

TUGAS AKHIR
ANALISIS KANDUNGAN PHTHALATE PADA
AIR TANAH DAN DAMPAKNYA TERHADAP
RISIKO KESEHATAN
DI KECAMATAN NGAGLIK DAN NGEMPLAK,
KABUPATEN SLEMAN

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



FARAH DIANA YUMNA MARZUQAH
18513021

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2022

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KANDUNGAN PHTHALATE PADA
AIR TANAH DAN DAMPAKNYA TERHADAP RISIKO
KESEHATAN DI KECAMATAN NGAGLIK DAN
NGEMPLAK, KABUPATEN SLEMAN**

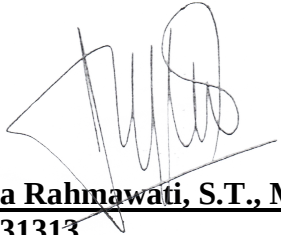
Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



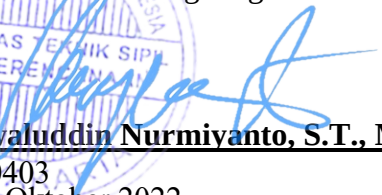
FARAH DIANA YUMNA MARZUQAH
18513021

Disetujui,
Dosen Pembimbing:


Ir. Luqman Hakim, S.T., M. Si.
NIK. 005130101
Tanggal: 21/10 2022


Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.
NIK. 155131313
Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII


Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.
NIK. 095130403
Tanggal : 24 Oktober 2022

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KANDUNGAN PHTHALATE PADA
AIR TANAH DAN DAMPAKNYA TERHADAP
RISIKO KESEHATAN
DI KECAMATAN NGAGLIK DAN NGEMPLAK,
KABUPATEN SLEMAN**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari: Kamis

Tanggal: 18, Oktober 2022

Disusun Oleh:

FARAH DIANA YUMNA MARZUQAH

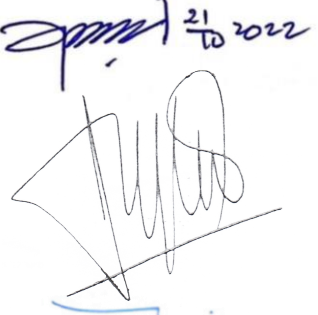
18513021

Tim Penguji:

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

Dr. Suphia Rahmawati, S. T., M. T.

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


21 10 2022
20102022

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan 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 dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer 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 di kemudian 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, 29 Maret 2022

Yang membuat pernyataan,

A handwritten signature in black ink is written over a 2000 Rupiah postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'SERATUS RIBU RUPIAH', 'TEL. 20', 'METERAI TEMPEL', and a barcode with the number '88D0FAJX953795723'. The signature is stylized and appears to read 'Farah Diana Yumna M'.

Farah Diana Yumna M

NIM: 18513021

PRAKATA

Puji dan syukur atas kehadiran Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga peneliti telah diberi kemampuan untuk menyelesaikan penelitian laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Kandungan Phthalate pada Air Tanah dan Dampaknya terhadap Risiko Kesehatan di Kecamatan Ngaglik dan Ngemplak, Kabupaten Sleman”. Penyusunan laporan ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik S1 Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan laporan ini penulis banyak mendapatkan semangat, dukungan, dorongan dan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini perkenankan peneliti menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, dengan segala nikmatnya yang tidak terhitung penulis masih diberikan kesehatan, ilmu pengetahuan, Kelancaran, serta rahmatnya sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua yaitu ayah Alm. Abdul Rachman serta mama penulis Kholis Tahyuni atas segala jasa dan kasih sayang yang tidak dapat terbalas sehingga saat ini penulis dapat bertahan menempuh pendidikan sejauh ini.
3. Kakak penulis, mas Rovky Danu Aditya Rachman, dan mba Yunira Alifah Dzakiyah, Kakak ipar penulis mba Priagustin Annisa, serta Keponakan penulis Ibrahim Syafiq Abdulrahman yang selalu memberikan semangat dan do'a kepada penulis selama masa perkuliahan hingga saat ini.
4. Bapak Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
5. Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.

6. Seluruh dosen, staf, dan Keluarga Besar Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Terima kasih atas bantuan, pengajaran, dan pengalaman yang telah diberikan.
7. Mas bagus, mas Ridwan serta seluruh staf Laboratorium Teknik Lingkungan UII .
8. Sahabat penulis Safina, Ailsa, Afifah, Lia, Riyanto, Oktana, Faathir, Andre, Aryf, dan Mahfud yang sudah menemani, memberikan support penulis sejak awal perkuliahan hingga saat ini.
9. Sahabat penulis Disa, Dinda, Hanami, dan Shindy
10. Sahabat penulis Virlya, Natasya, Izza, dan Niken atas support dan waktunya selama ini.
11. Sahabat penulis Nipeh dan Melani yang sudah menghibur penulis.
12. Teman- teman angkatan 2018 Program Studi Teknik Lingkungan.
13. Terima kasih kepada Dell Latitude e7250 yang sudah mau diajak kerjasama dan bertahan dari awal kuliah hingga saat ini.
14. Semua pihak yang terlibat dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Peneliti 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 pembacanya dan dapat ditindak lanjuti dengan pengimplementasian saran.

Yogyakarta, 29 Maret 2022



Farah Diana Yumna Marzuqah

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

FARAH DIANA YUMNA MARZUQAH. Analisis Kandungan Phthalate Pada Air Tanah Dan Dampaknya Terhadap Risiko Kesehatan Di Kecamatan Ngaglik Dan Ngemplak, Kabupaten Sleman. Dibimbing oleh LUQMAN HAKIM, S.T., M. SI. dan DR. SUPHIA RAHMAWATI, S.T., M.T.

Semakin berkembangnya kawasan Kecamatan Ngaglik dan Ngemplak, berbanding lurus dengan pertumbuhan penduduk dan produksi sampah. Produksi sampah di dominasi oleh sampah plastik. *Phthalate* atau *phthalic acid esters* (PAEs) adalah senyawa kimia yang penggunaannya sangat luas dan dengan mudah ditemukan pada produk yang dipakai sehari-hari seperti kemasan pangan, botol minum, parfum, PVC, dan lainnya. Tetapi, pada saat yang sama, telah terbukti memiliki efek berbahaya pada manusia. Dilakukan perhitungan analisis risiko lingkungan guna mengetahui potensi risiko kanker dan nonkanker akibat *Phthalate* pada lokasi penelitian. Pengujian dilakukan di air tanah pada 5 sumur dangkal dan 5 sumur dalam. Metode pengujian Phthalate di laboratorium menggunakan metode *solid-phase extraction* (SPE), dan pembacaan sampel menggunakan instrumen GC-MS dengan masing-masing senyawa *Phthalate* memiliki hasil konsentrasi yakni *Dibutyl Phthalate* (0,0000107 mg/L), *Diamyl Phthalate* (0,0001317 mg/L), d dan *Dicyclohexyl Phthalate* (0,0000832 mg/L). Pada penelitian ini didapat bahwa sejumlah 0% responden golongan usia anak dan dewasa pada pajanan melalui oral dan dermal memiliki risiko non kanker dengan nilai $RQ > 1$, serta nilai risiko kanker $ECR < 10^{-4}$.

Kata Kunci: analisis risiko lingkungan, GC-MS, pencemaran air tanah, *Phthalate*,

ABSTRACT

FARAH DIANA YUMNA MARZUQAH. *Analysis of Phthalates Levels and its Impact on Health Risks in Groundwater in Ngaglik and Ngemplak Districts, Sleman Regency. Supervised by IR. LUQMAN HAKIM, S.T., M. SI. and DR. SUPHIA RAHMAWATI, S.T., M.T.*

The development of the Ngaglik and Ngemplak Subdistricts is directly proportional to population growth and waste production, but in fact, this is not in line with existing waste management. Waste production is dominated by plastic waste. Phthalates or phthalic acid esters (PAEs) are chemical compounds whose use is very widely close to being found in products used daily such as food packaging, drinking bottles, perfumes, PVC, and others. But, at the same time, it has been shown to harm humans or organisms. Phthalates are carcinogenic at certain doses with long exposure, so an Environmental Risk Analysis was carried out to determine the potential risk of cancer and non-cancer due to Phthalates at the study site. The test was carried out in groundwater on 5 shallow wells and 5 deep wells. The Phthalate testing method in the laboratory uses the solid-phase extraction (SPE) method, and sample readings using the GC-MS instrument with each Phthalate compound having concentration results, namely Dibutyl Phthalate (2,428 mg / l), Diamyl Phthalate (2,400 mg / l), Dicyclohexyl Phthalate (3,804 mg / l), Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester (5,726 mg / l). In this study, it was found that a total of 0% of respondents in the age group of children and adults in oral and dermal exposure had a non-cancer risk with a value of $RQ > 1$, and ECR cancer risk with a value of $<10^{-4}$.

Keywords: *environmental risk analysis, GC-MS, , groundwater pollution, Phthalate*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB I PENDAHULUAN	22
1.1. Latar Belakang	22
1.2. Rumusan Masalah.....	23
1.3. Tujuan Penelitian	23
1.4. Ruang Lingkup.....	24
1.5. Manfaat Penelitian	24
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	26
2.1. <i>Phthalate</i>	26
2.1.1. Transportasi dan Transformasi <i>Phthalate</i>	27
2.2. <i>Phthalate</i> dalam Air Tanah.....	28
2.3. Teknik Ekstraksi <i>Phthalate</i> pada Sampel Air	29
2.4. Sistem Hidrologi Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Ngemplak.....	29
2.5. <i>Gas Chromatography - Mass Spectrometry</i> (GC-MS)	30
2.6. Analisis Risiko (<i>Risk Analysis</i>) dan Penilaian Risiko (<i>Risk Assessment</i>)	30
2.7.1. Identifikasi Sumber Bahaya (<i>Hazard Identification</i>).....	31
2.7.2. Analisis Dosis – Respon.....	31
2.7.3. Analisis Pemajanan (<i>Exposure Assessment</i>)	31
2.7.4. Karakteristik Risiko (<i>Risk Characterization</i>).....	32
2.7. Penelitian Terdahulu	32

BAB III METODE PENELITIAN.....	36
3.1. Diagram Alir Penelitian	36
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian	38
3.3. Jenis Penelitian.....	41
3.3 Pengumpulan Data	41
3.3.1. Pengumpulan Data Sekunder.....	41
3.3.2. Pengumpulan Data Primer	41
3.4. Alat dan Bahan.....	44
3.5. Proses Pengujian Sampel	45
3.6. Analisis Data.....	50
3.6.1. Analisis Data Hasil GC-MS.....	50
3.6.2. Analisis Data Kalibrasi.....	52
3.6.3. <i>Limit Of Detection</i> (LOD) & <i>Limit Of Quantification</i> (LOQ)	54
3.6.4. Hasil Uji Sampel	56
3.6.5. Korelasi Pearson.....	58
3.6.6. Analisis Pemajanan (Exposure Assessment)	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	61
4.1. Deskripsi Wilayah Pengambilan Sampel.....	61
4.1.1. Air tanah dangkal	61
4.1.2. Air Sumur Dalam	63
4.2. Data Hasil Observasi Lapangan.....	65
4.2.1. Data Hasil Observasi Sumur Responden.....	65
4.2.2. Data Hasil Kuesioner.....	68
4.3. <i>Phthalate</i> pada Air Tanah	72
4.4. Analisis Faktor yang Mempengaruhi Keberadaan <i>Phthalate</i> pada Air Tanah.....	76

4.4.1.	Parameter TDS, Suhu dan pH.....	76
4.4.2.	Pola Aliran Tanah	78
4.4.3.	Jenis Tanah	80
4.4.4.	Air Permukaan.....	81
4.4.5.	Jarak Sumber Pencemar	82
4.4.6.	Kedalaman Sumur.....	83
4.5.	Analisis Zona Persebaran <i>Phthalate</i>	85
4.6.	Analisis Pemajanan (Exposure Assessment)	88
4.6.1.	Analisis Paparan Oral Intake Realtime & Lifetime:.....	90
4.6.2.	Analisis Paparan Dermal Intake Realtime	91
4.7.	Karakteristik Risiko (Risk Characterization).....	92
4.7.1.	Risiko Non-karsinogenik.....	92
4.7.2.	Analisis Risiko Non-karsinogenik di Air Tanah pada Sumur Dangkal dan Sumur Dalam.....	94
4.7.3.	Risiko Karsinogenik	97
4.8.	Manajemen Risiko	97
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		100
5.1.	Kesimpulan	100
5.2.	Saran	100
DAFTAR PUSTAKA		103
LAMPIRAN.....		110
RIWAYAT HIDUP.....		139

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	33
Tabel 3. 1 Titik Koordinat Pengambilan Sampel Air Tanah pada Sumur Dangkal	38
Tabel 3. 2 Titik Koordinat Pengambilan Sampel Air Tanah pada Sumur Dalam.	39
Tabel 3. 3 Alat dan Bahan.....	44
Tabel 3. 4 Integration peak list Larutan Standar 2 ppm.....	51
Tabel 3.5 Data Konsentrasi dan Peak Area Kurva Kalibrasi Larutan Standar Dibutyl Phthalate	52
Tabel 3. 6 Data Rekapitulasi Nilai Persamaan Regresi Linear dan R^2	53
Tabel 3. 7 Hasil Data Statistik Kurva Kalibrasi Senyawa Dibutyl Phthalate	55
Tabel 3. 8 Rekapitulasi Nilai LOD dan LOQ	56
Tabel 3. 9 Perhitungan Konsentrasi Persamaan Regresi Linear Sampel	57
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kualitas Air tanah dangkal	66
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kualitas Air Sumur dalam	66
Tabel 4. 4 Kondisi Air.....	66
Tabel 4. 5 Kondisi Sumur	67
Tabel 4. 6 Umur Sumur.....	67
Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Elevasi Sumur Dangkal	68
Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran Elevasi Sumur Dalam	68
Tabel 4. 9 Distribusi Rincian Nilai Berat Badan Responden sesuai Golongan Usia	70
Tabel 4. 10 Distribusi Rincian Nilai Durasi Paparan Responden Sesuai Golongan Usia.....	70
Tabel 4. 11 Keluhan Kesehatan Responden.....	72
Tabel 4. 12 Rangkuman Konsentrasi Phthalate dalam sampel air sumur	72
Tabel 4. 13 Hasil Uji Analisis dengan Korelasi Spearman.....	76
Tabel 4. 15 Hasil Uji Analisis Korelasi Spearman	84
Tabel 4. 16 Rata-rata Konsentrasi Phthalate	89

Tabel 4. 17 Parameter Analisis Paparan Intake Oral Risiko Kesehatan Air Tanah	89
Tabel 4. 18 Parameter Analisis Paparan Intake Dermal Risiko Kesehatan Air Tanah.....	89
Tabel 4. 19 Perhitungan Analisis Paparan Oral Intake Realtime dan Lifetime	90
Tabel 4. 20 Perhitungan Analisis Paparan Dermal Intake Realtime dan Lifetime	91
Tabel 4. 21 Nilai RfD Setiap Jenis Parameter.....	92
Tabel 4. 22 Analisis Perhitungan Risiko Nonkanker Intake Realtime dan Intake Life.....	93
Tabel 4. 23 Analisis Perhitungan Risiko Nonkanker pada Sumur Dangkal dan Sumur Dalam	94

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Dekomposisi Plastik dan Transportasi ke dalam Akuifer	27
Gambar 3. 1 Diagram Penelitian	37
Gambar 3. 2 Lokasi Pengambilan Sampel Air Tanah pada Sumur Lokasi.....	40
Gambar 3. 3 Proses pengambilan data menggunakan kuesioner terhadap responden	42
Gambar 3. 4 Pengukuran menggunakan alat water level meter dan altimeter.....	43
Gambar 3. 5 Proses Pengambilan Sampel Air Sumur.....	44
Gambar 3. 6 Diagram Alir Pengujian Sampel Air Tanah	46
Gambar 3. 7 Pengukuran parameter TDS dan pH pada sampel air tanah.....	47
Gambar 3. 8 Proses Penyaringan Sampel Oleh Alat Vacuum Menggunakan Kertas Saring Glass Micro-Fiber 0,45 μm	47
Gambar 3. 9 C18 SPE Cartridge	48
Gambar 3. 10 Proses Conditioning, Loading Sample, Vacuum Dry, Elution Pada Sampel Menggunakan Kartrid C18-E	49
Gambar 3. 11 Proses Dryness Pada Sampel Menggunakan Waterbath	49
Gambar 3. 12 Proses Analisa Sampel Menggunakan Instrumen GC – MS.....	50
Gambar 3. 13 Contoh Grafik Kromatogram Pembacaan GC-MS pada Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester	51
Gambar 3. 14 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standar Dibutyl Phthalate	54
Gambar 4. 2 Tumpukan sampah pada lokasi sumur dangkal 1 (SG1).....	62
Gambar 4. 3 Tumpukan sampah pada lokasi sumur dangkal 4 (SG4).....	63
Gambar 4. 4 Bekas pembakaran sampah pada lokasi sumur dalam 4 (SB4).....	65
Gambar 4. 5 Perbandingan Jenis Kelamin	69
Gambar 4. 6 Perbandingan Usia Responden.....	69
Gambar 4. 7 Grafik Rerata Konsentrasi Phthalate Per jenisnya	74
Gambar 4. 8 Perbandingan Konsentrasi Phthalate Data Primer dengan Penelitian Lain	75

Gambar 4. 9 Peta Pola Aliran Tanah Berdasarkan Data Kedalaman Muka Air	
Tanah 10 Sumur Air Tanah Dangkal dan Air Tanah Dalam	79
Gambar 4. 10 Grafik Jarak Sumber Pencemar terhadap Konsentrasi phthalate ...	83
Gambar 4. 11 Grafik Jarak Sumber Pencemar terhadap Konsentrasi phthalate ...	84
Gambar 4. 12 Peta Persebaran Dicyclohexyl Phthalate	86
Gambar 4. 13 Grafik Hasil Perhitungan Risiko Nonkanker Durasi Realtime	95
Gambar 4. 14 Grafik Hasil Perhitungan Risiko Nonkanker pada Durasi Lifetime	
.....	96
Gambar 4. 15 Grafik Hasil Perhitungan Risiko Nonkanker pada Sumur Dangkal	98

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Phthalate adalah kelompok senyawa organik yang diklasifikasikan sebagai pencemar organik tidak persisten tetapi keberadaannya konstan di lingkungan (Domínguez *et al.*, 2014). Keberadaannya digunakan sebagai pelunak bagi *Polyvinyl Chloride* (PVC). Umumnya dapat ditemukan pada *plasticizer*, yang digunakan dalam ratusan produk seperti: produk PVC, parfum, semprotan rambut, perekat dan lem, penutup lantai dan dinding, pelapis kabel, produk motif mobil, mainan, tabung medis, tas penyimpanan darah, bahan kemasan makanan, dll. Efek ekologis dan kesehatan manusia yang ditimbulkan dari *Phthalate* ialah dapat menyebabkan gangguan yang bersifat merugikan pada perkembangan manusia, sistem metabolisme tubuh, neurologis, kekebalan tubuh, dan efek reproduktif (gangguan kesuburan yang menyerang hormon) (Abtahi *et al.*, 2019).

Keberadaaan *phthalate* tidak secara kimia terikat pada produk, yakni terlarut dari produk plastik ke berbagai jalur lingkungan salah satunya air tanah. Sehingga senyawa ini digambarkan sebagai senyawa buatan manusia yang melimpah sebagai pencemar lingkungan menurut Edjere *et al.*, (2016) karena keberadaannya bergantung pada aktivitas manusia atau antropogenik.

Kabupaten Sleman, menghasilkan sampah sebanyak 773 m³/tahun, atau 60% dari total tersebut didominasi sampah plastik. Kabupaten Sleman merupakan salah satu Kabupaten di Daerah Istimewa Yogyakarta yang sedang berkembang dalam banyak bidang. Hal ini salah satunya disebabkan oleh penambahan penduduk yang pesat, menurut Ilmiah, (2018) dalam 10 tahun terakhir, Kecamatan Ngaglik terjadi peningkatan 54%. Dari hasil penelitian Mulasari, (2013), menunjukkan bahwa masyarakat Dusun Dukuh, Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman 54,5% memiliki perilaku atau sikap tidak baik dalam hal mengelola sampah dimana kebanyakan masyarakat hanya menumpuknya di area kosong dan

membakarnya. Selain itu, ditemukan total 52 lokasi pembuangan sampah (LPS) ilegal yang tersebar di beberapa Kecamatan pada Kabupaten Sleman. LPS ilegal ini berada di tempat seperti bekas bangunan, tepi sawah, sawah, dan lahan kosong (Putra, 2018).

Pesatnya perkembangan Kabupaten Sleman ini salah satunya dipicu oleh keberadaan kampus dan lembaga pendidikan contohnya Universitas Islam Indonesia (UII) yang berlokasi dekat dengan Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Ngemplak. Hal ini menyebabkan meningkatnya jumlah pendatang, imigran yang masuk sehingga membuat padatnya perkembangan permukiman, usaha kos, tempat makan, dan lainnya, sehingga meningkat pula pembuangan sampah dari aktivitas yang ada, dimana keberadaan senyawa ini bergantung pada aktivitas manusia atau antropogenik. Sampai saat ini, Kecamatan Ngaglik dan Ngemplak belum banyak dilakukan penelitian yang dikhususkan untuk risiko paparan Phthalate berkaitan dengan manusia dan keberadaan senyawa ini. Dari risiko lingkungan dan kesehatan yang ditimbulkan senyawa sintetik ini, maka penelitian Phthalate dianggap perlu untuk dilakukan, guna mengetahui risiko paparan Phthalate dalam air tanah pada masyarakat.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang ada pada permasalahan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Berapa kadar konsentrasi *Phthalate* yang ada di air tanah di wilayah Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Ngemplak?
2. Bagaimana tingkat risiko kesehatan akibat paparan *Phthalate* yang berasal dari konsumsi air tanah di wilayah Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Ngemplak?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut :

1. Menguji dan mengetahui konsentrasi *Phthalate* yang terkandung dalam air tanah di wilayah Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Ngemplak.

2. Mengetahui tingkat risiko kesehatan akibat paparan *Phthalate* dalam air tanah terhadap masyarakat di wilayah Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Ngemplak.

1.4. Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini ialah :

1. Sampel pengujian yang diambil adalah sampel air tanah pada sumur dangkal dan sumur dalam dengan jenis parameter yang diuji adalah *Dimethyl Phthalate, Diethyl Phthalate, Dibutyl Phthalate, Diamyl Phthalate, Benzyl buty Phthalate, Dicyclohexyl Phthalate, Phthalic acid, di(4-methylpent-2-yl) ester, Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester* .
2. Pengujian sampel dilakukan menggunakan metode *Solid Phase Extraction (SPE)* dengan instrumen GC-MS.
3. Pengujian sampel dilakukan hingga memperoleh kadar konsentrasi sampel.
4. Lokasi penelitian dilakukan pada 5 titik air tanah pada sumur dalam dan 5 titik air tanah pada sumur dangkal pada skala Kecamatan Ngemplak dan Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi terkait kualitas air tanah pada daerah kontaminasi, sehingga kedepannya masyarakat lebih menyadari dan waspada mengenai penggunaan air tanah yang tercemar. Informasi mengenai kelayakan kualitas air tanah pada sumur kepada masyarakat, terutama bagi masyarakat berdomisili di wilayah Kecamatan Ngemplak dan Kecamatan Ngaglik.
2. Sebagai tambahan referensi dan bahan kajian bagi peneliti selanjutnya untuk mengembangkan hasil penelitian yang sudah dibuat ini.
3. Sebagai masukan bagi suatu instansi atau institusi terkait dalam menentukan kebijakan yang berkaitan dengan kualitas sumber air.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Phthalate*

Phthalate atau *phthalic acid esters* (PAEs) digunakan sebagai pembuatan dan pengolahan produk plastik sebagai *plasticizer* (zat atau bahan yang ditambahkan pada plastik guna meningkatkan sifat fleksibilitas, umur, dan daya tahan). Sampai saat ini, PAE digunakan dalam aplikasi industri dengan jangkauan yang sangat luas (Serôdio *et al.*, 2006). PAEs terbentuk ketika metanol, etanol atau alkohol bereaksi dengan gugus karboksil pada cincin benzena asam *phthalate*, *phthalate* terdiri dengan struktur kimia dengan sifat lipofilik, *phthalate* juga tidak terikat secara kimia pada struktur plastik melainkan hanya terikat secara fisik ke matriks polimer, sehingga PAE dapat dengan mudah terlepas ke lingkungan secara langsung dan/atau tidak langsung, selama pembuatan, penggunaan, dan pembuangan (Zota *et al.*, 2014).

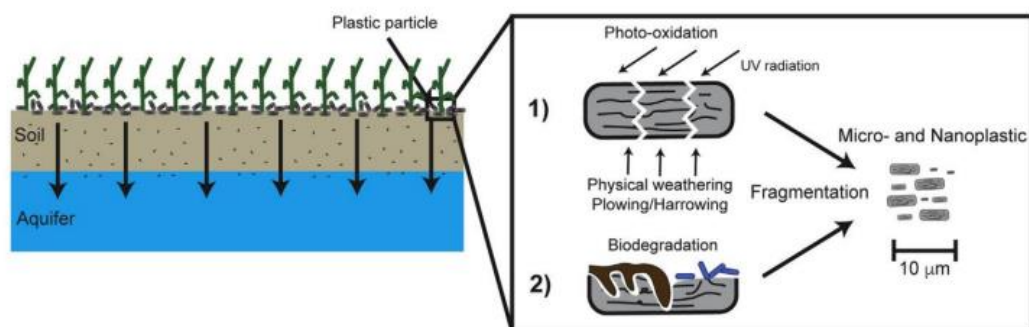
Phthalate memiliki karakteristik berwujud bening, tidak berbau, memiliki volalitas rendah. Selain itu memiliki rantai alkil yang semakin panjang, semakin rendah kelarutannya dan semakin tinggi koefisien partisi airnya (Wang *et al.*, 2015). Selain itu menurut santana *et al.* (2014) *phthalate* dengan berat molekul lebih rendah memiliki tingkat kelarutan air sedang sementara *phthalate* dengan berat molekul yang lebih tinggi memiliki sifat yang kurang mudah menguap dan memiliki kelarutan air yang lebih rendah.

PAE diklasifikasikan sebagai molekul rendah, Senyawa yang termasuk dalam PAE antara lain dimetil phthalate (DMP), *dibutil Phthalate* (DBP), *di (2-etilheksil) Phthalate* (DEHP), butil benzil phthalate (BBP), *diisodecyl phthalate* (DIDP), diisononyl phthalate (DINP), di-n- Hexyl-phthalate (DnHP) dan *di-n-oktil phthalate* (DnOP). *Phthalate* menjadi bahan yang digunakan untuk berbagai macam produk farmasi, komponen pelarut, tinta, lilin, kosmetik, dan produk perawatan pribadi seperti parfum, *eyeshadow*, pelembab, *hair spray*, cat kuku,

sabun cair. Selain itu *phthalate* juga digunakan dalam aplikasi rumah tangga yakni pelapis lantai *vinyl*, ubin lantai, tirai *shower*, dan bahan pembersih. (Shoshtari-Yeganeh dkk., 2019).

2.1.1. Transportasi dan Transformasi Phthalate

Phthalate memiliki sifat yang sulit terdegradasi di lingkungan sehingga menyebabkan plastik dapat masuk ke dalam akuifer tanah, air tanah, hingga makhluk hidup didalamnya. Rute *phthalate* pada air tanah dimulai dari plastik yang tertimbun dapat mengalami dekomposisi karena mengalami penurunan dari makro ke mikro dan bahkan menjadi partikel berukuran nano, atau partikel yang memiliki ukuran antara 0,1 dan 5 mm dan <100 nm y (Alimi *et al.*, 2018). Proses degradasi dimulai dari plastik yang diendapkan atau ditimbun dalam jangka waktu lama kemudian terjadi pelapukan fisika, dan foto - oksidasi oleh radiasi UV dan biodegradasi. Tingkat degradasi partikel plastik di lingkungan tanah bervariasi tergantung dari jenis bahan plastiknya. Waktu paruh rata-rata (konversi 50% polimer massa ke partikel yang lebih kecil) untuk *light-density polyethylene* (LDPE) dan *biodegradable* plastik memiliki jangka waktu pendek (2,3 dan 0,16 tahun), sedangkan untuk *high density polyethylene* (HDPE) jauh lebih lama hingga 3900 tahun (Chamas *et al.*, 2020). Setelah mengalami pelapukan, partikel *phthalate* yang ada di tanah terbawa oleh limpasan air hujan ke dalam akuifer melalui lapisan batuan.



Sumber : Wanner. (2021)

PAE dapat dengan mudah berpindah dari plastik ke lingkungan luar karena PAE bertindak sebagai "pelumas" antar molekul, yang terhubung dengan molekul

plastik berbasis poliolefin melalui ikatan hidrogen atau gaya van der Waals, mempertahankan sifat kimia independennya (Keizer-Schrama *et al.*, 2006).

Rute utama paparan *phthalate* adalah melalui penggunaan air karena bahan kimia ini masuk ke dalam sistem air melalui pembuangan limbah, pencucian dari tempat pembuangan sampah dan melalui beberapa sumber yang menyebar. Berbagai macam studi lapangan dan laboratorium mengungkapkan paparan tinggi dan toksisitas yang jelas dari PAE mempengaruhi kesehatan manusia dan fungsi ekosistem. Jalur dasar *phthalate* memasuki tubuh manusia adalah melalui sistem pencernaan tetapi beberapa dapat diasimilasi melalui sistem pernapasan sedangkan senyawa seperti DEHP masuk melalui kulit karena bersifat lebih lipofilik (Luo *et al.*, 2018). Setelah mereka memasuki tubuh, senyawa terakumulasi dan dapat dideteksi, dalam bentuk tidak berubah atau sebagai metabolit, dalam darah, serum, urin, rambut, ASI bahkan beberapa melewati penghalang plasenta (Feng *et al.*, 2020).

2.2. Phthalate dalam Air Tanah

PAE dalam tanah dapat diserap dan menyusup ke dalam air tanah oleh curah hujan, air tanah dapat menjadi salah satu reservoir penting untuk PAE, sementara PAE di air permukaan dapat langsung meresap ke dalam air tanah melalui aliran air (Edjere *et al.*, 2016). Kontaminasi yang lebih besar terjadi pada air tanah yang terkontaminasi di daerah hilir dengan ketinggian yang lebih rendah. Hasil menunjukkan jumlah deteksi dan konsentrasi *phthalate* yang lebih tinggi pada rentang ketinggian yang lebih rendah. Faktor hidrogeologi mempengaruhi tingkat di mana kontaminan *phthalate* masuk, bergerak, dan dilemahkan kemudian disimpan dalam sistem sehingga mempengaruhi deteksi, konsentrasi, dan distribusi.

Konsentrasi *phthalate* lebih tinggi pada daerah dengan konduktivitas hidrolik rendah dan cakupan lubang pembuangan, yang mencerminkan kapasitas penyimpanan yang lebih tinggi dan aliran pengenceran yang lebih rendah melalui daerah ini (Torres *et al.*, 2018). Menurut penelitian Zhang *et al.* (2009) dan Huang *et al.* (2012) juga melaporkan bahwa faktor hidrogeologi, seperti hubungan hidrolik yang kuat antara air tanah dan air permukaan, lebih penting dalam

memprediksi keberadaan dan konsentrasi *phthalate* dalam air tanah dibandingkan populasi dan penggunaan lahan.

2.3. Teknik Ekstraksi *Phthalate* pada Sampel Air

Banyak metode yang dapat diterapkan untuk menentukan konsentrasi PAE dalam air. Pada penelitian ini memilih teknik ekstraksi fase padat (SPE). SPE mendapat lebih banyak perhatian karena kemudahan dalam penerapannya, dapat menghemat waktu dan pelarut, selain itu faktor pengayaan tinggi biasanya diperoleh dengan teknik SPE. Sampai saat ini, SPE telah terbukti menjadi metode yang ampuh untuk ekstraksi, pra-konsentrasi dan pembersihan sampel air. Selanjutnya, SPE bersifat semi-otomatis dan memungkinkan ekstraksi simultan hingga 12 atau 24 sampel air. Secara singkat, PAE ditransfer dari sampel air (100-1000 mL) ke katrid yang sudah diaktifkan dengan pelarut. MeOH, heksana dan aseton umumnya digunakan sebagai pelarut elusi, baik sebagai pelarut individu maupun sebagai campuran. PAE diperoleh dari elusi dengan pelarut yang sesuai. Katrid yang umumnya dipakai untuk ekstraksi PAE adalah C18, dan HLB.

2.4. Sistem Hidrologi Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Ngemplak

Menurut penelitian Kristanto (2018) air tanah pada Kabupaten Sleman mengalir dari arah utara menuju arah selatan dimana semakin menuju ke selatan laju air tanahnya semakin berkurang dikarenakan penurunan landaian hidrolika, dan penurunan gradien topografi. Morfologi muka air tanahnya sendiri berbentuk mengerucut dan menyebar secara radial sesuai dengan bentuk penyebaran morfologi gunung berapi. Sedangkan untuk ketebalan akuifernya menunjukkan bahwa semakin ke arah selatan memiliki ketebalan semakin besar (Hendrayana and Vicente, 2013).

Kecamatan Ngaglik dan Ngemplak memiliki kondisi hidrologi yang tidak jauh berbeda, Menurut Ilmiah. (2018) dan Fajri *et al.* (2013) Kecamatan Ngaglik memiliki ketinggian 160 m – 380 dengan wilayah topografi landai, dengan rerata kemiringan wilayah <8%, memiliki kedalaman muka air tanah yang bervariasi dengan wilayah lainnya, beragamnya variasi ini dikarenakan wilayah ini merupakan wilayah transisi di mana pada bagian utara merupakan wilayah

lepasan sedangkan daerah selatan merupakan wilayah *storage area*. Pada kedua wilayah ini memiliki konduktivitas hidrolik yang tinggi yang memiliki kemampuan meresapkan air yang baik, karena pada wilayah ini memiliki jenis tanah regosol muda berasal dari material vulkanis gunung merapi, dengan tekstur tanah berpasir sehingga memiliki porositas yang besar dalam menyerap air ke dalam akuifer.

2.5. Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GC-MS)

Instrumen GC-MS merupakan teknik pemisahan yang mampu memisahkan campuran yang sangat kompleks terutama berdasarkan perbedaan titik didih/tekanan uap dan polaritas. Instrumen GC dipilih untuk analisa *phthalate* karena cepat, memberikan efisiensi pemisahan yang lebih tinggi, dan memiliki sifat yang lebih baik untuk dikombinasikan dengan spektrometri massa (MS). GC-MS menyediakan informasi spektral massa, menjadikannya platform instrumental yang kuat untuk penentuan fталat. GC-MS juga menyediakan informasi spektral massa, menjadikannya platform instrumental yang kuat untuk penentuan *phthalate* (Nitschke *et al.*, 2017). Pada umumnya GC terdiri dari sistem gas pembawa, injektor, kolom kromatografi gas, detektor dan unit pemrosesan data. Gas pembawa umumnya merupakan gas permanen dengan kapasitas adsorpsi yang rendah atau dapat diabaikan, yaitu hidrogen, helium, metana atau nitrogen. Sifat gas pembawa dapat mempengaruhi karakteristik pemisahan sistem GC dan dapat mengubah sensitivitas deteksi, sehingga gas pembawa menjadi prasyarat dari berhasilnya analisis kromatografi gas, yang akan mempengaruhi keberhasilan pemisahan dan hasil kuantifikasi.

2.6. Analisis Risiko (Risk Analysis) dan Penilaian Risiko (Risk Assessment)

Analisis Risiko menjadi cara untuk memperkirakan suatu risiko paparan terhadap suatu sasaran organisme atau populasi dengan melakukan identifikasi terhadap potensi setelah terpapar suatu kontaminan menurut WHO (2004). Risiko adalah probabilitas suatu populasi yang dipengaruhi oleh tingkat paparan agen tertentu dan rute paparan tertentu, atau efek kesehatan yang merugikan

pada sistem kesehatan organisme (IPCS, 2004). Pada *Risk Assessment* dilakukan dengan cara membandingkan perhitungan *intake* dengan metode yang ditetapkan oleh US EPA. Di antaranya ialah dosis asupan harian yang tertelan, serta bagaimana faktor risiko karsinogenik, dan risiko non-karsinogenik diukur.

2.7.1. Identifikasi Sumber Bahaya (Hazard Identification)

Langkah pertama dalam ARKL ialah identifikasi bahaya guna mengetahui secara pasti dan jelas agen risiko apa saja yang memiliki potensi menjadi penyebab gangguan kesehatan bila terkena paparan pada tubuh, juga didefinisikan sebagai “proses penentuan apa, di mana, mengapa dan bagaimana sesuatu bisa terjadi” (AS-NZS 4360, 2004). Bahaya dapat diidentifikasi dengan berbagai cara dan sumber, contohnya seperti dari peristiwa atau kecelakaan yang pernah terjadi, terjun langsung melakukan pemeriksaan dan observasi di lokasi penelitian, wawancara/pembagian kuesioner terhadap pekerja atau masyarakat pada lokasi penelitian, kemudian dari informasi pekerja atau masyarakat setempat dan data lainnya (Ramli, 2010).

2.7.2. Analisis Dosis – Respon

Analisis dosis-respons, juga dikenal sebagai penilaian dosis-respons atau penilaian toksisitas, bertujuan untuk menentukan tingkat risiko rata-rata dari setiap bentuk spesies kimia (Rahman et al, 2004). Toksisitas untuk efek non-karsinogenik dinyatakan dalam dosis referensi (RfD) dan untuk efek karsinogenik dinyatakan dalam *Cancer Slope Factor* (CSF). Pada analisis dosis-respons, dosis dinyatakan sebagai faktor risiko atau *risk agent* untuk tertelan (*ingested*), terserap melalui kulit (*absorbed*), dan yang terhirup (*inhaled*) yang dinyatakan dalam satuan (mg/kg/hari) (Rahman et al., 2004). Dosis referensi disebut RfD untuk paparan oral (ingesti, untuk minuman dan makanan) dan *reference concentration* (RfC) untuk paparan melalui udara (inhalasi).

2.7.3. Analisis Pemajanan (Exposure Assessment)

Analisis Pemajanan merupakan langkah menilai paparan suatu organisme, sistem, atau subpopulasi terhadap agen (IPCS, 2004). Analisis ini melibatkan penentuan dosis atau jumlah faktor risiko atau *risk agent* yang masuk

dalam tubuh manusia melalui kulit maupun saluran pencernaan (ingesti). Asupan atau *intake* disebut juga dengan jumlah yang dosis atau asupan yang diterima setiap individu per berat badan per hari (Louvar, 1998).

2.7.4. Karakteristik Risiko (*Risk Characterization*)

Karakteristik risiko kesehatan terbagi menjadi dua yakni untuk risiko non karsinogenik yang dinyatakan dalam *Risk Quotient* (RQ, tingkat risiko) (IPCS, 2010), sedangkan untuk risiko karsinogenik dinyatakan sebagai *Excess Cancer Risk* (ECR) (enHelath, 1992). Risiko kesehatan dinyatakan ada dan tidak aman apabila nilai $RQ > 1$. Tetapi jika $RQ \leq 1$, pada risiko tidak perlu dikendalikan namun perlu dipertahankan agar menjaga tetap dalam batas (Rahman *et al.*, 2004). Penilaian asupan antara risiko karsinogenik dengan risiko non karsinogenik ialah tidak sama, lantaran adanya disparitas bobot waktu rata-rata (t_{avg}). CSF didefinisikan sebagai interaksi kuantitatif antara dosis dan respon, di mana memperkirakan besarnya peluang individu berkembang menjadi kanker lantaran terpajan (seumur hidup) suatu agen kanker yang potensial (Louvar, 1998).

2.7. Penelitian Terdahulu

Penelitian kandungan *Phthalate* pada air tanah masih belum dilakukan di Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Ngemplak. Sehingga referensi diambil dari beberapa penelitian terdahulu yang dilakukan di lokasi lain dan dianggap relevan dengan penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Van Der Horst <i>et al</i>	2020	Occurrence, removal, and environmental risk of phthalates in wastewaters, landfill leachates, and groundwater in Poland	Pengujian kandungan <i>phthalate</i> pada air tanah di IPAL Polandia menggunakan metode HS-SPME/GC-MS yang dioptimalkan menunjukkan bahwa metode ini sensitif dan akurat serta memungkinkan penentuan rentang konsentrasi yang luas. Konsentrasi keseluruhan ester asam <i>phthalate</i> dalam air tanah dari sumur pemantauan hulu berkisar dari di bawah LOD hingga 1,8 mg/L dan dari LOD hingga 27,9 mg/L dalam sampel dari sumur di hilir TPA MSW. Dalam kasus air tanah, risiko lingkungan tertinggi terdapat pada DBP dan DEHP
2	Domínguez <i>et al</i>	2014	Phthalate occurrence in rivers and tap water from central Spain. Science of the total environment	DBP paling sering terdeteksi dan pada konsentrasi tertinggi, baik pada air sungai maupun air keran, sedangkan DMP dan DEP hanya ditemukan pada sampel air keran. DEHP tidak ditemukan di kedua sungai dan sampel air keran karena merupakan salah satu <i>phthalate</i> yang paling diatur. <i>Phthalate</i> yang ditemukan dalam air sungai dan air keran di Madrid tidak mewakili risiko estrogenik potensial untuk lingkungan akuatik atau manusia, meskipun pemantauan terus menerus terhadap konsentrasi zat-zat ini.
3	Torres <i>et al</i>	2018	The influence of hydrogeological and anthropogenic variables on phthalate contamination in eogenetic karst groundwater systems	DEHP menjadi kontaminan <i>phthalate</i> yang paling terdeteksi, konsentrasi tertinggi DEHP berada di dekat tempat pembuangan sampah dan beberapa situs yang terkontaminasi. Distribusi kontaminan <i>phthalate</i> yang memasuki akuifer karst sangat dikendalikan oleh karakteristik hidrogeologis, sehingga akuifer karst menimbulkan risiko tinggi terpapar kontaminasi <i>phthalate</i> .

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
4	Huang <i>et al</i>	2012	Levels and sources of phthalate esters in shallow groundwater and surface water of Dongguan city, South China	Enam senyawa PAE terdeteksi di air permukaan dan air tanah dangkal dikumpulkan dari kota Dongguan, Selatan Cina. Konsentrasi rata-rata PAE di air permukaan lebih tinggi daripada di air tanah kecuali BBP dan DnOP, dan PAE terkontaminasi di sebagian permukaan air dan air tanah di kota Dongguan. Dibandingkan dengan PAE lainnya, konsentrasi DEHP dan DnBP yang lebih tinggi di air tanah wilayah studi disebabkan oleh adanya produksi yang besar dan tersebar luas dalam penggunaan senyawa ini.
5	Edjere <i>et al</i>	2016	Distribution of phthalate esters in underground water from power transmission sites in Warri Metropolis, Delta State, Nigeria.	Konsentrasi ($\mu\text{g/L}$) enam senyawa ester asam <i>phthalate</i> dalam air tanah dari beberapa pembangkit listrik di Delta State berkisar antara 0,000 – 2,547 (DMP), 0,053–0,180(DEP), 0,100–0,443 (DBP), 0,400-0,660(DEHP) dan 0,000-0,020 (DnOP), sedangkan BBP tidak terdeteksi di semua lokasi. Konsentrasi DMP, DEP dan DBP di air tanah ditemukan pada tingkat yang tidak menimbulkan ancaman langsung. Meskipun demikian, disarankan untuk terus memantau keberadaan zat-zat ini dalam air.

Pada **Tabel 2.1** di atas menunjukkan bahwa telah dilakukan beberapa penelitian kandungan *Phthalate* pada air tanah di lokasi yang berbeda, dengan hasil bahwa terbacanya beberapa jenis senyawa *Phthalate* dalam konsentrasi rendah maupun tinggi, ini menunjukkan bahwa sifat *Phthalate* dapat terdegradasi dan masuk ke dalam air tanah. Sementara itu, belum terdapat penelitian mengenai kandungan *Phthalate* pada air tanah di Sleman, Yogyakarta. Sehingga, peneliti memilih topik yang berkaitan dengan kandungan senyawa *Phthalate* pada air tanah dengan teknik pengujian menggunakan SPE dan teknik analisa menggunakan kurva kalibrasi untuk mengetahui konsentrasi senyawa *Phthalate* pada air tanah Sleman sebagai bahan penelitian.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

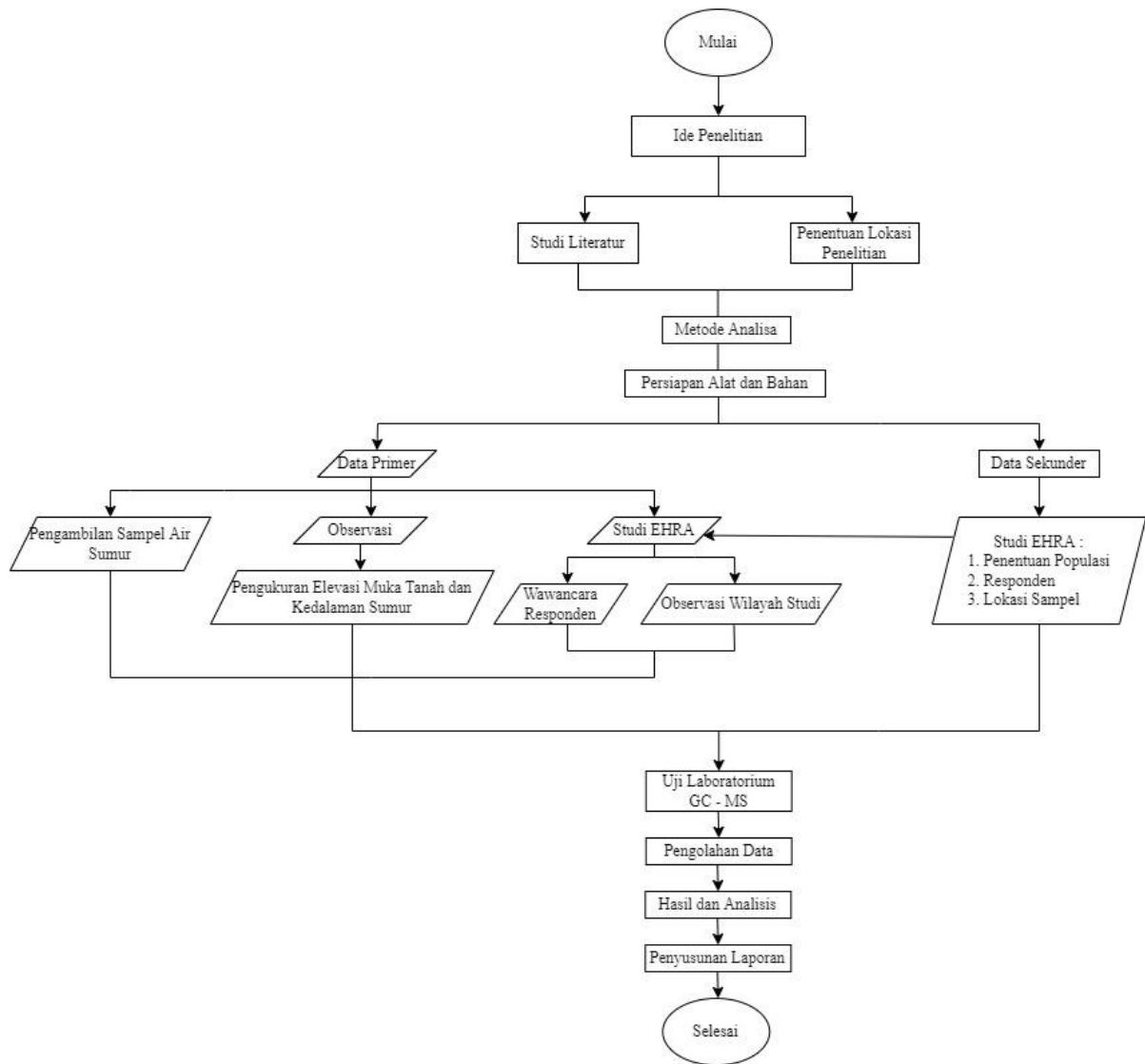
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini proses diawali dengan penentuan topik yaitu mengenai kandungan senyawa Phthalate pada air tanah. Kemudian dilanjutkan dengan studi literatur seputar Phthalate maupun lokasi penelitian yaitu Kecamatan Ngaglik dan Ngemplak, pada tahap ini dilakukan pengumpulan jurnal, data pustaka dan referensi lainnya untuk dibaca dan dicatat poin pentingnya. Disaat yang bersamaan juga dilakukan penentuan lokasi titik pengambilan sampel air yakni air sumur bor dan sumur gali pada Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Ngemplak. Penentuan titik lokasi sumur pertama didasarkan pada metode purposive sampling, dimana berdasarkan pertimbangan kriteria tertentu seperti berdasar pada latar belakang permasalahan, kondisi tata guna lahan. Kemudian dilakukan lagi penentuan lokasi dengan observasi secara sekunder untuk mengetahui layak atau tidaknya lokasi jika berdasar pada data sekunder, serta referensi mengenai Phthalate. Selanjutnya dilakukan observasi dan survei langsung untuk mengetahui kondisi lingkungan penelitian.

Tahap dilanjut dengan penentuan metode yang cocok untuk digunakan dalam pengujian sampel. Setelah metode sudah clear, maka dilanjut dengan persiapan alat dan bahan untuk pengambilan sampel serta pengujian sampel, metode pengambilan sampel berdasar pada literatur terkait. Kemudian sampel yang telah didapat disimpan di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII sebelum dilakukan pengujian. Proses analisa sampel dibagi menjadi dua bagian yaitu proses ekstraksi sampel, kemudian proses analisa menggunakan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). Diagram alir penelitian yang ditunjukkan pada **Gambar 3.1** sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Penelitian
(Sumber: olah data pribadi, 2022)

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

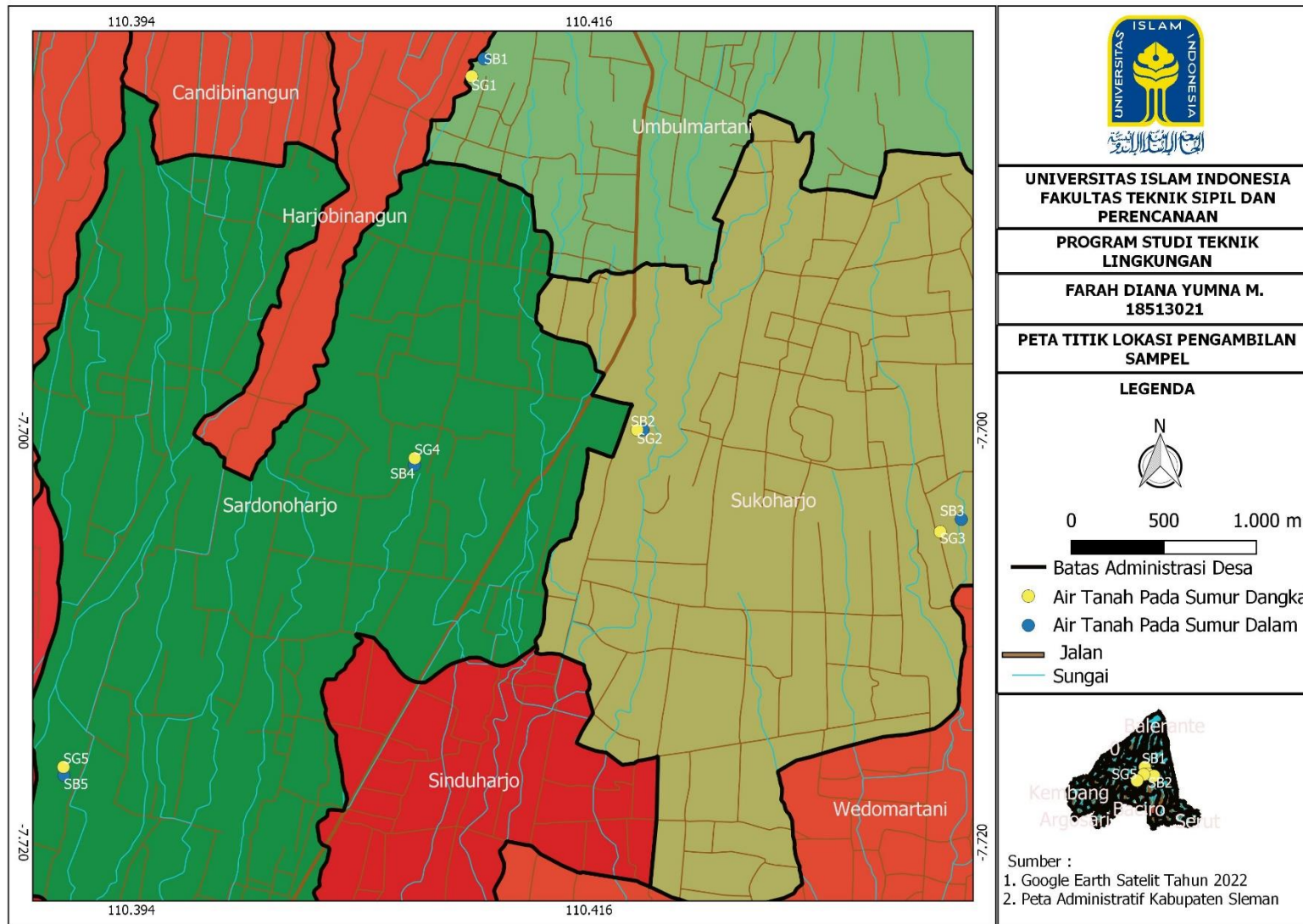
Proses pengambilan sampel dalam penelitian ini dimulai pada bulan Desember 2021 – Juni 2022 dengan lokasi penelitian pengambilan sampel dilakukan pada titik sumur gali dan titik sumur bor di Kecamatan Ngemplak dan kecamatan Ngaglik. Kecamatan Ngemplak berada di titik koordinat pada 7° 41' 54" LS dan 110° 26' 42" BT , Kecamatan Ngaglik berada di titik koordinat pada 7° 43' 27" LS dan 110° 24' 03" BT. Kecamatan Ngemplak mengambil pada Desa Umbulmartani, sedangkan di Kecamatan Ngaglik mengambil pada Kecamatan Sukoharjo dan Sardonoarjo. Jenis sampel yang diambil adalah sampel air. Lokasi pengambilan sampel uji berada di titik dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Titik Koordinat Pengambilan Sampel Air Tanah pada Sumur Dangkal

Air Tanah Pada Sumur Dangkal					
No	Lokasi Pengambilan	Jenis Sampel (Kode Sampel)	Titik Koordinat		Tata Guna Lahan
			X	Y	
1	Jl. Degolan, Desa Umbulmartani , Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman	SG1	1104107017	76828107	Pemukiman, Hutan
2	Kos, Besi, Desa Sukoharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman	SG2	1104187297	76999694	Pemukiman
3	Km 2 Purworejo, Jl. Besi Jangkang, Desa Sukoharjo , Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman	SG3	11043344364	77049169	Pemukiman
4	Jl. Candi Dukuh, Desa Sardonoarjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman	SG4	110407933	7701341	Pemukiman
5	Jl. Dayakan, Drono, Desa Sardonoarjo , Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman	SG5	1103908835	77163371	Pemukiman

Tabel 3. 2 Titik Koordinat Pengambilan Sampel Air Tanah pada Sumur Dalam

Air Tanah Pada Sumur Dalam					
No	Lokasi Pengambilan	Jenis Sampel (Kode Sampel)	Titik Koordinat		Tata Guna Lahan
			X	Y	
1	Kos, Jl. Degolan, Desa Umbulmartani , Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman	SB1	110411303	7681955	Pemukiman, Persawahan
2	Gg. giri sakti, Girirupo, Desa Sukoharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman	SB2	1104190158	76999670	Pemukiman
3	Jl. Besi Jangkang, Desa Sukoharjo , Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman	SB3	110434465	77043130	Pemukiman, Hutan
4	Jl. Pandanaran, Candi Dukuh, Desa Sardonoharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman	SB4	1104079199	77016704	Pemukiman
5	Jl. Dayakan, Desa Sardonoharjo , Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman	SB5	1103909096	77167438	Pemukiman



Gambar 3. 2 Lokasi Pengambilan Sampel Air Tanah pada Sumur Lokasi
 (Sumber:Peta Rupabumi Kabupaten Sleman Tahun 2018)

3.3. Jenis Penelitian

Penelitian dilakukan dengan pengambilan sampel air tanah pada sumur dangkal dan air tanah pada sumur dalam yang dilakukan di Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Ngemplak. Pengambilan sampel air sumur mengacu pada mengacu pada SNI 6989.58:2008 tentang metode pengambilan sampel air tanah.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini terbagi menjadi 2 yakni data primer serta data sekunder.

3.3.1. Pengumpulan Data Sekunder

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

3.3.2. Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer diperoleh dari pengukuran elevasi muka air tanah lokasi penelitian, pengambilan sampel air tanah pada sumur dangkal dan sumur dalam yang kemudian akan diuji kandungan *Phthalate* di Laboratorium Teknik Lingkungan FTSP UII, selain itu data primer juga didapat dari studi analisis risiko lingkungan yaitu wawancara, dan observasi langsung kepada responden yaitu masyarakat pengguna sumur terkait.

3.3.2.1. Data Kuesioner

Wawancara menggunakan kuesioner merupakan salah satu cara pengumpulan data dengan memberikan pertanyaan yang sudah dipersiapkan secara logis yang masih berhubungan dengan data yang dibutuhkan oleh peneliti. Berikut daftar pertanyaan yang digunakan sebagai penunjang penelitian ini :

1. Konsumsi air : jenis penggunaan konsumsi air, jumlah konsumsi, frekuensi tinggal, lama konsumsi, lama paparan, kebiasaan keseharian responden dalam konsumsi air, sumber air yang dipakai.

2. Data antropometri : berat badan, frekuensi tinggal, umur, pola aktivitas responden dalam menggunakan air, umur.
3. Data mengenai keberadaan Phthalate : Sistem pembuangan sampah, pola aktivitas masyarakat dalam mengelola sampah, keberadaan tumpukan sampah.



Gambar 3. 3 Proses pengambilan data menggunakan kuesioner terhadap responden

Pengambilan data melalui kuesioner dilakukan pada setiap titik lokasi pengambilan sampel air tanah pada sumur dangkal dan sumur dalam yang dimulai dari bulan April 2022.

3.3.2.2. Observasi Sumur

Observasi pada sumur dilakukan untuk mencari nilai elevasi muka air tanah (m), yang didapat dari hasil pengukuran elevasi permukaan tanah (m) dan pengukuran kedalaman air tanah (m). Pada pengukuran elevasi muka tanah, digunakan *altimeter* yang merupakan alat pengukur ketinggian suatu titik lokasi di atas permukaan laut, dengan cara menempatkan alat pada posisi datar dengan ketinggian yang diinginkan, setelah itu jarum altimeter akan menunjukkan ketinggian lokasi. Prinsip kerja *altimeter* ialah memanfaatkan tekanan udara, di

mana semakin bertambahnya suatu ketinggian maka tekanan udara akan semakin berkurang.

Kemudian, untuk pengukuran kedalaman air tanah (m) menggunakan alat ukur *water level meter*, prinsip alat ini ialah menggunakan *probe sensor*, di mana *probe* dijatuhkan ke dalam sumur dan ketika sudah menyentuh dasar permukaan sumur, *probe* akan mengirimkan sinyal melalui gulungan yang berisi baterai agar bisa meneruskan sinyal dari *probe*, sehingga *water level meter* menerima sinyal berupa indikator lampu menyala.



Gambar 3. 4 Pengukuran menggunakan alat *water level meter* dan *altimeter*
(sumber: dokumentasi pribadi, 2022)

3.3.2.3. Pengumpulan Sampel Air Sumur

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



Gambar 3. 5 Proses Pengambilan Sampel Air Sumur
(sumber: dokumentasi pribadi, 2022)

3.4. Alat dan Bahan

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

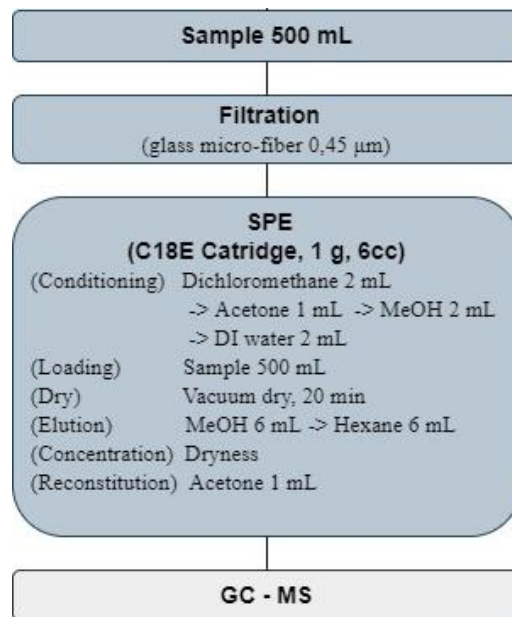
Tabel 3. 3 Alat dan Bahan

No	Jenis Alat	Nama Alat	Jumlah	Satuan	Fungsi
1	Alat pengambilan sampel dan uji <i>in situ</i>	<i>Coolbox</i>	1	Buah	Tempat penyimpanan sampel air tanah pada sumur dangkal dan sumur dalam
2		Water sampler	1	Buah	Alat pengambilan sampel air
		Meteran elevasi	1	Buah	Alat untuk pengukuran
3		Alat ukur tds suhu dll	1	Buah	Alat untuk pengukuran
3		Meteran ukur sumur	1	Buah	Alat untuk pengukuran kedalaman sumur
3		Botol 100 Ml	10	Buah	Tempat penyimpanan sampel air
No	Jenis Alat	Nama Alat	Jumlah	Satuan	Fungsi
1	Alat pengujian Laboratorium	Gelas <i>Beaker</i> 500 Ml	1	Buah	Wadah sampel saat dibubuhi dengan aquades
2		Gelas <i>Beaker</i> 250 Ml	1	Buah	Wadah sampel air setelah proses vacuum sebelum dibuang
3		Labu Erlenmeyer 500 mL	1	Buah	Wadah sampel setelah proses penyaringan dengan kertas saring milipore 0,45 m
4		Corong Kaca	1	Buah	Tempat peletakan kertas saring saat penyaringan air sampel
5		Botol Vial 15 Ml	1	Buah	Wadah larutan saat proses vakum melalui catridge
6		<i>Catridge C13</i>	1	Buah	Pengadukan dan menjaga kondisi

No	Jenis Alat	Nama Alat	Jumlah	Satuan	Fungsi
7		Suntikan 10 mL	1	Buah	Menginject sampel dari sampel di gelas beaker ke cartridge saat proses vacuum
8		Pipet tetes	1	Buah	Memindahkan larutan aseton dari cawan porselin ke botol vial 2 ml
11		Pipet Ukur 5 Ml	1	Buah	Menambahkan larutan bahan ke Cartridge
12		Pipet Ukur 10 Ml	1	Buah	Menambahkan larutan bahan ke Cartridge
13		Cawan Porselin	1	Buah	Wadah saat pemanasan di Waterbath
14		Botol Vial 2 mL	1	Buah	Penyimpanan akhir sampel sebelum di inject ke GC-MS
15		<i>Water Bath</i>	1	Buah	Penguapan larutan Metanol dan Hexane pada cawan porselin
16		<i>Vacuum</i>	1	Buah	Mempercepat proses elusi pada cartridge
17		Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)	1	Buah	Analisa dan identifikasi kandungan Phthalate pada sampel
18	Bahan pengujian Laboratorium	Dichloromethane,	2	mL	Pengaktif cartridge
19		Aseton	2	mL	Sebagai pelarut
20		Hexane	6	mL	Sebagai pelarut
21		Methanol	6	mL	Pengaktif cartridge
22		Kertas saring glass micro-fiber 0,45 μ m	10	Buah	Menyaring partikel yang masih ada pada sampel
23		C18-E cartridge, 1g, 6 cc	10	Buah	Mengikat senyawa dalam sampel
24		Aquades	Secukupnya	mL	Membilas alat

3.5. Proses Pengujian Sampel

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



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

3.5.1. Uji Sampel Parameter TDS dan pH

Pengujian sampel yang pertama dilakukan adalah mendapatkan data parameter pH dan TDS. Proses ini dilakukan setelah pengambilan sampel air sumur (sebelum sampel masuk ke kulkas). Pada parameter pH, pengukuran dilakukan menggunakan pH meter, sedangkan untuk parameter TDS menggunakan TDS meter. Kedua alat ini memiliki cara kerja yang sama di mana alat akan dicelupkan ke dalam sampel, kemudian tunggu sebentar hingga angka pada meteran menunjukkan tidak banyak berubah atau konstan.



Gambar 3. 7 Pengukuran parameter TDS dan pH pada sampel air tanah
(sumber: dokumentasi pribadi, 2022)

3.5.2. Penyaringan (*Filtration*)

Sampel disaring menggunakan kertas saring *glass micro-fiber* 0,45 μm yang sudah dioven selama 12 jam dengan suhu 100 $^{\circ}\text{C}$, penyaringan dibantu oleh alat *vacuum*, di mana air akan dilewatkan melalui kertas saring *glass micro-fiber* 0,45 μm di mana proses penyedotan membuat air tersedot dengan cepat ke bawah wadah. Kemudian setelah itu sampel yang sudah disaring dipindah ke gelas *beaker* 500 mL.



Gambar 3. 8 Proses Penyaringan Sampel Oleh Alat *Vacuum* Menggunakan Kertas Saring *Glass Micro-Fiber* 0,45 μm
(sumber: dokumentasi pribadi, 2022)

3.5.3. *Solid Phase Extraction (SPE)*

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



Gambar 3. 9 C18 SPE *Cartridge*
(sumber: dokumentasi pribadi, 2022)

Pertama, dilakukan *conditioning* pada kartrid C18-E, dengan melewati *Dichloromethane* sebanyak 2 mL, diikuti Aseton sebanyak 1 mL, diikuti Metanol sebanyak 2 mL, dan Aquades sebanyak 2 mL menggunakan pipet ukur. Setelah itu dilakukan *Loading Sample* dengan memasukkan sampel ke kartrid secara perlahan menggunakan suntikan 10 mL, tahap ini dilakukan hingga sampel 500 mL habis. Lalu dilakukan pengeringan kartrid dengan tetap menyalakan *vacuum* hingga kartrid mengering selama 20 menit. Setelah itu tahap *Elution* di mana kartrid dilewati kembali dengan Metanol sebanyak 6 mL dan heksana sebanyak 6 mL berturut-turut.

Pada tahap *Concentration*, *waterbath* dipanaskan hingga suhu 100 °C, setelah mencapai suhu 100 °C, eluat metanol dan heksana dipindahkan ke cawan porselin dan dipanaskan di atas *waterbath* hingga menguap dan kering. Diamkan cawan porselin hingga dingin kemudian dilanjutkan ke tahap terakhir yakni *Reconstitution* dengan melarutkan 1 mL aseton pada cawan porselin, lalu pindahkan 1 mL aseton ke botol injeksi 2 mL *agilent* untuk dianalisis lebih lanjut pada GC-MS.



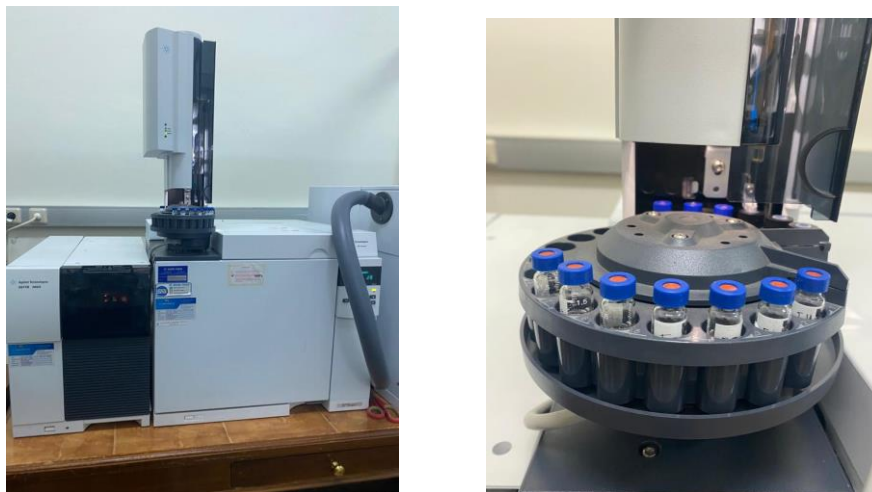
Gambar 3. 10 Proses *Conditioning, Loading Sample, Vacuum Dry, Elution* Pada Sampel Menggunakan Kartrid C18-E
(sumber: dokumentasi pribadi, 2022)



Gambar 3. 11 Proses *Dryness* Pada Sampel Menggunakan *Waterbath*
(sumber: dokumentasi pribadi, 2022)

3.5.4. Analisa Sampel Menggunakan GC-MS

Analisa sampel menggunakan instrumen GC-MS yang dilengkapi dengan $\times$ kolom 0,25 mm kapiler $\times$ 0,25 DB-5 m ,Agilent). MS UI (ketebalan Sampel (1 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.

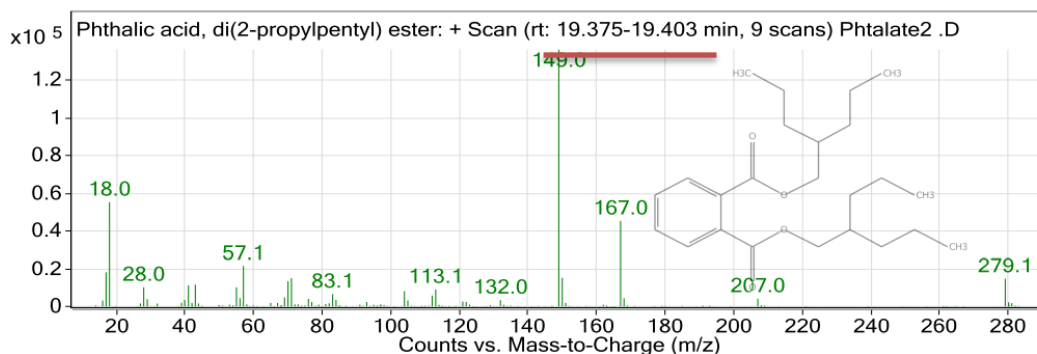


Gambar 3. 12 Proses Analisa Sampel Menggunakan Instrumen GC – MS
(sumber: dokumentasi pribadi, 2022)

3.6. Analisis Data

3.6.1. Analisis Data Hasil GC-MS

Pada penelitian ini menggunakan instrumen GC-MS, dimana dilakukan pengujian larutan standar dan pengujian sampel uji, hasil dari larutan standar dan sampel uji kemudian akan dibandingkan waktu retensinya dan area puncak. Contoh analisa data pada hasil pembacaan GC-MS dapat dilihat pada contoh **Gambar 4.9** grafik kromatogram larutan standar konsentrasi 2 ppm (2000 ppb) Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester, sebagai berikut.



Gambar 3. 13 Contoh Grafik Kromatogram Pembacaan GC-MS pada Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester

Sumber : Data Qualitative Analysis Report Hasil Pembacaan GC-MS

Dari **Gambar 3.13** dapat dilihat pada angka yang di garis bawahhi warna merah disebut waktu retensi atau *retention time* (*Rt*) yang merupakan waktu yang menunjukkan menit dimana senyawa itu mulai terbaca. Pada grafik kromatogram *Phthalic acid, di(2-propylpentyl)* ester memiliki waktu retensi pada menit ke 19,375 – 19,403. Kemudian dari hasil waktu retensi yang didapat tadi dilanjut ke pembacaan pada **Tabel 3.4** yakni tabel *integration peak list*, sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Integration peak list Larutan Standar 2 ppm

Peak	Start	RT	End	Height	Area	Area %
1	5.336	5.356	5.377	86231.69	112271.63	39.93
2	8.692	8.713	8.73	142675.2	156858.29	55.79
3	10.382	10.398	10.416	137014.55	144745.28	51.48
4	13.368	13.386	13.407	195022.8	231531.87	82.35
5	14.04	14.054	14.066	36058.08	29687.88	10.56
6	14.325	14.347	14.364	234408.47	281157.44	100
7	15.378	15.385	15.397	16874.93	9422.89	3.35
8	15.412	15.423	15.436	17737.7	10926.66	3.89
9	16.123	16.144	16.164	206680.43	270325.03	96.15
10	17.795	17.825	17.843	178424.44	229333.02	81.57
11	17.871	17.885	17.895	37204.09	25447.87	9.05
12	19.232	19.253	19.272	107992.42	127971.92	45.52
13	19.372	19.389	19.412	130892.24	150260.73	53.44
14	20.855	20.872	20.891	77461.36	86733.08	30.85
15	22.244	22.262	22.275	25118.52	22257.69	7.92

Sumber : Data Qualitative Analysis Report Hasil Pembacaan GC-MS

Pada tabel mencari waktu retensi pada kolom *Start* dengan angka yang sama atau perbedaan selisih sebesar 0,2. Dari *Peak* 1 – 15 yang nilai *Rt*-nya mendekati ada pada *Peak* 13 dengan nilai 19,372. Nilai *Rt* digunakan untuk mencari nilai *peak area* atau area puncak, dimana *peak area* merupakan besarnya senyawa yang teridentifikasi dalam pembacaan sampel di GC-MS. Pada tabel baris ke *peak* 13, kemudian menarik garis kanan ke kolom *Area* dan didapat nilai 150260.73, nilai inilah yang dinamakan *peak area* yang akan digunakan untuk menghitung konsentrasi sampel menggunakan metode kurva kalibrasi, dan kemudian dihitung untuk mencari nilai risiko kesehatan. Untuk mencari *Peak Area* pada sampel pun dilakukan hal yang sama seperti ketika membaca *Peak Area* larutan standar.

3.6.2. Analisis Data Kalibrasi

Dari Hasil data kalibrasi akan didapat persamaan linear untuk menentukan konsentrasi sampel. Berikut merupakan contoh tabel data Konsentrasi dan *peak area* kurva kalibrasi larutan standar *Dibutyl Phthalate*:

Tabel 3. 5 Data Konsentrasi dan Peak Area Kurva Kalibrasi Larutan Standar *Dibutyl Phthalate*

<i>Dibutyl Phthalate</i>	
Konsentrasi (ppb)	<i>Peak Area</i>
2000	281157.44
20000	1475698.16
40000	3069490.59

Dapat dilihat pada **Tabel 3.5** bahwa dari larutan standar *phthalate* yang diinjeksikan pada GC-MS menunjukkan setiap konsentrasi larutan yang dibuat akan menghasilkan *peak area* yang berbeda pula. Data konsentrasi dan *peak area* ini akan dikonversi dalam bentuk grafik kurva kalibrasi untuk mendapatkan persamaan regresi linear yang akan digunakan untuk mencari konsentrasi sampel. Gambar grafik kurva kalibrasi disertakan di lampiran, berikut ialah ringkasan hasil nilai persamaan regresi linear dan R^2 yang didapat dari setiap jenis senyawa:

Tabel 3. 6 Data Rekapitan Nilai Persamaan Regresi Linear dan R^2

No	Senyawa	Persamaan Regresi Linear	R^2 (Linearitas)
1	<i>Dimethyl phthalate</i>	$y = 51,128x + 1189$	0.9952
2	<i>Diethyl Phthalate</i>	$y = 48,563x - 3255,8$	0.9955
3	<i>Dibutyl Phthalate</i>	$y = 73,494x + 89913$	0.9973
4	<i>Diamyl Phthalate</i>	$y = 74,957x + 75805$	0.9974
5	<i>Benzyl buty Phthalate</i>	$y = 30,525x - 62979$	0.994
6	<i>Dicyclohexyl Phthalate</i>	$y = 53,458x - 19835$	0.9956
7	<i>Phthalic acid, di(4-methylpent-2-yl) ester</i>	$y = 20,953x - 62593$	0.9832
8	<i>Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester</i>	$y = 56,748x + 117345$	0.9851

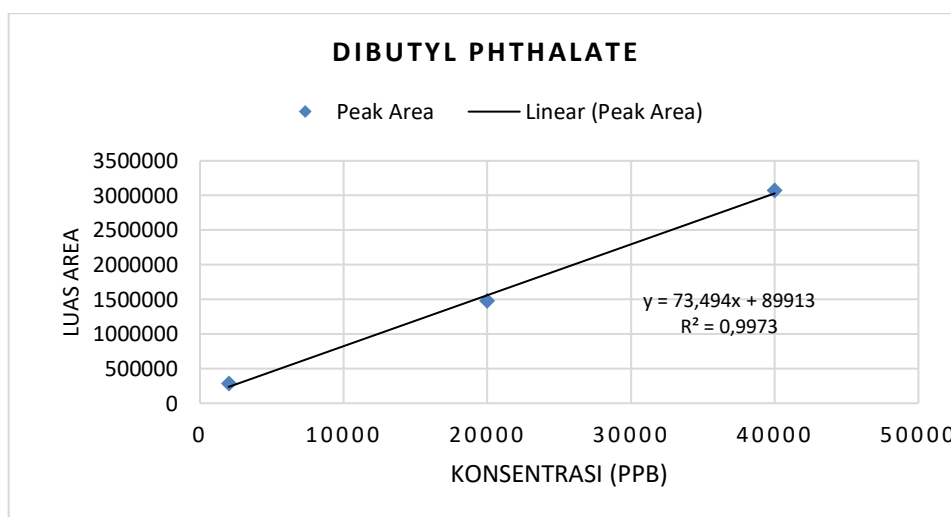
Larutan standar yang digunakan merupakan standar campuran EPA Method 8061A *Phthalate Esters Mixture* 1000 $\mu\text{g/mL}$ dibeli dari Restek Corporation 110 Benner Circle Bellefonte, PA. Dalam satu larutan memiliki komposisi 15 jenis senyawa *Phthalate* yakni *Dimethyl phthalate*, *Diethyl Phthalate*, *Diisobutyl phthalate*, *Di-n-butyl phthalate* (DBP), *Bis(2-methoxyethyl) phthalate*, *Bis(4-methyl-2-pentyl)phthalate* (BMPP), *Bis(2-ethoxyethyl) phthalate*, *Dipentyl phthalate*, *Di-n-hexyl Phthalate* (DnHP), *Benzyl butyl phthalate* (BBP), *Benzyl butyl phthalate* (BBP), *Dicyclohexyl phthalate*, *Bis(2-ethylhexyl) phthalate*, *di-n-octyl phthalate* (DNOP), *Di-nonyl phthalate*, tetapi setelah dilakukan analisis pembacaan GC-MS pada larutan standar dengan pelarut aseton, didapat bahwa dari 15 senyawa *Phthalate*, hanya terdeteksi 8 senyawa, dengan 2 diantaranya tidak tertulis pada komposisi larutan standar tetapi terbaca pada software yaitu *Phthalic acid, di(4-methylpent-2-yl) ester* dan *Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester*.

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

merupakan respon dari instrumen GC-MS. Nilai a atau intersep menunjukkan kepekaan terhadap instrumen GC-MS.

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

LOD merupakan batas deteksi atau parameter uji batas sampel yang terbaca dalam jumlah terkecil, dimana masih dapat memberikan respon yang signifikan. LOQ ialah batas kuantitas analit sampel dalam jumlah terkecil yang masih memenuhi kriteria dengan seksama dan cermat (Riyanto, 2014). Kurva kalibrasi linear digunakan untuk mengetahui respon instrumen y dan konsentrasi standar berhubungan linear untuk rentang yang terbatas. Berikut ini ialah gambar dari grafik perhitungan kurva kalibrasi untuk senyawa *Dibutyl Phthalate* :



Gambar 3. 14 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standar Dibutyl Phthalate (sumber: olah data pribadi, 2022)

Dari **Gambar 3.14** didapat rumus persamaan $y = 73,494x + 89913$, dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,9973$, hasil ini yang disebut sebagai model persamaan $y = ax + b$, dan model inilah yang akan digunakan untuk mencari nilai sensitivitas b serta nilai LOD dan LOQ.

Menurut Riyanto (2014) untuk menentukan nilai LOD dan LOQ memiliki 3 cara, yaitu kurva kalibrasi, *Signal to noise*, dan penentuan blanko. Dalam penelitian ini dipilih cara metode kurva kalibrasi untuk menentukan LOD dan LOQ, di mana dari kurva kalibrasi didapat persamaan regresi linear senyawa

Phthalate. LOD dan LOQ memiliki nilai konstanta yakni LOD ialah 3 dan nilai k LOQ ialah 10. Berikut merupakan rumus LOD dan LOQ :

$$\text{LOD} = \frac{3 \text{ sa}}{b}$$

$$\text{LOQ} = \frac{10 \text{ sa}}{b}$$

Berikut ini ialah contoh perhitungan LOD dan LOQ dengan metode kurva kalibrasi senyawa *Dibutyl Phthalate* :

Tabel 3. 7 Hasil Data Statistik Kurva Kalibrasi Senyawa *Dibutyl Phthalate*

<i>Dibutyl Phthalate</i>				
X	Y	Yi	(Y-Yi)	(Y-Yi) ²
2000	281157.44	236901	44256.44	1958632481
20000	1475698.16	1559793	-84094.8	7071942115
40000	3069490.59	3029673	39817.59	1585440473
Total (Y-Yi)²				3538671690

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

$$S\left(\frac{y}{x}\right) = \frac{\sqrt{(y-y_i)^2}}{n-2} = \frac{\sqrt{3538671690}}{3-2}$$

$$= 59486,73541$$

$$\text{LOD} = \frac{(3 \times 59486,73541)}{(73,494)} = 2428,228239 \text{ ppb}$$

$$\text{LOQ} = \frac{(10 \times 59486,73541)}{(73,494)} = 8094,094 \text{ ppb}$$

Keterangan :

x = Konsentrasi Larutan Standar (ppb)

y = *Peak Area* Larutan Standar

yi = Hasil perhitungan dari persamaan linear *dibutyl phthalate* y
= 73,494x + 89913

Tabel 3. 8 Rekapian Nilai LOD dan LOQ

Senyawa	(Y-Yi) ²	n	S (y / x)	LOD (ppb)	LOQ	LOD (mg/l)
<i>Dibutyl Phthalate</i>	3538671 690	3	59486.7 4	2428. 23	8094.0 94	1.717 02
<i>Diamyl Phthalate</i>	3594777 064	3	59956.4 6	2399. 63	7998.7 81	1.696 80
<i>Dicyclohexyl Phthalate</i>	4594158 019	3	67780.2 2	3803. 75	12679. 15	2.689 65
<i>Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester</i>	1173124 1022	3	108310. 85	5725. 89	19086. 29	4.048 81

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

3.6.4. Hasil Uji Sampel

Dari hasil pengujian yang dilakukan ke 10 sampel air sumur didapat bahwa dari 8 senyawa yang terbaca dari larutan standar, hanya didapat 4 senyawa yang terkandung dalam sampel. Hasil konsentrasi kemudian dibandingkan dengan nilai LOD. Nilai konsentrasi sampel didapat dari persamaan model regresi $y = ax + b$, dimana x merupakan konsentrasi yang dicari, berikut ini merupakan contoh perhitungan mencari konsentrasi sampel pada senyawa *dibutyl phthalate* sampel 3:

$$y = ax + b$$

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

$$x = \frac{(481702,62-89913)}{(73,494)} = 5330,9062 \text{ ppb}$$

$$x = \frac{5330,9062}{500} = 10,66181239 \text{ ppb}$$

$$x = \frac{5330,9062}{0,001} = 0,010661812 \text{ ppb}$$

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

Tabel 3. 9 Perhitungan Konsentrasi Persamaan Regresi Linear Sampe

Senyawa	Sampel	Persamaan Regresi	y	x (ppb)	x (ppb) / 500	x (ppb) / 0,001	x (mg/l)
Dibutyl Phthalate	S3	$y = 73,494x + 89913$	481702.6	5330.906	10.66181	0.01066	0.00001066
	S6	$y = 73,494x + 89913$	14.378	<i>Lower detection</i>	<i>Lower detection</i>	<i>Lower detection</i>	<i>Lower detection</i>
	S1	$y = 74,957x + 75805$	128449.5	<i>Lower detection</i>	<i>Lower detection</i>	<i>Lower detection</i>	<i>Lower detection</i>
Diamyl Phthalate	S2	$y = 74,957x + 75805$	5012396	65858.97	131.71794	0.13172	0.00013172
	S3	$y = 74,957x + 75805$	116969.9	<i>Lower detection</i>	<i>Lower detection</i>	<i>Lower detection</i>	<i>Lower detection</i>
	S5	$y = 53,458x - 19835$	489661.9	8788.71	17.57742	0.01758	0.00001758
Dicyclohexyl Phthalate	S6	$y = 53,458x - 19835$	442800.9	7912.115	15.82423	0.01582	0.00001582
	S7	$y = 53,458x - 19835$	663443.1	12039.51	24.07902	0.02408	0.00002408
	S8	$y = 53,458x - 19835$	358700.9	6338.9	12.67780	0.01268	0.00001268
Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester	S9	$y = 53,458x - 19835$	368763.1	6527.107	13.05421	0.01305	0.00001305
	S2	$y = 56,748x + 117345$	4100435	70189.09	140.37818	0.14038	0.00014038
	S3	$y = 56,748x + 117345$	1427634	23089.62	46.17923	0.04618	0.00004618
	S5	$y = 56,748x + 117345$	351822	<i>Lower detection</i>	<i>Lower detection</i>	<i>Lower detection</i>	<i>Lower detection</i>
	S8	$y = 56,748x + 117345$	63399.87	<i>Lower detection</i>	<i>Lower detection</i>	<i>Lower detection</i>	<i>Lower detection</i>

Senyawa	Sampel	Persamaan Regresi	y	x (ppb)	x (ppb) / 500	x (ppb) / 0,001	x (mg/l)
	S9	$y = 56,748x + 117345$	83283.06	Lower detection	Lower detection	Lower detection	Lower detection

3.6.5. Korelasi Pearson

Korelasi merupakan ukuran hubungan linear antar variabel. Pada penelitian ini akan mencari faktor-faktor yang dapat mempengaruhi konsentrasi *phthalate* dalam air tanah, sehingga dilakukan pengolahan data dengan analisa menggunakan korelasi *pearson* untuk mendapatkan hubungan antara nilai konsentrasi *phthalate* dengan faktor yang dapat mempengaruhinya, adapun rumus Pearson (r) adalah sebagai berikut :

$$r = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sqrt{\left(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right)\left(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right)}}$$

Nilai r yang sudah didapat kemudian dicocokkan dengan interval kategorisasi kekuatan hubungan korelasi, pada penelitian ini interval kekuatan hubungan mengacu pada (Sarwono, 2009) :

Tabel 3. 10 Rumus Pearson Product Moment (r)

r	Keterangan
0	Tidak ada korelasi
0.00 - 0.25	Korelasi sangat lemah
0.25 - 0.50	Korelasi cukup
0.50 - 0.75	Korelasi kuat
0.75 - 0.99	Korelasi sangat kuat
1	Korelasi Sempurna

Untuk korelasi bernilai negatif memiliki interpretasi yang sama.

3.6.6. Analisis Pemajanan (Exposure Assessment)

Rumus perhitungan diperlukan untuk memperkirakan dosis paparan manusia melalui pajanan air minum (oral) dan kulit (dermal) terdapat *phthalate*,

diperlukan nilai dosis paparan harian rata – rata, adapun persamaan pada perhitungan ini mengacu pada (USEPA, 2011)

Perhitungan *Intake* Oral :

$$I_{nk} = \frac{C \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) \times IR \left(\frac{\text{L}}{\text{hari}} \right) \times EF \left(\frac{\text{jam}}{\text{even}} \right) \times ED \text{ (tahun)}}{BW \text{ (kg)} \times AT \text{ (hari)}}$$

Perhitungan *Intake* Dermal :

$$I_{nk} = \frac{C \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) \times SA \text{ (cm}^2\text{)} \times PC \left(\frac{\text{cm}}{\text{jam}} \right) \times ET \left(\frac{\text{jam}}{\text{even}} \right) \times EF \left(\frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \right) \times ED \text{ (tahun)} \times CF \left(\frac{1\text{L}}{1000\text{ m}^3} \right)}{BW \text{ (kg)} \times AT \text{ (hari)}}$$

Setelah didapat hasil *intake*, dilanjut dengan memperhitungkan risiko non kanker risiko non kanker (RQ) dan *hazard indeks* (HI) untuk menghitung total risiko non kanker dari semua elemen jenis Phthalate (USEPA, 2004). Adapun RQ dan HI dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$RQ = \frac{I_{nk}}{RfD}$$

$$HI = \sum RQ$$

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Wilayah Pengambilan Sampel

Penelitian kandungan *Phthalate* dilakukan di 5 titik lokasi air tanah pada sumur dangkal dan 5 air sumur dalam Kecamatan Ngemplak dan Ngaglik, dengan rincian yakni 2 sumur di Desa Sardonoarjo, 2 sumur di Desa Sukoharjo, 2 sumur di Desa Umbulmartani. Lokasi dua kecamatan ini merupakan daerah yang terdapat pemukiman, tempat makan, sekolah, dan sarana pendidikan salah satunya Universitas Islam Indonesia dimana banyak masyarakat membuka peluang usaha dengan membangun tempat makan, rumah, kos, dan tempat hiburan. Desa Sardonoarjo, Desa Sukoharjo, dan Umbulmartani merupakan daerah yang berkembang dengan indikator pertumbuhan antara lain kepadatan penduduk dan pembangunan perumahan baru. Berbagai macam aktivitas masyarakat ini akan menghasilkan sampah.

4.1.1. Air tanah dangkal

Lokasi penelitian air tanah pada sumur dangkal dibagi menjadi 5 lokasi terpisah yakni air tanah pada sumur dangkal 1 (SG1), air tanah pada sumur dangkal 2 (SG2), air tanah pada sumur dangkal 3 (SG3), air tanah pada sumur dangkal 4 (SG4), dan air tanah pada sumur dangkal 5 (SG5). Pada penelitian ini kriteria air tanah pada sumur dangkal mengambil pada air sumur yang memiliki kedalaman dari 5 m hingga 15 m. Air tanah dangkal 1 (SG1) terletak di Jl. Degolan, Umbulmartani Ngemplak, air tanah dangkal 2 (SG2) di Gg giri sakti Girirupo Sukoharjo Ngaglik, air tanah dangkal 3 (SG3) Km 2 Purworejo Jl. Besi Jangkang Sukoharjo Ngaglik, air tanah pada sumur dangkal 4 (SG4) di Jl. Candi Dukuh Sardonoarjo Ngaglik, dan air tanah pada sumur dangkal 5 (SG5) di Jl. Dayakan Drono Ngaglik.

Air tanah pada sumur dangkal 1 (SG1) dipilih karena merupakan tempat untuk menimbun atau mengepul sampah mulai dari sampah plastik, dan

elektronik, di mana sampah hanya ditumpuk menggunung begitu saja di atas tanah sebelum nantinya ada pengepul lain yang akan mengambil. Sebelah utara berbatasan dengan jalan, sebelah barat berbatasan dengan sungai dan sebelah barat dan selatan merupakan lahan kosong penuh dengan pohon.



Gambar 4. 1 Tumpukan Sampah pada Lokasi Sumur Dangkal 1 (SG1)
(sumber: dokumentasi pribadi, 2022)

Lokasi air tanah pada sumur dangkal 2 (SG2) merupakan rumah penduduk, bertempat pada pemukiman yang padat, di mana masyarakat setempat terkadang masih melakukan pembakaran sampah. Di sebelah utara, barat dan selatan, dan timur merupakan pemukiman kampung. Di wilayah ini hampir semua masyarakat menggunakan sumur karena pipa distribusi PDAM masih belum banyak.

Pada air tanah pada sumur dangkal 3 (SG3) merupakan tempat bengkel motor, di mana bengkel ini berdekatan dengan tempat pengepul sampah plastik dengan jarak sekitar 60 m dari letak sumur. Pada sebelah timur terdapat lahan kosong dan tempat pengepul sampah, sebelah utara dan barat berbatasan dengan jalan, dan sebelah selatan berbatasan dengan rumah pemukiman penduduk.

Air tanah pada sumur dangkal 4 (SG4) bertempat di rumah penduduk dengan kondisi lingkungan yang kurang bersih dan berbau tidak sedap, lokasi ini merupakan kawasan pemukiman di mana di sebelah selatannya terdapat kos yang

di halamannya terdapat banyak tumpukan sampah, termasuk sampah plastik minuman dan makanan, Kebanyakan sampah ini merupakan sampah rumah tangga yang nantinya jika sudah terkumpul banyak akan dibakar. Di sebelah barat berbatasan dengan jalan, dan sebelah utara, timur, selatan berbatasan dengan rumah pemukiman penduduk.



Gambar 4. 2 Tumpukan Sampah pada Lokasi Sumur Dangkal 4 (SG4)
(sumber: dokumentasi pribadi, 2022)

Pemilihan air tanah pada sumur dangkal 5 (SG5), dipilih karena merupakan rumah penduduk yang memiliki jarak paling dekat dengan tempat penampungan sementara (TPS) yakni sekitar 70 m. Di sebelah barat dan utara merupakan hutan kecil, kemudian pada sebelah selatan merupakan jalan, dan sebelah timur merupakan pemukiman penduduk.

4.1.2. Air Sumur Dalam

Lokasi penelitian air sumur dalam dibagi menjadi 5 lokasi terpisah yakni air sumur dalam 1 (SB1), air sumur dalam 2 (SB2), air sumur dalam 3 (SB3), air sumur dalam 4 (SB4), dan air sumur dalam 5 (SB5). Pemilihan air sumur dalam ialah yang masuk dalam kriteria memiliki kedalaman dari 15 m hingga 30 m. Air

sumur dalam 1 (SB1) terletak di Jl. Degolan, Umbulmartani, Ngemplak, air sumur dalam 2 (SB2) di Gg giri sakti Girirupo Sukoharjo, Ngaglik, air sumur dalam 3 (SB3) di Jl. Besi Jangkang Sukoharjo, Ngaglik, air sumur dalam 4 (SB4) di Jl. Pandanaran, Candi Dukuh, Sardonoarjo, Ngaglik, dan air sumur dalam 5 (SB5) di Jl. Dayakan, Sardonoarjo, Ngaglik.

Air sumur dalam 1 (SB1) merupakan kos yang memiliki jarak sekitar 130 m dari aktivitas tempat pengepul sampah, dan pada sore harinya sering dilakukan pembakaran sampah. Pada utara dan barat berbatasan dengan rumah penduduk dan pertanian, sedangkan di selatan dan timur berbatasan dengan rumah penduduk.

Lokasi air sumur dalam 2 (SB2) merupakan rumah penduduk dalam kawasan pemukiman yang padat, tidak jauh dari lokasi terdapat kandang kambing, dan di kawasan ini terkadang masih dilakukan pembakaran sampah. Di sebelah utara, barat, dan selatan merupakan rumah pemukiman penduduk, sedangkan sebelah barat berbatasan dengan perumahan berskala sedang.

Pada air sumur dalam 3 (SB3) merupakan sumur gabungan yang digunakan oleh beberapa rumah, berada di hutan kecil yang dikelilingi oleh sungai kecil yang dangkal, memiliki jarak 80 m dari tempat pengepul sampah plastik. Sebelah utara dan barat berbatasan dengan pertanian, dan sebelah selatan serta timur berbatas dengan kolam pemancingan.

Air sumur dalam 4 (SB4) juga merupakan sumur gabungan yang digunakan oleh beberapa rumah, berada di salah satu rumah penduduk, tidak jauh dari lokasi sumur terdapat bekas pembakaran sampah beserta tumpukan sampah yang tidak terlalu banyak. Kawasan ini merupakan kawasan padat penduduk disekitarnya terdapat pertokoan seperti terdapat laundry, dan rumah makan. Pada sebelah utara, timur, barat dan selatan semuanya berbatasan dengan rumah pemukiman penduduk.



Gambar 4. 3 Bekas pembakaran sampah pada lokasi sumur dalam 4 (SB4)
(sumber: dokumentasi pribadi, 2022)

Sumur dalam 5 (SB5) merupakan rumah penduduk yang berada pada kawasan padat penduduk, memiliki jarak dari TPS sekitar 80 m. Di sekitar sumur terlihat ada beberapa bekas pembakaran sampah. Di sebelah utara, timur, barat dan selatan semuanya berbatasan dengan rumah pemukiman penduduk.

4.2. Data Hasil Observasi Lapangan

Observasi lapangan yang dilakukan adalah pengukuran koordinat lokasi sumur (lintang dan bujur), pengukuran elevasi (ketinggian air sumur dan permukaan tanah). Kemudian dari data elevasi yang didapat akan dikonversi selisihnya hingga didapat elevasi muka air tanah. Selain itu, saat observasi lapangan juga dilakukan pengamatan langsung terhadap 10 sumur dengan parameter fisika yakni warna, bau, dan rasa.

4.2.1. Data Hasil Observasi Sumur Responden

Hasil pengujian kualitas air tanah pada sumur didapat bahwa nilai rentang nilai pH berkisar pada 6,1 – 6,8 serta rentang nilai suhu berkisar pada

26,2 °C – 30 °C, dan nilai TDS berkisar pada 231 mg/l - 353 mg/l, hasil pengujian disajikan pada tabel berikut :

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kualitas Air tanah dangkal

Air Tanah Pada Sumur Dangkal				
No	Kode Sumur	pH	Suhu (°C)	TDS (mg/l)
1	SG1	6,59	30	246
2	SG2	6,8	28,1	293
3	SG3	6,4	29,5	321
4	SG4	6,6	26,8	265
5	SG5	6,7	27	241

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kualitas Air Sumur dalam

Air Tanah Pada Sumur Dalam				
No	Kode Sumur	pH	Suhu (°C)	TDS (mg/l)
1	SB1	6,5	26,2	255
2	SB2	6,3	27,3	353
3	SB3	6,1	28	258
4	SB4	6,5	26,4	231
5	SB5	6,8	27	239

Kondisi air pada masing masing sumur pun berbeda, didapat bahwa 50% sumur ditemukan dalam kondisi tidak berbau, berasa, dan jernih, kemudian 40% memiliki sedikit kekeruhan tetapi tidak berasa dan berbau, dan sisanya 10% jernih, tidak berbau tetapi berasa.

Tabel 4. 3 Kondisi Air

No	Kondisi Air	Jumlah	Persen
1	Tidak berbau, tidak berasa, jernih	5	50%
2	Tidak berbau, tidak berasa, sedikit keruh	4	40%
3	Tidak berbau, berasa, jernih	1	10%
4	Total	10	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 pengotor (*Septic Tank*) adalah 11 m, dan jarak ke WC 7 m, sehingga didapatkan ada 30% sumur yang dekat dengan WC, 70% sisanya memiliki kondisi yang jauh dari wc dan saluran pembuangan.

Tabel 4. 4 Kondisi Sumur

No	Kondisi Sumur	Jumlah	Persen
1	Tidak dekat dengan WC, Tidak dekat dengan saluran pembuangan	7	70%
2	Dekat dengan WC, Tidak dekat dengan saluran pembuangan	3	30%
3	Total	10	100%

Umur sumur pada penelitian relatif beragam, pada beberapa sumur ditemukan sumur gali terbuka dengan umur yang sudah di atas 20 tahun dengan rata-rata memiliki kedalaman yang tinggi, tetapi pada zaman sekarang masyarakat lebih memilih untuk menggunakan sumur bor apabila ingin membuat sumur dengan kedalaman yang dalam, umur sumur < 25 rata-rata merupakan sumur bor dan sumur gali terbuka yang tidak dalam.

Tabel 4. 5 Umur Sumur

No	Umur	Jumlah	Persen
1	< 25	7	70%
2	> 25	3	30%
3	Total	10	100%

Hasil pengukuran observasi lapangan elevasi muka tanah (ketinggian sumur dengan permukaan air laut) pada air tanah sumur dangkal berkisar 270 – 347 meter, untuk kedalaman air tanah berkisar 8 – 12,6 meter. Dari hasil selisih elevasi muka tanah dan kedalaman air tanah akan didapat angka elevasi muka air tanah yang nanti akan diolah pada *software* QGIS. Sehingga, didapat hasil perhitungan elevasi muka air tanah berkisar 259 – 339 meter. Rincian data dapat dilihat tabel di bawah ini.

Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Elevasi Sumur Dangkal

Air Tanah Pada Sumur Dangkal				
No	Kode Sumur	Elevasi Muka Tanah (Meter)	Kedalaman Air Tanah (Meter)	Elevasi Muka Air Tanah (Meter)
1	SG1	347	8	339
2	SG2	292	14	278
3	SG3	300	12,6	287,4
4	SG4	290	8	282
5	SG5	270	10,5	259,5

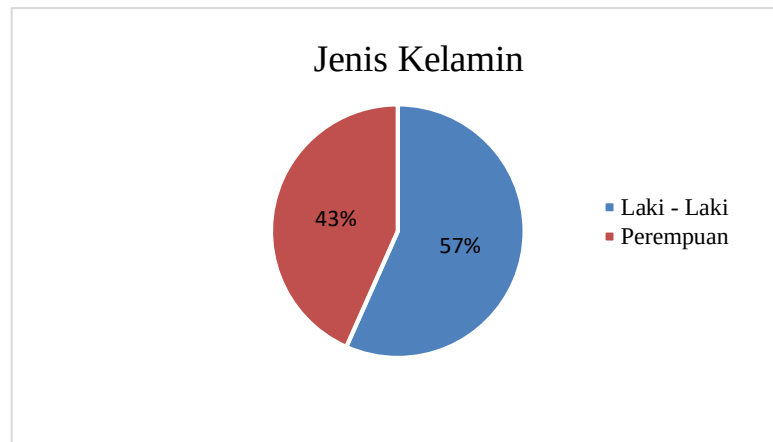
Sedangkan pengukuran elevasi pada sumur dalam didapat yakni elevasi muka tanah (ketinggian sumur dengan permukaan air laut) berkisar 260 – 353 meter, untuk kedalaman air tanah berkisar 15 – 29 meter, dan elevasi muka air tanah berkisar 232 – 338 meter, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Elevasi Sumur Dalam

Air Tanah Pada Sumur Dalam				
No	Kode Sumur	Elevasi Muka Tanah (Meter)	Kedalaman Air Tanah (Meter)	Elevasi Muka Air Tanah (Meter)
1	SB1	353	15	338
2	SB2	293	24	269
3	SB3	295	23	272
4	SB4	280	29	251
5	SB5	260	28	232

4.2.2. Data Hasil Kuesioner

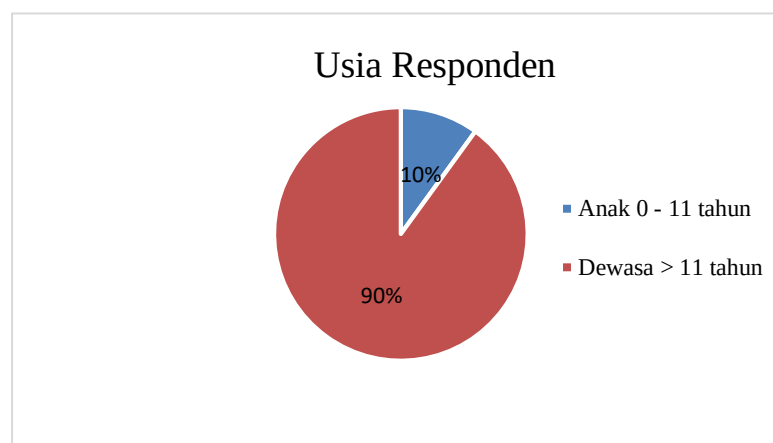
Hasil data kuesioner dilakukan berupa wawancara kepada responden dengan hasil berupa sosio-demografi responden dan identitas antropometri, perbandingan jumlah laki-laki ialah 57% dan perempuan 47%. Perbedaan jenis kelamin berpengaruh karena pemikiran laki-laki dan perempuan memiliki sudut pandang yang berbeda menghadapi suatu permasalahan.



Gambar 4. 4 Perbandingan Jenis Kelamin
(sumber: olah pribadi, 2022)

4.2.2.1. Usia Responden

Dari hasil wawancara lapangan terhadap responden, peneliti mengklasifikasikan golongan usia responden menjadi dua yakni 0 – 11 tahun merupakan anak-anak dan >11 merupakan kategori dewasa, kategori umur yang dipakai berdasarkan DEPKES RI 2009, pembagian golongan usia anak-anak dan dewasa disajikan sebagai berikut:



Gambar 4. 5 Perbandingan Usia Responden
(sumber: olah pribadi, 2022)

4.2.2.2. Berat Badan Responden (BB/Wb)

Pada penelitian ini, nilai rata-rata berat badan responden golongan anak-anak adalah 21 kg, sedangkan golongan dewasa 48 kg. Nilai minimal berat badan responden anak-anak adalah 11 kg, dan dewasa 37 kg. Nilai maksimal berat badan responden anak-anak adalah 32 kg, dan dewasa 85 kg. Rata-rata nilai berat badan yang sudah diklasifikasikan sesuai golongan usia digunakan dalam rumusan untuk menghitung nilai *intake*. Untuk mengetahui nilai durasi pajanan yang lebih terperinci sesuai golongan usia maka dilakukan perhitungan yang disajikan pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. 8 Distribusi Rincian Nilai Berat Badan Responden sesuai Golongan Usia

Golongan	Usia (Tahun)	Berat Badan (kg)	Frekuensi (f)	Nilai tengah (m)	f.m	Min	Max	Mean
Anak	0 - 11 tahun	7 - 34	3	21	63	11	32	21
Dewasa	> 11 tahun	34 - 62	27	48	1296	37	85	48

4.2.2.3. Durasi Pajanan Responden (ED) lamanya dia tinggal

Durasi pajanan atau lama tinggal responden merupakan lamanya atau durasi pajanan yang dihitung sejak saat responden mulai menggunakan atau mengkonsumsi air tanah hingga saat dilakukannya penelitian

Tabel 4. 9 Distribusi Rincian Nilai Durasi Pajanan Responden Sesuai Golongan Usia

Golongan	Usia (Tahun)	Lama Tinggal (tahun)	Frekuensi (f)	Mean
Anak	0 - 11 tahun	1 -11	3	6
Dewasa	> 11 tahun	11 - 42	27	27

Hasil nilai durasi pajanan yang diperoleh dari setiap golongan usia yakni anak-anak (6 tahun) dan dewasa (27 tahun). Dari hasil nilai durasi pajanan responden akan dimasukkan ke dalam perhitungan *intake realtime* dalam penilaian *risk assessment* sesuai golongan usia.

4.2.2.4. Waktu Paparan Responden (ET)

Lama waktu yang dibutuhkan oleh responden terpapar potensi senyawa pencemar yang didapatkan dari hasil perhitungan kuesioner serta wawancara secara langsung disebut dengan waktu paparan. Dari hasil wawancara didapat bahwa rata – rata pemakaian air untuk kebutuhan mencuci dan mandi adalah 15 menit dalam satu waktu, untuk 2 kali pemakaian pagi dan sore diasumsikan 30 menit per hari. Sehingga didapat bahwa nilai waktu paparan dermal ialah 30 menit dan dikonversi menjadi 0,02 per hari, angka inilah yang akan digunakan untuk perhitungan analisis risiko dermal eksposur. Sedangkan untuk paparan melalui oral (air minum) adalah 1 hari.

4.2.2.5. Frekuensi Paparan (EF)

Frekuensi paparan merupakan lamanya paparan *phthalate* diterima oleh responden di kawasan penelitian dalam satu tahun, variabel ini memakai satuan hari/tahun dengan memakai nilai 365 hari/tahun dari perhitungan hari dalam setahun. Dalam penelitian ini ditentukan nilai 365/tahun dimasukkan ke dalam rumusan untuk seluruh responden.

4.2.2.6. Pola Aktivitas dan Konsumsi

Pola aktivitas diperoleh dari hasil wawancara dan kuesioner sesuai dengan aktivitas keseharian responden dalam menggunakan dan mengonsumsi air, sehingga didapatkan jumlah penggunaan air untuk diminum. Jumlah air minum berdasarkan hasil wawancara terhadap responden, yakni responden yang menggunakan air sumur sebagai air minum. Diasumsikan penggunaan air untuk kebutuhan minum golongan usia anak-anak adalah 1 liter/hari karena anak-anak memiliki kondisi antropometri dimana tidak bisa disamakan dengan golongan orang dewasa, sehingga untuk golongan dewasa adalah 2 liter/hari.

4.2.2.7. Jumlah Penggunaan Air Kebutuhan Mandi Responden

Data jumlah penggunaan air sumur untuk mandi didapatkan dari responden di lapangan dengan pengukuran pola aktivitas responden. Dari hasil analisa lapangan didapat kebutuhan mandi rata-rata adalah 20 L/hari, dengan

penggunaan minimal 11 L/hari dan maksimal 18 L/hari, data ini yang kemudian akan digunakan dalam rumusan perhitungan potensi risiko kesehatan.

4.2.2.8. Keluhan Kesehatan

Data keluhan kesehatan seluruh responden disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4. 10 Keluhan Kesehatan Responden

Keluhan	Jumlah Responden	Presentase
Gatal	2	20%
Pusing	3	30%
Mual	3	30%

Pada **Tabel 4. 11** di atas merupakan data keluhan kesehatan yang didapat dari hasil wawancara dan kuesioner dalam rentang waktu seminggu sebelum penelitian atau satu tahun terakhir. Keluhan kesehatan tiap responden rata-rata dirasakan oleh golongan usia dewasa, salah satu penyebabnya ialah semakin bertambahnya usia maka menurunnya mekanisme proses detoksifikasi, fungsi ekskresi ginjal, sehingga zat-zat kimia yang masuk ke tubuh dapat berubah karena meningkatnya jumlah lemak di tubuh dan jumlah air yang berkurang dalam tubuh.

4.3. *Phthalate* pada Air Tanah

Dari hasil pembacaan GC-MS dan analisa menggunakan kurva kalibrasi, terdapat 4 senyawa *Phthalate* yang terbaca, dapat dilihat pada rangkuman tabel berikut ini:

Tabel 4. 11 Rangkuman Konsentrasi *Phthalate* dalam sampel air sumur

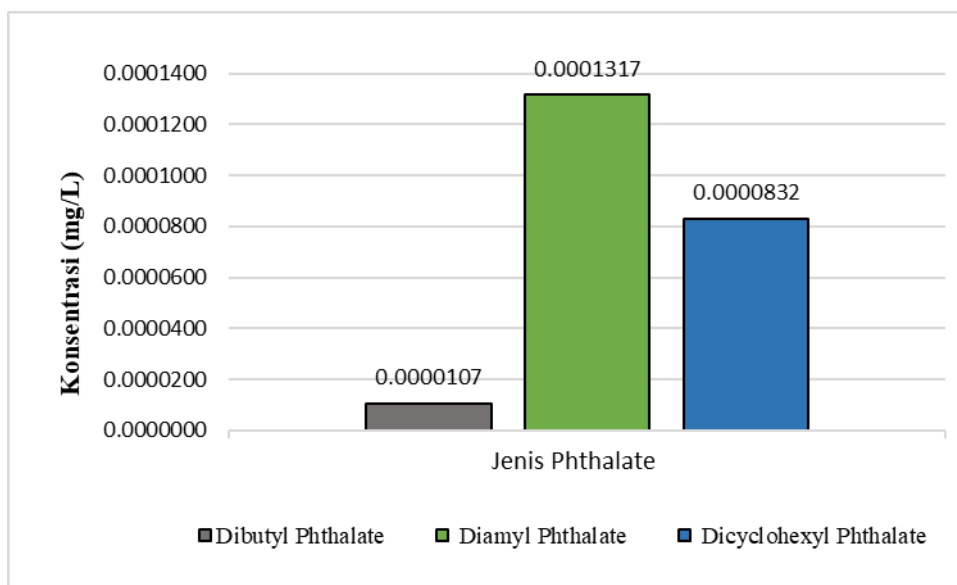
Senyawa	Kategori	Konsentrasi (mg/l)
<i>Dibutyl Phthalate</i>	Sampel 3	0.0000107
<i>Diamyl Phthalate</i>	Sampel 2	0.0001317
	Sampel 5	0.0000176
<i>Dicyclohexyl Phthalate</i>	Sampel 6	0.0000158
	Sampel 7	0.0000241
	Sampel 8	0.0000127

Senyawa	Kategori	Konsentrasi (mg/l)
<i>Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester</i>	Sampel 9	0.0000131
	Sampel 2	0.0001404
	Sampel 3	0.0000462

Pada **Tabel 4.12** terlihat bawa jenis *phthalate* yang paling banyak terbaca ada pada *Dicyclohexyl Phthalate* dengan jumlah 5 sampel, kemudian *Phthalic acid, di(2-propylpentyl)* sejumlah 2 sampel, dan sisanya *Diamyl Phthalate* dan *Dibutyl Phthalate* masing - masing terbaca 1 sampel. Dari empat senyawa ini, *Phthalic acid, di(2-propylpentyl)* ester merupakan senyawa yang tidak ada dalam larutan standar, tetapi terbaca, dimungkinkan kemunculan senyawa ini pada pembacaan GC-MS ialah dari kontaminasi sabun yang masih melekat pada alat pengujian laboratorium seperti gelas *beaker* yang digunakan. Dikarenakan senyawa ini menurut Katekar *et al*, (2022) merupakan senyawa bioaktif yang berfungsi sebagai anti bakteri, anti jamur dan aktivitas antioksidan minyak atsiri, yang biasanya dapat ditemukan pada produk pembersih seperti sabun. Dalam penelitian ini *Phthalic acid, di(2-propylpentyl)* masuk ke dalam senyawa pengganggu, sehingga tidak dilanjutkan dan dimasukkan ke analisa pembahasan.

Salah satu faktor yang mempengaruhi distribusi *phthalate* dalam lingkungan akuatik ialah sifat kelarutannya dalam air, hal ini sangat penting karena mempengaruhi proses biodegradasi dan bioakumulasi pada *phthalate*. Cara untuk melihat sifat kelarutan air pada *phthalate* adalah dengan melihat berat molekulnya, menurut Santana *et al*, (2014) *Phthalate* dengan berat molekul lebih rendah memiliki kelarutan air yang sedang, sementara pada *Phthalate* dengan berat molekul lebih tinggi bersifat kurang mudah menguap dan memiliki kelarutan air yang lebih rendah. Teori sebelumnya dibuktikan pada penelitian ini bahwa senyawa yang paling banyak terbaca adalah *Dicyclohexyl Phthalate*, jenis senyawa ini memiliki golongan berat molekul tinggi yakni 330,6 yang artinya, keberadaan senyawa ini pada air tanah memiliki waktu tinggal yang lebih lama karena memiliki sifat yang tidak mudah menguap dan mudah larut dalam air. Sedangkan pada jenis senyawa yang paling sedikit terbaca yakni *Diamyl*

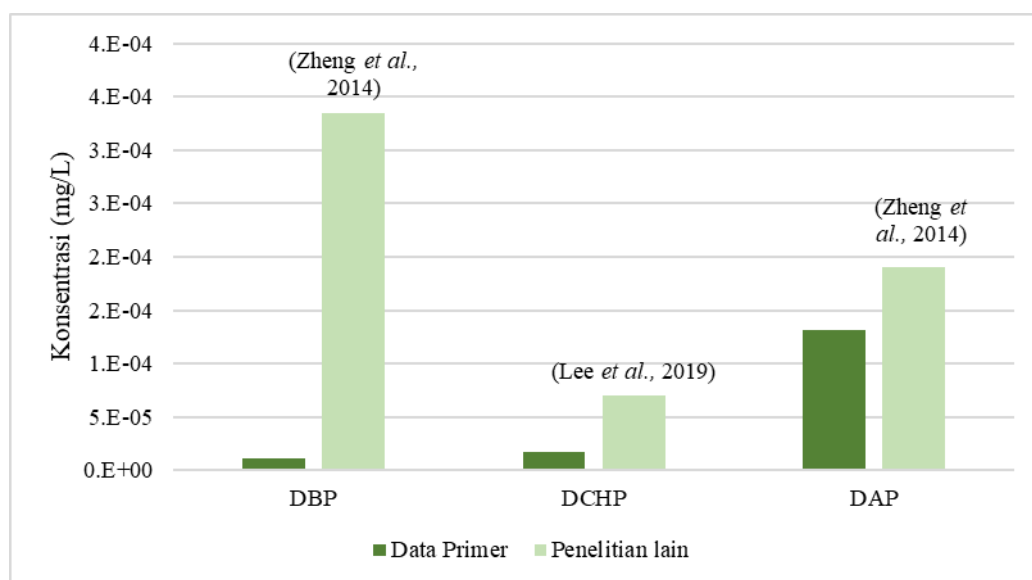
Phthalate dan *Dibutyl Phthalate* masuk ke dalam golongan berat molekul rendah dengan nilai 306,4 dan 278,34 memiliki sifat yang mudah menguap dan memiliki kelarutan sukar larut dalam air sehingga sedikitnya sampel yang terbaca karena kedua senyawa ini tidak memiliki waktu tinggal yang lama dalam air tanah. Selain itu, *Dicyclohexyl phthalate* memiliki karakteristik tidak menguap dari air atau tanah, dan tidak bergerak di tanah dengan nilai log KOC sebesar 4.2. Nilai KOC merupakan ukuran kecenderungan bahan kimia untuk mengikat pada tanah, nilai Log KOC dimulai dari 1,5 hingga 5,0 dimana semakin tinggi angkanya maka semakin mengikat dengan tanah (USEPA, 2019). Sedangkan, *dibutyl phthalate* mudah menguap dari air dan permukaan tanah yang lembab, tetapi tidak dari tanah yang kering, juga memiliki mobilitas rendah di dalam tanah dengan nilai log KOC 3.14 (USEPA, 2019). Menurut Lu *et al*, (2018) persentase penyimpanan PAE terbesar pada tanah terjadi di pasir kasar atau lanau kasar, hal ini sejalan dengan jenis tanah di kawasan penelitian yang memiliki tipe tanah regosol yang mengandung butiran kasar karena berasal dari erupsi gunung berapi.



Gambar 4. 6 Grafik Rerata Konsentrasi Phthalate Per jenisnya
(sumber: olah pribadi, 2022)

Dari hasil **Tabel 4.12** kemudian konsentrasi per sampel dirata-rata berdasarkan jenis senyawanya dan dihasilkan grafik pada **Gambar 4.7**, dari grafik tersebut terlihat bahwa konsentrasi tertinggi dimiliki oleh *diamyl phthalate*

dengan nilai 0,0001317 mg/L, meskipun pada jenis senyawa ini hanya terbaca 1 sampel, tetapi memiliki konsentrasi tertinggi dikarenakan pada lokasi SG1 ini merupakan tempat pengepul sampah dimana terjadi penumpukan sampah beragam jenis plastik pada lokasi ini. Konsentrasi kedua tertinggi dimiliki oleh *Dicyclohexyl Phthalate* dengan nilai 0,0000832 mg/L dan konsentrasi terendah ada pada *Dibutyl Phthalate* dengan nilai 0,0000107 mg/L. Terbacanya keberadaan *phthalate* pada air tanah ini mengindikasikan bahwa terdapat kontaminasi air tanah dari aktivitas manusia yaitu pembuangan sampah karena senyawa *Phthalate* merupakan senyawa antropogenik di mana keberadaannya yang berasal dari aktivitas manusia.



Gambar 4. 7 Perbandingan Konsentrasi *Phthalate* Data Primer dengan Penelitian Lain
(sumber: olah pribadi, 2022)

Berdasarkan **Gambar 4.8** terlihat perbandingan data primer dan data yang berasal dari jurnal penelitian lain. Data yang tersedia dari jurnal penelitian lain menggunakan data konsentrasi *phthalate* pada air permukaan, karena data konsentrasi *Dibutyl Phthalate* (DBP), *Diamyl Phthalate* (DAP), dan *Dicyclohexyl Phthalate* (DCHP) tidak ditemukan pada jurnal referensi pada air tanah.

DBP, dan DAP pada data primer memiliki nilai yang lebih rendah, hal ini karena sumber kontaminan pada penelitian ini hanya bersumber dari aktivitas

keseharian seperti pembakaran, pembuangan, dan penumpukan sampah, sedangkan pada penelitian Zheng *et al*, (2014) kontaminan DBP, dan DAP pada sungai di daerah ini berasal dari limbah kota dan limbah domestik, juga dipengaruhi oleh aktivitas sehari-hari antropogenik, yang biasanya berkaitan dengan kepadatan penduduk, sama halnya dengan DCHP.

4.4. Analisis Faktor yang Mempengaruhi Keberadaan *Phthalate* pada Air Tanah

Distribusi *Phthalate* di lingkungan memiliki banyak faktor yang dapat mempengaruhinya. Dalam penelitian ini dilakukan analisis faktor apa saja yang dapat berpengaruh terhadap keberadaan *Phthalate* di air sumur Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Ngemplak.

4.4.1. Parameter TDS, Suhu dan pH.

Dari hasil pengujian kualitas air sumur yang telah disajikan pada **Tabel 4.1 - Tabel 4.2** dengan parameter pH, TDS, dan suhu, selanjutnya dilakukan analisis korelasi antara pH, TDS, dan suhu terhadap konsentrasi *Phthalate* pada air sumur yang dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4. 12 Hasil Uji Analisis dengan Korelasi Pearson pada Sumur Dangkal

Sumur Dangkal			
Variabel Independen	Variabel Dependen	r	Keterangan
pH	Konsentrasi <i>Phthalate</i> pada air sumur	0.309	Korelasi cukup
TDS		-0.224	Tidak ada korelasi
Suhu		0.676	Korelasi kuat

Tabel 4. 13 Hasil Uji Analisis dengan Korelasi Pearson pada Sumur Dalam

Sumur Dalam			
Variabel Independen	Variabel Dependen	r	Keterangan
pH	Konsentrasi <i>Phthalate</i> pada air sumur	0.247	Korelasi cukup
TDS		0.198	Korelasi sangat lemah
Suhu		0.743	Korelasi kuat

Dari **tabel 4.11** dihasilkan bahwa parameter pH terhadap konsentrasi phthalate di air tanah pada sumur dangkal maupun dalam memiliki korelasi yang sama yakni **cukup**. Dengan nilai r korelasi pada sumur dangkal 0.309 dan pada sumur dalam 0,247 yang berarti semakin tinggi nilai pH (semakin basa), maka akan semakin tinggi konsentrasi *Phthalate* dalam sumur. Tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan (pH) berperan penting dalam degradasi *phthalate* di lingkungan. Berdasarkan Annamalai *et al* (2017), pH menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi pelepasan *phthalate* pada sampel senyawa mengandung *phthalate*. Pada pH 7-9 menunjukkan adanya peningkatan yang konstan pada efisiensi ekstraksi phthalate. Hal ini juga didukung dengan penelitian Li *et al* (2018), yang menyatakan bahwa titik optimum degradasi *phthalate* terjadi di kondisi pH 6-8 dengan tingkat degradasi melebihi 87%. pH pada seluruh sampel berada di angka 6,1- 6,81 dimana konsentrasi tertinggi pada penelitian ini terdapat pada sampel SG1 di wilayah utara Ngaglik dengan nilai 0.0001317 mg/L dengan pH 6,59. Konsentrasi *phthalate* di titik SG1 masih tergolong rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa seluruh sampel berada di titik optimum degradasi senyawa *phthalate*, sehingga konsentrasi yang ditemukan relatif rendah.

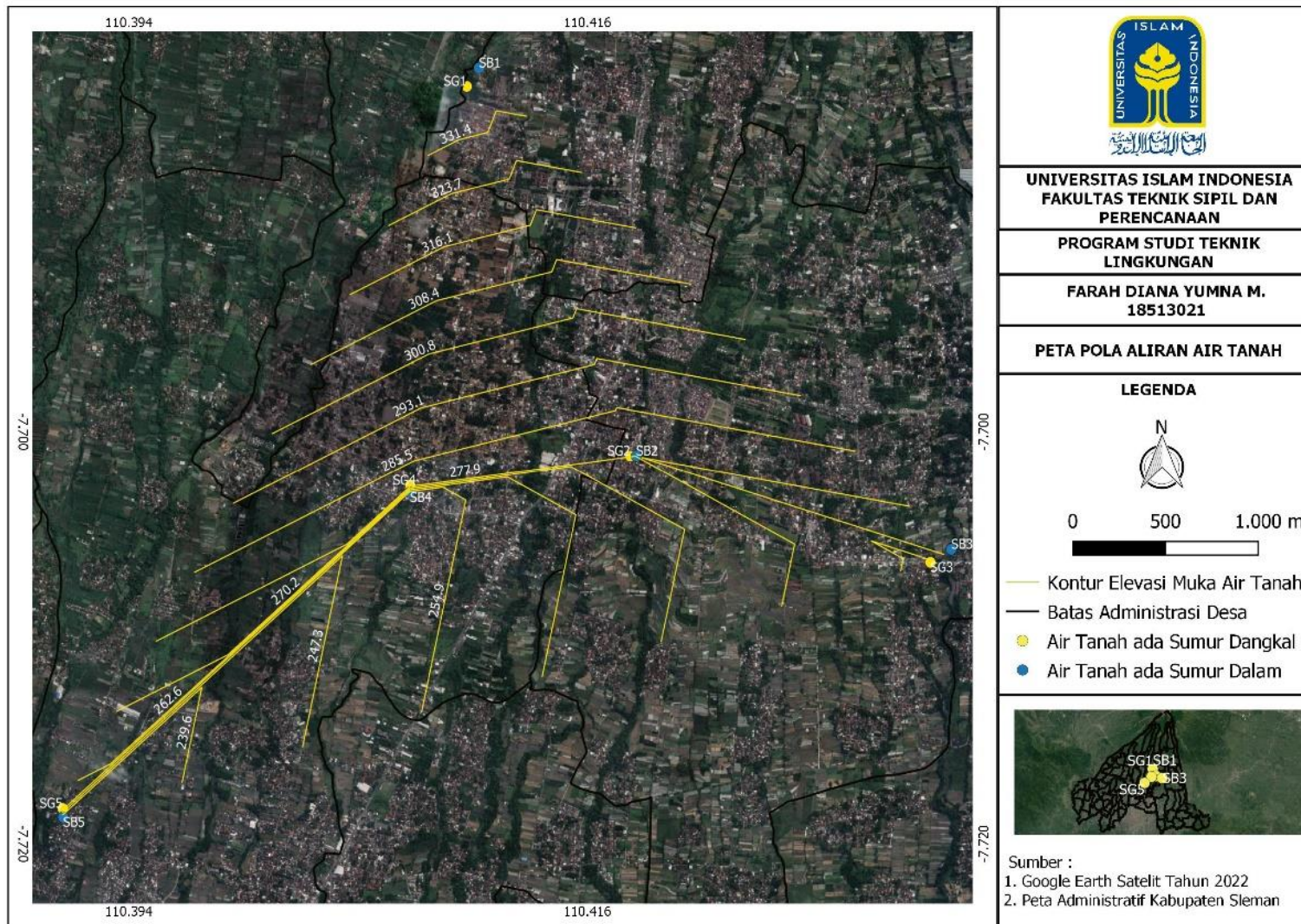
Kemudian, untuk parameter suhu terhadap konsentrasi *phthalate* air tanah pada sumur dangkal dan dalam keduanya memiliki korelasi yang **kuat**. Dengan nilai r korelasi 0.676 dan 0.743 yang berarti semakin tinggi suhu maka akan semakin tinggi konsentrasi *Phthalate* dalam air sumur. Suhu dari 10 sampel terdapat pada rentang 26,2 °C, - 30 °C, dengan suhu tertinggi 30 °C ada pada titik SG1 yakni titik dengan konsentrasi tertinggi 0.0001317 mg/L, sedangkan pada titik SB1 dan SB4 yang tidak terdapat senyawa *phthalate* memiliki suhu terendah yakni 26,2 °C dan 26,4°C, hal ini sejalan dengan penelitian Li *et al*, (2018) degradasi *phthalate* mulai mengalami peningkatan pada suhu 20 °C, – 25 °C. Degradasi mengalami peningkatan lebih tinggi terjadi pada suhu 25 °C, – 35 °C, dan berada pada suhu optimal titik tertinggi pada suhu 30 °C.

Pada parameter TDS di sumur dangkal **tidak memiliki korelasi** dan pada sumur dalam memiliki korelasi yang **lemah** terhadap konsentrasi *phthalate* dalam air tanah, dengan nilai r yakni -0.224 dan - 0.198. TDS dapat tidak mempengaruhi

phthalate karena TDS berasal dari bahan terlarut berupa senyawa kimia yang disebabkan bahan anorganik berupa ion.

4.4.2. Pola Aliran Tanah

Hasil observasi pengukuran elevasi muka air tanah kemudian diolah dan dipetakan menjadi peta pola aliran tanah, peta ini menunjukkan elevasi muka air tanah pada kawasan penelitian, lokasi penelitian berlokasi di Ngaglik dan Ngemplak dimana pada kawasan ini semakin naik areanya maka semakin tinggi elevasi (posisi sumur dengan permukaan laut), juga semakin kebawah lokasinya maka semakin rendah elevasinya. Gradien elevasi muka air tanah ditunjukkan dengan garis berwarna kuning, dengan elevasi muka air tertinggi 338 meter, sedangkan elevasi terendah dengan kedalaman 232 meter. Gambar peta pola aliran air tanah pada lokasi penelitian disajikan sebagai berikut.



Gambar 4. 8 Peta Pola Aliran Tanah Berdasarkan Data Kedalaman Muka Air Tanah 10 Sumur Air Tanah Dangkal dan Air Tanah Dalam
 (Sumber: Peta Rupabumi Digital Kabupaten Sleman Tahun 2018)

Arah aliran pada penelitian ini sangat diperlukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap keberadaan kontaminan dalam air tanah. Dari **Gambar 4.8** aliran air tanah mengalir dari arah selatan Kecamatan Ngemplak atau pada titik SG1 menuju arah utara atau Tenggara Ngaglik, kemudian mengalir ke arah Barat Daya Ngaglik. Menurut Ilmiah (2018), Ngaglik memiliki kedalaman muka air tanah yang berbeda antara wilayah satu dengan lainnya, perbedaan ini dikarenakan wilayah penelitian merupakan wilayah transisi, artinya terbagi menjadi wilayah lepasan dan resapan (*recharge area*). Konsentrasi *phthalate* tertinggi ada pada titik SG1 yakni wilayah utara Ngaglik dengan nilai 0.0001317 mg/L, sehingga mestinya wilayah ini merupakan wilayah lepasan, dimana memiliki kemungkinan kontaminan dari titik SG1 terbawa aliran menuju arah SG2 di mana titik ini memiliki konsentrasi *phthalate* terendah dengan nilai 0,0000107 mg/L, jika keberadaan *phthalate* ini dipengaruhi oleh arah aliran air tanah, harusnya titik dengan elevasi yang lebih rendah memiliki konsentrasi yang lebih besar karena menerima kontaminan dari wilayah lepasan.

Kemudian, dapat dilihat lagi pada titik SG4 terhadap SG5, dimana arah aliran mengalir dari SG4 menuju SG5 yang seharusnya titik SG5 memiliki nilai konsentrasi yang lebih besar, karena titik SG5 yang berada di Selatan Sardonoarjo dengan elevasi muka air terendah yakni 259,5 meter merupakan *storage area* terjadi penyimpanan air tanah disini, tetapi memiliki konsentrasi yang lebih kecil yakni 0.0000127 mg/L, sehingga keberadaan *Phthalate* pada air tanah pada penelitian ini tidak dipengaruhi oleh pola aliran air tanah.

4.4.3. Jenis Tanah

Jenis atau kondisi tanah dapat berpengaruh terhadap potensi pencemaran air tanah, karena kondisi tanah akan mempengaruhi proses infiltrasi air yakni proses masuknya air dari permukaan tanah menuju air tanah. Menurut Ilmiah (2018), Kecamatan Ngaglik berada pada formasi geologi endapan *Young Volcanic Merapi* atau gunung api merapi muda yang memiliki jenis tanah regosol muda yang bahan utamanya berasal dari material vulkanis, begitu juga menurut *Fajri et al* (2013), Kecamatan Ngemplak termasuk ke dalam akuifer bebas yang tersusun

oleh pasir dan kerakal vulkanik. Sehingga, baik Kecamatan Ngaglik maupun Ngemplak memiliki kondisi tanah yang sama yakni memiliki kemampuan dalam penyerapan air yang baik atau konduktivitas hidrolik yang tinggi, membuat kontaminan *phthalate* dengan mudah masuk kedalam akuifer hal ini sejalan dengan penelitian Kim *et al* (2017), bahwa kehadiran *Phthalate* lebih tinggi di daerah dengan konduktivitas hidrolik yang tinggi karena memiliki kapasitas sistem yang lebih tinggi untuk mengangkut kontaminan antropogenik di bawah permukaan, hal ini yang dapat mendasari alasan ditemukannya senyawa *Phthalate* pada beberapa titik lokasi air tanah dengan kedalaman yang bervariasi seperti pada titik SB5 dengan kedalaman sumur yang tergolong dalam yakni 28 meter tetapi memiliki konsentrasi kedua tertinggi dengan nilai 0,0000241 mg/L menandakan bahwa kondisi tanah pada daerah penelitian berpengaruh terhadap keberadaan *Phthalate* karena tanah dengan struktur remah atau berbutir-butir ini memiliki kemampuan meloloskan atau penyerapan air yang besar.

4.4.4. Air Permukaan

Air tanah mungkin menjadi salah satu reservoir bagi *Phthalate* karena *Phthalate* di tanah dapat terserap ke dalam air tanah oleh curah hujan, selain itu *Phthalate* juga dapat berasal dari air permukaan seperti sungai yang secara langsung dapat menyerap ke dalam air tanah. Pada penelitian ini, terdapat dua lokasi yang bersebelahan dengan sungai yakni SG1 dan SB3, di mana titik SG1 memiliki konsentrasi *Phthalate* tertinggi dengan nilai 0.0001317 mg/L, dan SB3 dengan konsentrasi tertinggi ketiga dengan nilai 0.0000176 mg/L. Titik SB3 berlokasi tidak terlalu jauh dari SG3. Namun, dengan kedalaman sumur SG3 yang lebih dangkal dibandingkan SB3, namun tidak terbaca adanya kandungan *phthalate* pada lokasi ini. Dimungkinkan kandungan *phthalate* pada titik SB3 berasal dari air permukaan yakni sungai kecil yang mengelilingi sumur SB3, kondisi sungai terdapat buangan sampah-sampah plastik kemasan makanan, minuman, kresek, sehingga dari sampah plastik ini terjadi akumulasi *phthalate* dalam air sungai dan masuk kedalam tanah, hal ini sejalan dengan penelitian Fajri, *et al* (2013) bahwa daerah utara Ngemplak dan sekitarnya memiliki sungai yang cenderung bersifat *influent* atau air sungai masuk ke dalam air tanah. Kandungan

Phthalate pada air tanah dapat berasal dari air permukaan diperkuat lagi oleh Sun *et al* (2007), bahwa PAE di air permukaan dapat menyusup ke air tanah area studi karena koneksi hidrolik yang baik antara air permukaan dan air tanah.

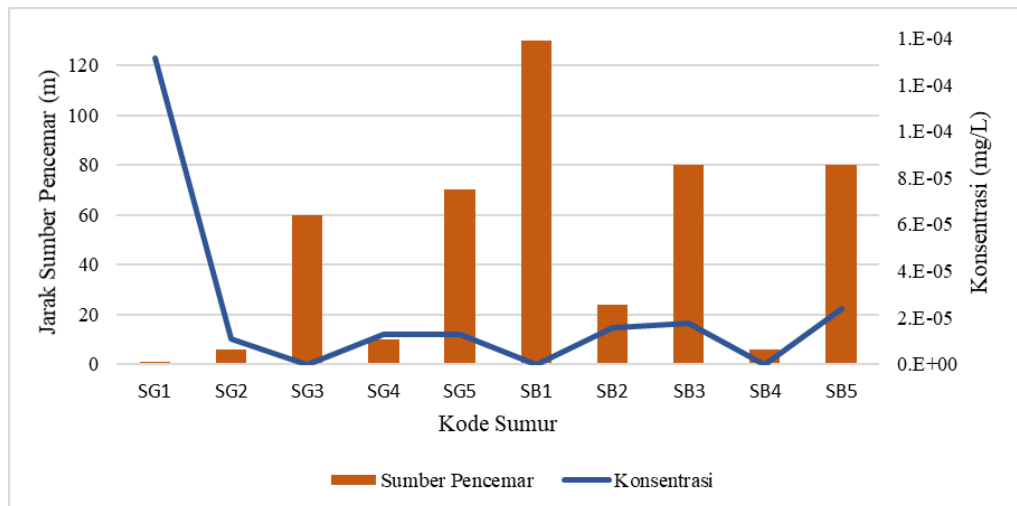
4.4.5. Jarak Sumber Pencemar

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tercemarnya air sumur pada suatu lokasi ialah jarak horizontal antara sumber dengan sumur. Pada penelitian ini, sumber pencemar dari semua titik berasal dari tumpukan sampah karena *phthalate* merupakan senyawa antropogenik yang berasal dari produk seperti kemasan pangan dan minuman. Sehingga dilakukan analisis korelasi guna melihat hubungan antara jarak sumber pencemar dengan konsentrasi *phthalate* di dalam air tanah dangkal dan air sumur dalam, yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4. 14 Hasil Uji Analisis dengan Korelasi Pearson pada Sumur Dangkal dan Dalam

Jenis Sumur	Variabel Independen	Variabel Dependen	r	Keterangan
Dangkal	Jarak sumber pencemar	Konsentrasi <i>Phthalate</i> pada air sumur	-0.515	Korelasi kuat
Dalam			-0.108	Korelasi sangat lemah

Dari **Tabel 4.15** didapat bahwa jarak sumber pencemar terhadap konsentrasi *phthalate* pada sumur dangkal memiliki korelasi yang **kuat** dengan konsentrasi *Phthalate* dalam air tanah, dengan nilai r korelasi -0.51 yang berarti semakin dekat jarak sumber pencemar dengan sumur, maka akan semakin tinggi konsentrasi *Phthalate* dalam sumur. Sedangkan pada air sumur dalam sebaliknya memiliki korelasi yang **lemah**, yakni nilai r korelasi -0.108.



Gambar 4. 9 Grafik Jarak Sumber Pencemar terhadap Konsentrasi phthalate (sumber: olah pribadi, 2022)

Dari hasil grafik pada **Gambar 4.9** didapat kadar *phthalate* tertinggi pada SG1 0.0001317 mg/L berada pada jarak 2 m dari sumber pencemar, di lokasi ini merupakan pengepul sampah yang memang beragam jenis sampah plastik sampai elektronik tertimbun begitu saja, sedangkan jarak sumber pencemar terjauh pada titik SB1 dengan jarak 130 m dari SG1 sebagai sumber pencemar tetapi pada SB1 tidak terdeteksi adanya *phthalate* di dalam air sumur. Dari hasil analisa dapat dilihat bahwa terdapat hubungan yang kuat antara jarak sumber pencemar dengan kadar *phthalate* di dalam air tanah dangkal, dimana terlihat bahwa semakin dekat jarak sumber tumpukan sampah dengan sumur maka kadar *phthalate* air sumur akan semakin tinggi juga, hal ini sejalan dengan Liu *et al.* (2010) kontribusi yang signifikan bagi kontaminasi *phthalate* adalah berasal dari jarak yang dekat dengan tempat pembuangan sampah. Sedangkan, air tanah pada sumur dalam memiliki hubungan yang lemah hal ini dapat diartikan bahwa pada air sumur dengan kedalaman yang tinggi, *phthalate* akan mengalami proses transportasi yang cenderung lebih panjang, sehingga memiliki konsentrasi yang lebih rendah jika dibandingkan dengan air tanah dangkal yang akan mengalami proses transportasi dari permukaan tanah ke air tanah yang lebih cepat.

4.4.6. Kedalaman Sumur

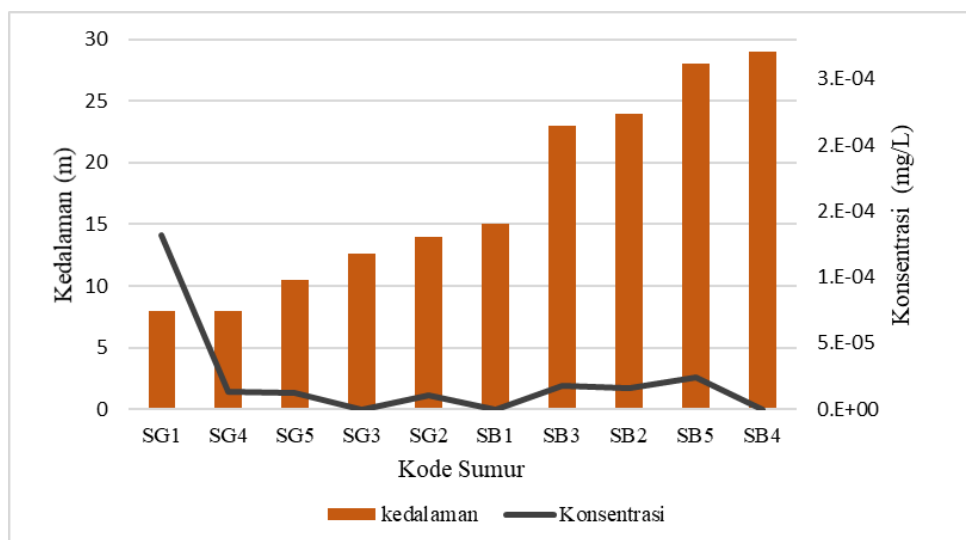
Pada penelitian ini, sampel air tanah dibagi dua berdasarkan kedalamannya yakni air tanah pada sumur dangkal dan sumur dalam, untuk mengetahui apakah kedalaman sumur mempengaruhi kadar *phthalate* dalam air

tanah maka dilakukan analisis korelasi antara kedalaman sumur sebagai variabel independen terhadap konsentrasi Phthalate sebagai variabel independen, hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 4.16** :

Tabel 4. 15 Hasil Uji Analisis Korelasi Pearson

	<i>Kedalaman</i>	<i>Konsentrasi</i>
Kedalaman	1	
Konsentrasi	-0.40302389	1

Dari **Tabel 4.16** dapat disimpulkan bahwa perbedaan kedalaman air tanah pada sumur dangkal dan sumur dalam memiliki korelasi yang **cukup** dengan konsentrasi *Phthalate* dalam air tanah. Dengan nilai r korelasi -0,403 yang berarti semakin rendah atau dangkal kedalaman sumur maka semakin tinggi konsentrasi *Phthalate* dalam sumur. Menurut Ilmiah (2018) ketinggian air tanah yang dangkal bisa menyebabkan kondisi air tanah mudah terkontaminasi oleh kontaminan yang bersumber dari sekitar lokasi sumur. Hal ini diperkuat dengan kondisi tanah pada daerah Ngaglik dan Ngemplak bersifat porus yakni berpengaruh terhadap potensi pencemaran, jenis tanah pada wilayah ini bertekstur pasir sehingga memiliki porositas tinggi yang cukup baik dalam penyerapan air



Gambar 4. 10 Grafik Jarak Sumber Pencemar terhadap Konsentrasi phthalate (sumber: olah pribadi, 2022)

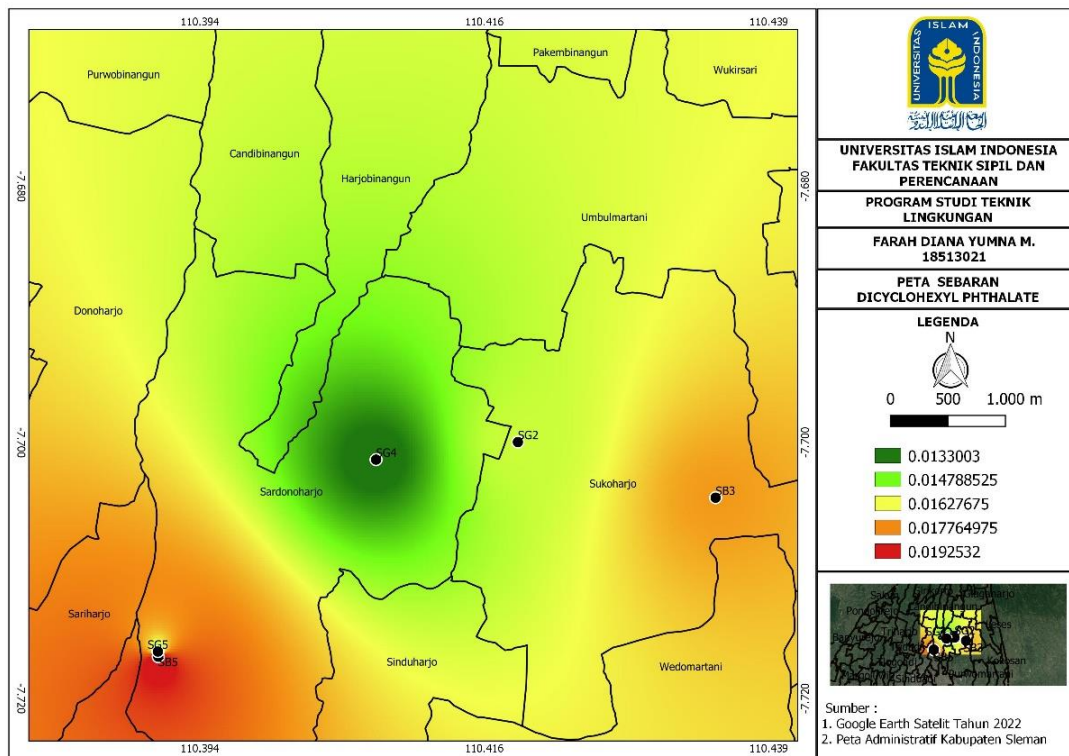
Lokasi pada penelitian ini dibagi menjadi 5 lokasi, di mana masing-masing dari lokasi memiliki 2 titik sampling yakni sumur dangkal dan sumur dalam yang tidak saling berjauhan, sehingga akan dilihat apakah dengan perbedaan elevasi tersebut memiliki pengaruh terhadap konsentrasi *phthalate* dalam air tanah. Dari **Gambar 4.11** dapat disimpulkan bahwa pada sumur dangkal SG1, SG2, SG4 dan SG5 memiliki nilai konsentrasi yang lebih besar dibanding sumur dalamnya yakni SB1, SB2, SB4, dan SB5. Tetapi, terdapat lokasi yang sumur dalamnya memiliki konsentrasi yang lebih besar dibanding sumur dangkal yakni $SG3 < SB3$ hal ini dapat terjadi karena SB3 berdekatan dengan sungai sehingga sumber *phthalate* pada SB3 bersumber dari air permukaan. Kemudian pada grafik juga menunjukkan bahwa konsentrasi *phthalate* tertinggi terdapat pada SG1 yang memiliki kedalaman terendah, dan kedalaman tertinggi yakni SB4 tidak terkandung senyawa *phthalate*.

4.5. Analisis Zona Persebaran *Phthalate*

Pemetaan dilakukan untuk mengetahui persebaran *phthalate* dengan menggunakan metode IDW (*Inverse Distance Weighting*) pada *software* QGIS 13.14. Data yang akan dimasukkan merupakan kandungan nilai konsentrasi *phthalate* (ppb) pada air tanah yang sudah didapat sebelumnya dari analisis metode kalibrasi. Dalam penelitian ini, pemetaan sebaran *phthalate* dilakukan dengan metode interpolasi dengan menyajikan peta zonasi sebaran setiap parameter *phthalate* yang diklasifikasikan menjadi 5 kategori, yakni kategori sangat rendah (hijau tua), kategori rendah (hijau muda), kategori sedang (kuning), kategori tinggi (*orange*), dan kategori sangat tinggi (merah).

A. *Dicyclohexyl Phthalate* (DCHP)

Zonasi sebaran *Dicyclohexyl Phthalate* pada lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 4.12** *Dicyclohexyl Phthalate* terdapat pada 4 zona, yaitu zona sangat rendah (hijau tua) dengan konsentrasi $\leq 0,01449$ ppb, zona rendah (hijau muda) dengan konsentrasi $0,01449 - 0,01568$ ppb, zona tinggi (*orange*) dengan konsentrasi $0,01687 - 0,01806$ ppb, zona sangat tinggi (merah) dengan konsentrasi $> 0,01806$ ppb.



Gambar 4. 11 Peta Persebaran *Dicyclohexyl Phthalate*
(Sumber: Peta Rupabumi Kabupaten Sleman Tahun 2018)

Berdasarkan potensi paparan ke pemukiman, dapat dilihat bahwa desa yang masuk ke dalam zona sangat tinggi adalah sebagian selatan desa Sardonoharjo dan zona tinggi pada bagian timur desa Sukoharjo.

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, keberadaan *Dicyclohexyl Phthalate* (DCHP) pada 5 sampel dikarenakan jenis senyawa ini memiliki waktu tinggal yang lama dalam air. Zona sangat tinggi berada pada bagian selatan desa Sardonoharjo, yakni di titik SG5 dan SB5, pada daerah tersebut terdapat TPS yang bersebelahan dengan kawasan pemukiman penduduk, di mana potensi kontribusi yang signifikan untuk kontaminasi *phthalate* kemungkinan besar berasal dari tempat pembuangan sampah Liu *et al.* (2010). Dari hasil pengamatan saat berada di lokasi, isi tumpukan sampah pada TPS rata-rata berisi sampah domestik seperti plastik bungkus plastik bekas kemasan makanan, minuman, plastik kresek, sedotan, hal ini sejalan oleh NICNAS (2008) bahwa DCHP umumnya digunakan sebagai *plasticizer* dalam produk kemasan makanan atau minuman, pelapis kertas (pembungkus/label makanan, label farmasi, dan label harga). Sama halnya dengan zona tinggi pada bagian timur desa Sukoharjo, di mana pada daerah ini terdapat tempat pengepul sampah plastik, di mana tempat ini berfokus pada pengumpulan

sampah plastik seperti *styrofoam*, bungkus kemasan makanan, botol minuman, kaleng minuman, dan sampah plastik domestik lainnya, juga ditambah pada titik SB3 ini bersebelahan dengan sungai kecil, di mana saat peneliti berada di lokasi sungai ini terdapat sampah yang didominasi sampah plastik kemasan makanan dan minuman yang sengaja dibuang pada sungai, DCHP pada sampah plastik di sungai ini kemungkinan akan terlepas dalam air sungai dan kemudian terserap ke dalam akuifer. Ditambah pada wilayah ini memiliki sifat aliran sungai yang mengalir ke dalam air tanah, karena menurut Fang *et al*, (2019) DCHP terdeteksi luas di lingkungan dan air karena DCHP tidak terikat secara kovalen dengan polimer, sehingga dengan mudah akan bocor ke dalam lingkungan. Kemudian kategori rendah dan sangat rendah berada pada titik SG2 dan SG4, pada lokasi ini tumpukan sampah plastik hanya berasal dari warga penduduk sekitar dengan jenis sampah plastik yang kurang lebih sama dengan titik sebelumnya, tetapi memiliki kuantitas tidak sebanyak pada lokasi SG5, SB5, dan SB3 yang memang keberadaan DCHP berasal dari TPS dan tempat pengepul sampah plastik, sehingga DCHP yang terakumulasi masuk ke air tanah pun tidak sebanyak tiga lokasi sebelumnya.

B. *Diamyl Phthalate (DAP)*

Pada senyawa ini tidak dibuat peta zona sebarannya karena hanya terbaca pada 1 sampel, sedangkan untuk membuat zona sebaran menggunakan IDW harus memiliki minimal 2 data. *Diamyl Phthalate (DAP)* memiliki nama lain *Dipentyl phthalate (DPP)*, Dari penelitian Fauzi, (2016) DAP digunakan sebagai *plasticizer* dalam pembuatan PVC, juga menurut *Technical Briefing*, (2011) senyawa ini digunakan pada produk mainan anak, peralatan medis, pelarut dalam produk kosmetik, tinta, perekat, dan produk konsumen lainnya. DAP teridentifikasi pada lokasi SG1 yang merupakan pengepul sampah, dari hasil tempat ini menjadi lokasi timbunan berbagai macam sampah kemasan plastik, PVC, bekas mainan anak, alat tulis, produk kecantikan, hingga elektronik. Lokasi ini sudah ada sekitar 10 tahun sehingga terdegradasinya DAP dari sampah yang tertimbun dan menggunakan diperkirakan terjadi sudah sejak lama, ditambah menurut Edjere *et*

al. (2016) bahwa DAP memiliki rantai ester yang pendek sehingga memiliki sifat yang mudah terurai dan terbawa ke dalam air tanah, dan sangat persisten di lingkungan air tanah (Jobling *et al.*, 1995). Sehingga, dari sampah yang sudah tertimbun dalam jangka waktu yang lama ini, zat dengan mudah masuk ke dalam air tanah.

C. ***Dibutyl Phthalate (DBP)***

Pada senyawa DBP tidak dibuat peta zona sebarannya karena hanya terbaca pada 1 data sampel. Badan Perlindungan Lingkungan AS (US EPA) memasukkan 6 jenis *phthalate* sebagai polutan prioritas untuk rencana pengelolaan saat ini: DEHP, BBP, DBP, DnOP, DEP, dan DMP (US EPA, 2012). Dari 6 jenis *phthalate* ini, *Dibutyl Phthalate* (DBP) menjadi salah satu yang terbaca pada penelitian ini. DBP terdapat dalam berbagai produk plastik sehari – hari yang mengandung nitroselulosa, polivinil asetat, atau polivinil klorida; seperti hair spray, obat nyamuk, dan cat kuku, juga digunakan dalam beberapa produk pembersih rumah tangga, plastik, lem, dan cat, dan bahan bakar roket menurut Jacobson (2009), hal ini sejalan dengan terbacanya senyawa ini pada lokasi air tanah dangkal 2, pada lokasi ini sering dilakukan pembakaran sampah rumah tangga, peneliti menemukan beberapa jenis sampah seperti plastik makanan minuman, botol, bekas cat. Menurut penelitian yang dilakukan Kim *et al* (2017) pada analisis *phthalate*, menunjukkan bahwa DBP menjadi salah satu *phthalate* dominan yang ada di air tanah sehingga mirip dengan penelitian yang dipublikasikan oleh Vethaak *et al* (2005) bahwa DBP juga menjadi salah satu jenis senyawa utama PAE dalam air. Dari kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa DBP berkemungkinan besar untuk menjadi polutan di air tanah dimana DBP memiliki rantai ester yang pendek sehingga memiliki sifat yang mudah terurai dan termineralisasi,.

4.6. **Analisis Pemajanan (Exposure Assessment)**

Hasil rerata konsentrasi setiap jenis parameter *Phthalate* pada **Tabel 4.16** kemudian dianalisis lebih lanjut untuk mendapatkan hasil potensi risiko paparan

melalui pajanan oral (air minum) dan pajanan dermal (kulit) dan efek kroniknya pada setiap titik lokasi sampel.

Tabel 4. 16 Rata-rata Konsentrasi *Phthalate*

Parameter Senyawa	Konsentrasi rata-rata (mg/l)
<i>Dibutyl Phthalate</i>	0.000010662
<i>Diamyl Phthalate</i>	0.000131718
<i>Dicyclohexyl Phthalate</i>	0.000083213

Parameter yang digunakan dalam menghitung nilai *intake* melalui pajanan oral (air minum) dan pajanan dermal (kulit) disajikan pada **Tabel 4.17 dan Tabel 4.18** berikut :

Tabel 4. 17 Parameter Analisis Pajanan Intake Oral Risiko Kesehatan Air Tanah

Parameter Analisis Pajanan Intake Oral				
Parameter	Keterangan	Satuan	Dewasa	Anak
I	Asupan harian melalui air minum	mg/kg.d	-	-
C	Konsentrasi	mg/l	-	-
IR	Laju konsumsi	L/hari	2	1
AT*	Periode waktu rata-rata	Hari	(27 x 365)	(7 x 365)
AT**	Periode waktu rata-rata	Hari	(30 x 365)	(30 x 365)
EF	Frekuensi paparan	Hari/tahun	365	365
ET*	Durasi paparan	Tahun	27	7
ET**	Durasi paparan	Tahun	30	30
BW	Berat badan	Kg	48	21

* *Realtime*

** *Lifetime*

Sumber: USEPA, 2011

Tabel 4. 18 Parameter Analisis Pajanan Intake Dermal Risiko Kesehatan Air Tanah

Parameter Analisis Pajanan Intake Dermal				
Parameter	Keterangan	Satuan	Dewasa	Anak
CW	Konsentrasi senyawa kontaminan dalam air	mg/l	-	-
SA	Luas permukaan tubuh terkontak	cm ²	1.485	1.815
PC	Permeabilitas Kulit	cm/jam	0.11	0.11

Parameter Analisis Paparan Intake Dermal				
Parameter	Keterangan	Satuan	Dewasa	Anak
AT*	Periode waktu rata-rata	Hari	(27 x 365)	(7 x 365)
AT**	Periode waktu rata-rata	Hari	(30 x 365)	(30 x 365)
CF	Faktor konversi volumetri	1 //1000 m ³	0.001	0.001
EF	Frekuensi paparan	Hari/tahun	365	365
ET*	Durasi paparan	Tahun	27	7
ET**	Durasi paparan	Tahun	30	30
BW	Berat badan	Kg	55	15

* *Realtime*

** *Lifetime*

Sumber: USEPA, 2011

4.6.1. Analisis Paparan Oral Intake Realtime & Lifetime:

Perhitungan oral *intake* dilakukan untuk mengetahui potensi paparan kandungan Phthalate pada air tanah melalui air yang dikonsumsi, kontaminan yang masuk melalui paparan oral langsung tertelan ke dalam tubuh manusia, sehingga diperlukan perhitungan oral *intake* untuk mengetahui potensi berbahaya kontaminan akibat potensi pencemaran senyawa Phthalate di air tanah. Berikut merupakan tabel hasil analisis paparan oral *intake lifetime* dan *realtime* :

Tabel 4. 19 Perhitungan Analisis Paparan Oral Intake *Realtime* dan *Lifetime*

Intake Pemajanan (I) Oral			
Senyawa	Usia	(I) Realtime (mg/kg.hari)	(I) Lifetime (mg/kg.hari)
<i>Dibutyl Phthalate</i>	Anak	0.0000001354	0.0000005077
	Dewasa	0.0000003924	0.0000004442
<i>Diamyl Phthalate</i>	Anak	0.0000016726	0.0000062723
	Dewasa	0.0000048480	0.0000054882
<i>Dicyclohexyl Phthalate</i>	Anak	0.0000010567	0.0000039625
	Dewasa	0.0000030627	0.0000034672

Perhitungan *intake lifetime* dilakukan setelah menghitung nilai *intake realtime*, perbedaan antara kedua paparan tersebut ialah jika *intake realtime* adalah durasi rata- rata lama tinggal responden di lokasi penelitian, yang didapat dari hasil kuesioner dan wawancara yakni 7 tahun bagi golongan usia anak dan 27 tahun bagi dewasa. Sedangkan *intake lifetime* ialah nilai paparan yang telah

ditentukan, pada penelitian ini memakai nilai 30 tahun. Angka durasi paparan *lifetime* yang lebih besar dibanding *realtime* menghasilkan perhitungan yang sama yakni nilai intake *lifetime* lebih besar daripada nilai intake *realtime*.

4.6.2. Analisis Paparan Dermal Intake Realtime

Dilakukan perhitungan dermal intake guna mengetahui potensi paparan kandungan *Phthalate* pada air tanah yang terkontak langsung ke kulit manusia, paparan langsung melalui kulit dapat menimbulkan beberapa efek samping apabila responden sering melakukan paparan berulang, sehingga diperlukan perhitungan dermal intake untuk mengetahui potensi yang dapat membahayakan kulit responden akibat potensi pencemaran senyawa *Phthalate* di air tanah.

Berikut merupakan perhitungan Dermal intake paparan *realtime* untuk golongan anak-anak dan dewasa yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4. 20 Perhitungan Analisis Paparan Dermal Intake Realtime dan Lifetime

<i>Intake Pemajanan (I) Dermal</i>			
Dermal Lifetime	Usia	(I) Realtime (mg/kg.hari)	(I) Lifetime (mg/kg.hari)
<i>Dibutyl Phthalate</i>	Anak	0.00000000000004	0.00000000000017
	Dewasa	0.00000000000008	0.00000000000009
<i>Diamyl Phthalate</i>	Anak	0.00000000000055	0.00000000000205
	Dewasa	0.00000000000097	0.00000000000110
<i>Dicyclohexyl Phthalate</i>	Anak	0.00000000000035	0.00000000000129
	Dewasa	0.00000000000061	0.00000000000069

Dari ringkasan **Tabel 4.20** didapat kesimpulan sama seperti pada intake jalur oral yakni pada nilai intake dermal durasi paparan lifetime memiliki nilai yang lebih besar dari intake durasi paparan realtime ($I_{Dermal\ Lifetime} > I_{Dermal\ Realtime}$), hal ini dipengaruhi pada lifetime memiliki durasi paparan 30 tahun sedangkan pada realtime memiliki durasi paparan 7 tahun bagi golongan anak, dan 27 tahun golongan dewasa. Dalam paparan melalui dermal, metabolisme kulit menjadi kunci dalam penyerapan *phthalate*, jumlah *phthalate* yang meresap pada kulit bergantung pada aktivitas erastase di kulit. Pada

penelitian Kamrin *et al* (2009), selain dapat terpapar melalui mandi, *phthalate* juga memiliki paparan lain seperti pada penelitian Kamrin (2009) terdapat rute paparan yang tidak biasa yakni dari *phthalate* yang terlepas dari mainan plastik anak, dan produk perawatan anak. Selain itu, juga terdapat konsentrasi *phthalate* dalam masker yang 2-3 kali lebih rendah daripada pakaian katun (Li *et al.*, 2019), serta 10-20 kali lebih rendah daripada jeans (Gong *et al.*, 2016). Hal ini dapat disebabkan oleh adsorpsi *phthalate* selama produksi dan penyimpanan pakaian (Li *et al.*, 2019). Kombinasi penggunaan yang luas dan bervariasi dari berbagai rute kontak kulit menyebabkan tingkat *phthalate* yang dapat dideteksi pada manusia dari semua golongan usia.

4.7. Karakteristik Risiko (Risk Characterization)

4.7.1. Risiko Non-karsinogenik

Hasil perbandingan *intake* dengan dosis referensi atau nilai RfD yang diperbolehkan dengan hasil di mana jika *intake* semakin besar maka akan semakin besar pula risiko, hal ini dapat menjadi penentu karakteristik risiko. Untuk memperhitungkan risiko non kanker maka digunakan risiko non kanker (RQ) dan *hazard indeks* (HI) untuk menghitung total risiko non kanker dari semua elemen jenis Phthalate (USEPA, 2004). RfD mengacu pada dosis referensi (mg/kg/hari), nilai RfD salah satunya dapat dilihat pada *Integrated Risk Information System* (IRIS) atau pada jurnal penelitian yang pernah ada. Nilai RfD disajikan pada tabel berikut :

Tabel 4. 21 Nilai RfD Setiap Jenis Parameter

Parameter	Rfd (mg/kg/hari)	Sumber
<i>Dibutyl Phthalate</i> (DBP)	0,100000	(USEPA IRIS, 2011)
<i>Diamyl Phthalate</i> (DAP)	0,2	(Jacobson <i>et al.</i> , 2009)
<i>Dicyclohexyl Phthalate</i> (DCHP)	0,25	(ECHA, 2020)

Dari Tabel 4.21 nilai RfD dipakai untuk mencari nilai RQ gabungan dari *intake* oral dan dermal durasi pajanan *realtime* dan *lifetime*. Ringkasan hasil

distribusi untuk nilai RQ pajanan *realtime*, dan *lifetime* sesuai golongan usia disajikan pada **Tabel 4. 22** :

Tabel 4. 22 Analisis Perhitungan Risiko Nonkanker *Intake Realtime* dan *Intake Life*

Karakterisasi Risiko (RQ)			
Senyawa	Usia	(RQ) Realtime	(RQ) Lifetime
<i>Dibutyl Phthalate</i>	Anak	1.E-06	5.E-07
	Dewasa	4.E-06	4.E-07
<i>Diamyl Phthalate</i>	Anak	8.E-06	6.E-06
	Dewasa	2.E-05	5.E-06
<i>Dicyclohexyl Phthalate</i>	Anak	4.E-06	4.E-06
	Dewasa	1.E-05	3.E-06
HI	Anak	1.E-05	1.E-05
	Dewasa	4.E-05	9.E-06

Hasil nilai RQ merupakan hasil yang dihasilkan dari gabungan *intake* pajanan oral dan dermal, nilai RQ dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni durasi pajanan, laju kontak, dan usia responden. Seperti yang terlihat dari hasil perhitungan **Tabel 4.22**.Terjadi perbedaan pada durasi pajanan *intake realtime* dan *lifetime*, di mana *intake realtime* memiliki nilai RQ yang lebih besar pada usia dewasa dibanding usia anak, sedangkan pada *intake lifetime* nilai RQ tertinggi ada pada golongan usia anak. Nilai RQ *realtime* pada golongan usia dewasa bisa lebih tinggi karena usia dewasa memiliki nilai pajanan yang lama yakni 27 tahun dibanding anak yang hanya 7 tahun, yang artinya pajanan yang akan diterima oleh golongan usia dewasa semakin besar. Pada *intake lifetime*, nilai RQ golongan usia anak lebih tinggi dibanding dewasa karena kedua golongan usia ini memiliki durasi paparan yang sama yakni 30 tahun, tetapi terjadi perbedaan berat badan pada usia anak yang memiliki nilai lebih kecil yakni 21 kg, sehingga dengan memiliki durasi paparan yang sama, tetapi memiliki berat badan yang lebih kecil maka tubuh akan lebih berisiko dan rentan dalam menerima pajanan yang besar.

Kemudian, didapat bahwa untuk *Dibutyl Phthalate* (DBP), *Diamyl Phthalate* (DAP), dan *Dicyclohexyl Phthalate* (DCHP) pada pajanan *realtime* dan *lifetime* memiliki nilai RQ < 1, maka dapat disimpulkan tidak ada responden (0%)

responden yang memiliki nilai $RQ > 1$ atau tidak ada yang melebihi ambang batas. Dari hasil ini menandakan bahwa nilai RQ dari semua golongan usia tidak menimbulkan efek kesehatan non karsinogenik, sehingga untuk durasi paparan 365 hari/tahun hingga 27 tahun pada orang dewasa dan untuk frekuensi paparan 365 hari/tahun hingga 6 tahun pada anak-anak dapat dikatakan **aman** dan **tidak berisiko**. Tetapi, walau hasil perhitungan menunjukkan Nilai $RQ < 1$ atau tidak melebihi ambang batas, hal ini tetap akan mengancam kesehatan manusia apabila akan terakumulasi di tubuh manusia.

Dari hasil analisis HI menunjukkan bahwa untuk golongan anak – anak dan dewasa pada semua sampel memiliki nilai $HI < 1$, sehingga dapat dikatakan bahwa pada semua sampel untuk golongan usia anak dan dewasa tidak memiliki risiko non karsinogenik.

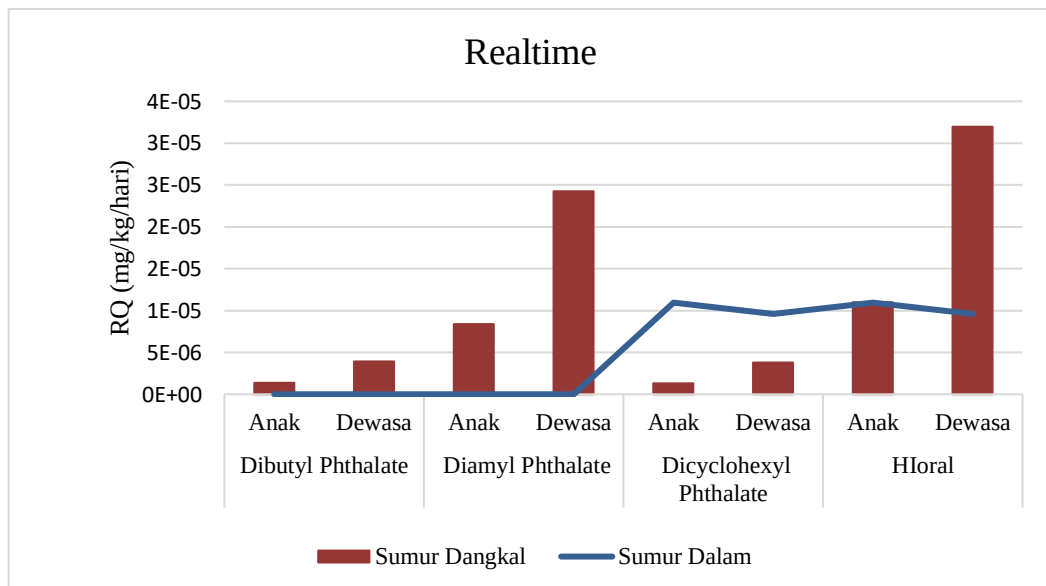
4.7.2. Analisis Risiko Non-karsinogenik di Air Tanah pada Sumur Dangkal dan Sumur Dalam

Analisis risiko non-karsinogenik pada sumur dangkal dan sumur dalam diperlukan guna mengetahui adanya perbedaan risiko pada sumur dangkal dan sumur dalam dengan memperhitungkan risiko non – karsinogenik (RQ) dan *hazard indeks* (HI) yang disajikan pada tabel berikut ini :

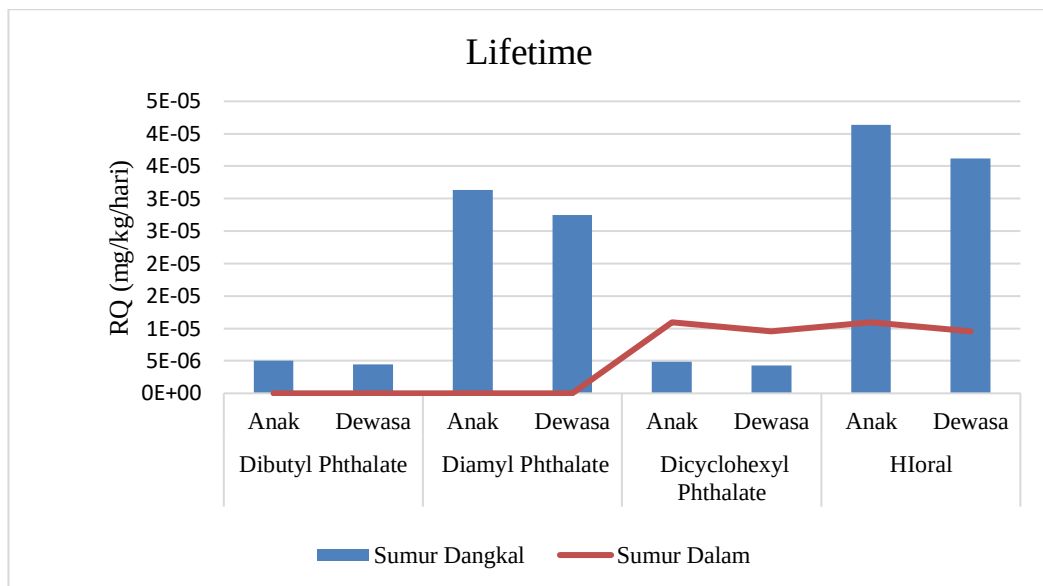
Tabel 4. 23 Analisis Perhitungan Risiko Nonkanker pada Sumur Dangkal dan Sumur Dalam

Senyawa	Usia	Karakterisasi Risiko (RQ)			
		(RQ) <i>Realtime</i>		(RQ) <i>Lifetime</i>	
		Sumur Dangkal	Sumur Dalam	Sumur Dangkal	Sumur Dalam
<i>Dibutyl Phthalate</i>	Anak	1.4.E-06	0	5.1.E-06	0
	Dewasa	3.9.E-06	0	4.4.E-06	0
<i>Diamyl Phthalate</i>	Anak	8.4.E-06	0	3.1.E-05	0
	Dewasa	2.4.E-05	0	2.7.E-05	0
<i>Dicyclohexyl Phthalate</i>	Anak	1.3.E-06	1.1.E-05	4.9.E-06	1.1.E-05
	Dewasa	3.8.E-06	9.6.E-06	4.3.E-06	9.6.E-06
HI	Anak	1.1.E-05	1.1.E-05	4.1.E-05	1.1.E-05
	Dewasa	3.2.E-05	9.6.E-06	3.6.E-05	9.6.E-06

Sejak awal, nilai konsentrasi *Phthalate* yang terbaca pada sampel sudah rendah, sehingga untuk pajanan melalui air minum tidak menimbulkan risiko terkait dengan asupan *Phthalate* karena dosis rata-rata *Phthalate* semuanya di bawah dosis referensi (**Tabel 4.23**). Dengan dosis harian rata-rata maksimum (0,1 mg/kg) untuk *Diamyl Phthalate*, (0,2 mg/kg) untuk *Diamyl Phthalate*, dan (0,25 mg/kg) untuk *Dicyclohexyl Phthalate*, nilai RQ sumur dangkal dan sumur dalam ketiga senyawa masih jauh di bawah dosis referensi yang sudah ditentukan. Meskipun pajanan masih dalam batas aman, tetapi menurut Wang *et al.* (2015) pengolahan air minum secara tradisional tidak menghilangkan polutan ini, salah satu alasannya karena pada ketiga senyawa ini memiliki titik didih 200°C – 350 °C, sedangkan air minum memiliki titik didih 100 °C apabila dimasak, hal ini tidak melebihi angka titik didih *Phthalate*. Sehingga, bagi sumber pajanan yang sudah dimasak tidak akan memiliki nilai berbeda dengan pajanan yang belum dimasak karena *phthalate* tidak akan menguap, sehingga dapat disimpulkan risiko bagi air yang sudah dimasak dengan sebelum dimasak tidak berbeda.



Gambar 4. 12 Hasil Perhitungan Risiko Nonkanker Durasi *Realtime*
(sumber: olah pribadi, 2022)



Gambar 4. 13 Grafik Hasil Perhitungan Risiko Nonkanker pada Durasi *Lifetime* (sumber: olah pribadi, 2022)

Dapat dilihat dari grafik pada **Gambar 4.12 - Gambar 4.13** antara nilai RQ *realtime* dan RQ *lifetime* memiliki persamaan yakni nilai RQ senyawa *Dicyclohexyl Phthalate* (DCHP) pada sumur dalam memiliki nilai yang lebih tinggi dibanding sumur dangkal, hal ini dapat dikarenakan kebanyakan sumur dalam memiliki sumur tertutup yang mengalirkan air dengan pompa melalui pipa, di mana pipa terbuat dari PVC yang terbuat dari *Plasticizer* dari bahan salah satunya DCHP, sehingga nilai RQ DCHP lebih tinggi dalam air sumur dalam memiliki kemungkinan disebabkan kontaminasi oleh bahan pipa selama proses distribusi air seperti yang dikemukakan oleh Wang et al, (2015) bahwa *Phthalate* dapat bermigrasi dari pipa yang terbuat dari bahan sintetis yang dialiri air terus menerus. sedangkan pada nilai RQ *realtime* dan *lifetime* semua golongan usia pada senyawa *Dibutyl Phthalate*, dan *Diamyl Phthalate*, semuanya menunjukkan nilai RQ pada sumur dangkal lebih tinggi dibanding pada sumur dalam, hal ini dipengaruhi oleh faktor kedalaman sumur yang sudah dianalisa sebelumnya bahwa kedalaman sumur memiliki hubungan yang cukup kuat terhadap

keberadaan *phthalate* di mana semakin dangkal sumur makan semakin tinggi kadar *phthalate* dalam air tanah.

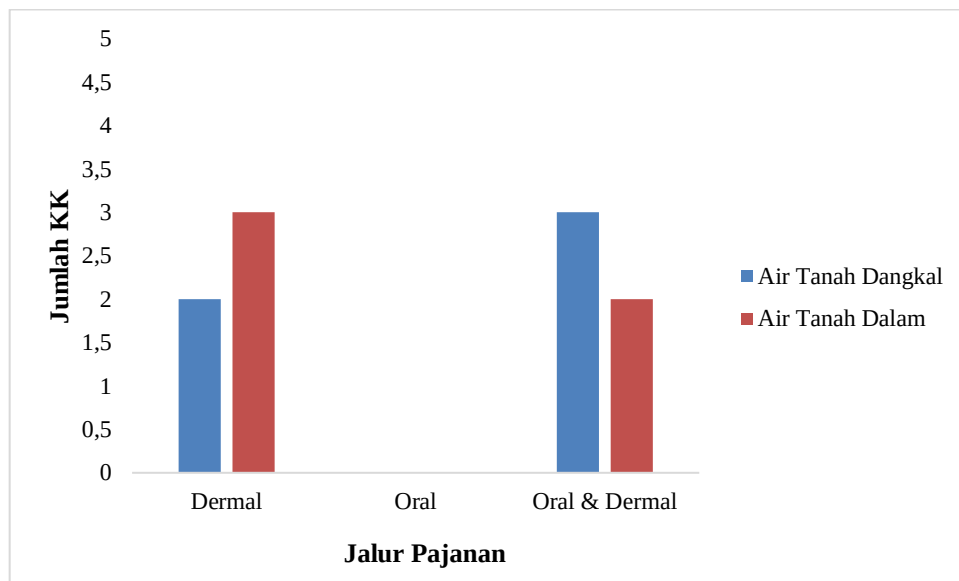
4.7.3. Risiko Karsinogenik

Risiko karsinogenik merupakan risiko dimana seseorang dapat berpotensi terkena kanker dalam hidupnya dikarenakan terpapar polutan yang memiliki potensi karsinogenik. Pada penelitian ini perhitungan ECR tidak dilakukan pada intake oral karena tidak didapatkannya referensi nilai *SF (Slope Factor)*. Tetapi, dari perhitungan intake, tetap dapat dikatakan bahwa pada intake oral dan dermal memiliki risiko karsinogenik yang masih tergolong **aman**, hal ini karena nilai *intake* dermal memiliki hasil yang lebih kecil dibanding nilai *intake* oral ($I_{\text{Dermal}} < I_{\text{Oral}}$).

4.8. Manajemen Risiko

Manajemen risiko pada penelitian dilakukan agar mempertahankan nilai $RQ < 1$ dan nilai $ECR < 10^{-4}$ dengan beberapa cara seperti mengurangi lama tinggal (ET) pajanan responden, mengurangi kontak pajanan senyawa berbahaya, dan mengurangi frekuensi lama tinggal (EF) responden. Manajemen risiko mengacu pada belum banyaknya masyarakat yang mengetahui mengenai senyawa *Phthalate* serta bahayanya, terutama air sumur yang dijadikan sumber air utama bagi responden untuk konsumsi maupun kegiatan sehari-hari seperti mandi, dan mencuci.

Jalur pajanan bisa menjadi salah satu pertimbangan dalam manajemen risiko yakni dengan mengurangi laju kontak (mg/l) untuk pajanan melalui oral (air minum), dan mengurangi kontak kulit dalam penggunaan air, yang mungkin mengandung senyawa *Phthalate*. Pada gambar dibawah ini menyajikan grafik pembagian jalur pajanan oral, dermal, dan oral dermal, yakni sebagai berikut :



Gambar 4. 14 Grafik Hasil Perhitungan Risiko Nonkanker pada Sumur Dangkal (sumber: olah pribadi, 2022)

Pada **Gambar 4.15** disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antara konsumsi dermal, oral, dan oral & dermal. Hal ini karena terdapat beberapa alasan yang mendasari terjadinya perbedaan konsumsi diantaranya faktor ekonomi dan sosial. Keseluruhan air tanah pada sumur dangkal dan sumur dalam tidak terdapat jalur paparan melalui oral saja. Kemudian, untuk jalur paparan melalui dermal, angka tertinggi terjadi pada sumur dalam, hal ini dikarenakan, dari hasil observasi dan wawancara lokasi penelitian, ada 2 KK yang memiliki sumur dangkal juga memiliki sumber air lainnya, sehingga sumur dangkal hanya digunakan sebagai sumber mencuci, menyiram tanaman, dan kegiatan nondermal lainnya. Sedangkan, untuk jalur paparan melalui dermal & oral tertinggi ada pada sumur dangkal karena rata-rata pemilik sumur dalam atau sumur bor tergolong memiliki faktor ekonomi yang menengah hingga keatas sehingga untuk kebutuhan air minum dan memasak lebih memilih mengeluarkan biaya untuk membeli air galon.

Pada penelitian ini manajemen risiko dilakukan dengan pendekatan secara ekonomi dan sosial. Dimulai dari pemerintah sebagai perumus dan pemangku kebijakan harus memberikan langkah-langkah berkelanjutan untuk pembuangan sampah alih-alih membiarkan ekosistem rusak akibat pembuangan

sampah dan limbah tidak pada tempat seharusnya dan menempatkan penduduk ke dalam risiko kesehatan yang terkait dengan Phthalate dalam air. Kemudian, dari pemerintah turun ke produsen atau pihak perusahaan secara terbuka harus memberikan penilaian keamanan *phthalate* dalam produk dengan temuan ilmiah terbaru dan mempertimbangkan dosis dan efek kumulatif dari paparan beberapa jenis *phthalate* dengan mekanisme umum dan titik akhir kesehatan. Produsen juga bisa melakukan penggantian bahan baku pembuatan dengan *plasticizer* baru yang memiliki toksisitas rendah, selain itu pihak produsen juga dapat menunjukkan dengan jelas semua produk yang mengandung *phthalate* pada label mereka yang dapat dibaca dengan mudah sebelum membeli. perlu dilakukan juga penyuluhan sebagai bentuk penyadaran kepada masyarakat terhadap potensi ancaman produk yang mengandung PAE dan perlunya membuang sampah secara berkelanjutan secara ramah lingkungan, pada tempat pembuangan yang tepat daripada menggunakan sungai dan lahan kosong sebagai sarana pembuangan sampah yang murah. Hal lain yang bisa dilakukan dengan peningkatan efisiensi penggunaan plastik dan daur ulang sampah plastik, hal-hal di atas yang sudah disebutkan dapat menjadi strategi manajemen risiko yang baik dan mendasar untuk mengendalikan PAE secara spasial dan temporal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil pengujian 10 sampel air tanah, didapat bahwa terdapat 3 Senyawa *Phthalate* yang terbaca yakni sebagai berikut :
 - a. *Dibutyl Phthalate* pada sampel 3 (0,0107 ppb).
 - b. *Diamyl Phthalate* pada sampel 2 (0,1317 ppb).
 - c. *Dicyclohexyl Phthalate* pada sampel 5 (0,0176 ppb), sampel 6 (0,0158 ppb), sampel 7 (0,0240 ppb), sampel 8 (0,0127 ppb), sampel 9 (0,0130 ppb).

Dengan faktor-faktor yang mempengaruhi keberadaan *phthalate* pada penelitian ini ialah jenis tanah, air permukaan, parameter pH yang dengan korelasi cukup, parameter suhu dengan korelasi yang kuat, jarak sumber pencemar dengan korelasi kuat pada sumur dangkal, dan kedalaman sumur memiliki korelasi yang cukup.

2. Hasil perhitungan analisis tingkat risiko, terdiri dari dua tahapan perhitungan yakni perhitungan intake *realtime*, dan intake *lifetime* dari pajanan melalui dermal (kulit) dan oral (air minum) didapati bahwa untuk *Dibutyl Phthalate*, *Diamyl Phthalate*, *Dicyclohexyl Phthalate*, untuk golongan usia anak dan dewasa dapat dikatakan **aman** atau belum menimbulkan risiko non karsinogenik maupun risiko karsinogenik untuk frekuensi pajanan *realtime* atau *lifetime*.

5.2. Saran

Berikut ini merupakan saran untuk penelitian selanjutnya :

1. Sampel air yang digunakan menjadi 1 liter agar lebih banyak senyawa *phthalate* yang akan terikat saat ekstraksi SPE.
2. Dilakukan modifikasi metode pada pengujian dan pembacaan GC-MS karena membuat grafik kalibrasi yang baik adalah menggunakan

konsentrasi larutan standar dibawah 100 ppb sedangkan pada penelitian ini dipakai konsentrasi <100 ppb.

3. Diharapkan pembacaan GC-MS memakai metode SIM, di mana senyawa yang akan dibaca langsung dikunci otomatis, sehingga tidak manual mencari RT dan *peak area*.
4. Pada penelitian ini hanya menghitung nilai intake pada golongan anak-anak dan dewasa. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menghitung nilai risiko pada usia balita, manula, dan lansia.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Abtahi, M. (2019) **'Health risk of phthalates in water environment: Occurrence in water resources, bottled water, and tap water, and burden of disease from exposure through drinking water in tehran, Iran'**, Environmental Research, 173(January), pp. 469–479.
- Alimi, O.S., Budarz, J.F., Hernandez, L.M., Tufenkji, N., (2018). **Microplastics and nanoplastics in aquatic environments: aggregation, deposition, and enhanced contaminant transport.** Environ. Sci. Technol. 52, 1704–1724.
- Annamalai, J., & Namasivayam, V. (2017). **Determination of effect of pH and storage temperature on leaching of phthalate esters from plastic containers by ultrasound-assisted dispersive liquid–liquid micro-extraction.** Journal of Food Measurement and Characterization, 11(4), 2222-2232.
- AS/NZS 4360. (2004). **Australian/New Zealand Standard Risk Management**
- Azis, T. (2019) **'Upaya Pemerintah Kabupaten Sleman Untuk Mengurangi Penggunaan Kantong Plastik Di Pasar Tradisional Tahun 2018'**, Jurnal Universitas Muhammadiyah, (May).
- Badan Standarisasi Nasional 1992, **SNI 03- 2916-1992 Tentang Spesifikasi Sumur Gali untuk Sumber Air Bersih, Jakarta.**
- Chamas, A., Moon, H., Zheng, J., Qiu, Y., Tabassum, T., Jang, J. H., ... & Suh, S. (2020). **Degradation rates of plastics in the environment.** ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 8(9), 3494-3511.
- 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, 139-146.
- ECHA. (2020b) . **Dicyclohexyl phthalate, Toxicological Summary.** European Chemicals Agency, Helsinki, Finland. <https://echa.europa.eu/fi/registration-dossier/-/registered-dossier/13726/7/1> diakses 29 Juli 2022
- 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 Ethiopie River system,**

- Delta State, Nigeria. Journal of Applied Sciences and Environmental Management**, 20(3), 608-614.
- EnHelath. (1992). **Environmental Health Risk Assassement In: Health**, E. (Ed). Geneva: WHO
- Fajri, Imam; Sakur, M. W. W. (2013) **‘Potensi Air Tanah Dangkal Daerah’**, Prosiding Seminar Nasional Kebumian Ke-6 Teknik Geologi Universitas Gadjah Mada, pp. 11–12.
- Fauzi, M. (2016). **Prarancangan Pabrik Diamil Pthalat Dari Amil Alkohol Dan Pthalic Anhidrid Dengan Kapasitas 45.000 Ton/Tahun** (Doctoral Dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Feng, Y.-X., Feng, N.-X., Zeng, L.-J., Chen, X., Xiang, L., Li, Y.-W., Cai, Q.-Y., Mo, C.-H., (2020). **Occurrence and human health risks of phthalates in indoor air of laboratories**. Sci. Total Environ. 707, 135609.
- Gong, M., Weschler, C. J., & Zhang, Y. (2016). **Impact of clothing on dermal exposure to phthalates: observations and insights from sampling both skin and clothing**. Environmental Science & Technology, 50(8), 4350-4357.
- Hendrayana, H., & Vicente, V. A. D. S. (2013, December). **Cadangan Airtanah Berdasarkan Geometri dan Konfigurasi Sistem Akuifer Cekungan Airtanah Yogyakarta-Sleman**. In Prosiding Seminar Nasional Kebumian Ke-6 (pp. 356-370).
- 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.
- Ilmiah, M. (2018) **‘Konservasi Sumberdaya Air Tanah di Wilayah Ngaglik Sleman’**, Geo Media: Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian, 16(2), pp. 59–70. doi: 10.21831/gm.v16i2.25202
- International Pro-gramme on Chemical Safety (IPCS), 2004. Risk Assessment Termonology. Pada tanggal 9 Juli 2022. Pukul 21.45 WIB.
- International Pro-gramme on Chemical Safety (IPCS). (2010). **Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards**. In: WHO (ed.). Ottawa, Canada: IOMC (Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals) Pada tanggal 9 Juli 2022. Pukul 23.45 WIB.
- Jacobson, M. H. et al. (2009) **‘Thyroid Function among Michigan Adults Several Decades after the 1973 – 1974 PBB Contamination of Livestock Feed’**, Environmental Health Perspectives.
- Jobling, S., Reynolds, T., White, R., Parker, M. G., & Sumpter, J. P. (1995). **A variety of environmentally persistent chemicals, including some**

- phthalate plasticizers, are weakly estrogenic.** Environmental health perspectives, 103(6), 582-587.
- Jonathan Sarwono, **Statistik Itu Mudah: Panduan Lengkap untuk Belajar Komputasi Statistik Menggunakan SPSS 16** (Yogyakarta: Penerbit Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 2009).
- Kamrin, M. A. (2009). **Phthalate risks, phthalate regulation, and public health: a review.** Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B, 12(2), 157-174.
- Katekar, V. P., Rao, A. B., & Sardeshpande, V. R. (2022). **A cleaner and ecological rosewater production technology based on solar energy for rural livelihood.** Cleaner and Circular Bioeconomy, 2, 100022.
- Keizer-Schrama SD, Main KM, Swan S, Foster P, Jensen AA (2006) **Possible impact of phthalates on infant reproductive health - discussion.** Int J Androl 29(1):180-180.
- 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, 115643.
- Kristanto, W. A. D., & Indrawan, I. G. B. (2018). **Karakteristik Geologi Teknik Daerah Prambanan Dan Sekitarnya, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.** Jurnal KURVATEK, 3(2), 21-29.
- Lee, Y. M., Lee, J. E., Choe, W., Kim, T., Lee, J. Y., Kho, Y., ... & Zoh, K. D. (2019). **Distribution of phthalate esters in air, water, sediments, and fish in the Asan Lake of Korea.** Environment International, 126, 635-643.
- Li, F., Liu, Y., Wang, D., Zhang, C., Yang, Z., Lu, S., & Wang, Y. (2018). **Biodegradation of di-(2-ethylhexyl) phthalate by a halotolerant consortium LF.** PloS one, 13(10), e0204324.
- Li, H. L., Ma, W. L., Liu, L. Y., Zhang, Z., Sverko, E., Zhang, Z. F., ... & Li, Y. F. (2019). **Phthalates in infant cotton clothing: Occurrence and implications for human exposure.** Science of the Total Environment, 683, 109-115.
- Liu, W. (2008) **‘Determination of Sub-ppb Level of Phthalates in Water by Auto-SPME and GC-MS Application’**, Agilent Technologies, Inc., pp. 1–4.
- Louvar FL and Louvar BD (1998) **Health and Enviroment Risk Analysis Volume 2.** New Jersey:Pretince Hall PTR
- Liu, H., Liang, Y., Zhang, D., Wang, C., Liang, H., & Cai, H. (2010). **Impact of MSW landfill on the environmental contamination of phthalate esters.** Waste Management, 30(8-9), 1569-1576.

- Lu, H., Mo, C. H., Zhao, H. M., Xiang, L., Katsoyiannis, A., Li, Y. W., ... & Wong, M. H. (2018). **Soil contamination and sources of phthalates and its health risk in China: a review**. *Environmental research*, 164, 417-429.
- Luo, Q., Liu, Z. H., Yin, H., Dang, Z., Wu, P. X., Zhu, N. W., ... & Liu, Y. (2018). **Migration and potential risk of trace phthalates in bottled water: A global situation**. *Water research*, 147, 362-372.
- Lowell Center for Sustainable Production. (2011). **Phthalates and their alternatives: health and environmental concerns**. Technical Briefing.
- Lv, Y., Fang, Y., Chen, P., Duan, Y., Huang, T., Ma, L., ... & Ge, R. S. (2019). **Dicyclohexyl phthalate blocks Leydig cell regeneration in adult rat testis**. *Toxicology*, 411, 60-70.
- Mulasari, S. A. (2013) **‘Hubungan Tingkat Pengetahuan Dan Sikap Terhadap Perilaku Masyarakat Dalam Mengolah Sampah Di Dusun Padukuhan Desa Sidokarto Kecamatan Godean Kabupaten Sleman Yogyakarta’**, *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Journal of Public Health)*, 6(3).
- Nasional, Badan Standarisasi. (2008). SNI 6989.58-2008 tentang **Metode Pengambilan Contoh Air tanah**. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, 16p.
- NICNAS (National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme). (2008) **Dicyclohexyl phthalate. Existing chemical hazard assessment report**. National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme. Australian Government. Available online at <http://www.nicnas.gov.au/Publications/CAR/Other/DEP%20hazard%20assessment.pdf> diakses 9 Agustus 2022
- Nicole Jung-Eun Kim, Victoria Breckwich Vásquezc, Elizabeth Torrese, R. M., Bud Nicola, and C. K. and Hshieh, Tammy T. (2017) **‘HHS Public Access’, Physiology & behavior**, 176(3), pp. 139–148. doi: 10.1016/j.envpol.2018.01.106.The.
- Nitschke, L. et al. (2017) **‘Phthalates - Method for the determination of nine phthalates in workplace air using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) [Air Monitoring Methods, 2017]’**, The MAK-Collection for Occupational Health and Safety, (July), pp. 1382–1400.
- Ramli, S. 2010. **Manajemen Risiko : Dalam perspektif K3 OHS Risk Management**. Jakarta : Dian Rakyat
- Santana, J., Giraudi, C., Marengo, E., Robotti, E., Pires, S., Nunes, I., & Gaspar, E. M. (2014). **Preliminary toxicological assessment of phthalate esters from drinking water consumed in Portugal**. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(2), 1380-1390.
- Serodio P., Nogueira J. M. F., (2006) **Considerations on ultra-trace analysis of phthalates in drinking water**. *Water Research* 40:2572–2582.

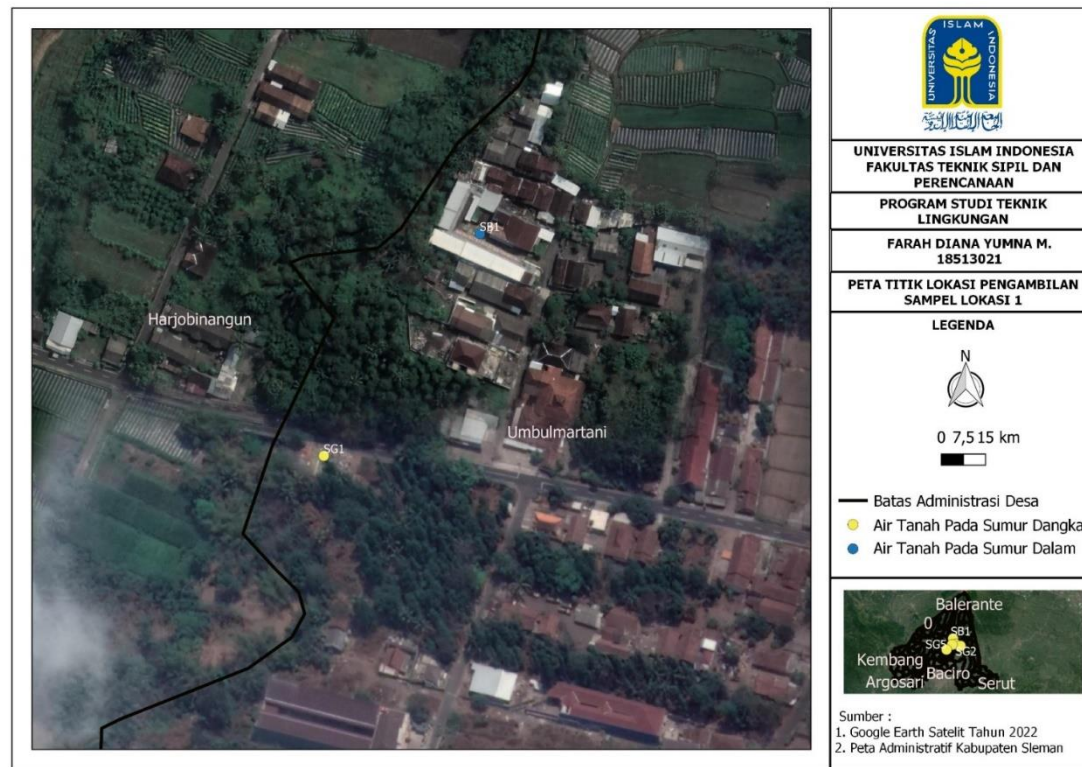
- Shoshtari-Yeganeh, B., Zarean, M., Mansourian, M., Riahi, R., Poursafa, P., Teiri, H., Rafiei, N., Dehdashti, B., Kelishadi, R., (2019). **Systematic review and meta analysis on the association between phthalates exposure and insulin resistance.** Environ. Sci. Pollut. Res. 26, 9435e9442.
- Torres, N. I., Yu, X., Padilla, I. Y., Macchiavelli, R. E., Ghasemizadeh, R., Kaeli, D., ... & Alshawabkeh, A. N. (2018). **The influence of hydrogeological and anthropogenic variables on phthalate contamination in eogenetic karst groundwater systems.** Environmental Pollution, 237, 298-307.
- USEPA. (2004). **Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment).** Washington, DC, USA: EPA/540/R/99/005. OSWER 9285. 7-02EP PB99-963312.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency). (2011). **Exposure factors handbook 2011 edition (Final report).** Washington (DC): USEPA. <http://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deidD236252>.
- 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.
- Putra, M. G. (2018). **Pemetaan Lokasi Pembuangan Sampah Ilegal Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) di kawasan Perkotaan Kabupaten Sleman.**
- Rahman, A., Hartono, B., Adi, H. K., Hermawati, E., & Setiakarnawijaya, Y. (2004). **Analisis Kualitas Lingkungan Modul KML22420.**
- Rahman, M. F., Yanful, E. K., & Jasim, S. Y. (2009). **Occurrences of endocrine disrupting compounds and pharmaceuticals in the aquatic environment and their removal from drinking water: Challenges in the context of the developing world.** Desalination, 248(1-3), 578-585.
- Riyanto, (2014). **Validasi & Verifikasi Metode Uji Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi.** Deepublish
- Van Der Horst, W. (2006). **Occurrence and removal of pharmaceuticals and endocrine disrupting compounds (edc's) from drinking water.** In Water Quality Technology Congress (pp. 1-19). AWWA.
- Vethaak AD, Lahr J, Schrap SM, Belfroid AC, Rijs GBJ, Gerritsen A, Boer J, Bulder AS, Grinwis GCM, Kuiper RV (2005) **An integrated assessment of estrogenic contamination and biological effects in the aquatic environment of the Netherlands.** Chemosphere 59(4):511-524.

- Wanner, P. (2021). **Plastic in agricultural soils—A global risk for groundwater systems and drinking water supplies?—A review.** Chemosphere, 264, 128453.
- Wang, X., Lou, X., Zhang, N., Ding, G., Chen, Z., Xu, P., ... & Qiu, X. (2015). **Phthalate esters in main source water and drinking water of Zhejiang Province (China): distribution and health risks.** Environmental Toxicology and Chemistry, 34(10), 2205-2212.
- Zhang, D., Liu, H., Liang, Y., Wang, C., Liang, H., & Cai, H. (2009). **Distribution of phthalate esters in the groundwater of Jiangnan plain, Hubei, China.** Frontiers of Earth Science in China, 3(1), 73-79.
- 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.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Air Tanah







**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN**

**PROGRAM STUDI TEKNIK
LINGKUNGAN**

**FARAH DIANA YUMNA M.
18513021**

**PETA TITIK LOKASI PENGAMBILAN
SAMPEL LOKASI 3**

LEGENDA



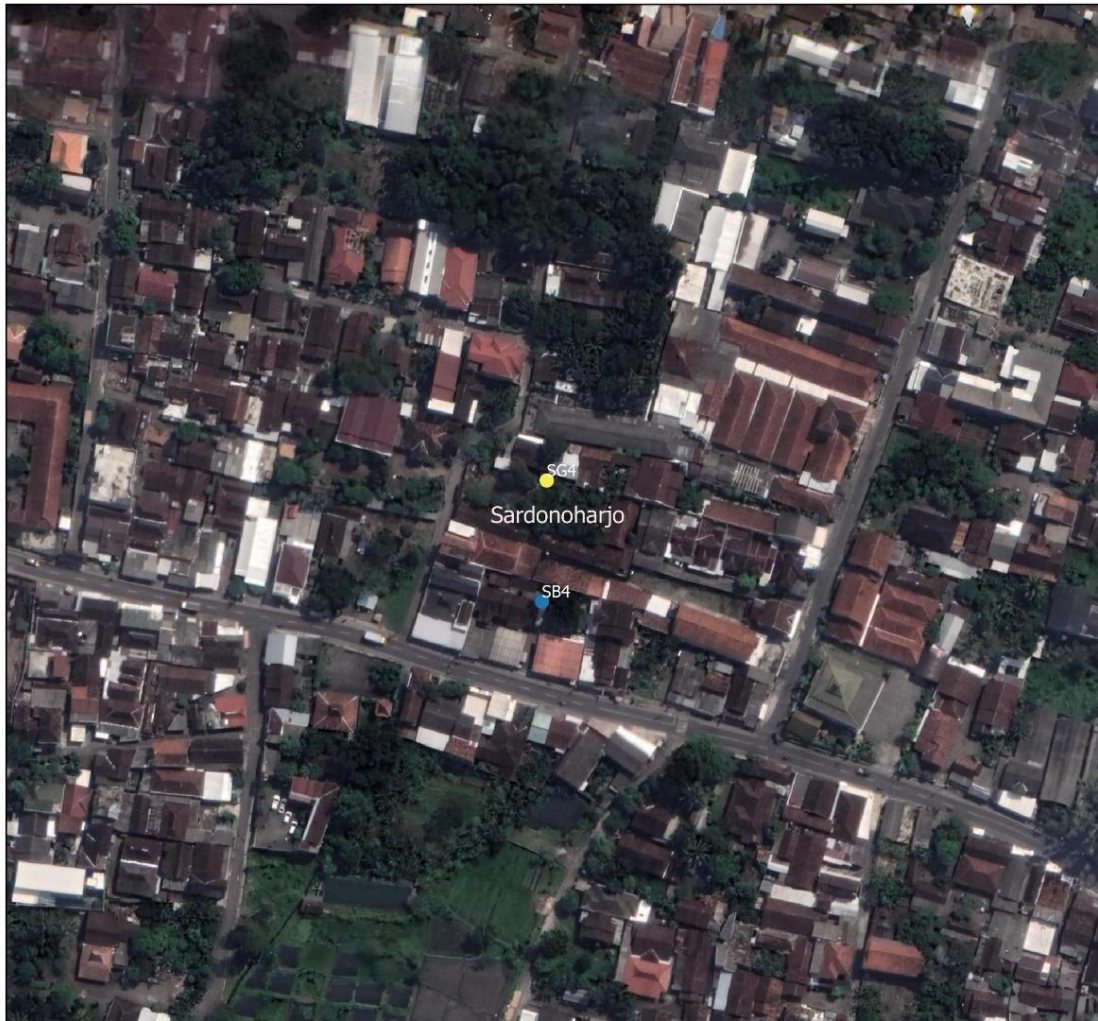
0 7,5 15 km



- Air Tanah Pada Sumur Dangkal
- Air Tanah Pada Sumur Dalam



Sumber :
1. Google Earth Satelit Tahun 2022
2. Peta Administratif Kabupaten Sleman



**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN**

**PROGRAM STUDI TEKNIK
LINGKUNGAN**

**FARAH DIANA YUMNA M.
18513021**

**PETA TITIK LOKASI PENGAMBILAN
SAMPEL LOKASI 4**

LEGENDA



0 7,5 15 km



- Air Tanah Pada Sumur Dangkal
- Air Tanah Pada Sumur Dalam



Sumber :
1. Google Earth Satelit Tahun 2022
2. Peta Administratif Kabupaten Sleman



**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN**

**PROGRAM STUDI TEKNIK
LINGKUNGAN**

**FARAH DIANA YUMNA M.
18513021**

**PETA TITIK LOKASI PENGAMBILAN
SAMPEL LOKASI 5**

LEGENDA



0 7,5 15 km



- Batas Administrasi Desa
- Air Tanah Pada Sumur Dangkal
- Air Tanah Pada Sumur Dalam



Sumber :
1. Google Earth Satelit Tahun 2022
2. Peta Administratif Kabupaten Sleman

Lampiran 2. Data Konsentrasi dan Peak Area Kurva Kalibrasi Larutan Standar

Data Konsentrasi dan Peak Area Kurva Kalibrasi Larutan Standar Dimethyl phthalate

Dimethyl phthalate	
Konsentrasi (ppb)	Peak Area
1000	46267.72
2000	156858.29
20000	934048.26
40000	2088617.17

Data Konsentrasi dan Peak Area Kurva Kalibrasi Larutan Standar Diethyl Phthalate

Diethyl Phthalate	
Konsentrasi (ppb)	Peak Area
1000	37480.36
2000	144745.28
20000	886598.91
40000	1977608.84

Data Konsentrasi dan Peak Area Kurva Kalibrasi Larutan Standar Dibutyl Phthalate

Dibutyl Phthalate	
Konsentrasi (ppb)	Peak Area
2000	281157.44
20000	1475698.16
40000	3069490.59

Data Konsentrasi dan Peak Area Kurva Kalibrasi Larutan Standar Diamyl Phthalate

Diamyl Phthalate	
Konsentrasi (ppb)	Peak Area
2000	270325.03
20000	1490187.89
40000	3114220.59

Data Konsentrasi dan Peak Area Kurva Kalibrasi Larutan Standar Benzyl butyl Phthalate

Benzyl buty Phthalate	
Konsentrasi (ppb)	Peak Area
2000	25447.87
20000	495499.1
40000	1182649.6

Data Konsentrasi dan Peak Area Kurva Kalibrasi Larutan Standar Dicyclohexyl Phthalate

Dicyclohexyl Phthalate	
Konsentrasi (ppb)	Peak Area
2000	127971.92
20000	971637.44
40000	2155293.79

Data Konsentrasi dan Peak Area Kurva Kalibrasi Larutan Standar Phthalic acid, di(4-methylpent-2-yl) ester

Phthalic acid, di(4-methylpent-2-yl) ester	
Konsentrasi (ppb)	Peak Area
2000	10926.66
20000	296,411
40000	803997.44
Phthalic Acid, di(2-propylpentyl) ester	
Konsentrasi (ppb)	Peak Area
2000	150260.73
20000	1405414.81
40000	2314753.42

Lampiran 3. Kuesioner

<p>RAHASIA HANYA UNTUK PENELITIAN</p>		<p>KUESIONER</p>
--	---	-------------------------

A. PETUNJUK UMUM PENGISIAN KUESIONER

1. Bacalah setiap pertanyaan dan jawaban dengan seksama
2. Jawablah pertanyaan dengan benar dan sesuai keadaan yang dialami
3. Kuesioner yang telah diisi lengkap dipastikan berisi informasi yang benar
4. Lingkari dan tuliskan jawaban yang sesuai
5. Seluruh jawaban dari kuesioner ini bersifat rahasia hanya untuk kepentingan penelitian

B. IDENTITAS RESPONDEN

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Nama (Kepala keluarga)	
2	Alamat	
3	Umur	Tahun
4	Berat Badan	Kg
5	Tinggi Badan	cm
6	Pekerjaan	
7	Jumlah Keluarga (penghuni rumah)	Orang
8	Nama istri	
9	Umur	Tahun
10	Berat Badan	Kg
11	Tinggi Badan	cm
12	Nama anak perempuan	
13	Umur	Tahun
14	Berat Badan	Kg
15	Tinggi Badan	cm

16	Nama anak laki-laki	
17	Umur	Tahun
18	Berat Badan	Kg
19	Tinggi Badan	cm

C. POLA AKTIVITAS DAN KONSUMSI

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Sejak kapan (tahun) anda tinggal di daerah ini?	Tahun
2	Sumber air bersih yang digunakan?	a. Air sumur gali b. Air sumur bor c. Air sungai d. PDAM e. Air hujan f. Lainnya...
3	Untuk kegiatan apa saja sumber air sumur digunakan?	a. Minum b. Masak c. Mencuci d. Mandi
4	Bagaimana kualitas air yang digunakan?	a. Berlumut b. Berwarna c. Bau d. Berasa e. Lainnya...
5	Bagaimana kuantitas air yang digunakan?	a. Melimpah b. Kering
6	Proses apa sajakah yang anda lakukan sebelum mengkonsumsi air?	a. Dimasak terlebih dahulu b. Langsung dikonsumsi c. Adanya proses kegiatan penyaringan d. Ditampung e. Proses lainnya...
7	Berapakah jumlah konsumsi air yang digunakan?	a. Sebagai kebutuhan masak? b. Sebagai kebutuhan minum? c. Sebagai kebutuhan mandi? d. Sebagai kebutuhan pencucian? e. Kebutuhan lainnya?

D. GANGGUAN KESEHATAN

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah selama anda tinggal atau bermukim mengalami gangguan kesehatan?	a. Ya, sebutkan... b. Tidak

E. KEGIATAN TERKAIT PHTHALATE

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah di lingkungan sekitar sumber air terdapat tumpukan sampah	
2	Apakah di lingkungan sekitar sering dilakukan pembakaran sampah	
3	Dimanakah tempat anda membuang sampah setiap harinya	a. TPS b. Sungai c. Lahan Kosong d. Tempat sampah komunal e. Lainnya...
4	Apakah disekitar lokasi sumur terdapat kegiatan tertentu (Bengkel, TPS, dll)	

Lampiran 4. Form Observasi Sumur

<p>RAHASIA HANYA UNTUK PENELITIAN</p>		<p>FORM OBSERVASI SUMUR BOR</p>
--	---	--

No	Kode Sumur	Koordinat Sumur	Parameter Lapangan	Pemilik	Lokasi Sumur	Elevasi MT	Muka Air Tanah	Elevasi MAT
1			pH : Suhu :					
2			pH : Suhu :					
3			pH : Suhu :					
4			pH : Suhu :					
5			pH : Suhu :					

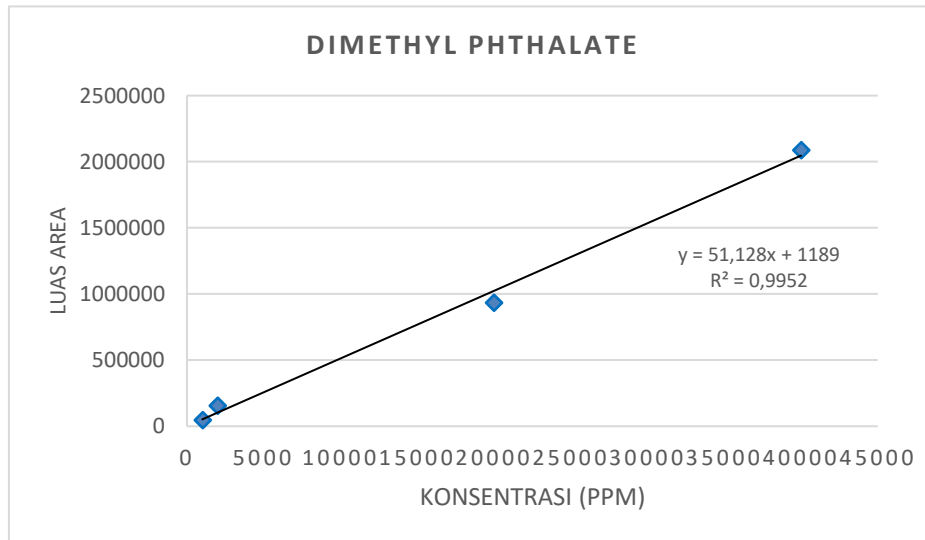
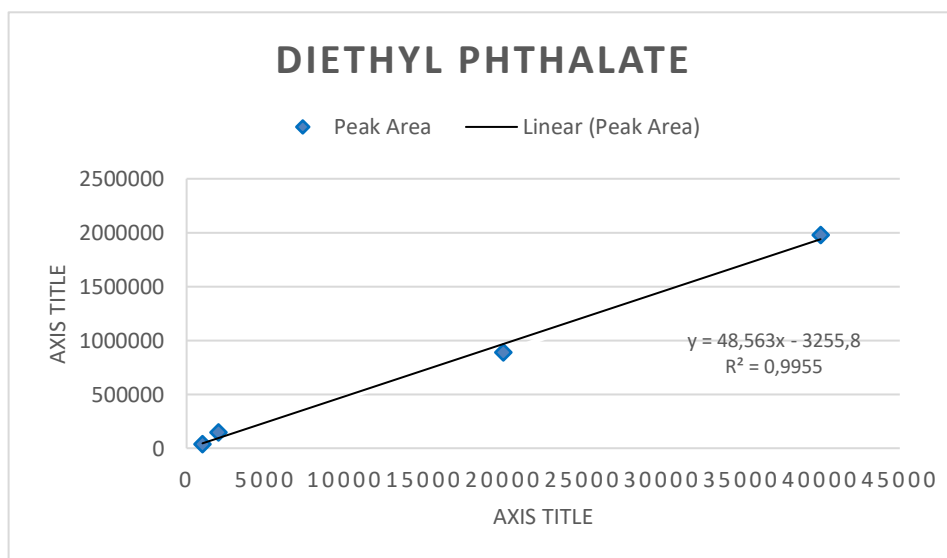
Lampiran 5. Foto Dan Kondisi Sumur Bor

No	Kode Sumur		Foto Sumur	Kondisi Sumur
1				<p>Bentuk sumur :</p> <p>Konstruksi sumur :</p> <p>Warna air :</p> <p>Bau air : Berbau / Tidak / Lainnya</p> <p>Umur sumur :</p> <p>Dekat dengan WC : Ya / Tidak</p> <p>Dekat dengan saluran pembuangan : Ya / Tidak</p>
2				<p>Bentuk sumur :</p> <p>Konstruksi sumur :</p> <p>Warna air :</p> <p>Bau air : Berbau / Tidak / Lainnya</p> <p>Umur sumur :</p>

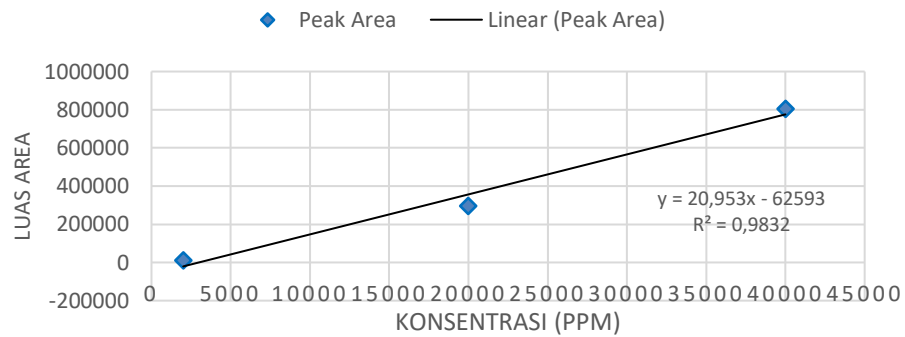
				<p>Dekat dengan WC : Ya / Tidak</p> <p>Dekat dengan saluran pembuangan : Ya / Tidak</p>
3				<p>Bentuk sumur :</p> <p>Konstruksi sumur :</p> <p>Warna air :</p> <p>Bau air : Berbau / Tidak / Lainnya</p> <p>Umur sumur :</p> <p>Dekat dengan WC : Ya / Tidak</p> <p>Dekat dengan saluran pembuangan : Ya / Tidak</p>
4				<p>Bentuk sumur :</p> <p>Konstruksi sumur :</p> <p>Warna air :</p> <p>Bau air : Berbau / Tidak /</p>

				<p>Lainnya</p> <p>Umur sumur :</p> <p>Dekat dengan WC : Ya / Tidak</p> <p>Dekat dengan saluran pembuangan : Ya / Tidak</p>
5				<p>Bentuk sumur :</p> <p>Konstruksi sumur :</p> <p>Warna air :</p> <p>Bau air : Berbau / Tidak / Lainnya</p> <p>Umur sumur :</p> <p>Dekat dengan WC : Ya / Tidak</p> <p>Dekat dengan saluran pembuangan : Ya / Tidak</p>

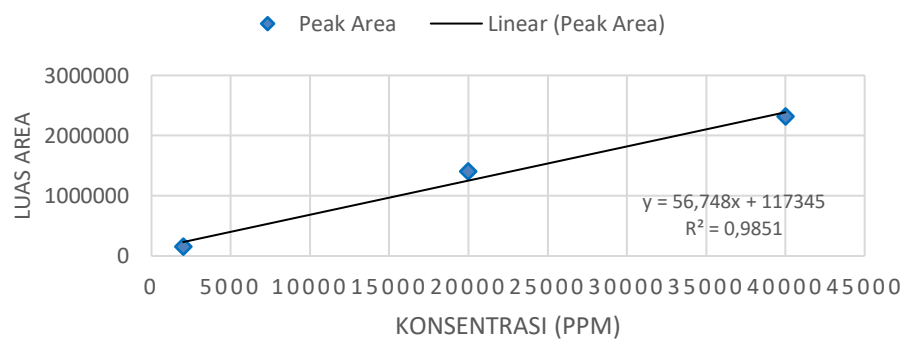
Lampiran 6. Lampiran Kurva Kalibrasi Standar Phthalate



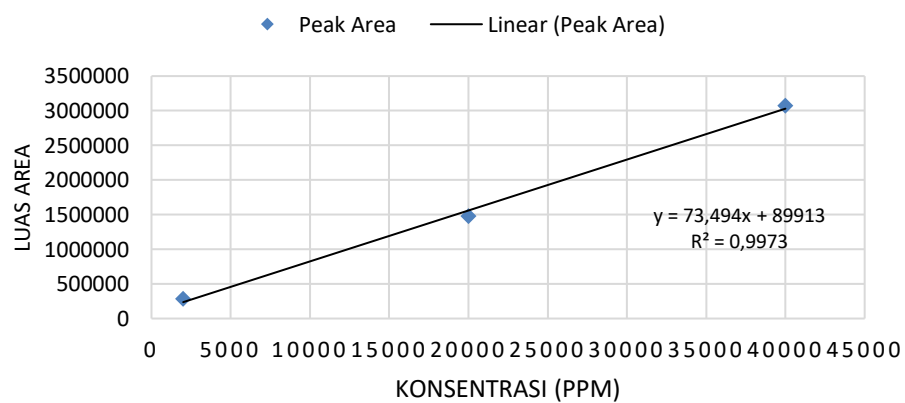
PHTHALIC ACID, DI(4-METHYLPENT-2-YL) ESTER

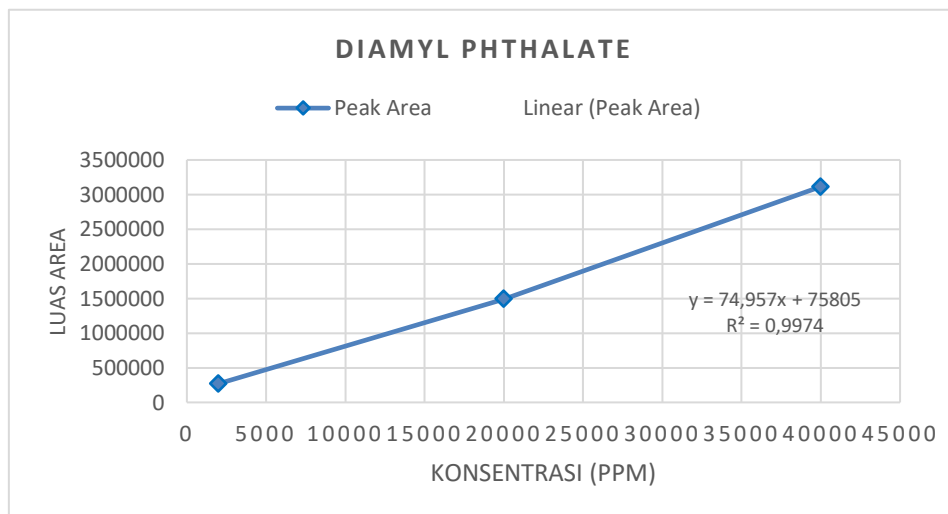
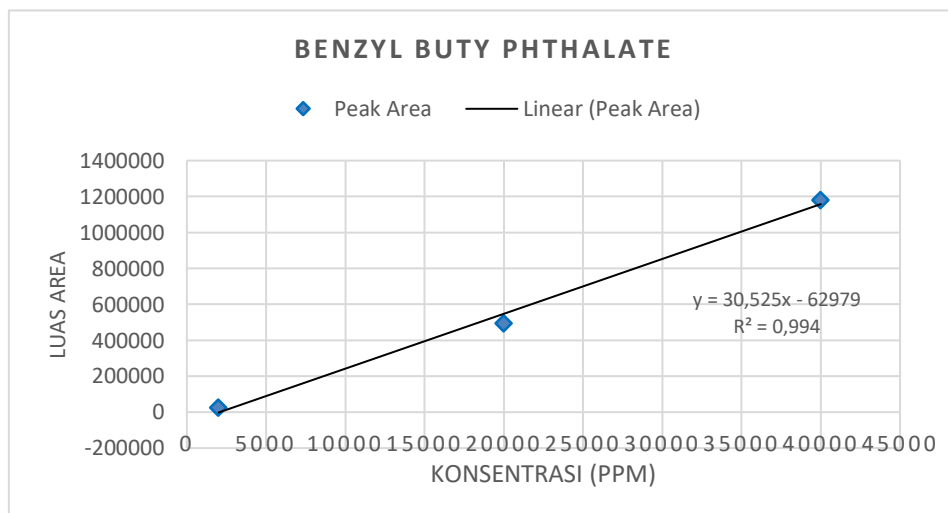


PHTHALIC ACID, DI(2-PROPYLPENTYL) ESTER



DIBUTYL PHTHALATE





Lampiran 7. Tabel Perhitungan Analisis Paparan

Oral Lifetime									
Senyawa	Kategori	Konsentrasi rata-rata (mg/l)	Usia	R (l/hari)	fE (hari/thn)	Dt (tahun)	Wb (kg)	AT (hari)	Intake Pemajanan (I) (mg/kg.hari)
Dibutyl Phthalate	Sampel 3	1.06618E-05	Anak	1	350	30	21	10950	0.000000486841
		1.06618E-05	Dewasa	2	350	30	48	10950	0.000000425986
Diamyl Phthalate	Sampel 2	0.000131718	Anak	1	350	30	21	10950	0.000006014518
		0.000131718	Dewasa	2	350	30	48	10950	0.000005262703
Dicyclohexyl Phthalate	Sampel 5	1.75774E-05	Anak	1	350	30	21	10950	0.000000802622
		1.75774E-05	Dewasa	2	350	30	48	10950	0.000000702294
	Sampel 6	1.58242E-05	Anak	1	350	30	21	10950	0.000000722568
		1.58242E-05	Dewasa	2	350	30	48	10950	0.000000632247
	Sampel 7	2.4079E-05	Anak	1	350	30	21	10950	0.000001099499
		2.4079E-05	Dewasa	2	350	30	48	10950	0.000000962061
	Sampel 8	1.26778E-05	Anak	1	350	30	21	10950	0.000000578895
		1.26778E-05	Dewasa	2	350	30	48	10950	0.000000506533
	Sampel 9	1.30542E-05	Anak	1	350	30	21	10950	0.000000596083
		1.30542E-05	Dewasa	2	350	30	48	10950	0.000000521572

Dermal Realtime														
Senyawa	Kategori	Usia	Intake Pemajanan (I) (mg/kg.hari)	Konsent rasi rata-rata (mg/l)	Usia	SA (cm 2)	PC (cm/jam)	CF	ET (hari)	fE (hari/t hn)	Dt (tahun)	W b (kg)	AT (hari)	Intake Pemajanan (I) (mg/kg.hari)
Dibutyl Phthalate	Sampe l 3	Anak	0.000000000 0016	1.06618E-05	Anak	1.485	0.11	0.001	0.02	350	7	21	2372.5	0.000000000 0016
		Dewasa	0.000000000 0009	1.06618E-05	Dewasa	1.815	0.11	0.001	0.02	350	27	48	9672.5	0.000000000 0009
	Sampe l 2	Anak	0.000000000 0196	0.000131718	Anak	1.485	0.11	0.001	0.02	350	7	21	2372.5	0.000000000 0196
		Dewasa	0.000000000 0105	0.000131718	Dewasa	1.815	0.11	0.001	0.02	350	27	48	9672.5	0.000000000 0105
Dicyclohexyl Phthalate	Sampe l 5	Anak	0.000000000 0026	1.75774E-05	Anak	1.485	0.11	0.001	0.02	350	7	21	2372.5	0.000000000 0026
		Dewasa	0.000000000 0014	1.75774E-05	Dewasa	1.815	0.11	0.001	0.02	350	27	48	9672.5	0.000000000 0014
	Sampe l 6	Anak	0.000000000 0024	1.58242E-05	Anak	1.485	0.11	0.001	0.02	350	7	21	2372.5	0.000000000 0024
		Dewasa	0.000000000 0013	1.58242E-05	Dewasa	1.815	0.11	0.001	0.02	350	27	48	9672.5	0.000000000 0013
	Sampe l 7	Anak	0.000000000 0036	2.4079E-05	Anak	1.485	0.11	0.001	0.02	350	7	21	2372.5	0.000000000 0036
		Dewasa	0.000000000 0019	2.4079E-05	Dewasa	1.815	0.11	0.001	0.02	350	27	48	9672.5	0.000000000 0019
	Sampe l 8	Anak	0.000000000 0019	1.26778E-05	Anak	1.485	0.11	0.001	0.02	350	7	21	2372.5	0.000000000 0019
		Dewasa	0.000000000 0010	1.26778E-05	Dewasa	1.815	0.11	0.001	0.02	350	27	48	9672.5	0.000000000 0010

Dermal Realtime														
Senyawa	Kateg ori	Usia	Intake Pemajanan (I) (mg/kg.hari)	Konsent rasi rata-rata (mg/l)	Usia	SA (cm 2)	PC (cm/j am)	CF	ET (har i)	fE (hari/t hn)	Dt (tahu n)	W b (k g)	AT (har i)	Intake Pemajanan (I) (mg/kg.hari)
	Sampe l 9	Anak	0.00000000000019	1.30542E-05	Anak	1.485	0.11	0.001	0.02	350	7	21	2372.5	0.00000000000019
		Dewa sa	0.000000000000010	1.30542E-05	Dewa sa	1.815	0.11	0.001	0.02	350	27	48	9672.5	0.000000000000010
Dermal Lifetime														
Senyawa	Kateg ori	Usia	Intake Pemajanan (I) (mg/kg.hari)	Konsent rasi rata-rata (mg/l)	Usia	SA (cm 2)	PC (cm/j am)	CF	ET (har i)	fE (hari/t hn)	Dt (tahu n)	W b (k g)	AT (har i)	Intake Pemajana n (I) (mg/kg.har i)
Dibutyl Phthalate	Sampe l 3	Anak	0.000000000000159	1.06618E-05	Anak	1.485	0.11	0.001	0.02	350	30	21	10950	0.000000000000000
		Dewa sa	0.0000000000000085	1.06618E-05	Dewa sa	1.815	0.11	0.001	0.02	350	30	48	10950	0.000000000000000
Diamyl Phthalate	Sampe l 2	Anak	0.0000000000001965	0.000131718	Anak	1.485	0.11	0.001	0.02	350	30	21	10950	0.000000000000002
		Dewa sa	0.0000000000001051	0.000131718	Dewa sa	1.815	0.11	0.001	0.02	350	30	48	10950	0.000000000000001
Dicyclohexyl Phthalate	Sampe l 5	Anak	0.0000000000000262	1.75774E-05	Anak	1.485	0.11	0.001	0.02	350	30	21	10950	0.000000000000000
		Dewa sa	0.0000000000000140	1.75774E-05	Dewa sa	1.815	0.11	0.001	0.02	350	30	48	10950	0.000000000000000
	Sampe	Anak	0.0000000000000000	1.58242E	Anak	1.48	0.11	0.0	0.02	350	30	21	109	0.000000000

Dermal Lifetime														
Senyawa	Kategori	Usia	Intake Pemajanan (I) (mg/kg.hari)	Konsentrasi rata-rata (mg/l)	Usia	SA (cm 2)	PC (cm/jam)	CF	ET (hari)	fE (hari/tahun)	Dt (tahun)	Wb (kg)	AT (hari)	Intake Pemajanan (I) (mg/kg.hari)
	16		0236	-05		5		01					50	000
		Dewasa	0.00000000000126	1.58242E-05	Dewasa	1.815	0.11	0.001	0.02	350	30	48	10950	0.000000000
	Sampe17	Anak	0.000000000000359	2.4079E-05	Anak	1.485	0.11	0.001	0.02	350	30	21	10950	0.000000000
		Dewasa	0.000000000000192	2.4079E-05	Dewasa	1.815	0.11	0.001	0.02	350	30	48	10950	0.000000000
	Sampe18	Anak	0.000000000000189	1.26778E-05	Anak	1.485	0.11	0.001	0.02	350	30	21	10950	0.000000000
		Dewasa	0.000000000000101	1.26778E-05	Dewasa	1.815	0.11	0.001	0.02	350	30	48	10950	0.000000000
	Sampe19	Anak	0.000000000000195	1.30542E-05	Anak	1.485	0.11	0.001	0.02	350	30	21	10950	0.000000000
		Dewasa	0.000000000000104	1.30542E-05	Dewasa	1.815	0.11	0.001	0.02	350	30	48	10950	0.000000000

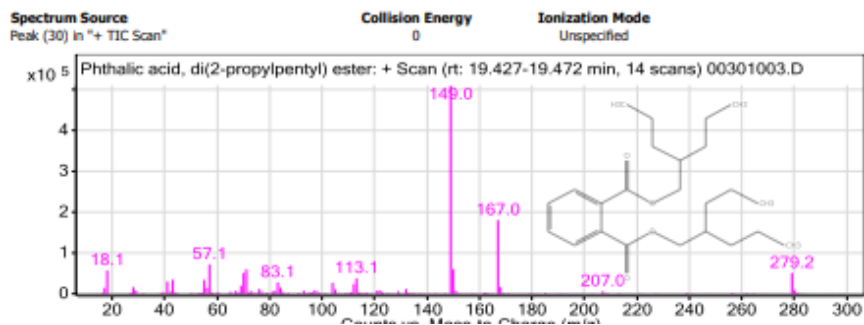
Lampiran 8. Hasil Pembacaan Sampel GC - MS

Sampel 2

Integration Peak List

Peak	Start	RT	End	Height	Area	Area %
1	14.061	14.103	14.148	1492718.26	2453984.15	15.21
2	14.423	14.507	14.549	3269058.15	8579582.09	53.17
3	14.741	14.775	14.817	844131.17	1456533.21	9.03
4	15.761	15.795	15.869	545488.7	1057375.94	6.55
5	16.102	16.171	16.199	2047381.46	5012395.94	31.06
6	16.199	16.21	16.265	670922.5	1280951.42	7.94
7	16.321	16.377	16.42	566648.85	1199145.45	7.43
8	18.379	18.417	18.463	389087.52	638100.74	3.95
9	19.41	19.452	19.514	2415259.83	4100435.39	25.41
10	23.163	23.261	23.469	399019.4	4816601.08	29.85

User Spectra



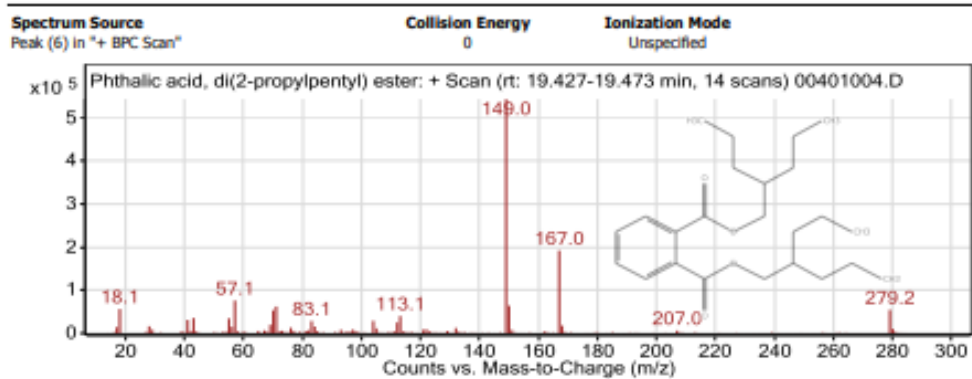
Sampel 3

Counts (%) vs. Acquisition Time (min)

Integration Peak List

Peak	Start	RT	End	Height	Area	Area %
1	12.603	12.704	12.721	4400.48	16091.78	1.13
2	14.083	14.103	14.124	261695.61	331068.24	23.19
3	14.447	14.504	14.524	223407.02	481702.62	33.74
4	14.753	14.775	14.793	132501.41	162915.54	11.41
5	16.141	16.168	16.189	72735.71	116969.87	8.19
6	19.42	19.452	19.482	825973.97	1427634.48	100

User Soectra

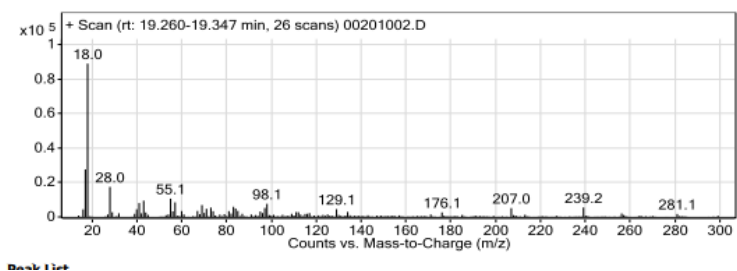


Sampel 5

Qualitative Analysis Report

5	12.783	12.804	12.832	54043.98	80990.59	1.19
6	13.815	13.845	13.877	99410.11	167891.31	2.46
7	14.054	14.086	14.127	831401.46	1270835.92	18.61
8	14.385	14.462	14.549	2762612.45	6830484.12	100
9	14.731	14.761	14.792	178468.1	277572.86	4.06
10	14.806	14.838	14.866	152923.12	236305.26	3.46
11	15.737	15.781	15.84	273569.45	552235.77	8.08
12	15.989	16.018	16.046	123248.61	197862.86	2.9
13	16.077	16.126	16.157	1223353.4	2629759.32	38.5
14	16.157	16.171	16.241	524553.04	1400508.81	20.5
15	16.241	16.262	16.304	136223.33	365304.61	5.35
16	16.304	16.339	16.45	386553.58	1032072.21	15.11
17	16.667	16.694	16.734	193093.41	316872.18	4.64
18	16.862	16.896	16.951	45620.25	99086.39	1.45
19	17.091	17.115	17.164	63727.86	124664.26	1.83
20	17.477	17.515	17.54	159659.31	326345.92	4.78
21	17.54	17.564	17.599	198681.98	376627.27	5.51
22	17.967	18.006	18.076	95977.08	234663.8	3.44
23	18.365	18.403	18.438	174257.02	308811.61	4.52
24	18.96	18.981	19.029	63034.49	119117.25	1.74
25	19.168	19.208	19.239	163829.34	297512.83	4.36
26	19.243	19.284	19.381	175291.18	489661.86	7.17
27	19.391	19.431	19.475	202698.84	351821.98	5.15
28	19.935	19.981	20.019	155928.39	268835.34	3.94
29	20.656	20.729	20.764	143160.31	321144.42	4.7
30	21.42	21.45	21.493	91318.11	170136.24	2.49
31	22.116	22.15	22.181	75599.89	133217.16	1.95
32	22.794	22.826	22.857	51997.14	94946.05	1.39
33	23.466	23.505	23.536	45289	96986.73	1.42
34	27.387	28.191	28.641	113193.17	4593805.3	67.25
35	35.354	36.273	36.499	42326.9	1891698.3	27.69

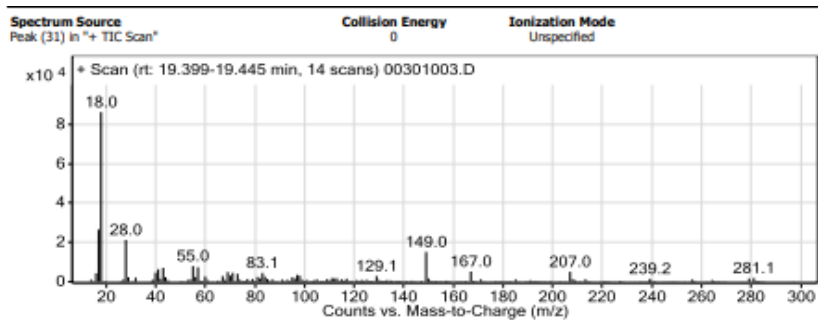
Qualitative Analysis Report



Sampel 6

Qualitative Analysis Report

5	13.818	13.845	13.87	54787.11	86866.35	1.31
6	14.044	14.082	14.116	514184.75	761531.34	11.5
7	14.378	14.455	14.535	2550228.39	6621740.34	100
8	14.731	14.758	14.788	90898.59	140075.32	2.12
9	14.803	14.831	14.86	76464.06	126798.66	1.91
10	15.737	15.774	15.835	153902.97	324720.15	4.9
11	15.991	16.015	16.037	68820.62	96176.96	1.45
12	16.07	16.119	16.151	1172236.09	2428070.4	36.67
13	16.151	16.164	16.238	397348.97	841550.2	12.71
14	16.238	16.258	16.279	68041.96	95553.14	1.44
15	16.298	16.335	16.415	338068.83	752108.27	11.36
16	16.662	16.687	16.732	121526.18	213914.38	3.23
17	16.861	16.882	16.934	44242.59	82753.87	1.25
18	17.082	17.108	17.151	70855.02	120690.63	1.82
19	17.474	17.505	17.536	134893.89	258518.48	3.9
20	17.536	17.557	17.589	131904.15	234430.65	3.54
21	17.972	17.996	18.055	48649.34	120602.89	1.82
22	18.362	18.393	18.431	127848.94	224757.04	3.39
23	18.954	18.981	19.047	75145.35	143606.91	2.17
24	19.167	19.197	19.232	134284.18	238230.98	3.6
25	19.243	19.281	19.364	165475.87	442800.85	6.69
26	19.397	19.427	19.448	63868.43	102590.15	1.55
27	19.932	19.977	20.015	134254.74	244619.42	3.69
28	20.628	20.726	20.768	160224.58	445020.64	6.72
29	20.984	21.008	21.033	50014.29	66776.17	1.01
30	21.412	21.443	21.488	113747.66	210423.29	3.18
31	22.112	22.14	22.178	108789.66	191233.02	2.89
32	22.785	22.822	22.851	72716.11	135891.55	2.05
33	23.457	23.501	23.539	71150.61	161565.52	2.44
34	23.794	24.027	24.072	41559.25	458546.32	6.92
35	33.853	34.483	34.933	49599.01	1716369.67	25.92

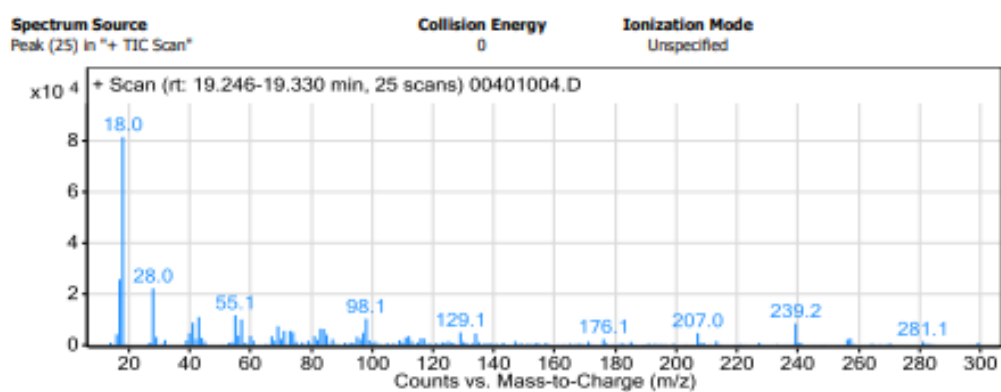


Sampel 7

Qualitative Analysis Report

5	13.812	13.838	13.864	51729.53	74597.32	1.05
6	14.04	14.079	14.114	399272.69	598423.62	8.41
7	14.371	14.455	14.521	2783124.33	7114287.87	100
8	14.796	14.831	14.862	69872.45	114776.03	1.61
9	15.741	15.771	15.825	126659.15	234368.11	3.29
10	15.987	16.008	16.031	64340.83	83992.28	1.18
11	16.064	16.119	16.147	1256126.71	2629273.25	36.96
12	16.147	16.161	16.223	416190.82	847632.02	11.91
13	16.298	16.331	16.401	417510.32	808265.68	11.36
14	16.658	16.687	16.725	136130.36	234656.98	3.3
15	16.855	16.878	16.93	41573.93	82719.99	1.16
16	17.074	17.104	17.145	63500.13	116557.96	1.64
17	17.474	17.508	17.536	188471.35	392869.1	5.52
18	17.536	17.55	17.585	112988.15	206150.74	2.9
19	17.585	17.609	17.662	33082.71	75076.27	1.06
20	17.969	18.02	18.055	35368.63	114293.78	1.61
21	18.361	18.396	18.423	105310.82	176757.29	2.48
22	18.948	18.974	19.009	68707.97	126690.07	1.78
23	19.074	19.11	19.155	45853.64	104606.4	1.47
24	19.161	19.197	19.224	108739.17	183792.58	2.58
25	19.236	19.27	19.37	252544.66	663443.07	9.33
26	19.933	19.974	20.002	100084.22	172803.03	2.43
27	20.628	20.663	20.687	69354.47	140494.31	1.97
28	20.687	20.722	20.763	118038.63	247727.57	3.48
29	20.823	20.844	20.889	40344.41	77042.96	1.08
30	21.412	21.44	21.475	67838.19	108512.91	1.53
31	22.104	22.143	22.164	48944.44	86876.02	1.22
32	25.587	25.754	25.924	29225.48	335810.54	4.72
33	26.701	26.771	26.896	27267.79	182382.08	2.56
34	27.606	28.055	28.557	47243.26	1420602.41	19.97
35	37.304	37.763	37.941	34192.46	812239.51	11.42

User Spectra



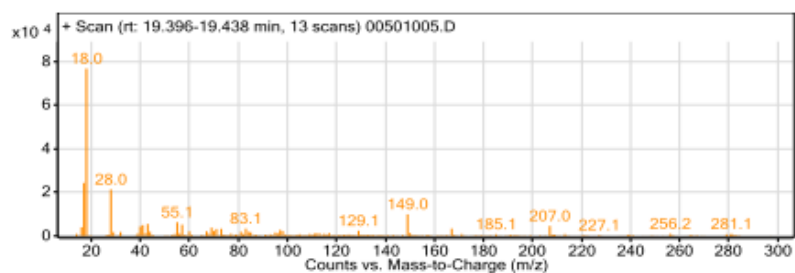
Sampel 8

Qualitative Analysis Report

5	12.32	12.348	12.455	28272.68	91117.29	1.55
6	13.812	13.839	13.894	53239.17	85767.25	1.46
7	14.037	14.075	14.109	403061.99	632529.69	10.78
8	14.371	14.441	14.521	2316359.75	5869186.25	100
9	14.721	14.751	14.779	84223.17	124341.88	2.12
10	14.787	14.827	14.852	74205.41	120727.86	2.06
11	15.737	15.771	15.825	129156.16	253198.58	4.31
12	15.985	16.008	16.029	53861.03	76919.73	1.31
13	16.05	16.112	16.137	1073951.53	2270550.99	38.69
14	16.137	16.154	16.227	476482.05	1336975.35	22.78
15	16.227	16.255	16.29	119290.09	332557.89	5.67
16	16.29	16.321	16.45	352051.59	956677.88	16.3
17	16.656	16.683	16.714	129832.94	198706.7	3.39
18	16.853	16.882	16.92	35004.86	66724.17	1.14
19	17.077	17.101	17.138	59761.85	98856.27	1.68
20	17.464	17.498	17.53	131949.27	274646.95	4.68
21	17.53	17.554	17.582	108295.96	203755.28	3.47
22	17.582	17.61	17.648	28230.65	61939	1.06
23	17.962	17.989	18.044	31700.01	75480.67	1.29
24	18.357	18.39	18.423	103295.77	180877.86	3.08
25	18.553	18.588	18.651	35134.95	88702.59	1.51
26	18.947	18.968	19.023	61332.66	113000.66	1.93
27	19.163	19.194	19.225	105242.52	174159.5	2.97
28	19.225	19.267	19.359	127553.77	358700.91	6.11
29	19.39	19.413	19.44	39481.86	63399.87	1.08
30	19.929	19.967	20.003	86525.14	166588.08	2.84
31	20.62	20.667	20.67	41212.91	73194.66	1.25
32	20.67	20.719	20.754	94296.95	225331.55	3.84
33	21.407	21.436	21.473	56775.33	104555.13	1.78
34	22.105	22.129	22.164	56382.85	88783.98	1.51
35	22.778	22.808	22.834	40906.16	62262.65	1.06
36	23.439	23.487	23.526	41595.83	99757.92	1.7
37	23.819	24.017	24.051	23388.35	184136.93	3.14
38	24.218	24.267	24.312	22728.53	68156.47	1.16
39	26.68	26.732	26.809	24740.12	103648.17	1.77
40	27.453	28.146	28.728	53854.62	2292790.36	39.06

User Spectra

Qualitative Analysis Report

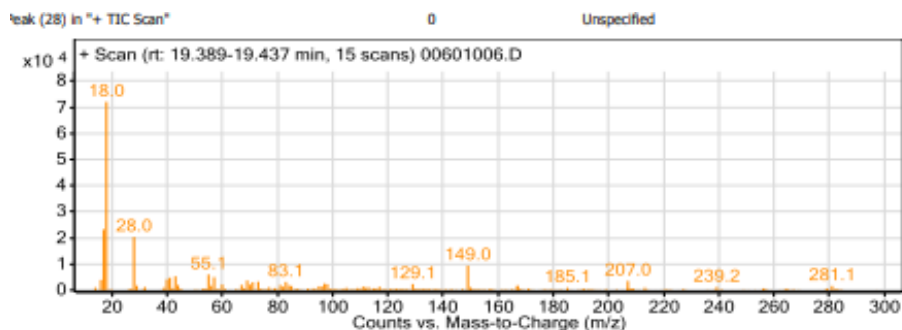


Sampel 9

Qualitative Analysis Report

19	17.582	17.602	17.675	30560.11	70212.56	1.28
20	17.965	18.006	18.055	21966.6	65169.39	1.19
21	18.356	18.389	18.414	70407.03	129767.56	2.36
22	18.414	18.445	18.478	76490.55	127377.17	2.32
23	18.554	18.584	18.651	26803.29	61951.1	1.13
24	18.944	18.971	19.009	57665.83	105191.01	1.92
25	19.075	19.103	19.138	33320.05	59726.31	1.09
26	19.153	19.19	19.225	74663.16	131595.73	2.4
27	19.229	19.263	19.371	127468.22	368763.06	6.72
28	19.378	19.413	19.444	48484.9	83283.36	1.52
29	19.925	19.967	20.008	75017.8	145898.36	2.66
30	20.621	20.653	20.681	38792.07	84100.48	1.53
31	20.681	20.712	20.76	87059.3	179615.06	3.27
32	20.95	20.997	21.043	823008.37	1431064.48	26.08
33	21.399	21.433	21.474	58065.49	100984.17	1.84
34	22.102	22.133	22.162	47741.65	84920.27	1.55
35	23.177	23.285	23.323	20927.37	115433.25	2.1
36	23.431	23.491	23.511	30720	74238.29	1.35
37	23.957	24.013	24.041	23347.4	57608.4	1.05
38	26.663	26.743	26.805	24147.62	109701.19	2
39	27.484	28.028	28.285	32724.65	944629.67	17.21
40	30.507	30.611	30.674	19899.77	121587.35	2.22

User Spectra



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP

Farah Diana Yumna Marzuqah atau biasa dipanggil Farah/Farara lahir di Kota Balikpapan, pada 30 Juni 2000. Penulis merupakan anak ketiga dari pasangan Alm.Abdul Rachman dan Kholis Tahyuni yang merupakan adik bungsu dari saudara Rovky Danu Aditya R dan saudari Yunira Alifah D.

Penulis telah menempuh pendidikan sekolah dasar pada tahun 2006 di SDIT Al- Auliya 1 Balikpapan. Dilanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Balikpapan. Hingga pendidikan menengah atas di SMAN 2 Balikpapan dan lulus pada tahun 2018. Penulis menghabiskan masa pendidikan sekolah dasar hingga menengah atas di tanah kelahiran, sampai di tahun 2018 memutuskan untuk merantau ke Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan menjadi mahasiswa jurusan Teknik Lingkungan di Universitas Islam Indonesia.

Selama masa perkuliahan, penulis mengikuti kegiatan akademik ataupun non-akademik kampus. Penulis mengikuti kegiatan kepanitiaan internal fakultas sebagai *organizing committee* pada kepanitiaan Pasca Pekta, *Enviro Youth Project*, *Enviro Championship*, dan Lintas Lingkungan. Kemudian penulis menjadi pengurus Lembaga Eksekutif Mahasiswa (LEM FTSP) periode 2019/2020. Dalam kegiatan akademik, penulis menjadi asisten pada tugas besar Plambing, tugas besar SPAM, dan tugas besar PIPAL. Selain itu penulis juga menjadi tim dari startup AiKite pada periode 2021/2022. Kegiatan akademik ini menjadi implementasi keilmuan yang telah didapatkan penulis selama masa perkuliahan di Jurusan Teknik Lingkungan.