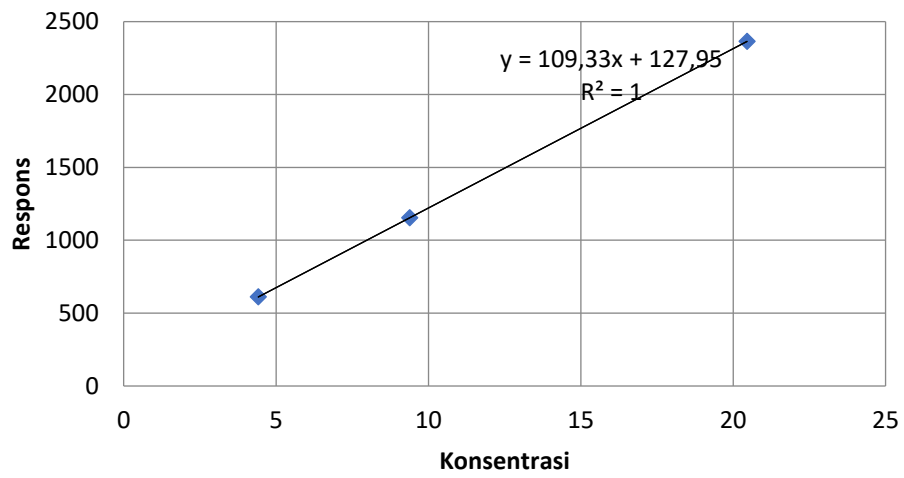
Diethyl Phthalate



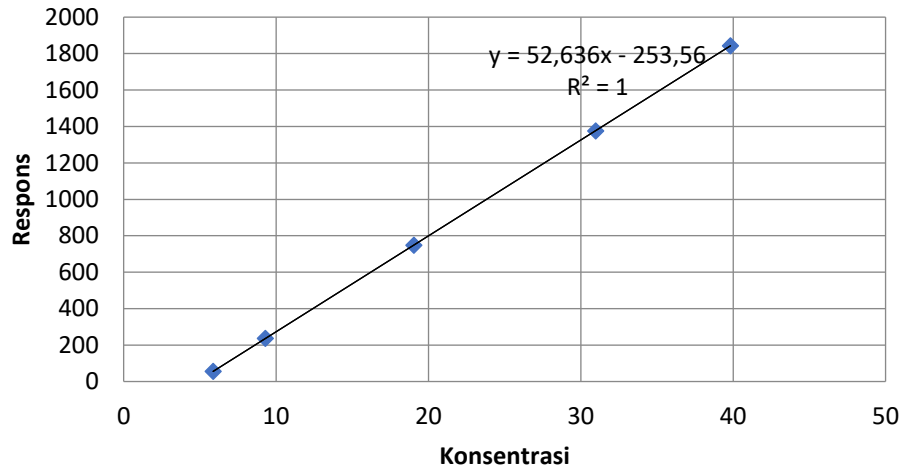
Dibutyl Phthalate



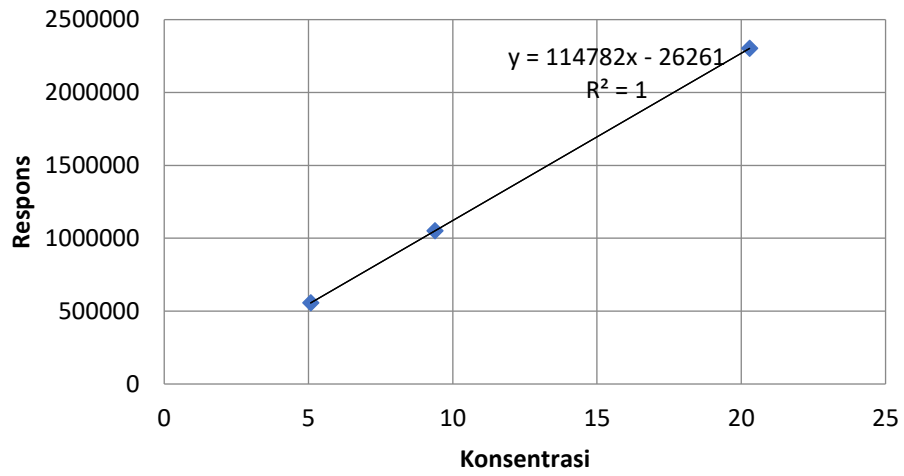
Bis(2-methoxyethyl) phthalate



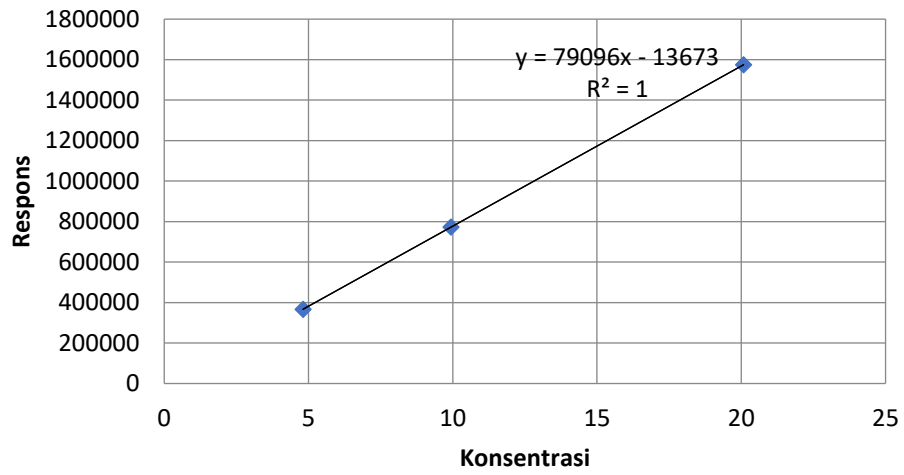
Phthalic acid, isohexyl 4-methylpent-2-yl ester



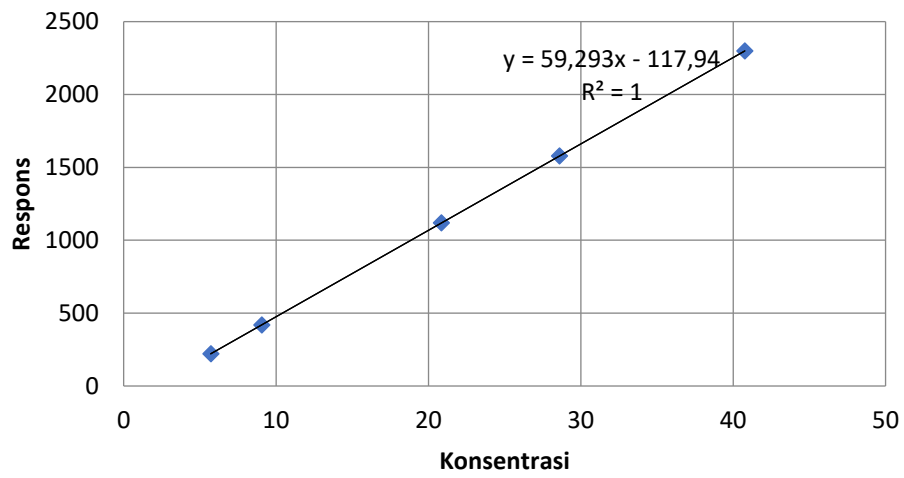
Diamyl phthalate



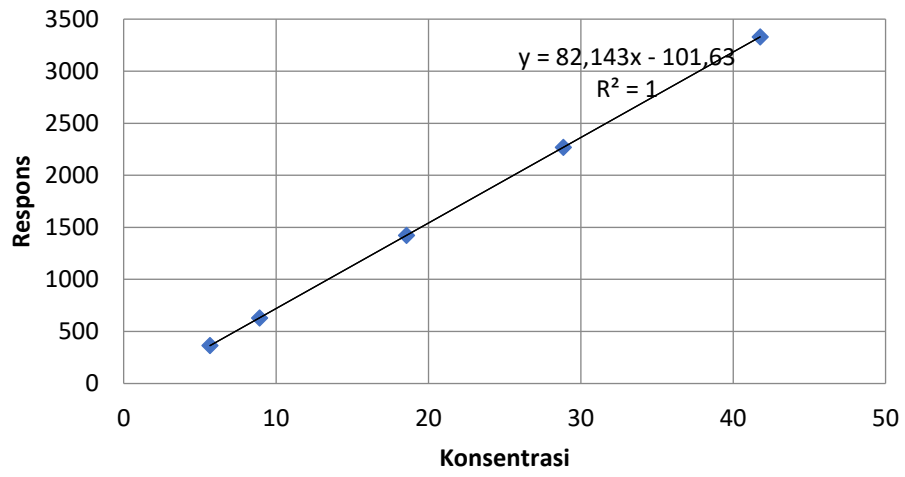
Phthalic acid, hexyl hex-3-yl ester



Dicyclohexyl phthalate



Diisooctyl phthalate



TA/TL/2023/1632