

TUGAS AKHIR

**ANALISIS SEBARAN *PHTHALATE* SEBAGAI
SENYAWA PENGANGGU HORMON PADA AIR
TANAH DI SEKITAR TPA PIYUNGAN**

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



ILHAM NURFADLY

18513167

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

2022

TUGAS AKHIR

ANALISIS SEBARAN *PHTHALATE* SEBAGAI SENYAWA PENGANGGU HORMON PADA AIR TANAH DI SEKITAR TPA PIYUNGAN

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



ILHAM NURFADLY

18513167

Disetujui,
Dosen Pembimbing

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

NIK. 005130101

Tanggal: 31-01-2023



Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

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

NIK. 045130401

Tanggal : 31-01-2023

HALAMAN PENGESAHAN*

**ANALISIS SEBARAN *PTHALATE* SEBAGAI
SENYAWA PENGANGGU HORMON PADA AIR
TANAH DI SEKITAR TPA PIYUNGAN**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Selasa

Tanggal : 17 Januari 2023

Disusun oleh :

Ilham Nurfadly

18513167

Tim Penguji :

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

()

Fina Binazir Maziya S.T., M.T.

()

Nelly Marlina, S.T., M.T

()

PERNYATAAN

Dengan ini penulis menyatakan bahwa:

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

Yogyakarta, 15 Desember 2022

Yang membuat pernyataan:



Ilham Nurfadly

NIM : 18513167

PRAKATA

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Puji syukur kepada Allah SWT. atas segala rahmat dan hidayah-Nya serta shalawat kepada Nabi Muhammad SAW. yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir **Analisis Sebaran Phthalate Sebagai Senyawa Pengganggu Hormon Pada Air Tanah Di Sekitar TPA Piyungan**

Laporan ini disusun sesuai dengan kurikulum yang berlaku di Program Studi Teknik Lingkungan dan menjadi salah satu dari hasil pemikiran dalam pemecahan masalah di bidang Teknik Lingkungan. Penyusunan laporan ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada jenjang studi Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam proses penyusunan laporan ini penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan, semangat, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis akan menyampaikan rasa hormat dan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan nikmat Iman dan Islam sebagai pedoman dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi teladan dalam bersikap dan berpikir.
3. Orang tua tercinta Bapak Abdul Makka dan Ibu Sattuma beserta adik Rizky Nurul Amalia dan Anindita Zahra Amirah yang senantiasa memberikan dukungan moral, materil, dan doa dengan sepenuh hati.
4. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Bapak Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.
5. Dosen pembimbing saya Bapak Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si., Ibu Fina Binazir Maziya S.T., M.T., Ibu Nelly Marlina, S.T., M.T., beserta Laboran

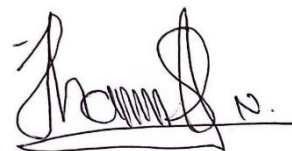
Mas Bagus, Mas Ridwan dan mbak Nida yang sudah membimbing saya selama menyelesaikan tugas akhir.

6. Koordinator Tugas Akhir, Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.
7. Teman-teman “TPA Piyungan Tanpa Dosen” Fathir, Arjuna, Faisal, dan Hanami yang berjerih payah bersama penulis.
8. Teman seperjuangan saya yang selalu menemani dalam proses belajar “Ajeng Destiasari” dari semester pertama hingga dilakukannya penelitian ini
9. Pihak-pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi menyempurnakan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Yogyakarta, 15 Desember 2022



Ilham Nurfadly

NIM : 18513167

ABSTRACT

ILHAM NURFADLY, Analysis of Phthalate Distribution as a Hormone Interfering Compound in Groundwater Around the Piyungan TPA guided by Mr. Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Sc.

Population growth in the area around Yogyakarta is directly proportional to waste production. The waste at the Piyungan TPA is dominated by plastic waste. Phthalates or Phthalic acid esters (PAEs) are a group of chemical compounds commonly used as plasticizers or compounds added to plastics for flexibility and durability. Generally it can be found in products that are used daily such as food packaging, drinking bottles, perfumes, PVC, and others. However, the presence of Phthalate Compounds has harmful effects on humans. Environmental risk analysis calculations were carried out to determine the potential risk of cancer and non-cancer due to phthalates at the study site. Tests were carried out at 10 groundwater points in the wells of the Piyungan landfill residents. The phthalate testing method in the laboratory uses the GC-MS instrument which is then modeled using IDW interpolation. The results of Phthalate concentrations that were most commonly found at the sampling points were Di-2-Ethylhexyl Phthalate (DEHP) which were found in all study points. In addition, in this study the DBP value did not exceed the threshold ($RQ < 1$) at all points containing DBP, namely point N.1.2 and point B.3.1 with the age categories of children and adults. This shows that the daily intake level at DBP is safe for all well points. Meanwhile, the RQ value for DEHP in all well points containing DEHP from all age categories exceeds the threshold ($RQ > 1$). But from the ECR calculation results for DEHP it can be categorized as safe because the ECR value $\leq E-4$ (10^{-4}).

Keywords: Dibutyl Phthalate, Di-2-Ethylhexyl Phthalate, Groundwater, IDW, Piyungan Landfill



ABSTRAK

ILHAM NURFADLY, Analisis Sebaran *Phthalate* Sebagai Senyawa Pengganggu Hormon Pada Air Tanah Di Sekitar TPA Piyungan dibimbing oleh Bapak Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.

Pertumbuhan penduduk di wilayah sekitar Yogyakarta berbanding lurus dengan produksi sampah. Sampah di TPA Piyungan didominasi oleh sampah plastik. *Phthalates* atau *Phthalic acid esters (PAEs)* adalah kelompok senyawa kimia yang biasa digunakan sebagai plasticizer atau senyawa yang ditambahkan ke dalam plastik untuk fleksibilitas dan daya tahan. Umumnya dapat ditemukan pada produk yang dipakai sehari-hari seperti kemasan pangan, botol minum, parfum, PVC, dan lainnya. Tetapi, keberadaan Senyawa *Phthalate* memiliki efek berbahaya pada manusia. Dilakukan perhitungan analisis risiko lingkungan untuk mengetahui potensi risiko kanker dan nonkanker akibat *Phthalate* pada lokasi penelitian. Pengujian dilakukan pada 10 titik air tanah pada sumur warga TPA Piyungan. Metode pengujian *Phthalate* di laboratorium menggunakan instrumen GC-MS yang kemudian dimodelkan dengan menggunakan interpolasi IDW. Hasil konsentrasi *Phthalate* yang paling banyak ditemukan di titik sampling yaitu Di-2-Ethylhexyl *Phthalate (DEHP)* yang terdapat diseluruh titik penelitian. Selain itu, pada penelitian ini nilai DBP tidak melebihi ambang batas ($RQ < 1$) terdapat pada seluruh titik yang terkandung DBP yaitu titik N.1.2 dan titik B.3.1 dengan kategori usia anak dan dewasa. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat asupan harian pada DBP aman untuk semua titik sumur. Sedangkan nilai RQ pada DEHP diseluruh titik sumur yang mengandung DEHP dari semua kategori usia melebihi ambang batas ($RQ > 1$). Tetapi dari Hasil perhitungan ECR untuk DEHP dapat dikategorikan aman karena nilai $ECR \leq E-4 (10^{-4})$.

Kata kunci: Air Tanah, Dibutyl *Phthalate*, Di-2-Ethylhexyl *Phthalate*, IDW, TPA Piyungan



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN*	i
PERNYATAAN	i
PRAKATA	i
ABSTRACT	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Phthalates</i>	5
2.2 Sampah Plastik	6
2.3 Prinsip <i>GC-MS (Gas Chromatography and Mass Spectrophotometer)</i>	7
2.4 Air Tanah	9
2.4.1 Jenis Air Tanah	9
2.4.2 Cekungan Air Tanah	10
2.5 Penelitian Terdahulu	10
2.6 Analisis Risiko Kesehatan	12
BAB III	15
METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	15
3.1.1 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel	16
3.3 Pengumpulan Data	17
3.3.1 Alat dan Bahan	18
3.4 Metode Analisis Data	19

3.4.1 Pengambilan Sampel Air Tanah	19
3.4.2 Preparasi Analisis Konsentrasi <i>Phthalate</i>	21
3.4.3 Pengukuran Suhu Air	29
3.4.4 Pemetaan Pola Aliran Air Tanah Menggunakan Metode <i>IDW</i> Untuk Interpolasi Sebaran <i>Phthalate</i>	29
3.4.5 Analisa Data Menggunakan ARKL (Analisis Risiko Kesehatan dan Lingkungan)	30
BAB IV	35
HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian	35
4.2 Lokasi Sebaran Air Tanah Warga TPA Piyungan	36
4.3 Pola Aliran Air Tanah Di Sekitar TPA Piyungan	38
4.4 Kondisi Air Tanah Di Sekitar TPA Piyungan	38
4.4.1 Parameter Fisika Suhu	38
4.4.2 Parameter kimia	39
4.5 Hasil pembacaan Kromatogram <i>GC-MS</i> Terhadap <i>Phthalate</i>	41
4.5.1 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling N.1.2	41
4.5.2 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling N.1.8	44
4.5.3 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling N.1.10	45
4.5.4 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling B.1.5	46
4.5.5 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling B.1.6	47
4.5.6 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling B.1.7	48
4.5.7 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling B.2.1	49
4.5.8 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling B.2.7	50
4.5.9 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling B.3.1	51
4.5.10 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling B.3.6	53
4.5.11 Analisis Kandungan <i>Dibutyl Phthalate (DBP)</i>	54
4.5.12 Analisis Kandungan <i>Di (2-ethylhexyl) Phthalate (DEHP)</i>	58
4.6 Analisis Risiko Kesehatan	60
4.6.1 Data Hasil Kuesioner	60
4.6.2 Potensi Risiko Paparan dan Efek Kronik	65
4.7 Analisis Senyawa Plastik	70
4.7.1 Jenis Plastik di TPA Piyungan	71
BAB V	73
KESIMPULAN DAN SARAN	73

5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	83





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Instrumentasi Kromatografi <i>GCMS</i>	8
Gambar 3. 1 Titik Lokasi Pengambilan Sampel TPA Piyungan I	15
Gambar 3. 2 Diagram Penelitian	17
Gambar 3. 3 Prosedur Pengukuran Pengambilan Sampel Air Tanah	20
Gambar 3. 4 Proses Penyaringan	22
Gambar 3. 5 Ekstraksi Fase <i>SPE</i>	23
Gambar 3. 6 Proses <i>Elution</i>	24
Gambar 3. 7 Analisa <i>GC-MS</i>	25
Gambar 4. 1 Kondisi Eksisting TPA Piyungan	35
Gambar 4. 2 Peta Sebaran Air Tanah Sekitar TPA Piyungan	36
Gambar 4. 3 Peta Titik Sampling Air Tanah Disekitar TPA Piyungan	37
Gambar 4. 4 Peta Pola Aliran Air Tanah TPA Piyungan Bantul	38
Gambar 4. 5 Grafik Kromatogram <i>DBP</i> pada titik Sampling N.1.2	42
Gambar 4. 6 Grafik Kromatogram <i>DEHP</i> pada titik Sampling N.1.2	43
Gambar 4. 7 Grafik Kromatogram <i>DEHP</i> pada titik Sampling N.1.8	44
Gambar 4. 8 Grafik Kromatogram <i>DEHP</i> pada titik Sampling N.1.10	45
Gambar 4. 9 Grafik Kromatogram <i>DEHP</i> pada titik Sampling B.1.5	46
Gambar 4. 10 Grafik Kromatogram <i>DEHP</i> pada titik Sampling B.1.6	47
Gambar 4. 11 Grafik Kromatogram <i>DEHP</i> pada titik Sampling B.1.7	48
Gambar 4. 12 Grafik Kromatogram <i>DEHP</i> pada titik Sampling B.2.1	49
Gambar 4. 13 Grafik Kromatogram <i>DEHP</i> pada titik Sampling B.2.7	50
Gambar 4. 14 Grafik Kromatogram <i>DBP</i> pada titik Sampling B.3.1	51
Gambar 4. 15 Grafik Kromatogram <i>DEHP</i> pada titik Sampling B.3.1	52
Gambar 4. 16 Grafik Kromatogram <i>DEHP</i> pada titik Sampling B.3.6	53



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

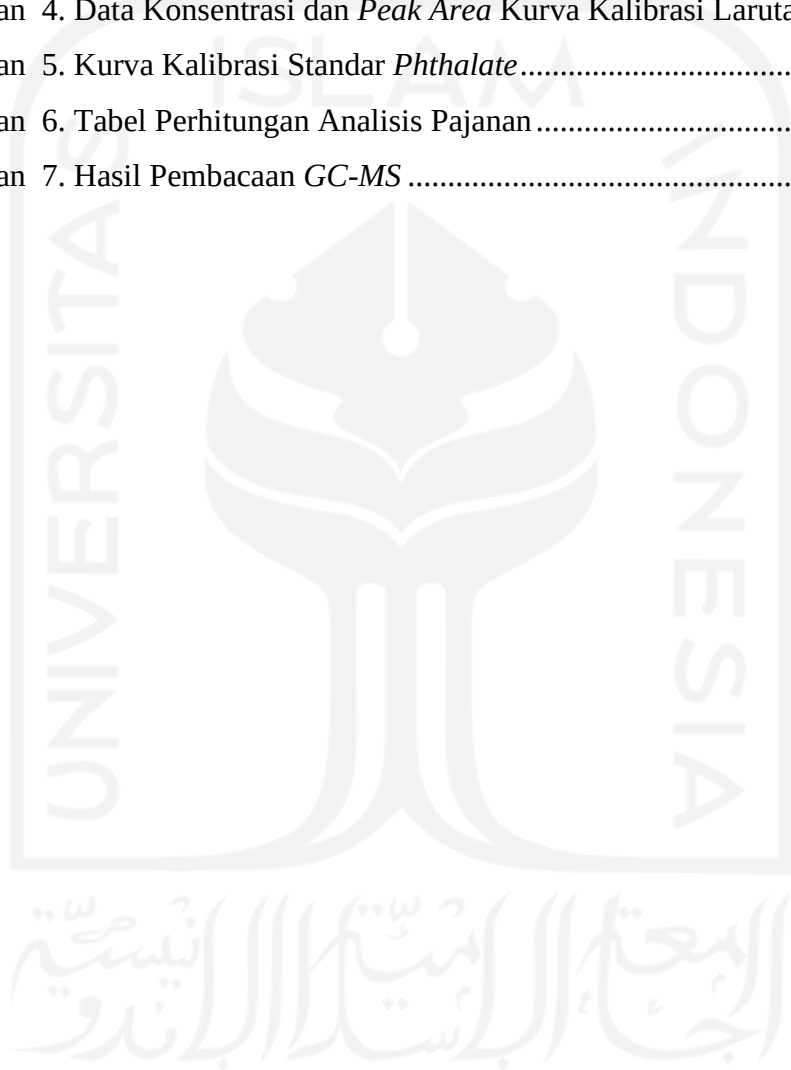
Tabl 2. 1 komposisi Sampah TPA Piyungan Bantul Tahun 2021.....	7
Table 2. 2 Studi Penelitian Terdahulu.....	10
Table 3. 1 Alat dan Bahan.....	18
Table 4. 1 Hasil Pengukuran Parameter Suhu Sumur Warga	39
Table 4. 2 Hasil Pengukuran Parameter pH Air Tanah Warga	40
Table 4. 3 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling N.1.2	42
Table 4. 4 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling N.1.2	43
Table 4. 5 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling N.1.8.....	44
Table 4. 6 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling N.1.10.....	45
Table 4. 7 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling B.1.5	46
Table 4. 8 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling B.1.6	47
Table 4. 9 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling B.1.7	48
Table 4. 10 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling B.2.1	49
Table 4. 11 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling B.2.7	50
Table 4. 12 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling B.3.1	51
Table 4. 13 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling B.3.1	52
Table 4. 14 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling B.3.6	53
Table 4. 15 Kandungan DBP Dalam Air Tanah	56
Table 4. 16 Kandungan DEHP Dalam Air Tanah.....	59
Table 4. 17 Usia Responden.....	61
Table 4. 18 Berat Badan Responden.....	63
Table 4. 19 Parameter Model Penilaian Risiko kesehatan Air Tanah.....	65
Table 4. 20 Hasil Analisis Intake Oral Efek Non Karsinogenik	66
Table 4. 21 Nilai RFD Senyawa Phthalate	67
Table 4. 22 Hasil Nilai Karakterisasi Risiko (RQ) Efek Non Karsinogenik.....	67
Table 4. 23 Nilai SF Tiap Jenis Phthalate	69
Table 4. 24 Hasil Intake Oral (I) dan ECR DEHP	69



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pengambilan Sampel.....	83
Lampiran 2. Proses Preparasi Sampel.....	84
Lampiran 3. Dokumentasi Wawancara Warga	85
Lampiran 4. Data Konsentrasi dan <i>Peak Area</i> Kurva Kalibrasi Larutan Standar.	86
Lampiran 5. Kurva Kalibrasi Standar <i>Phthalate</i>	87
Lampiran 6. Tabel Perhitungan Analisis Paparan	88
Lampiran 7. Hasil Pembacaan <i>GC-MS</i>	92





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan suatu hal yang tidak bisa lepas dari kehidupan manusia setiap harinya. Semua aktivitas yang dilakukan oleh manusia pasti akan menghasilkan sampah, hal ini juga terjadi di sekitar wilayah TPA Piyungan, Bantul. Menurut data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) volume sampah tiga tahun terakhir ini yang terhitung mulai tahun 2019-2021 setiap tahunnya sedikit demi sedikit mulai berkurang. Timbulan sampah yang terjadi di provinsi D.I. Yogyakarta Kabupaten Bantul pada tahun 2019 mencapai 783,652 Ton, tahun 2020 mencapai 773,843 Ton, dan tahun 2021 mencapai 771,696 ton. Data tersebut dapat dilihat bahwa pada tahun 2019-2021 terjadi pengurangan timbulan sampah di Provinsi Yogyakarta. (SIPSN Yogyakarta, 2022).

Adapun komposisi sampah pada TPA Piyungan, Bantul berdasarkan data SIPSN pada tahun 2021 masih didominaasi oleh sisa makanan dengan persentase sebesar 53,51%, kemudian plastik persentasenya sebesar 12,77%, kayu/ranting sebesar 9,95%, kertas/karton sebesar 8,56%, kaca sebesar 5,36%, logam sebesar 1,73%, kain sebesar 0,41%, dankaret/kulit sebesar 0,12%. (SIPSN Yogyakarta, 2022).

Menurut (Serôdio et al., 2006) *Phthalate* atau *Phthalic acid ester (PAEs)* merupakan bahan kimia yang biasanya berhubungan dengan manusia sebagai *plasticizer* (zat yang ditambahkan ke plastik untuk meningkatkan fleksibilitas dan daya tahan) seperti digunakan untuk industri dengan skala luas, namun paparan yang tinggi dan toksisitas yang nyata dari *PAE* ini dapat mempengaruhi kesehatan manusia dan fungsi ekosistem. Secara kimia *PAE* tidak terikat pada struktur plastik tetapi terikat secara fisik ke matriks polimer, hal tersebut menyebabkan *PAE* pada proses pembuatan, penggunaan, dan pembuangan mudah terlepas ke lingkungan secara langsung maupun tidak langsung (Zota et al., 2014)

Air tanah merupakan air yang berasal dari bawah permukaan bumi lebih tepatnya terdapat di lapisan pembawa air yang disebut akuifer, air tersebut dapat

menjadi salah satu sumber air terpenting dalam menyelesaikan masalah kebutuhan air di muka bumi (Manrulu et al., 2021). Sebagian besar air yang terdapat di area pegunungan dan jauh dari area industri akan jernih sehingga masyarakat dapat mengkonsumsi secara langsung, sedangkan air pada area industri atau perkotaan pada umumnya masih tergolong baik tetapi tidak bisa dikonsumsi secara langsung (Aziz, 2000). Menurut (Widiyanto et al., 2015) Air sumur gali merupakan sumber air yang banyak dimanfaatkan masyarakat, apabila sumur tersebut tercemar oleh limbah domestik maupun industri akan menyebabkan dampak kesehatan manusia dan fungsi ekosistem (Luo et al., 2018)

TPA Piyungan merupakan salah satu TPA yang terletak di Kabupaten Bantul, DIY yang menggunakan sistem *sanitary landfill* yaitu sampah dengan jumlah banyak ditumpuk dengan timbunan tanah di area yang cukup luas. Kemudian tanah tersebut diberi jalan air serta kolam penampungan untuk air lindi. Hal ini akan berpotensi terjadinya pencemaran air tanah oleh *Phthalate* yang bersumber dari air lindi dan juga air hujan yang meresap ke dalam tanah. Maka perlu dilakukan penelitian terkait dengan sebaran *Phthalate* pada air tanah untuk mengetahui seberapa besar kadar senyawa pengganggu *hormone Phthalate* yang terkandung dalam air tanah sekitar TPA Piyungan, Bantul.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang tersebut, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

- 1) Seberapa besar kadar senyawa *Phthalate* pada air tanah di daerah sekitar TPA Piyungan, Bantul ?
- 2) Bagaimana pola sebaran senyawa *Phthalate* dalam air tanah di sekitar TPA Piyungan, Bantul ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Menganalisis kadar senyawa *Phthalate* pada air tanah di sekitar TPA

Piyungan, Bantul menggunakan metode *Gas Chromatography and Mass Spectroscopy (GC-MS)*.

- 2) Memetakan pola sebaran *Phthalate* pada air tanah di sekitar TPA Piyungan, Bantul menggunakan *software QGIS*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Memberikan informasi mengenai kelayakan kualitas air tanah kepada masyarakat, terutama bagi masyarakat yang berdomisili di daerah sekitar TPA Piyungan, Bantul.
- 2) Sebagai tambahan referensi dan bahan kajian bagi peneliti selanjutnya untuk mengembangkan hasil penelitian yang sudah akan dibuat ini.
- 3) Sebagai masukan bagi suatu instansi atau institusi terkait dalam menentukan kebijakan yang berkaitan dengan kualitas sumber.

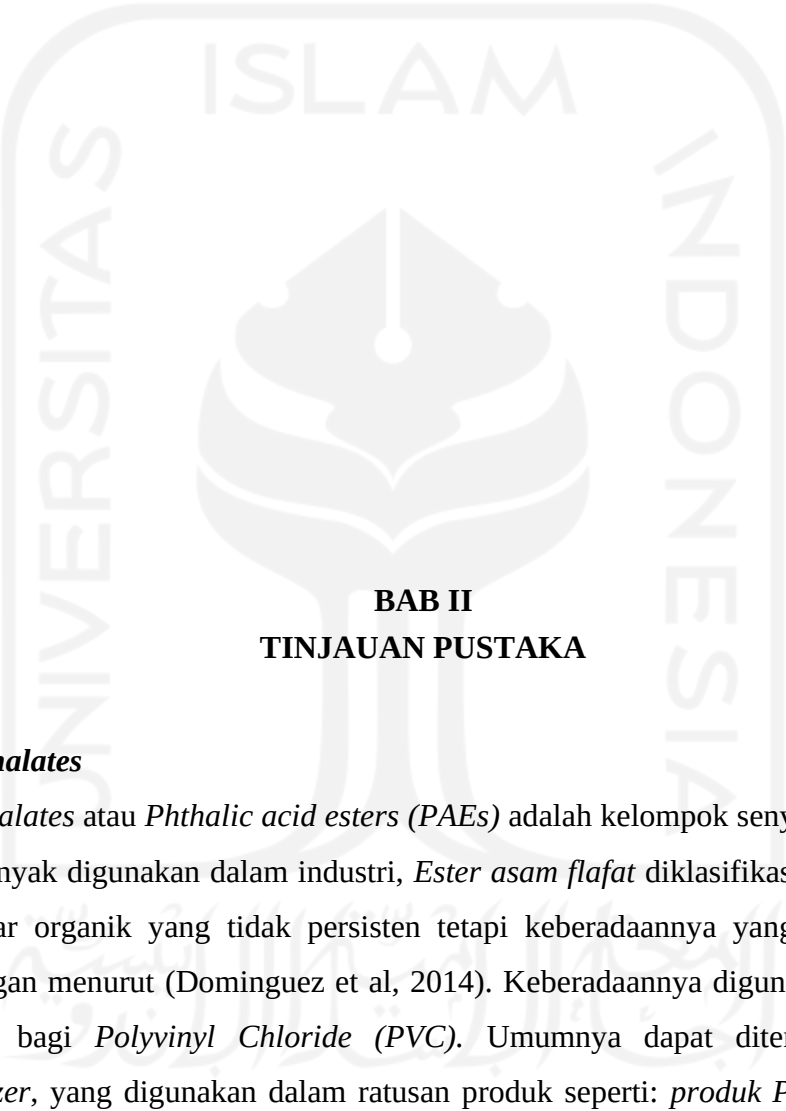
1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Waktu penelitian dimulai pada bulan Maret 2022.
- 2) Sampel pengujian yang akan diambil adalah sampel air tanah dengan jenis parameter yang diuji adalah *Phthalate* dengan jenis *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)*.
- 3) Pengujian sampel dilakukan dengan menggunakan metode *Headspce GC-MS*.
- 4) Pengujian sampel dilakukan hingga memperoleh kadar konsentrasi sampel.
- 5) Lokasi penelitian dilakukan pada 10 titik air tanah pada daerah sekitar TPA Piyungan, Bantul



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Phthalates

Phthalates atau *Phthalic acid esters (PAEs)* adalah kelompok senyawa organik yang banyak digunakan dalam industri, *Ester asam flafat* diklasifikasikan sebagai pencemar organik yang tidak persisten tetapi keberadaannya yang konstan di lingkungan menurut (Dominguez 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, dan lain-lain. Paparan *Phthalate* yang dapat 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).

PAEs terbentuk ketika metanol, alkohol atau etanol bereaksi dengan gugus karboksil pada cincin *benzena* asam *phthalate*. *Phthalate* sebagai struktur kimia dengan sifat lipofilik, *phthalate* juga tidak terikat secara kimia untuk struktur plastik tetapi hanya terikat secara fisik ke matriks polimer, sehingga *PAE* bisa dengan mudah terlepas ke lingkungan secara langsung maupun tidak langsung, selama pembuatan, penggunaan, dan pembuangan (Zota et al., 2014).

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

PAEs diklasifikasikan sebagai molekul rendah, senyawa *PAEs* meliputi *dimetil phthalate (DMP)*, *dibutil phthalate (DBP)*, *di (2-etilheksil) phthalate (DEHP)*, *butil Benzin phthalate (BBP)*, *Diisodecyl phthalate (DIDP)*, *Diisononyl phthalate (DINP)*, *Di-n- Hexylphthalate (DnHP)* dan *Di-n-oktil phthalate (DNOP)*, biasa digunakan untuk obat- obatan, kosmetik, komponen pelarut, tinta dan lilin. (Shoshtari et al, 2019).

2.2 Sampah Plastik

Menurut (Dahlilah, 2021) plastik merupakan bahan yang banyak digunakan untuk keperluan sehari-hari yang sulit terurai oleh organisme, plastik biasa digunakan mulai dari peralatan rumah tangga hingga industri. Menurut penulis penggunaan plastik yang tidak sesuai dengan persyaratan akan berdampak pada gangguan kesehatan seperti kerusakan jaringan tubuh dan kanker pada manusia. Sampah plastik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan karena mampu bertahan hingga bertahun-tahun. Sampah plastik jika dibakar dapat menyebabkan polusi udara dan bisa mencemari tanah jika ditimbun.

Adapun cara yang dapat dilakukan untuk penanggulan limbah plastik yaitu:

1. Mengurangi penggunaan produk berbahan plastik dan menggantinya dengan produk yang ramah lingkungan seperti *Tote bag*, *Tumbler*, *Sterefoam*.
2. Menghindari buang sampah dilingkungan secara langsung.
3. Penggunaan kembali plastik yang masih bisa dipakai.

Adapun komposisi sampah pada TPA Piyungan, Bantul berdasarkan data SIPSN pada tahun 2021 sebagai berikut:

Tabl 2. 1 komposisi Sampah TPA Piyungan Bantul Tahun 2021

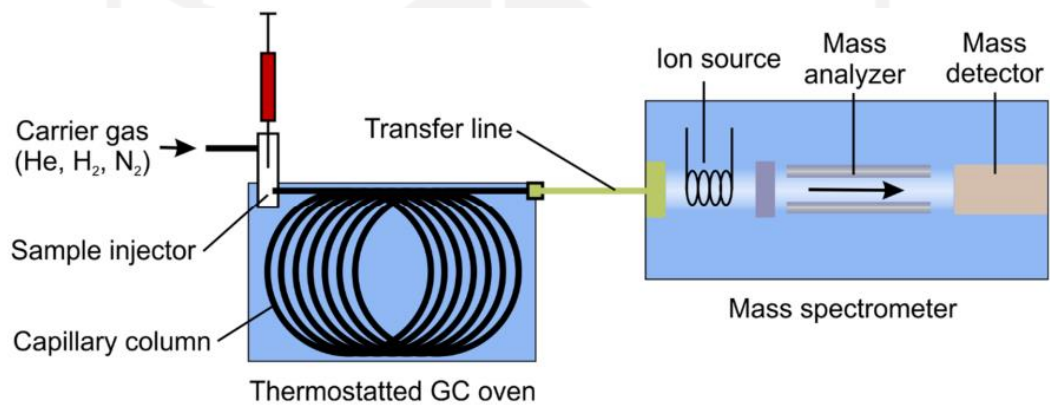
No	Komponen	Komposisi (%)
1	Sisa makanan	53,51%
2	Plastik	12,77%
3	Kayu/ranting	9,95%
4	Kertas/karton	8,56%
5	Kaca	5,36%
6	Logam	1,73%
7	Kain	0,41%
8	Karet kulit	0,12%
9	Lainnya	7,59%

2.3 Prinsip GC-MS (*Gas Chromatography and Mass Spectrophotometer*)

Gas Chromathography (GC) adalah metode pemisahan untuk menganalisis senyawa yang mudah menguap dan mudah diuapkan. Senyawa yang mudah terdegradasi oleh panas tidak dapat dianalisis menggunakan metode ini. *Mass Spectrometer (MS)* adalah metode analisis instrumen yang dapat mengidentifikasi dan menentukan struktur komponen sampel dengan cara menunjukkan massa relatif dari molekul komponen dan massa relatif hasil pecahannya. *Gas*

Chromathography- Mass Spectrometer merupakan metode gabungan analisis GC dan MS. Untuk GC hanya berfungsi sebagai sarana pemisah tanpa dilengkapi detektor sebagaimana GC pada umumnya, sedangkan yang berfungsi sebagai detektornya adalah MS. (Lee et al., 2019)

Dengan adanya penggabungan kedua alat ini, maka GC-MS dapat memisahkan komponen-komponen pada suatu analit dan juga dapat menentukan jenis komponen tersebut melalui spektrum massanya. Instrumentasi komponen GC-MS dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 2. 1 Instrumentasi Kromatografi GCMS

(Rak, 2019).

Prinsip kerja GC-MS adalah sampel berupa cairan diinjeksikan ke dalam injektor kemudian diuapkan. Sampel yang berbentuk uap dibawa oleh gas pembawa menuju kolom untuk proses pemisahan. Selanjutnya setelah terpisah, masing-masing komponen akan melewati ruang pengion dan dibombardir oleh elektron sehingga terjadi ionisasi. Hasil Fragmen-fragmen ion akan ditangkap oleh detektor dan dihasilkan spektrum massa (Widelia, 2012).

2.4 Memetakan Pola Sebaran *Phthalate* Menggunakan QGIS

Memetakan pola persebaran *Phthalate* menggunakan *software QGIS versi 3.26.2*. *Software* ini digunakan pada proses analisa serta menunjukkan interpretasi hasil analisa. Metode *on screen* digitasi ini digunakan pada proses data spasial lalu

dimasukkan dalam *software* tersebut. Dengan menggunakan fasilitas *database* dapat digunakan untuk menganalisa atribut non spasial. Proses manajemen data tersebut diolah menjadi basis data atribut basis data spasial. *Inverse Distance Weighted (IDW)* merupakan metode interpolasi untuk menentukan suatu nilai di lokasi yang tidak tersampel berdasarkan data disekitarnya. Metode ini sering digunakan karena proses perhitungan yang sederhana dan mudah untuk dipahami.

2.4 Air Tanah

Air tanah atau air sumur merupakan sumber daya air yang sangat penting dan banyak digunakan oleh manusia. Debit air sumur yang sangat melimpah serta kualitas air yang baik menjadi salah satu faktor yang sering dimanfaatkan oleh penduduk sebagai sumber air bersih untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga sehari-hari.

Pencemaran air tanah dapat terjadi akibat dari beberapa faktor seperti faktor alami contohnya gempa bumi, aktivitas gunung berapi, dan curah hujan yang tidak stabil. Selain itu pencemaran air tanah juga dapat terjadi akibat faktor non alami seperti air tanah yang dipompa secara berlebihan, pencemaran dari aktivitas manusia, dan masih banyak lagi (Custodio, 2005).

2.4.1 Jenis Air Tanah

Air tanah yang dapat menyimpan air dalam jumlah banyak dalam formasi geologi disebut dengan akuifer. Ada beberapa formasi tanah yang tidak dapat menyimpan air dan mengalirkan air tanah dengan sempurna. Sedangkan formasi batuan sederhana dan hanya dapat menyimpan air dalam jumlah sedikit biasanya hanya terlihat seperti rembesan disebut sebagai akuitard. Berdasarkan sifat fisik serta kedudukannya, akuifer dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu:

- 1) Akuifer bebas, adalah air tanah dangkal (kedalaman < 20 m). Air tanah dangkal ini adalah yang paling sering kita jumpai dan paling umum digunakan masyarakat untuk dijadikan sumur sebagai sumber

air bersih.

- 2) Akuifer tertekan, adalah air tanah dalam (kedalaman > 20 m). Air tanah dalam ini memiliki kualitas serta kuantitas yang lebih baik daripada air tanah dangkal, dan biasanya banyak digunakan untuk industri (Iskandarsyah, 2008). (cekungan air tanah piyungan).

2.4.2 Cekungan Air Tanah

Cekungan air tanah merupakan wilayah yang dibatasi oleh batas hidrogeologis, pada batas tersebut semua peristiwa yang terjadi seperti pengaliran, penambahan dan pelepasan air tanah berlangsung (PAAI-GWWG, 2016). Air tanah merupakan air interkoneksi yang secara terbuka pada batuan saturasi di bawah permukaan tanah yang terjadi di zona jenuh maupun tidak jenuh. Sistem ini dipengaruhi oleh beberapa kondisi hidrologi, geologi serta gaya tektonik yang dapat membentuk cekungan air tanah.

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian Kandungan *Phthalate* pada air tanah di sekitar TPA Piyungan Bantul, Yogyakarta belum pernah dilakukan sebelumnya, Oleh karena itu, penulis mengambil referensi dari beberapa penelitian terdahulu yang dilakukan pada lokasi lain dan dianggap bisa menjadi acuan dengan penelitian ini:

Table 2. 2 Studi Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Van Der Horst et al	2020	<i>Occurrence, removal, and environmental risk of phthalates in wastewaters, landfill leachates, and groundwater in Poland</i>	Pengujian kandungan <i>Phthalate</i> pada air tanah di IPAL Polandia menggunakan metode <i>HS-SPME/GC-MS</i> yang dioptimalkan menunjukkan bahwa metode ini sensitif dan akurat serta memungkinkan penentuan rentang konsentrasi yang luas. Konsentrasi keseluruhan <i>ester asam ftalat</i> dalam air tanah dari sumur pemantauan hulu berkisar dari di

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
				bawah <i>LOD</i> hingga 1,8 mg/L dan dari <i>LOD</i> hingga 27,9 mg/L dalam sampel dari sumur di hilir TPA <i>MSW</i> . Dalam kasus air tanah, risiko lingkungan tertinggi terdapat pada <i>DBP</i> dan <i>DEHP</i> .
2	Domínguez et al	2014	<i>Phthalate occurrence in rivers and tap water from central Spain. Science of the total environment</i>	<i>DBP</i> paling sering terdeteksi dan pada konsentrasi tertinggi, baik pada air sungai maupun air keran, sedangkan <i>DMP</i> dan <i>DEP</i> hanya ditemukan pada sampel air keran. <i>DEHP</i> tidak ditemukan di kedua sungai dan sampel air keran karena merupakan salah satu ftalat yang paling diatur. Ftalat 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	Edjere et al	2016	<i>Distribution of phthalate esters in underground water from power transmission sites in Warri Metropolis, Delta State, Nigeria.</i>	Konsentrasi ($\mu\text{g/L}$) enam senyawa ester asam ftalat dalam air tanah dari beberapa pembangkit listrik di <i>Delta State</i> berkisar antara 0,000 – 2,547(<i>DMP</i>), 0,053–0,180 (<i>DEP</i>), 0,100– 0,443 (<i>DBP</i>), 0,400-0,660 (<i>DEHP</i>) dan 0,000-0,020 (<i>DnOP</i>), sedangkan <i>BBP</i> tidak terdeteksi di semua lokasi. Konsentrasi <i>DMP</i> , <i>DEP</i> dan <i>DBP</i> di air tanah ditemukan pada tingkat yang tidak menimbulkan ancaman langsung. Meskipun demikian, disarankan untuk terus memantau keberadaan zat-zat ini dalam air.
4			<i>Reliable quantification of phthalates in environmental matrices (air, water,</i>	Banyak teknik pretreatment dan metode deteksi sekarang dapat diterapkan untuk mengidentifikasi dan mengukur senyawa ini dalam matriks lingkungan yang berbeda di seluruh lingkungan di seluruh dunia, termasuk aerosol atmosfer,

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
	Net, S et al	2015	<i>sediment and soil</i>	udara dalam dan luar ruangan, dalam kompos limbah padat kota, lumpur, air sungai dan laut/sedimen, SSM dan air minum. Namun, masalahnya bukan pada analisis jejak itu sendiri tetapi risiko kontaminasi selama prosedur analitis karena keberadaannya di mana-mana di lingkungan laboratorium/produk/pelarut/reagen, yang sering kali dapat menyebabkan hasil positif palsu atau hasil yang terlalu tinggi.

2.6 Analisis Risiko Kesehatan

Memperkirakan suatu risiko paparan terhadap suatu sasaran populasi atau sebuah organisme dengan melakukan identifikasi potensi setelah terpapar kontaminan merupakan analisis risiko kesehatan (WHO, 2004). Kita akan mendapatkan nilai paparan tertinggi dari kandungan *Phthalate* pada orang dewasa dan anak setelah melakukan penilaian risiko awal. Hal tersebut diharapkan memiliki indeks paparan tertinggi karena memiliki nilai kontaminasi *Phthalate* tertinggi. Karakterisasi risiko dilakukan setelah melakukan penilaian eksposur. Keseluruhan hasil bagi bahaya (*HQs*) dihitung untuk tiap senyawa di tiap titik pengambilan sampel air sumur untuk anak dan orang dewasa, *DMP* dikecualikan, *RfD* yang diperlukan untuk perhitungan hasil bagi tidak tersedia. Nilai *HQ* yang diperoleh tidak melebihi 1 dalam hal apapun, sehingga menunjukkan risiko yang ditimbulkan akibat paparan *Phthalate* dalam air sumur dapat diterima. Penilaian risiko ini hanyalah metodologi kuantitatif dalam memberikan perkiraan risiko, banyak kandungan *Phthalate* yang dianalisis adalah pengganggu endokrin yang mampu bertindak pada dosis rendah. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan apabila ingin memantau keberadaan zat ini dalam air sumur warga. Pada tahap sebelumnya yang dihitung pada nilai dosis keseluruhan yakni perbandingan dengan nilai referensi untuk asupan air. Dua efek yang mungkin ditimbulkan yaitu efek

karsinogenik dan non karsinogenik. Subjek penelitian yang digunakan adalah efek karsinogenik, *hazard quotient* mendefinisikan risiko. Hasil bagi bahaya tergantung pada nilai yang diperoleh, dan dianggap hasilnya lebih besar dari 1 (Kamrin, 2009).





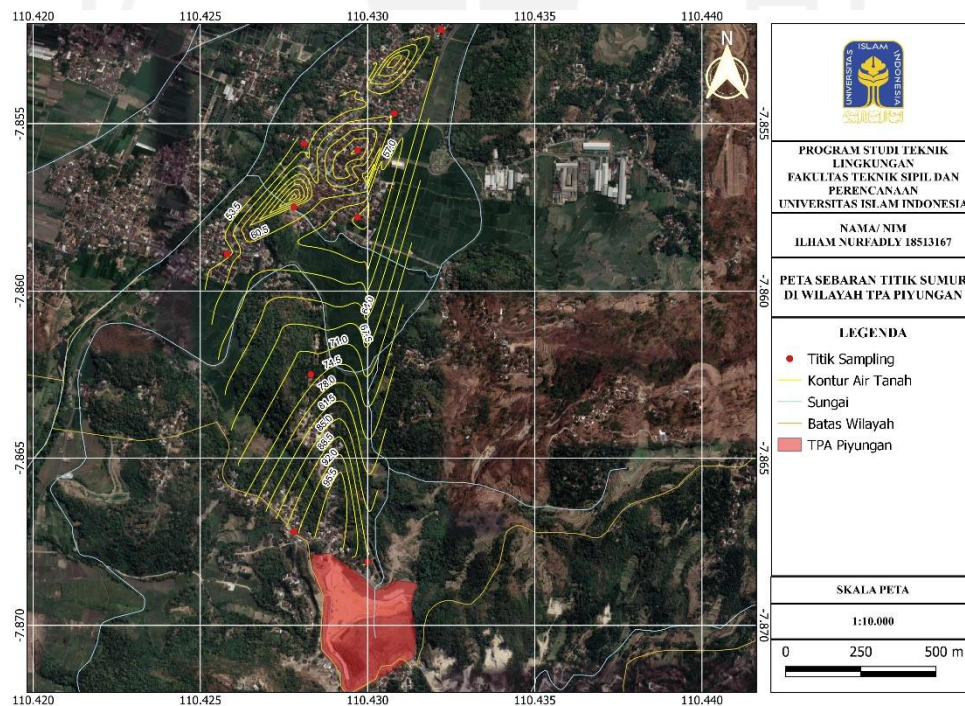
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Proses pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan pada tanggal 11-12 Juni 2022 dengan lokasi pengambilan sampel akan dilakukan pada titik air tanah sumur warga di sekitar TPA Piyungan Bantul, Yogyakarta. Jumlah titik sampel yang diambil berjumlah 10 titik kemudian dilanjutkan dengan uji laboratorium di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.



Gambar 3. 1 Peta Kontur dan Titik Sampling Sumur TPA Piyungan

Pada penelitian ini jumlah titik sampel yang akan diambil berjumlah 10 titik dengan pertimbangan padatnya penduduk dan pemukiman warga di sekitar TPA Piyungan, maka diambil 10 titik sampel air tanah pada sumur warga dari berbagai wilayah agar lebih efektif pada saat sampel tersebut diuji dan sebagai perwakilan kondisi air tanah pada sumur warga sekitar, sehingga nantinya kita dapat menyimpulkan kondisi dari air tanah pada sumur warga sekitar TPA Piyungan

masih layak digunakan atau perlu dilakukan kembali pengolahan sebelum digunakan untuk keperluan setiap harinya.

3.1.1 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu air tanah pada sumur warga di wilayah sekitar TPA Piyungan Bantul, DIY. Mayoritas warga di sekitar wilayah TPA Piyungan tersebut masih menggunakan air tanah berupa sumur untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari dan juga untuk aktivitas persawahan dan perkebunan. Penentuan titik lokasi air tanah didasarkan pada pola kontur aliran air tanah dan pemanfaatan air tanah oleh masyarakat.

3.2 Metode Penelitian

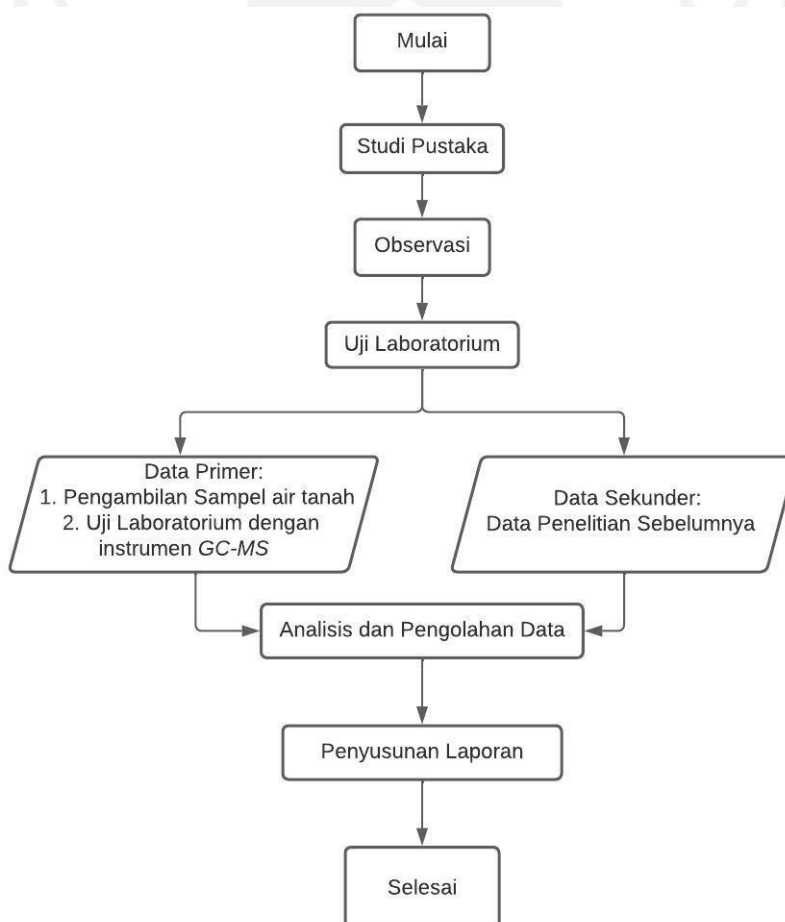
Pada penelitian ini nantinya akan menggunakan metode penelitian Laboratorium, dilakukan dengan pengambilan sampel air tanah pada sumur warga dan dilakukan pengujian kandungan *phthalates*. Untuk menganalisis kandungan *phthalate* akan melalui beberapa proses yaitu proses analisis data, observasi lapangan, pengambilan sampel, serta wawancara sesuai dengan teori yang dibuat sebagai pendukung. Penelitian ini sangat membutuhkan kelengkapan data yang akurat dan agar dapat menyelesaikan masalah dalam penelitian ini pendekatan yang digunakan sebagai berikut:

1. Observasi, dimana tahap ini melakukan pengamatan langsung dengan objek penelitian pada lokasi sampling sumur gali dan sumur bor, dengan data yang akan didapatkan seperti tata guna lahan sekitar sumur, pemanfaatan air sumur oleh masyarakat, kualitas dan kondisi sumur, jenis sumur, tahun pembuatan serta elevasi sumur.
2. Studi literatur, dimana tahap ini melakukan pendekatan ilmiah sebagai pertimbangan untuk memperoleh data yang efektif dan terpercaya dari sumber berupa buku, jurnal maupun tulisan elektronik.
3. Pengujian Laboratorium, dimana tahap ini melakukan pengujian dan

menganalisa sampel air tanah yang telah diambil dari lokasi sampling untuk diuji menggunakan instrumen *GC-MS* dan dengan metode *Headspace GC-MS* untuk memperoleh kadar kandungan *phthalate* dalam air tanah.

3.3 Pengumpulan Data

Data yang akan digunakan berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari observasi langsung ke lapangan dan dari proses wawancara kepada warga sekitar TPA Piyungan Bantul, Yogyakarta. Sedangkan data sekunder diperoleh dari buku, jurnal yang sesuai untuk mendukung data penelitian ini.



Gambar 3. 2 Diagram Penelitian

3.3.1 Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini alat dan bahan yang akan digunakan untuk pengujian sampel sebagai berikut:

Table 3. 1 Alat dan Bahan

No	Jenis Alat	Nama Alat	Jumlah	Satuan
1	Alat Pengujian Laboratorium	Gelas <i>Beaker</i> 500 mL	1	Buah
2		Gelas <i>Beaker</i> 250 mL	1	Buah
3		Labu <i>Erlenmeyer</i> 500 mL	1	Buah
4		Suntikan 10 mL	1	Buah
5		Botol <i>Vial</i> 15 mL	1	Buah
6		Corong Kaca	1	Buah
7		Pipet Tetes	1	Buah
8		Pipet Ukur 5 mL	1	Buah
9		Pipet Ukur 10 mL	1	Buah
10		Cawan Porselin	1	Buah
11		<i>Water Bath</i>	1	Buah
12		<i>Vacum</i>		Buah
13		<i>Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)</i>	1	Buah
14		<i>C18-E Cartridge, 1g, 6 cc</i>	10	Buah
15		Botol <i>Agilent</i> 2 mL	10	Buah
16	Bahan Pengujian Laboratorium	<i>Dichlorometane</i>	2	mL
17		<i>Aseton</i>	2	mL
18		<i>Hexane</i>	6	mL
19		<i>Methanol</i>	6	mL

No	Jenis Alat	Nama Alat	Jumlah	Satuan
20		Kertas Saring <i>glass micro-fiber 0.45 μm</i>	10	Buah
22		Aquades	Secukupnya	mL

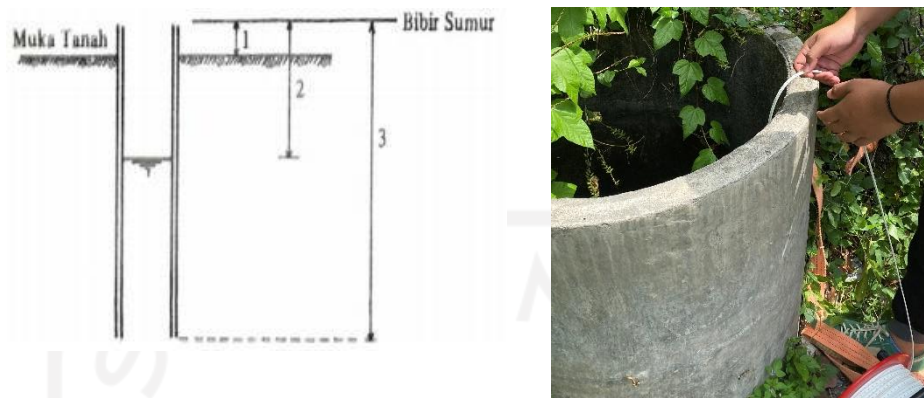
3.4 Metode Analisis Data

3.4.1 Pengambilan Sampel Air Tanah

Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk pengambilan sampel air tanah yaitu metode *Purposive Sampling*. Dimana metode ini dapat melakukan teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu dan baik digunakan untuk penelitian kuantitatif, sehingga diharapkan titik sampel yang telah ditentukan dapat memberikan informasi sesuai dengan penelitian yang dilakukan.

Apabila telah mengetahui seluruh titik air sumur di lokasi mana yang akan diambil, maka selanjutnya lakukan pengukuran tinggi muka air tanah yang berfungsi untuk dapat mengetahui arah aliran air tanah dengan memperhatikan tinggi air tanah yang berada di titik sampling yang telah ditentukan. Berikut adalah prosedur pengukuran tinggi muka air tanah:

- Pengukuran elevasi muka air tanah pada sumur menggunakan altimeter
- Pengukuran ketinggian bibir sumur terhadap muka tanah
- Pengukuran kedalaman permukaan air dari bibir sumur menggunakan *sounding meter*
- Untuk sumur dangkal kita harus mengetahui dasar sumur dari bibir sumur
- Konstruksi sumur



Gambar 3. 3 Prosedur Pengukuran Pengambilan Sampel Air Tanah

Setelah melakukan pengukuran maka kita akan mengetahui kemana dominan arah aliran air tanah tersebut, sehingga kita dapat melakukan pengambilan sampel di 10 titik sampel air tanah sesuai dengan dominan arah aliran air tanah tersebut (Wanny, 1983 dan Tegar, 2017). Kemudian setelah melakukan pengukuran muka air tanah, kita dapat melakukan pengambilan sampel air tanah :

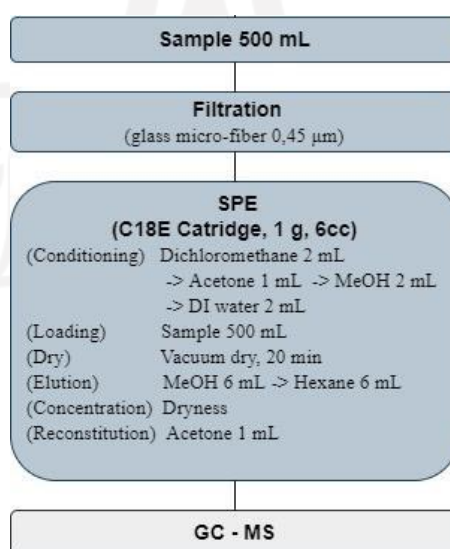
- Pada sumur gali, sampel air diambil pada kedalaman 20 cm di bawah permukaan air dan minimal 20 cm diatas dasar sumur serta jangan sampai endapan sedimen dasar sungai terambil.
- Pada sumur bor yang terdapat pompa tangan atau mesin, maka sampel diambil dari kran air atau mulut pompa tempat air keluar.
- Setelah sampel diperoleh menggunakan botol kaca, kemudian masukkan kedalam botol. disini saya menggunakan botol kaca 500 mL karena jika menggunakan botol plastik akan mempengaruhi kandungan parameter *Phthalate*.

Untuk pengambilan sampel air pada penelitian ini mengacu pada **SNI 6989.58:2008** tentang Metode Pengambilan Contoh Air Tanah. Sampel air yang telah diambil disimpan dalam botol kaca amber lalu disimpan di dalam *ice box* sampai tiba di laboratorium, kemudian disimpan di lemari es/*freezer*.

Tidak ada langkah-langkah penyimpanan dan pengawetan secara khusus karena *Phthalate* stabil pada pH 7. Semua sampel yang telah disegel dengan sumbat kaca dengan klip logam dikumpulkan. Sampel tersebut didinginkan pada suhu 4°C dan bebas dari cahaya dari waktu pengumpulan hingga ekstraksi. Semua sampel harus diekstraksi dengan estimasi tujuh hari setelah pengumpulan dan dianalisis sepenuhnya dalam waktu maksimal 40 hari setelah ekstraksi.

3.4.2 Preparasi Analisis Konsentrasi *Phthalate*

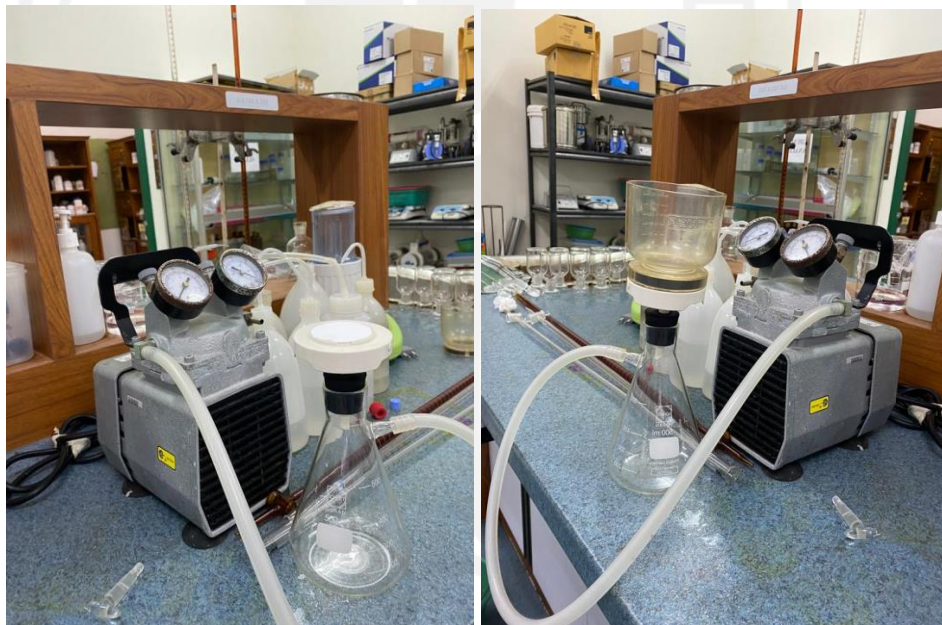
Pada proses preparasi analisis konsentrasi *Phthalate* pada air tanah sumur warga dilakukan beberapa tahap pengujian yaitu tahap penyaringan (filtrasi), *Solid Phase Extraction (SPE)* (Liu et al, 2008). Kemudian dilakukan pembacaan sampel di laboratorium menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)*. Adapun beberapa jenis sampel yang akan diuji yaitu *dimetil Phthalate (DMP)*, *dibutyl Phthalate (DBP)*, *di (2-etilheksil) Phthalate (DEHP)*, *butyl benzyl Phthalate (BBP)*, *diisodecyl Phthalate (DIDP)*, *Diisononyl Phthalate (DINP)*, *i-n-Hexyl-Phthalate (DnHP)* dan *Di-n-oktil Phthalate (DnOP)*.



Gambar 3. 4 Diagram Alir Pengujian Sampel Air Tanah

3.4.2.1 Penyaringan

Pada proses penyaringan, sampel air tanah sebanyak 500 mL disaring menggunakan kertas saring *glass micro-fiber 0,45 μm* yang telah di oven selama 12 jam dengan suhu 100°C. Proses penyaringan akan menggunakan alat vacum, dimana sampel air tanah akan dilewatkan dengan melalui kertas saring *glass micro-fiber 0,45 μm* sehingga sampel yang disaring akan tersedot dengan cepat ke bawah wadah yang berupa labu erlenmeyer 500 mL. Kemudian sampel yang berada di dalam labu erlenmeyer tersebut dipindahkan ke gelas *beaker* 500 mL. Berikut adalah gambar proses penyaringan sampel air tanah:



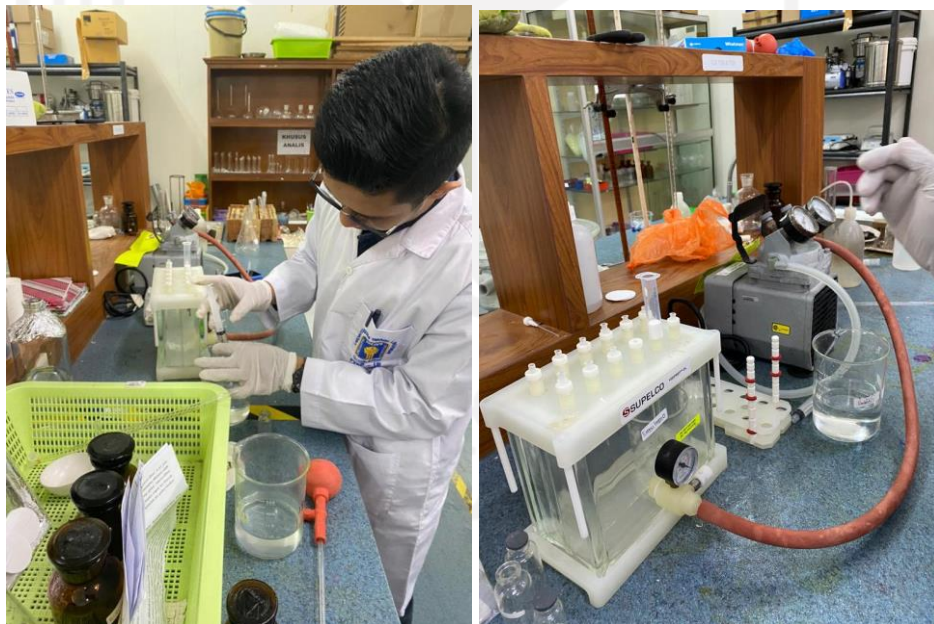
Gambar 3. 5 Proses Penyaringan

3.4.2.2 Solid Phase Extraction (SPE)

Setelah melalui proses penyaringan, sampel air tanah kemudian diekstraksi dengan ekstraksi fase padat (SPE) menggunakan *Cartridge C18-E* dengan acuan atau metode yang telah dijelaskan oleh (Zheng et al. 2014). Menurut zheng et al ada beberapa tahapan dalam melakukan SPE yaitu *Conditioning, Loading sample, Vacum Dry, Elution, Concentration, dan Reconstitution*. Mulai tahap

Conditioning hingga *Elution* masih tetap menggunakan alat *vacum*.

Pertama, dilakukan tahap *conditioning* pada *Cartridge C18-E*, dimana katrid akan dilewati larutan secara berurutan berupa *Dichloromethane* sebanyak 2 mL, aseton sebanyak 1 mL, metanol sebanyak 2 mL, dan Aquades sebanyak 2 mL dengan menggunakan pipet ukur 5 mL. Tahap selanjutnya dilakukan *Loading* sample dengan memasukkan sampel air tanah ke dalam katrid secara perlahan menggunakan suntikan 10 mL, tahap ini dilakukan secara berkala hingga sampel air tanah sebanyak 500 mL habis. Lalu dilakukan proses pengeringan katrid yang telah digunakan untuk ekstraksi dengan tetap menyalakan alat *vacum* selama 20 menit hingga katrid mengering. Setelah itu tahap *Elution* dimana katrid yang telah kering dilewati kembali dengan Metanol dan Heksan yang masing-masing sebanyak 6 mL secara berurutan. Berikut adalah gambar proses ekstraksi menggunakan metode *SPE*:



Gambar 3. 6 Ekstraksi Fase SPE

Kemudian, panaskan *Waterbath* hingga suhu 100°C, jika suhu *waterbath* telah mencapai 100°C pindahkan eluat metanol dan heksan ke dalam cawan porselin dan dipanaskan diatas *waterbath* hingga menguap dan kering. Setelah itu diamkan cawan porselin hingga dingin lalu larutkan dengan aseton sebanyak 1 mL, kemudian pindahkan ke botol injeksi 2 mL *agilent* untuk dianalisis dengan menggunakan *GC-MS*.



Gambar 3. 7 Proses Elution

3.4.2.3 Analisa Sampel Menggunakan *GC-MS*

Analisa sampel menggunakan instrumen *GC-MS* yang dilengkapi dengan kolom kapiler (30 m x 0,25 mm x 0,25 m ketebalan film, *Agilent*). *MS UI* (ketebalan sampel (1 film L) 30 m disuntikkan dalam *mode split* (*rasio split* 1:2) dengan *temperature* pada 300°C. Laju aliran gas pembawa dijaga pada 1,2 mL/menit. Suhu oven diatur untuk meningkat dari 80°C (ditahan selama 1 menit) menjadi 170°C pada 10°C/menit dan kemudian menjadi 260°C pada 10°C/menit, dan akhirnya dinaikkan menjadi 300°C pada 20°C/menit kemudian ditahan selama 15 menit. Berikut gambar analisa sampel

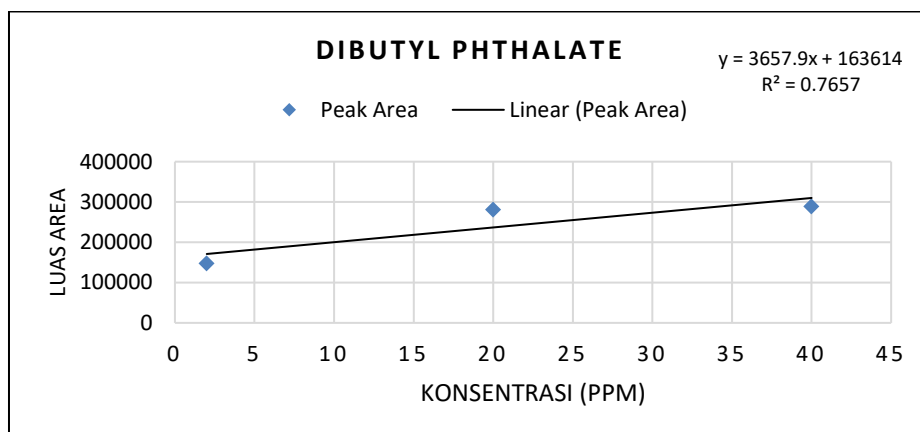
menggunakan GC-MS:



Gambar 3. 8 Analisa GC-MS

3.4.2.4 Metode Validasi Kandungan *LOD* & *LOQ*

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



Gambar 3. 9 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standar *Dibutyl Phthalate*

Dari Gambar 3.9 diatas didapatkan rumus persamaan $y = 3657,9x + 89913$, dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,7657$ hasil inilah yang disebut dengan model persamaan $y = ax + b$, dan model inilah yang akan digunakan untuk mencari nilai sensitivitas b serta nilai LOD dan LOQ .

Ada beberapa cara untuk menentukan nilai LOD dan LOQ , yaitu kurva kalibrasi, *Signal to noise*, dan penentuan blanko. Penelitian ini menggunakan 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 (Riyanto, 2014). Berikut merupakan rumus LOD dan LOQ :

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

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

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

Tabel 3. 2 Hasil Data Statistik Kurva Kalibrasi Senyawa *Dibutyl Phthalate*

<i>Dibutyl Phthalate</i>				
X	Y	Yi	(Y-Yi)	(Y-Yi) ²
2	147569.16	170929.8	-23360.64	545719501.2
20	281157.44	236772	44385.44	1970067284
40	288903.58	309930	-21026.42	442110338
Total (Y-Yi) ²				985965707.7

Langkah-langkah perhitungan *LOD* dan *LOQ* dengan metode kurva kalibrasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \left(s \frac{y}{x} \right) &= \frac{\sqrt{(y-y_i)^2}}{n-2} = \frac{\sqrt{985965707.7}}{3-2} \\
 &= 31400,09089 \\
 LOD &= \frac{(3 \times 31400,09089)}{(3657,9)} = 25,75256 \text{ ppb} \\
 LOQ &= \frac{(10 \times 31400,09089)}{(3657,9)} = 85,841852 \text{ ppb}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

x = Konsentrasi Larutan Standar (ppm)
y = *Peak Area* Larutan Standar
yi = Hasil perhitungan dari persamaan linear *dibutyl phthalate* $y = 3657,9 + 163614$

Tabel 3. 3 Rekapitulasi Nilai *LOD* dan *LOQ*

Senyawa	(Y-Yi) ²	n	S (y / x)	LOD (ppb)	LOQ	LOD (mg/l)
DBP	985965707.7	3	31400.09089	25.75256	85.841852	0.018209807
DEHP	1.30777E+11	3	361630.9899	32.32408	107.74692	0.022856573

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

3.4.2.5 Hasil Uji Sampel

Dari hasil pengujian yang dilakukan ke 10 titik sampel air tanah pada sumur didapat 2 senyawa yang terkandung dalam sampel. Sampel yang terkandung adalah *DBP* dan *DEHP*. 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 1:

$$\begin{aligned}y &= ax + b \\x &= \frac{(y-b)}{(a)} \\x &= \frac{(94376,17-163614)}{(3657,9)} = -18,9283 \text{ ppm} \\x &= \frac{-18,9283}{500} = -0,037856 \text{ ppm} \\x &= \frac{-0,037856}{0,001} = -0,000003785 \text{ ppm}\end{aligned}$$

Dikarenakan pada pengujian sampel awalnya sampel memiliki volume 500 ml dan kemudian dipekatkan menjadi 1 ml sebelum diinjeksikan ke GC-MS, maka hasil konsentrasinya dibagi dengan 500 ml, kemudian dari volume terakhir vial 1 ml, volume yang akan dibaca oleh GC-MS hanya 1 μL , 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:

Tabel 3. 4 Pehitungan Konsentrasi Persamaan Regresi Linear Sampel

Senyawa	Sampel	Persamaan Regresi	y	x (ppm)	x (ppm) /500	x (ppm) / 0,001	x (mg/l)
Dibutyl Phthalate	S1	$y = 3657.9x + 163614$	94376.17	Lower Detection	Lower Detection	Lower Detection	Lower Detection
	S9	$y = 3657.9x + 163614$	365682.33	55.241622	0.110483244	1.104832E-04	1.10483E-07
Di-2-ethylhexyl phthalate	S1	$y = 33563x - 119186$	305646.54	Lower Detection	Lower Detection	Lower Detection	Lower Detection
	S2	$y = 33563x - 119186$	397284.16	Lower Detection	Lower Detection	Lower Detection	Lower Detection
	S3	$y = 33563x - 119186$	474272.05	Lower Detection	Lower Detection	Lower Detection	Lower Detection
	S4	$y = 33563x - 119186$	2140934.12	60.237408	0.120474816	1.204748E-04	1.20475E-07
	S5	$y = 33563x - 119186$	1450514.16	39.666542	0.079333085	7.933308E-05	7.93331E-08
	S6	$y = 33563x - 119186$	3355547.82	96.426476	0.192852952	1.928530E-04	1.92853E-07
	S7	$y = 33563x - 119186$	3460333.7	99.548542	0.199097083	1.990971E-04	1.99097E-07
	S8	$y = 33563x - 119186$	3870894.29	111.78108	0.223562154	2.235622E-04	2.23562E-07
	S9	$y = 33563x - 119186$	2336544.41	66.065561	0.132131121	1.321311E-04	1.32131E-07
	S10	$y = 33563x - 119186$	1810939.63	50.405316	0.100810633	1.008106E-04	1.00811E-07

3.4.3 Pengukuran Suhu Air

Pada pengukuran suhu air tanah diukur menggunakan alat *Water Quality Meter* saat kita berada di lokasi titik sampling. *Water Quality Meter* merupakan alat industri yang dapat mengukur suhu air, kualitas air, kadar oksigen dalam air, oksidasi dalam air dan lain sebagainya. Pengukuran suhu ini bertujuan untuk meminimalisir perubahan terhadap suhu air yang signifikan saat kita membawanya dari lokasi titik sampling menuju ke laboratorium uji.

3.4.4 Pemetaan Pola Aliran Air Tanah Menggunakan Metode IDW Untuk Interpolasi Sebaran *Phthalate*

Interpolasi merupakan metode untuk mendapatkan data berdasarkan dari data yang ada sebelumnya. Pada pemetaan, interpolasi yaitu proses estimasi nilai dalam wilayah yang tidak dilakukan pengukuran atau sampling,

sehingga terbentuklah peta sebaran nilai pada seluruh wilayah (Gamma Design Software, 2005). Interpolasi atau sering disebut dengan *resampling* merupakan metode pencitraan yang dapat menambah maupun mengurangi jumlah piksel pada citra digital. Proses interpolasi ini digunakan untuk kita mendapatkan citra yang lebih detail. Tujuan dari Interpolasi spasial ini yakni untuk menghasilkan permukaan yang dapat mempresentasikan keadaan empiriknya, sehingga kita dapat memperkirakan tingkat akurasi metode yang akan digunakan (Ramos, 2010).

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

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

3.4.5 Analisa Data Menggunakan ARKL (Analisis Risiko Kesehatan dan Lingkungan)

Dari data yang dihasilkan dari pengujian sampel air tanah akan dilakukan analisa data yang akan diolah dengan analisis ARKL (Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan). Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai tingkat risiko akibat paparan Senyawa *Phthalate* terhadap masyarakat sekitar

yang menggunakan air tanah di 4 dusun yang berada di Desa Sitimulyo. Berikut merupakan beberapa tahapan dalam melakukan analisis ARKL :

1) Identifikasi Sumber Bahaya (*Hazard Identification*)

Pada tahap identifikasi sumber bahaya dilakukan identifikasi sumber bahaya dengan berbagai macam cara maupun sumber, seperti insiden yang pernah terjadi, serta melakukan observasi dan pengecekan langsung ke lokasi penelitian, menyebarkan kuesioner dan melakukan wawancara langsung dengan pemilik atau warga sekitar yang berada pada lokasi penelitian dan lain sebagainya.

2) Analisis Dosis – Respon

Analisis dosis respon biasanya digunakan untuk menentukan besarnya dosis atau level paparan bahan kimia yang efeknya akan berdampak bagi kesehatan manusia. Dosis terbagi melalui beberapa jalur seperti terhirup (*inhaled*), melalui kulit (*absorbed*), dan tertelan (*ingested*).

3) Analisis Pemajanan (*Exposure Assessment*)

Pada tahap analisis pemajanan dilakukan identifikasi mengenai jumlah agen risiko yang diterima tiap individu yang dapat masuk melalui jalur pencernaan (*ingested*) dan jalur kulit (*absorbed*). Berikut merupakan rumus perhitungan untuk mencari nilai intake :

INTAKE (ORAL)

$$I = \frac{CW \times CR \times Te \times fE \times ED}{BW \times AT}$$

Keterangan :

I : Asupan/ *Intake* (mg/kg/hari)

CW : Konsentrasi *risk agent*, untuk air (mg/L)

CR : Laju (*rate*) asupan (m³/jam)

Te : Waktu paparan (jam/hari)

fE : Frekuensi pajanan tahunan (hari/tahun)

ED : Durasi pajanan, tahun (*real time* atau proteksi, 30 tahun untuk nilai default residensial)

BW : Berat badan (kg)

AT : Periode waktu rata – rata (Dt x 365 hari/tahun untuk zat non karsinogenik, 70 tahun x 365 hari/tahun untuk zat karsinogenik)

INTAKE (DERMAL)

$$I = \frac{CW \times SA \times PC \times Te \times fE \times ED \times CF}{BW \times AT}$$

Keterangan :

I : Asupan/ Intake (mg/kg/hari)

CW : Konsentrasi *risk agent*, untuk air (mg/L)

SA : Kontak area pada permukaan kulit (cm²)

PC : *Dermal Permeability Constant* (cm/jam) (0,11)

Te : Waktu pajanan (jam/hari)

fE : Frekuensi pajanan tahunan (hari/tahun)

ED : Durasi paparan (tahun)

CF : Faktor Konversi Volumetrik untuk air (1 L/1000 m³)

BW : Berat badan (kg)

AT : Rerata waktu (hari), jalur spesifik

4) Karakteristik Risiko (Risk Characterization)

Risk Quotient (RQ) merupakan upaya untuk mengetahui populasi pajanan yang berisiko terhadap agen risiko yang masuk ke dalam tubuh. Terdapat dalam karakteristik risiko kesehatan yakni tingkatan risiko untuk efek non karsinogenik serta *Excess Cancer Risk (ECR)* untuk efek karsinogenik. Berikut merupakan rumus RQ dan ECR :

Risk Quotient (RQ)

$$RQ = \frac{I}{RfD \text{ atau } RfC}$$

Keterangan :

RQ : Risk Quotient

I : Intake (mg/kg x hari)

RfD: reference dose (mg/kg x hari)

Excess Cancer Risk (ECR)

$$ECR = I_k \times CSF$$

Keterangan :

ECR : *Excess Cancer Risk*

I_k : *Intake* atau asupan kronis



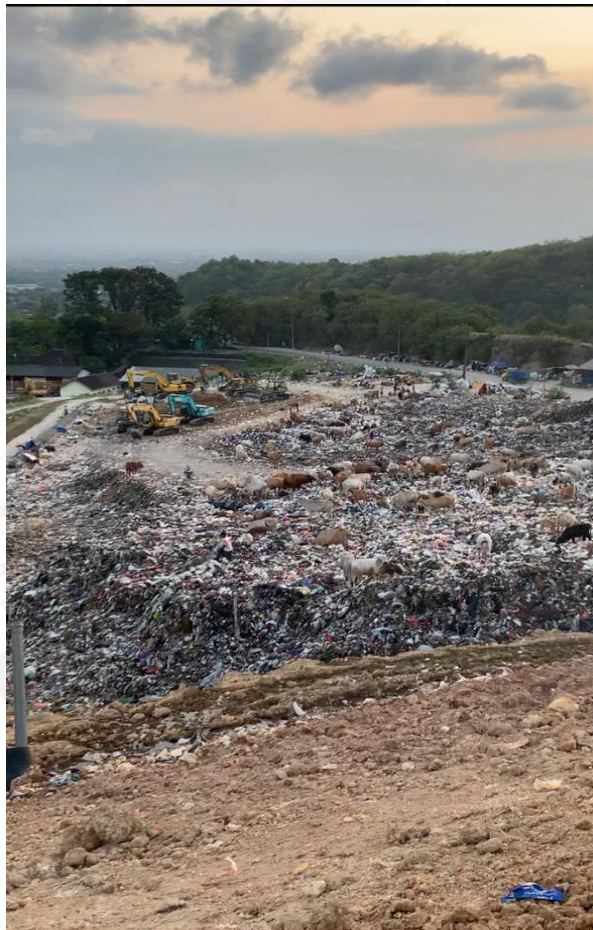
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian

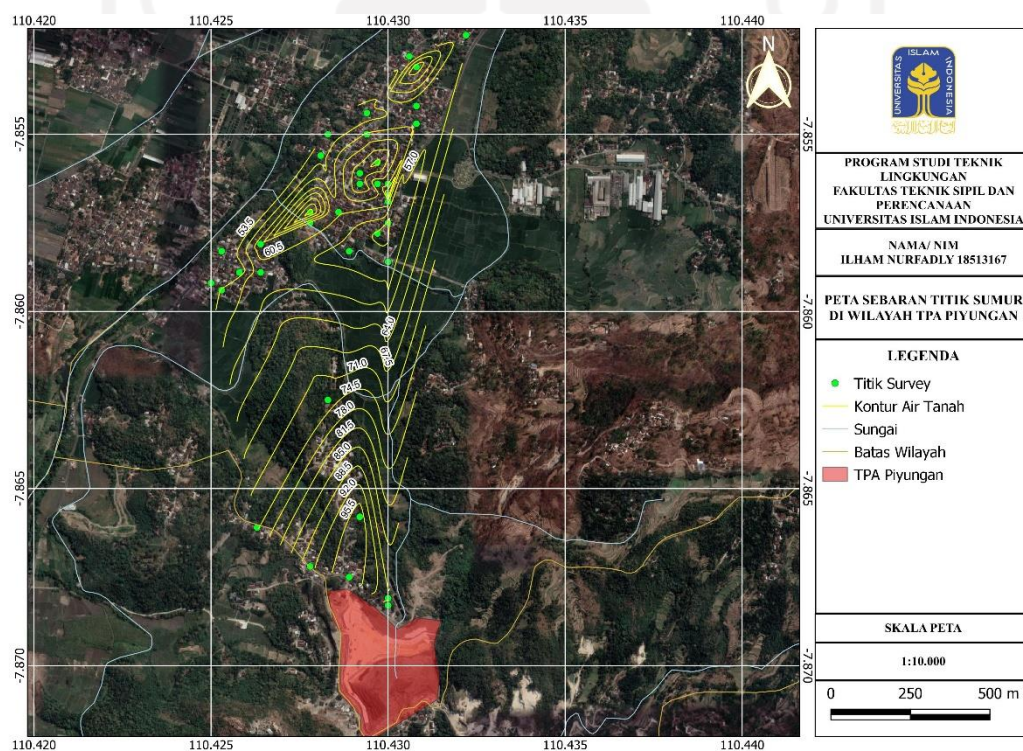
TPA Piyungan berlokasi di Dusun Ngablak, Desa Sitimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, DIY. TPA Piyungan dibangun pada tahun 1994-1996 dan mulai beroperasi sejak tahun 1996 yang dikelola oleh Pemerintah Daerah DIY. Kemudian mulai tahun 2019 pengelolaan TPA Piyungan diambil alih oleh balai pengelolaan sampah, Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan DIY. Saat ini TPA Piyungan masih beroperasi karena belum ada lokasi baru untuk lahan dibangunnya TPA. (DLHK, 2022). Berikut ini adalah gambar kondisi eksisting TPA Piyungan:



Gambar 4. 1 Kondisi Eksisting TPA Piyungan

4.2 Lokasi Sebaran Air Tanah Warga TPA Piyungan

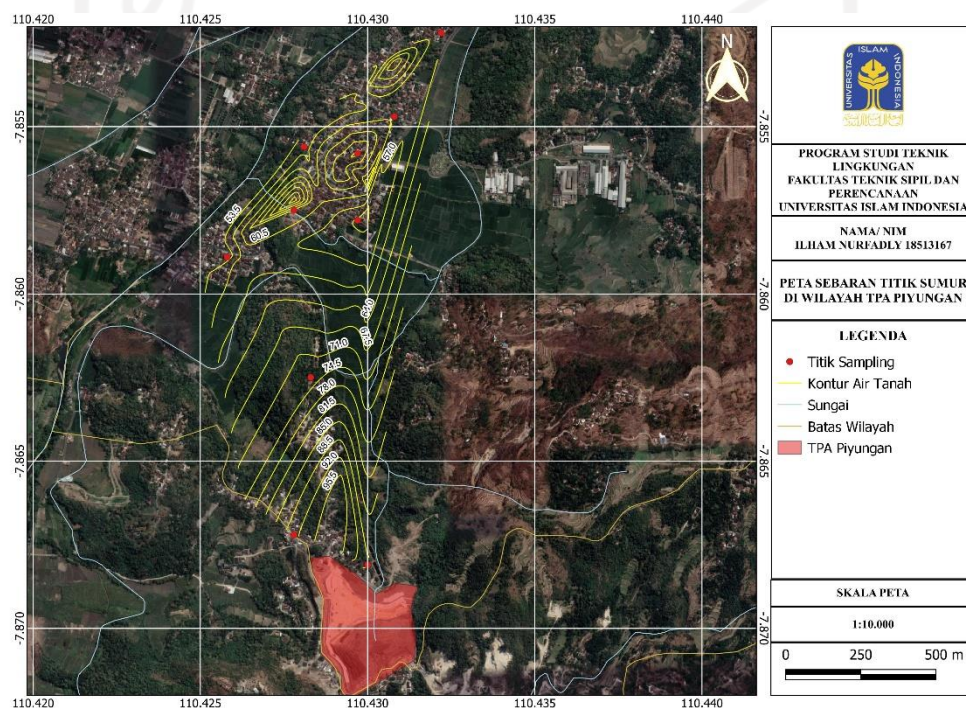
Penulis melakukan Observasi lapangan ke 36 titik air tanah yang tersebar di 4 dusun sekitar TPA Piyungan yaitu Dusun Banyak 1, Dusun Banyak 2, Dusun Banyak 3 dan Dusun Ngablak. Observasi ini dilakukan pada tanggal 11-12 Juli 2022. Observasi dilakukan dengan data yang akan didapatkan seperti jenis sumur, tata guna lahan sekitar sumur, pemanfaatan air sumur oleh masyarakat, kualitas dan kondisi sumur, tahun pembuatan, elevasi sumur, titik koordinat serta arah aliran air. Sehingga, dari data yang didapatkan kita bisa menentukan titik sampling yang nantinya akan diambil air tanahnya kemudian akan diuji di laboratorium terkait kandungan *Phthalat*nya. Berikut **Gambar 4.2** adalah peta sebaran air tanah sekitar TPA Piyungan:



Gambar 4. 2 Peta Sebaran Air Tanah Sekitar TPA Piyungan

Gambar 4.2 merupakan peta sebaran titik air tanah pada sumur di lokasi observasi. Air tanah yang berdekatan merupakan air tanah pada sumur warga Sekitar TPA Piyungan yang berada pada daerah padat pemukiman. Observasi dilakukan di 36 titik air tanah yang berbeda agar kita dapat membuat peta kontur air tanah dengan baik, dan dapat menentukan titik sampling dengan benar. Sampel

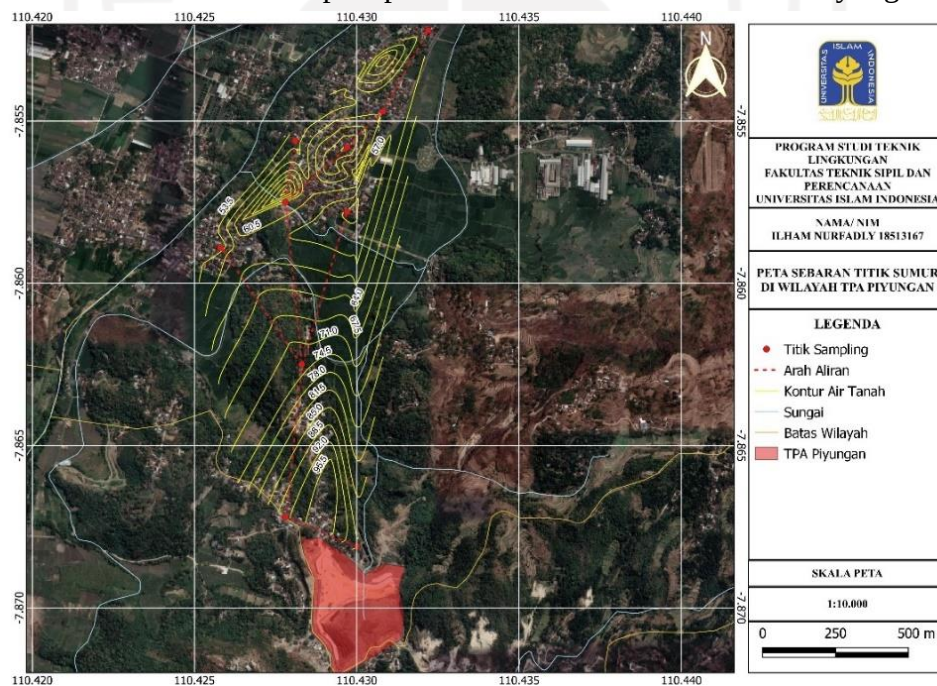
air tanah pada sumur yang posisinya dekat dengan TPA bertujuan untuk mengetahui seberapa besar dampak yang ditimbulkan oleh TPA terhadap sumur yang berdekatan dengan TPA Piyungan. Sedangkan sampel air tanah pada sumur yang berada jauh dengan TPA bertujuan untuk pembandingan hasil sampel air tanah pada sumur yang berdekatan dengan TPA. Berikut **Gambar 4.3** adalah titik sampling air tanah pada sumur yang akan digunakan sebanyak 10 titik yang kami pilih berdasarkan dari titik survei yang telah kami lakukan:



Gambar 4. 3 Peta Titik Sampling Air Tanah Disekitar TPA Piyungan

4.3 Pola Aliran Air Tanah Di Sekitar TPA Piyungan

Untuk dapat mengidentifikasi Kandungan *Phthalate* yang tersebar didalam air tanah pada sumur warga sekitar TPA Piyungan, hal yang perlu dilakukan adalah dibutuhkan pembuatan pola aliran air tanah. Pola aliran air tanah ini berfungsi sebagai petunjuk dan penyebab seberapa besar tingginya kandungan *Phthalate* yang berada pada air tanah tersebut. Pola aliran air tanah ini didapatkan dari hasil observasi dan penentuan titik sampling, dari 36 titik sampling pada saat observasi ada 10 titik sampling yang digunakan dan sudah ditentukan data titik tersebut. Kemudian data tersebut dimasukkan ke *software QGIS*. Sehingga didapatkan peta pola aliran air tanah berdasarkan elevasi muka air tanah dan kontur air tanah. Berikut **Gambar 4.4** adalah peta pola aliran air tanah sekitar TPA Piyungan:



Gambar 4. 4 Peta Pola Aliran Air Tanah TPA Piyungan Bantul

4.4 Kondisi Air Tanah Di Sekitar TPA Piyungan

4.4.1 Parameter Fisika Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter air yang sering diukur untuk kegunaannya. Suhu air dapat berubah-ubah terhadap keadaan ruang dan waktu. Biasanya suhu perairan tropis lebih tinggi dibandingkan suhu

perairaan sub tropis terutama pada musim dingin. Pada saat melakukan sampling suhu diukur langsung menggunakan *Water Quality Meter*. Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan di lapangan, suhu air tanah pada sumur warga berkisar diantara 25-30°C. Dari hasil pengukuran ini suhu air tanah pada sumur warga masih tergolong normal.

Standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk air sebagai *higiene sanitasi* dapat dikategorikan normal jika sama dengan temperatur udara lingkungan sekitar. Menurut Permenkes No 32 Tahun 2017, suhu air harus memiliki baku mutu deviasi ± 3 °C dari keadaan alamiah (Permenkes, 2017). Berikut adalah **Table 4.1** hasil pengukuran parameter suhu sumur warga:

Table 4. 1 Hasil Pengukuran Parameter Suhu Sumur Warga

No	Kode Sumur	Suhu (°C)	Permenkes No 32 tahun 2017
1	N.1.2	29,58	Suhu udara ± 3 °C
2	N.1.8	29,01	Suhu udara ± 3 °C
3	N.1.10	30,51	Suhu udara ± 3 °C
4	B.1.5	28,57	Suhu udara ± 3 °C
5	B.1.6	25,93	Suhu udara ± 3 °C
6	B.1.7	27,66	Suhu udara ± 3 °C
7	B.2.1	27,7	Suhu udara ± 3 °C
8	B.2.7	28,86	Suhu udara ± 3 °C
9	B.3.1	29,21	Suhu udara ± 3 °C
10	B.3.6	29,39	Suhu udara ± 3 °C

4.4.2 Parameter kimia

A. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) dapat mempengaruhi proses kimiawi dan biologis dalam air sehingga parameter ini sangat penting dalam melakukan sebuah analisis kualitas air. Air yang dikonsumsi dan digunakan untuk kebutuhan sehari-hari seperti mandi, cuci dan kakus masih dalam batas wajar jika tingkat pH nya netral yaitu 7. Konsentrasi pH yang mencapai nilai < 7 berarti sifatnya asam sedangkan nilai pH > 7 sifatnya basa. Derajat keasaan atau pH juga berpengaruh pada

efektifitas klorinasi pada air (Chapman, 2000).

Pengukuran langsung dilakukan pada saat dilapangan dengan menggunakan alat *Water Quality Meter* untuk mengidentifikasi pH yang ada pada air tanah sumur warga sekitar TPA Piyungan. Berikut ini merupakan **Table 4.2** hasil pengukuran pH yang dilakukan di lapangan pada saat sampling:

Table 4. 2 Hasil Pengukuran Parameter pH Air Tanah Warga

No	Kode Sumur	pH	Permenkes No 32 tahun 2017
1	N.1.2	7,51	6,5 - 8,5
2	N.1.8	7,03	6,5 - 8,5
3	N.1.10	8,09	6,5 - 8,5
4	B.1.5	7,26	6,5 - 8,5
5	B.1.6	7,22	6,5 - 8,5
6	B.1.7	7,64	6,5 - 8,5
7	B.2.1	7,12	6,5 - 8,5
8	B.2.7	7,04	6,5 - 8,5
9	B.3.1	7,4	6,5 - 8,5
10	B.3.6	7,46	6,5 - 8,5

Pada **Table 4.2** diatas dapat disimpulkan bahwa pH air tanah pada sumur warga berkisar 7,03 sampai 8,09. Dengan mengacu pada permenkes No 32 Tahun 2017, Kandungan *pH* air tanah pada sumur warga sekitar TPA Piyungan yang berkisar 7,03 hingga 8,09 masih sesuai baku mutu atau tergolong masih aman, sehingga air tanah pada sumur warga di sekitar TPA Piyungan masih dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan aktivitas setiap harinya. Namun, sebaiknya dilakukan pengujian kembali terkait kandungan dalam air tanah pada sumur tersebut apakah aman untuk dikonsumsi atau tidak karena hal ini akan berdampak langsung bagi kesehatan.

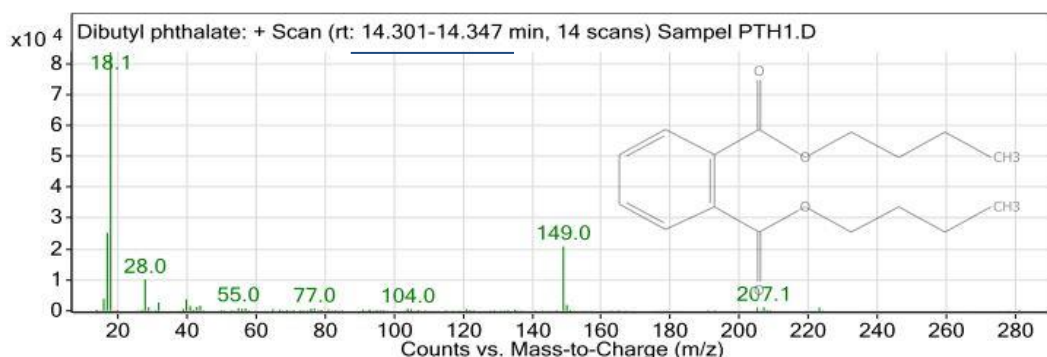
4.5 Hasil pembacaan Kromatogram GC-MS Terhadap *Phthalate*

Analisis kandungan *Phthalate* dalam air tanah pada sumur warga bertujuan untuk mengetahui konsentrasi dan juga sebaran senyawa *Phthalate* yang berada dalam air tanah pada sumur warga sekitar TPA Piyungan. Sampel yang dilakukan pengujian kadar *Phthalate*nya berasal dari air tanah pada sumur warga disekitar TPA Piyungan yang terdiri dari 10 titik sampling air tanah pada sumur. Kemudian pengujian yang akan diambil adalah sampel air tanah dengan jenis parameter yang diuji adalah *Phthalate* dengan jenis *dimetil Phthalate (DMP)*, *dibutyl 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)*. Akan tetapi hasil dari pengujian tersebut didapat jenis parameter *Phthalate* dengan jenis *Dibutyl Phthalate (DBP)* dan *Di (2-etilheksil) Phthalate (DEHP)*. Dari 10 titik sampling air tanah pada sumur warga disekitar TPA Piyungan, *Dibutyl Phthalate* terdapat pada titik sampling nomor 1 dengan kode sumur Ngeblak 1.2 dan titik sampling nomor 2 dengan kode sumur Banyak 3.1. Sedangkan *Di (2-etilheksil) Phthalate (DEHP)* terdapat pada seluruh titik sampling mulai dari titik sampling nomor 1 hingga titik sampling nomor 10. Berikut hasil pembacaan kromatogram GC-MS terhadap *Phthalate*:

4.5.1 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling N.1.2

Setelah Hasil pembacaan senyawa *phthalate* menggunakan GC-MS tersebut sudah dilakukan, maka penulis akan mendapatkan data berupa tabel dan grafik, yang nantinya dapat digunakan untuk mencari nilai konsentrasi *phthalate* dengan menggunakan nilai yang terdapat pada bagian area tabel. Dari tabel pembacaan tersebut kita bisa melihat bahwa ada 2 angka yang berbeda pada bagian start tabel tersebut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ada 2 jenis *phthalate* yang terbaca pada titik sampling N.1.2. yang berbeda, *Dibutyl Phthalate (DBP)* dengan nilai start 14,297 dan nilai areanya 94376,17. Grafik kromatogram dan tabel pembacaan sampel senyawa

Phthalate sebagai berikut:



Gambar 4. 5 Grafik Kromatogram DBP pada titik Sampling N.1.2

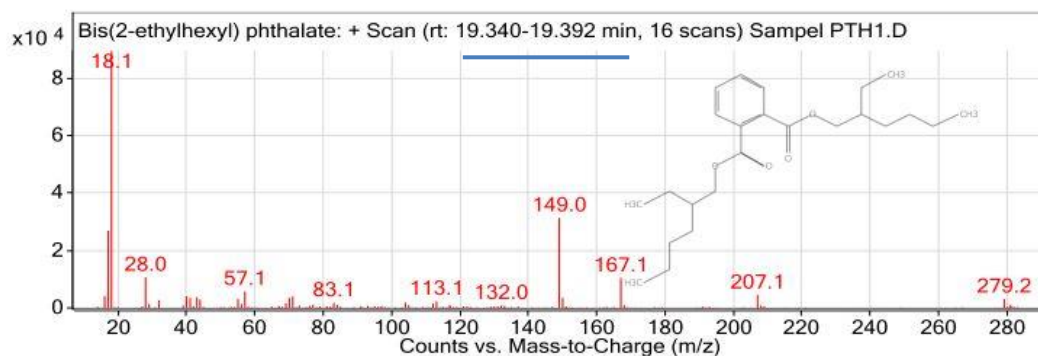
Dari **Gambar 4.5** yang digaris bawah berwarna biru merupakan waktu retensi atau *retention time* (*Rt*) yang menunjukkan waktu dimana senyawa tersebut mulai terbaca dengan satuan menit. Pada grafik kromatogram diatas yang terbaca adalah senyawa *Dibutyl Phthalate* (DBP) dengan waktu retensi di menit 14,301 – 14,347. Kemudian dari hasil waktu retensi tersebut lanjut ke tahap pembacaan pada **Table 4.3** yang merupakan tabel *integration peak list*. Tabel tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

Table 4. 3 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling N.1.2

Integration Peak List						
Peak	Start	RT	End	Height	Area	Area%
1	14,297	14,319	14,37	61256,96	94376,17	30,88
2	19,329	19,361	19,436	15423,04	305646,54	100

Pada **Table 4.3** dapat dilihat bahwa *peak* 1 dan 2 yang memiliki nilai *Rt* senyawa *Dibutyl Phthalate* (DBP) yang mendekati ada pada *peak* 1 dengan nilai *Rt* 14,297. Nilai *RT* tersebut digunakan untuk mencari nilai puncak area atau *peak area* yang merupakan besarnya senyawa yang teridentifikasi dalam pembacaan sampel di GC-MS. Pada kolom *peak* 1 ditarik garis ke arah kanan menuju ke kolom area atau biasa disebut *peak area* dan mendapatkan nilai 94376,17. Nilai tersebut digunakan untuk menghitung besar konsentrasi

sampel menggunakan metode kurva kalibrasi. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari nilai risiko kesehatan.



Gambar 4. 6 Grafik Kromatogram *DEHP* pada titik Sampling N.1.2

Dari **Gambar 4.6** yang digaris bawah berwarna biru merupakan waktu retensi atau *Retention Time (RT)* yang menunjukkan waktu dimana senyawa tersebut mulai terbaca dengan satuan menit. Pada grafik kromatogram diatas yang terbaca adalah senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* dengan waktu retensi di menit 19,340 – 14,392. Kemudian dari hasil waktu retensi tersebut lanjut ke tahap pembacaan pada **Tabel 4.4** yang merupakan tabel *integration peak list*. Tabel tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

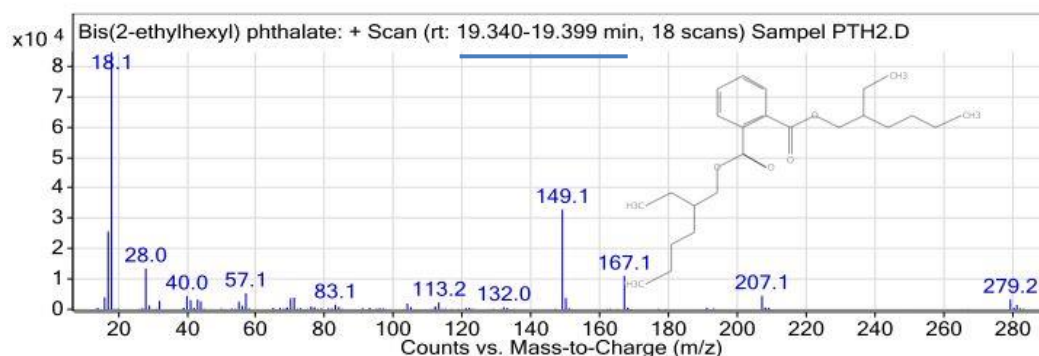
Table 4. 4 Hasil Pembacaan *GC-MS* Pada Titik Sampling N.1.2

<i>Integration Peak List</i>						
<i>Peak</i>	<i>Start</i>	<i>RT</i>	<i>End</i>	<i>Height</i>	<i>Area</i>	<i>Area%</i>
1	14,297	14,319	14,37	61256,96	94376,17	30,88
2	19,329	19,361	19,436	15423,04	305646,54	100

Pada **Table 4.4** dapat dilihat bahwa peak 1 dan 2 yang memiliki nilai *RT* senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* yang mendekati ada pada *peak 2* dengan nilai *Rt* 19,329. Nilai *RT* tersebut digunakan untuk mencari nilai puncak area atau *peak area* yang merupakan besarnya senyawa yang teridentifikasi dalam pembacaan sampel di *GC-MS*. Pada kolom *peak 2* ditarik garis ke arah kanan menuju ke kolom area atau biasa disebut *peak area* dan mendapatkan nilai 305646,54. Nilai tersebut digunakan untuk menghitung

besar konsentrasi sampel menggunakan metode kurva kalibrasi. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari nilai risiko kesehatan.

4.5.2 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling N.1.8



Gambar 4. 7 Grafik Kromatogram DEHP pada titik Sampling N.1.8

Dari **Gambar 4.7** yang digaris bawah berwarna biru merupakan waktu retensi atau *Retention Time (RT)* yang menunjukkan waktu dimana senyawa tersebut mulai terbaca dengan satuan menit. Pada grafik kromatogram diatas yang terbaca adalah senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* dengan waktu retensi di menit 19,340 – 19,399. Kemudian dari hasil waktu retensi tersebut lanjut ke tahap pembacaan pada **Table 4.5** yang merupakan tabel *integration peak list*. Tabel tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

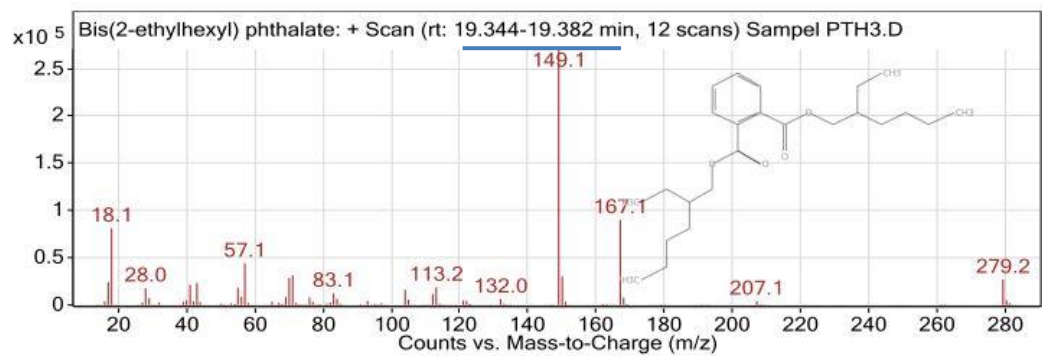
Table 4. 5 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling N.1.8

<i>Integration Peak List</i>						
<i>Peak</i>	<i>Start</i>	<i>RT</i>	<i>End</i>	<i>Height</i>	<i>Area</i>	<i>Area%</i>
1	19,324	19,361	19,465	186392,2	397284,16	100

Pada **Table 4.5** dapat dilihat bahwa peak 1 memiliki nilai *RT* senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* yang mendekati ada pada *peak 1* dengan nilai *Rt* 19,324. Nilai *RT* tersebut digunakan untuk mencari nilai puncak area atau *peak area* yang merupakan besarnya senyawa yang teridentifikasi dalam pembacaan sampel di GC-MS. Pada kolom *peak 1* ditarik garis ke arah kanan menuju ke kolom area atau biasa disebut *peak area* dan mendapatkan nilai 397284,16. Nilai tersebut digunakan untuk menghitung besar konsentrasi

sampel menggunakan metode kurva kalibrasi. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari nilai risiko kesehatan.

4.5.3 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling N.1.10



Gambar 4. 8 Grafik Kromatogram DEHP pada titik Sampling N.1.10

Dari **Gambar 4.8** yang digaris bawah berwarna biru merupakan waktu retensi atau *Retention Time (RT)* yang menunjukkan waktu dimana senyawa tersebut mulai terbaca dengan satuan menit. Pada grafik kromatogram diatas yang terbaca adalah senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* dengan waktu retensi di menit 19,344 – 19,382. Kemudian dari hasil waktu retensi tersebut lanjut ke tahap pembacaan pada **Table 4.6** yang merupakan tabel *integration peak list*. Tabel tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

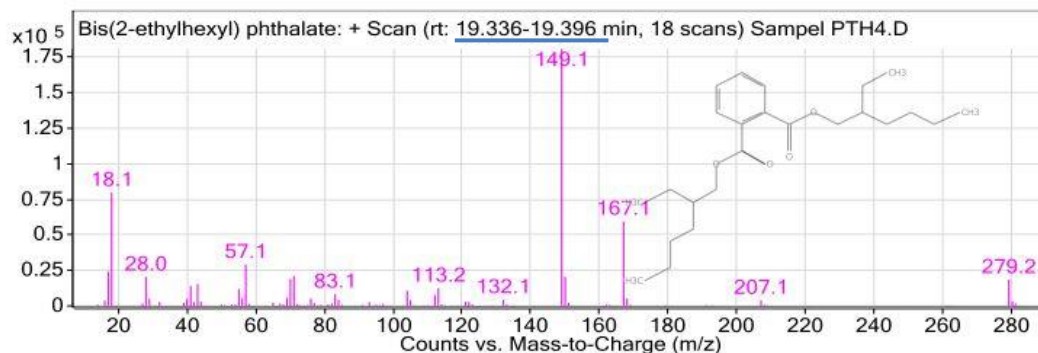
Table 4. 6 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling N.1.10

Integration Peak List						
Peak	Start	RT	End	Height	Area	Area%
1	19,338	19,361	19,389	334327,76	474272,05	100

Pada **Table 4.6** dapat dilihat bahwa peak 1 memiliki nilai *RT* senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* yang mendekati ada pada *peak 1* dengan nilai *Rt* 19,338. Nilai *RT* tersebut digunakan untuk mencari nilai puncak area atau *peak area* yang merupakan besarnya senyawa yang teridentifikasi dalam pembacaan sampel di *GC-MS*. Pada kolom *peak 1* ditarik garis ke arah kanan menuju ke kolom area atau biasa disebut *peak area* dan mendapatkan nilai 474272,05. Nilai tersebut digunakan untuk menghitung besar konsentrasi sampel menggunakan metode kurva kalibrasi. Kemudian dilakukan

perhitungan untuk mencari nilai risiko kesehatan.

4.5.4 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling B.1.5



Gambar 4. 9 Grafik Kromatogram *DEHP* pada titik Sampling B.1.5

Dari **Gambar 4.9** yang digaris bawah berwarna biru merupakan waktu retensi atau *Retention Time (RT)* yang menunjukkan waktu dimana senyawa tersebut mulai terbaca dengan satuan menit. Pada grafik kromatogram diatas yang terbaca adalah senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* dengan waktu retensi di menit 19,336 – 19,396. Kemudian dari hasil waktu retensi tersebut lanjut ke tahap pembacaan pada **Table 4.7** yang merupakan tabel *integration peak list*. Tabel tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

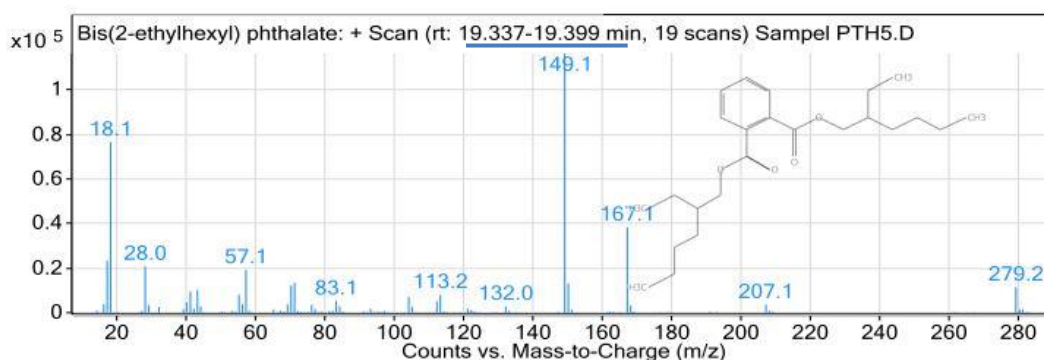
Table 4. 7 Hasil Pembacaan *GC-MS* Pada Titik Sampling B.1.5

<i>Integration Peak List</i>						
<i>Peak</i>	<i>Start</i>	<i>RT</i>	<i>End</i>	<i>Height</i>	<i>Area</i>	<i>Area%</i>
1	19,32	19,361	19,469	1059636,31	2140934,12	100

Pada **Table 4.7** dapat dilihat bahwa peak 1 memiliki nilai *RT* senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* yang mendekati dengan nilai *Rt* 19,32. Nilai *RT* tersebut digunakan untuk mencari nilai puncak area atau *peak area* yang merupakan besarnya senyawa yang teridentifikasi dalam pembacaan sampel di *GC-MS*. Pada kolom *peak* 1 ditarik garis ke arah kanan menuju ke kolom area atau biasa disebut *peak area* dan mendapatkan nilai 2140934,12. Nilai tersebut digunakan untuk menghitung besar konsentrasi sampel menggunakan metode kurva kalibrasi. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari nilai

risiko kesehatan.

4.5.5 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling B.1.6



Gambar 4. 10 Grafik Kromatogram *DEHP* pada titik Sampling B.1.6

Dari **Gambar 4.10** yang digaris bawah berwarna biru merupakan waktu retensi atau *Retention Time (RT)* yang menunjukkan waktu dimana senyawa tersebut mulai terbaca dengan satuan menit. Pada grafik kromatogram diatas yang terbaca adalah senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* dengan waktu retensi di menit 19,337 – 19,399. Kemudian dari hasil waktu retensi tersebut lanjut ke tahap pembacaan pada **Table 4.8** yang merupakan tabel *integration peak list*. Tabel tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

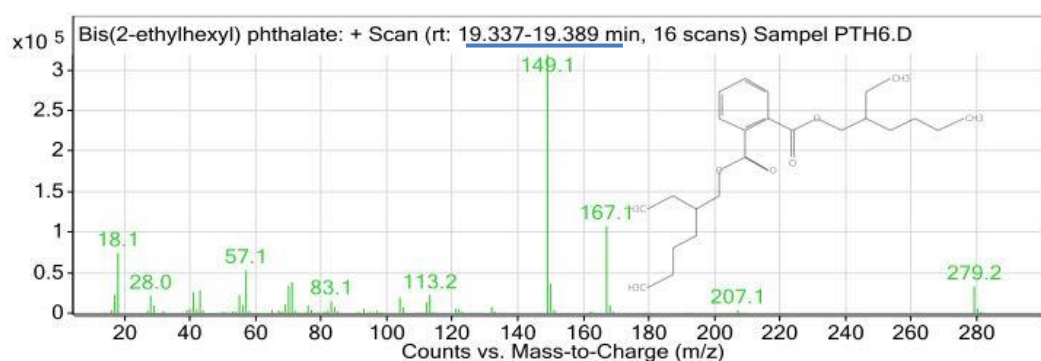
Table 4. 8 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling B.1.6

<i>Integration Peak List</i>						
<i>Peak</i>	<i>Start</i>	<i>RT</i>	<i>End</i>	<i>Height</i>	<i>Area</i>	<i>Area%</i>
1	19,316	19,361	19,469	697605,82	1450514,16	100

Pada **Table 4.8** dapat dilihat bahwa peak 1 memiliki nilai *RT* senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* yang mendekati dengan nilai *Rt* 19,316. Nilai *RT* tersebut digunakan untuk mencari nilai puncak area atau *peak area* yang merupakan besarnya senyawa yang teridentifikasi dalam pembacaan sampel di GC-MS. Pada kolom *peak* 1 ditarik garis ke arah kanan menuju ke kolom area atau biasa disebut *peak area* dan mendapatkan nilai 1450514,16. Nilai tersebut digunakan untuk menghitung besar konsentrasi sampel menggunakan

metode kurva kalibrasi. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari nilai risiko kesehatan.

4.5.6 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling B.1.7



Gambar 4. 11 Grafik Kromatogram DEHP pada titik Sampling B.1.7

Dari **Gambar 4.11** yang digaris bawah berwarna biru merupakan waktu retensi atau *Retention Time (RT)* yang menunjukkan waktu dimana senyawa tersebut mulai terbaca dengan satuan menit. Pada grafik kromatogram diatas yang terbaca adalah senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* dengan waktu retensi di menit 19,337 – 19,389. Kemudian dari hasil waktu retensi tersebut lanjut ke tahap pembacaan pada **Table 4.9** yang merupakan tabel *integration peak list*. Tabel tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

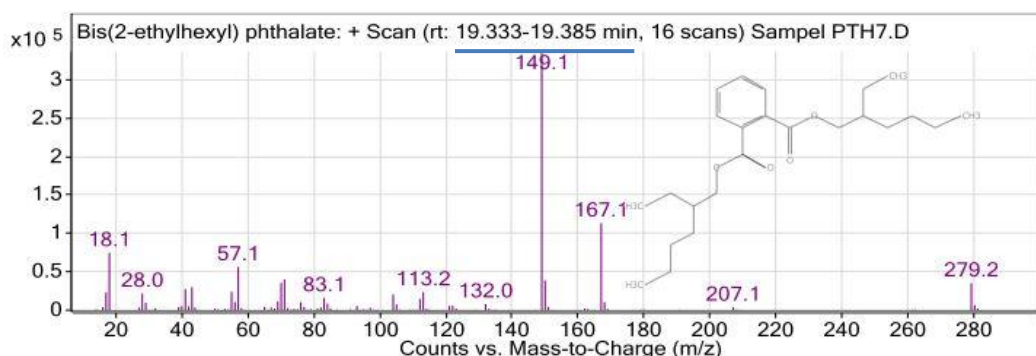
Table 4. 9 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling B.1.7

<i>Integration Peak List</i>						
<i>Peak</i>	<i>Start</i>	<i>RT</i>	<i>End</i>	<i>Height</i>	<i>Area</i>	<i>Area%</i>
1	19,316	19,357	19,462	1727678,99	3355547,82	100

Pada **Table 4.9** dapat dilihat bahwa peak 1 memiliki nilai *RT* senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* yang mendekati dengan nilai *RT* 19,316. Nilai *RT* tersebut digunakan untuk mencari nilai puncak area atau *peak area* yang merupakan besarnya senyawa yang teridentifikasi dalam pembacaan sampel di GC-MS. Pada kolom *peak* 1 ditarik garis ke arah kanan menuju ke kolom area atau biasa disebut *peak area* dan mendapatkan nilai 3355547,82.

Nilai tersebut digunakan untuk menghitung besar konsentrasi sampel menggunakan metode kurva kalibrasi. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari nilai risiko kesehatan.

4.5.7 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling B.2.1



Gambar 4. 12 Grafik Kromatogram DEHP pada titik Sampling B.2.1

Dari **Gambar 4.12** yang digaris bawah berwarna biru merupakan waktu retensi atau *Retention Time (RT)* yang menunjukkan waktu dimana senyawa tersebut mulai terbaca dengan satuan menit. Pada grafik kromatogram diatas yang terbaca adalah senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* dengan waktu retensi di menit 19,333 – 19,385. Kemudian dari hasil waktu retensi tersebut lanjut ke tahap pembacaan pada **Table 4.10** yang merupakan tabel *integration peak list*. Tabel tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

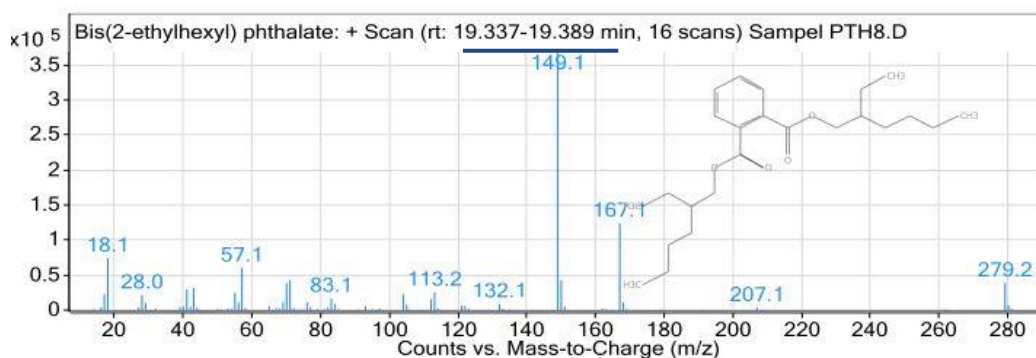
Table 4. 10 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling B.2.1

<i>Integration Peak List</i>						
<i>Peak</i>	<i>Start</i>	<i>RT</i>	<i>End</i>	<i>Height</i>	<i>Area</i>	<i>Area%</i>
1	19,314	19,358	19,465	1775205,34	3460333,7	100

Pada **Table 4.10** dapat dilihat bahwa peak 1 memiliki nilai *RT* senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* yang mendekati dengan nilai *Rt* 19,314. Nilai *RT* tersebut digunakan untuk mencari nilai puncak area atau *peak area* yang merupakan besarnya senyawa yang teridentifikasi dalam pembacaan sampel di GC-MS. Pada kolom *peak* 1 ditarik garis ke arah kanan menuju ke kolom area atau biasa disebut *peak area* dan mendapatkan nilai 3460333,7. Nilai

tersebut digunakan untuk menghitung besar konsentrasi sampel menggunakan metode kurva kalibrasi. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari nilai risiko kesehatan.

4.5.8 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling B.2.7



Gambar 4. 13 Grafik Kromatogram *DEHP* pada titik Sampling B.2.7

Dari **Gambar 4.13** yang digaris bawah berwarna biru merupakan waktu retensi atau *Retention Time (RT)* yang menunjukkan waktu dimana senyawa tersebut mulai terbaca dengan satuan menit. Pada grafik kromatogram diatas yang terbaca adalah senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* dengan waktu retensi di menit 19,337 – 19,389. Kemudian dari hasil waktu retensi tersebut lanjut ke tahap pembacaan pada **Table 4.11** yang merupakan tabel *integration peak list*. Tabel tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

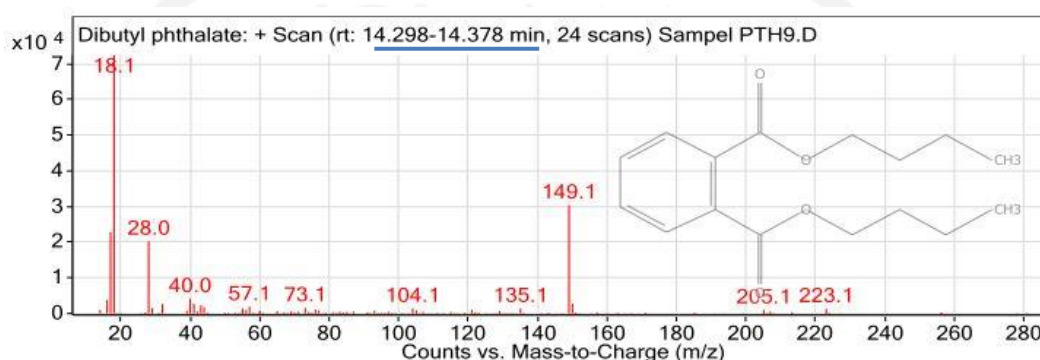
Table 4. 11 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling B.2.7

<i>Integration Peak List</i>						
<i>Peak</i>	<i>Start</i>	<i>RT</i>	<i>End</i>	<i>Height</i>	<i>Area</i>	<i>Area%</i>
1	19,316	19,358	194,666,655	2034013,83	3870894,29	100

Pada **Table 4.11** dapat dilihat bahwa peak 1 memiliki nilai *RT* senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* yang mendekati dengan nilai *RT* 19,316. Nilai *RT* tersebut digunakan untuk mencari nilai puncak area atau *peak area* yang merupakan besarnya senyawa yang teridentifikasi dalam pembacaan sampel di GC-MS. Pada kolom *peak* 1 ditarik garis ke arah kanan menuju ke

kolom area atau biasa disebut *peak area* dan mendapatkan nilai 3870894,29. Nilai tersebut digunakan untuk menghitung besar konsentrasi sampel menggunakan metode kurva kalibrasi. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari nilai risiko kesehatan.

4.5.9 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling B.3.1



Gambar 4. 14 Grafik Kromatogram DBP pada titik Sampling B.3.1

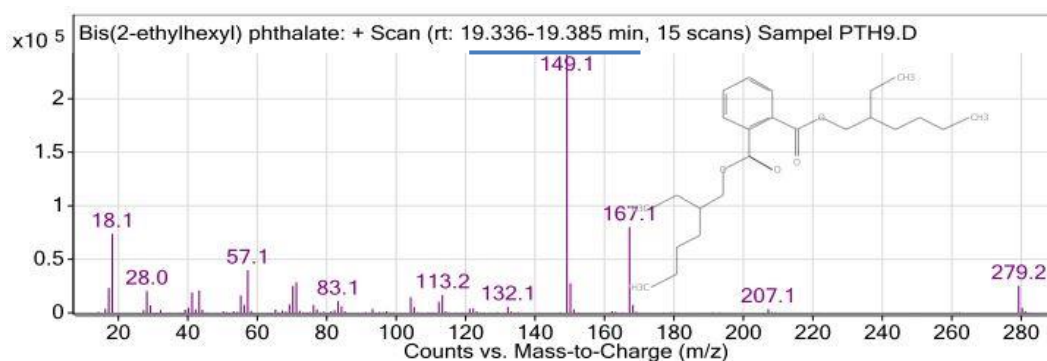
Dari **Gambar 4.14** yang digaris bawah berwarna biru merupakan waktu retensi atau *Retention Time (RT)* yang menunjukkan waktu dimana senyawa tersebut mulai terbaca dengan satuan menit. Pada grafik kromatogram diatas yang terbaca adalah senyawa *Dibutyl Phthalate (DBP)* dengan waktu retensi di menit 14,298 – 14,378. Kemudian dari hasil waktu retensi tersebut lanjut ke tahap pembacaan pada **Table 4.12** yang merupakan tabel *integration peak list*. Tabel tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

Table 4. 12 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling B.3.1

<i>Integration Peak List</i>						
<i>Peak</i>	<i>Start</i>	<i>RT</i>	<i>End</i>	<i>Height</i>	<i>Area</i>	<i>Area%</i>
1	14,286	14,319	14,423	15664855,04	365682,33	15,65
2	19,32	19,357	19,465	1254183,35	2336544,41	100

Pada **Table 4.12** dapat dilihat bahwa peak 1 dan 2 yang memiliki nilai *RT* senyawa *Dibutyl Phthalate (DBP)* yang mendekati ada pada *peak 1* dengan nilai *RT* 14,286. Nilai *RT* tersebut digunakan untuk mencari nilai puncak area atau *peak area* yang merupakan besarnya senyawa yang teridentifikasi dalam pembacaan sampel di GC-MS. Pada kolom *peak 1* ditarik garis ke arah kanan

menuju ke kolom area atau biasa disebut *peak area* dan mendapatkan nilai 365682,33. Nilai tersebut digunakan untuk menghitung besar konsentrasi sampel menggunakan metode kurva kalibrasi. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari nilai risiko kesehatan.



Gambar 4. 15 Grafik Kromatogram *DEHP* pada titik Sampling B.3.1

Dari **Gambar 4.15** yang digaris bawah berwarna biru merupakan waktu retensi atau *Retention Time (RT)* yang menunjukkan waktu dimana senyawa tersebut mulai terbaca dengan satuan menit. Pada grafik kromatogram diatas yang terbaca adalah senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* dengan waktu retensi di menit 19,336 – 19,385. Kemudian dari hasil waktu retensi tersebut lanjut ke tahap pembacaan pada **Tabel 4.4** yang merupakan tabel *integration peak list*. Tabel tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

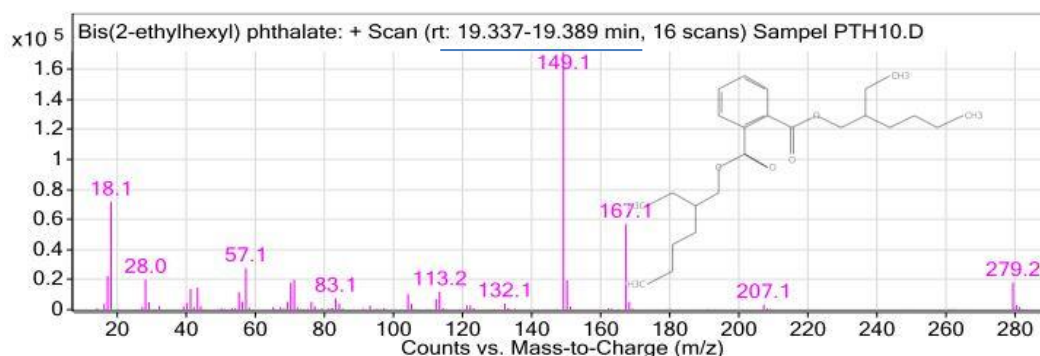
Table 4. 13 Hasil Pembacaan GC-MS Pada Titik Sampling B.3.1

Integration Peak List						
Peak	Start	RT	End	Height	Area	Area%
1	14,286	14,319	14,423	15664855,04	365682,33	15,65
2	19,32	19,357	19,465	1254183,35	2336544,41	100

Pada **Table 4.13** dapat dilihat bahwa peak 1 dan 2 yang memiliki nilai *RT* senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* yang mendekati ada pada peak 2 dengan nilai *RT* 19,32. Nilai *RT* tersebut digunakan untuk mencari nilai puncak area atau *peak area* yang merupakan besarnya senyawa yang teridentifikasi dalam pembacaan sampel di *GC-MS*. Pada kolom *peak 2* ditarik garis ke arah kanan menuju ke kolom area atau biasa disebut *peak area* dan

mendapatkan nilai 2336544,41. Nilai tersebut digunakan untuk menghitung besar konsentrasi sampel menggunakan metode kurva kalibrasi. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari nilai risiko kesehatan.

4.5.10 Hasil Pembacaan Pada Titik Sampling B.3.6



Gambar 4. 16 Grafik Kromatogram *DEHP* pada titik Sampling B.3.6

Dari **Gambar 4.16** yang digaris bawah berwarna biru merupakan waktu retensi atau *Retention Time (RT)* yang menunjukkan waktu dimana senyawa tersebut mulai terbaca dengan satuan menit. Pada grafik kromatogram diatas yang terbaca adalah senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* dengan waktu retensi di menit 19,337 – 19,389. Kemudian dari hasil waktu retensi tersebut lanjut ke tahap pembacaan pada **Tabel 4.14** yang merupakan tabel *integration peak list*. Tabel tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

Table 4. 14 Hasil Pembacaan *GC-MS* Pada Titik Sampling B.3.6

<i>Integration Peak List</i>						
<i>Peak</i>	<i>Start</i>	<i>RT</i>	<i>End</i>	<i>Height</i>	<i>Area</i>	<i>Area%</i>
1	19,316	19,357	19,465	944011,72	1810939,63	100

Pada **Table 4.14** dapat dilihat bahwa peak 1 memiliki nilai *RT* senyawa *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)* yang mendekati dengan nilai *RT* 19,316. Nilai *RT* tersebut digunakan untuk mencari nilai puncak area atau *peak area* yang merupakan besarnya senyawa yang teridentifikasi dalam pembacaan sampel di *GC-MS*. Pada kolom *peak* 1 ditarik garis ke arah kanan menuju ke kolom area atau biasa disebut *peak area* dan mendapatkan nilai 1810939,63. Nilai tersebut digunakan untuk menghitung besar konsentrasi sampel

menggunakan metode kurva kalibrasi. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari nilai risiko kesehatan.

4.5.11 Analisis Kandungan *Phthalate* Pada Air Tanah

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). *PAE* dalam tanah dapat diserap dan masuk ke dalam air tanah melalui 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).

Rute *phthalate* pada air tanah dimulai dari sampah 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). Timbunan sampah di TPA Piyungan akan mengalami proses alami yang dimana aliran air yang melimpas melalui tumpukan sampah akan meresap ke dalam timbunan sampah. Kemudian air yang meresap akan menghasilkan cairan rembesan dengan kandungan polutan dan kebutuhan oksigen yang sangat tinggi (Sulianto et al, 2020). Salah satu limbah yang dihasilkan pada TPA Piyungan yaitu air lindi. Air lindi merupakan limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan karena kandungan senyawa-senyawa yang bersifat toksik serta mikroorganisme patogen (Daryat et al, 2017). Proses degradasi dimulai dari plastik yang ditimbun dalam jangka waktu yang 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 jenis plastik *light-density polyethylene (LDPE)* dan *biodegradable* plastik memiliki jangka waktu pendek (2,3 dan 0,16 tahun), sedangkan untuk jenis plastik *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.

Kondisi tanah atau jenis tanah dapat berpengaruh menimbulkan pencemaran air tanah, karena kondisi tanah akan mempengaruhi proses infiltrasi air dimana proses masuknya air dari permukaan tanah menuju air tanah. Kecamatan Piyungan 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. Hal ini juga dapat mengacu pada (Lu et al, 2018) yang menyatakan bahwa persentase penyimpanan *PAE* terbesar pada tanah terjadi di pasir kasar atau lanau kasar.

Kecamatan Piyungan khususnya desa banyakan memiliki konduktivitas hidrolik yang tinggi sehingga 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. 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.

Air tanah bisa 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, semua titik pengambilan sampel dikelilingi oleh sungai yang kondisi sungainya terdapat buangan sampah-sampah berbahan plastik seperti kemasan minuman, makanan, kresek, sehingga dari sampah plastik ini terjadi akumulasi *phthalate* dalam air sungai dan masuk kedalam tanah. *Phthalate* pada air tanah dapat berasal dari air permukaan. Dugaan ini juga diperkuat 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.

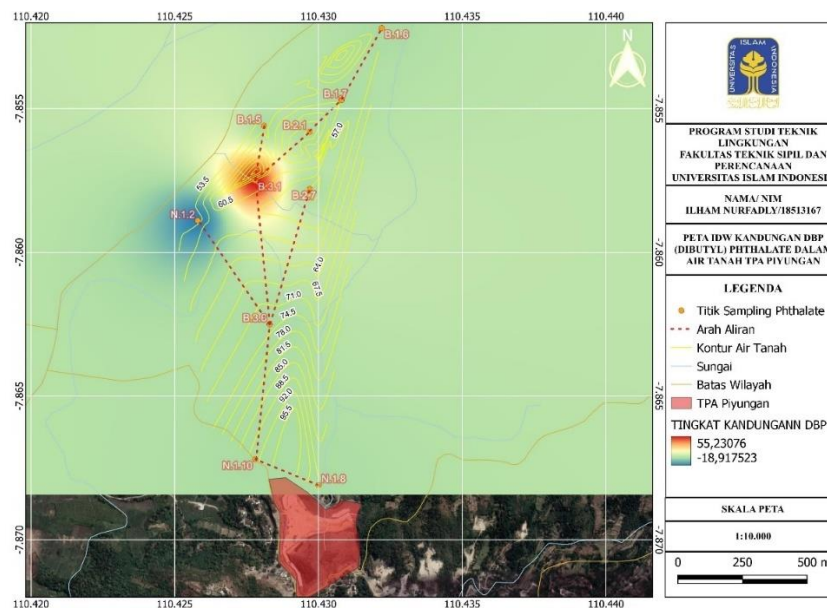
4.5.12 Analisis Kandungan *Dibutyl Phthalate (DBP)*

DBP cenderung stabil di lingkungan alami karena sifatnya yang rendah kelarutan air dan koefisien partisi oktanol-air yang tinggi. Karena *DBP* hanya terikat secara fisik pada struktur plastik, *DBP* dapat terlepas dari produk plastik dan mudah menyatu ke lingkungan. Bahan kimia ini juga merupakan salah satu *phthalate* yang paling sering diidentifikasi dalam sampel lingkungan yang beragam, termasuk air sungai, air laut, tanah, sedimen, danau, dan limbah padat kota. (Lourenco et. al. 2008). Selain itu *DBP* dapat ditemukan pada produk plastik sehari-hari yang mengandung nitroselulosa, polivinil klorida atau polivinil asetat seperti obat nyamuk, cat kuku, *hair spray* dan ada beberapa produk pembersih rumah tangga yang digunakan seperti plastik, cat, lem dan bahan bakar roket (Jacobson, 2009). *DBP* dengan dosis tinggi dapat berdampak pada kesehatan manusia yang menyebabkan penurunan fungsi reproduksi pada pria. Selain itu, paparan *DBP* juga menyebabkan penyakit terjadinya hipertensi, gejala neurologis (mati rasa, nyeri dan sesak napas) (ATSDR, 2001).

Table 4. 15 Kandungan *DBP* Dalam Air Tanah

No	Kode Sumur	Kadar <i>Dibutyl Phthalate (DBP)</i> (mg/L)
1	N.1.2	-0.0000000379
2	B.3.1	0.0000001105

Pada **Table 4.13** dapat disimpulkan bahwa kandungan *Dibutyl Phthalate* yang berada di dua titik sampling air tanah pada sumur warga sekitar TPA Piyungan ini sangat berbeda, dimana pada titik pertama dengan kode sumur N.1.2 kadar *Dibutyl Phthalate* berjumlah -0.0000000379 mg/L. Sedangkan pada titik nomor dua dengan kode sumur B.3.1 berjumlah 0.0000001105 mg/L.



Gambar 4 1 Peta IDW Kandungan DBP

Berdasarkan hasil pemetaan yang dilakukan oleh penulis dengan menggunakan *software QGIS* menggunakan metode *IDW Interpolation* diperoleh hasil sebaran kandungan *Dibutyl Phthalate* pada titik sampling nomor 1 dan titik sampling nomor 2 sumur warga Piyungan. Pada **gambar 4.4** dapat dilihat kandungan terbesar berada pada titik sumur dengan kode B.3.1 dengan kandungan berjumlah 0.0000001105 mg/L. Selain itu dari gambar tersebut dapat dilihat arah aliran air tanah mengalir dari kontur tertinggi menuju kontur air tanah terendah.

Kandungan DBP tertinggi yang berada di titik sumur dengan kode B.3.1 ini dapat disebabkan karena titik sumur penelitian yang digunakan berdasarkan garis kontur air tanah dengan posisi TPA Piyungan pada titik tertinggi. Hal ini yang menyebabkan titik sumur dengan kode B.3.1 menjadi tercemar akibat pembuangan air lindi TPA Piyungan yang dapat bergeser dari permukaan ke bawah tanah atau bahkan masuk kedalam sumur warga sekitar. Pernyataan ini juga didukung dengan teori bahwa sumur gali merupakan salah satu sarana untuk penyediaan air bersih yang bersumber dari lapisan tanah yang cenderung dekat dengan permukaan tanah (Sari dan Huljana, 2019).

Selain itu, pak dukuh setempat bernama pak lili menyatakan bahwa sumur dengan kode B.3.1 tersebut tercemar akibat dari pembuangan air lindi yang dekat dengan sumur tersebut. Pembuangan air lindi tersebut melalui jalur irigasi yang seharusnya digunakan untuk air bersih. Akan tetapi, karena managemennya kurang sesuai maka jalur tersebut digunakan untuk jalur pembuangan air lindi. Hal ini yang akan menyebabkan timbulnya *DBP* pada air sumur tersebut. Pernyataan tersebut juga didukung dengan teori bahwa kadar air lindi biasanya sangat tinggi dengan mencapai 99% atau lebih. Air lindi yang bersumber dari sampah baru warnanya sedikit keruh dan kemudian semakin lama akan berubah menjadi hitam dan juga mengeluarkan bau busuk (Mahida, 1993).

Teridentifikasinya senyawa *DBP* pada titik B.2.7 dapat disebabkan oleh pembakaran sampah rumah tangga oleh warga sekitar, penulis menemukan beberapa jenis sampah seperti plastik botol, makanan, minuman, dan bekas cat. *DBP* menjadi salah satu jenis *phthalate* dominan yang ada di air tanah (Kim et al, 2017). Pernyataan ini juga mirip dengan penelitian yang dipublikasikan oleh (Vethaak et al, 2005). Ia menyatakan bahwa *DBP* juga menjadi salah satu jenis senyawa utama *PAE* dalam air. Dari kedua penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa *DBP* berkemungkinan besar untuk menjadi polutan di air tanah.

4.5.1 Analisis Kandungan Di (2-ethylhexyl) Phthalate (DEHP)

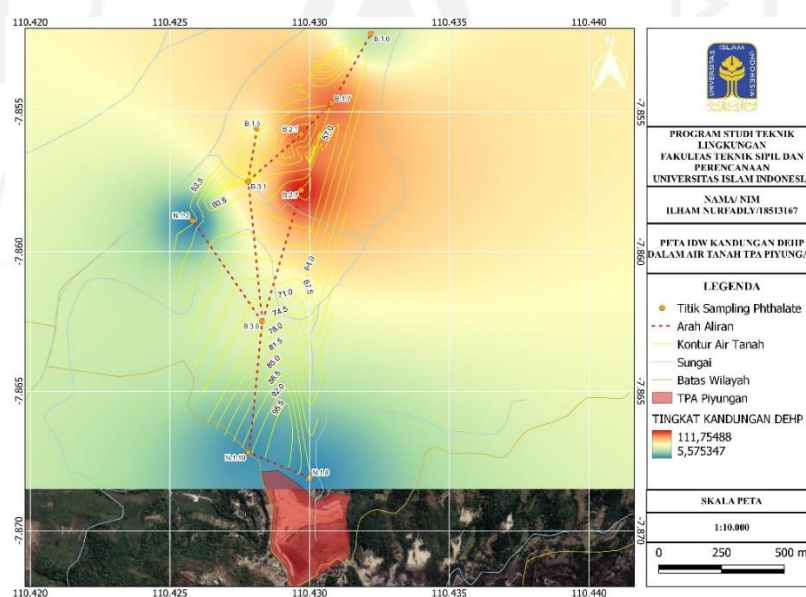
DEHP merupakan salah satu senyawa kimia yang sering digunakan sebagai *plasticizer* untuk resin vinil klorida dan *PVC*. *DEHP* juga biasanya ditambahkan ke plastik untuk fleksibilitas. Senyawa *DEHP* dapat ditemukan didalam plastik dari berbagai macam produk seperti mainan, aksesoris dapur, peralatan medis, lantai vinyl, penutup dinding dan produk perawatan pribadi. (Earls et al. 2003). *DEHP* dapat dapat memasuki tubuh manusia melalui kulit karena bersifat lebih lipofilik (Luo et al, 2018). Setelah memasuki tubuh

manusia, senyawa tersebut terakumulasi dan dapat dideteksi dalam bentuk tidak berubah atau metabolit, serum, dalam darah, rambut, urin, ASI, dan bahkan dapat melewati penghalang plasenta (Feng et al, 2020).

Table 4. 16 Kandungan *DEHP* Dalam Air Tanah

No	Kode Sumur	Kadar <i>Di-2-ethylhexyl Phthalate (DEHP)</i> (mg/L)
1	N.1.2	0.0000000111
2	N.1.8	0.0000000166
3	N.1.10	0.0000000212
4	B.1.5	0.0000001205
5	B.1.6	0.0000000793
6	B.1.7	0.0000001929
7	B.2.1	0.0000001991
8	B.2.7	0.0000002236
9	B.3.1	0.0000001321
10	B.3.6	0.0000001008

Berdasarkan dari **Table 4.4** dapat disimpulkan bahwa kandungan *Di-2-ethylhexyl Phthalate (DEHP)* air tanah pada sumur sekitar TPA Piyungan berkisar antara 0.0000000111 mg/L – 0.0000002236 mg/L. Kandungan terbesar terdapat pada sumur sampel B.2.7 dengan kandungan *Di-2-ethylhexyl Phthalate* sebesar 0.0000002236 mg/L.



Gambar 4 2 Peta *IDW* Kandungan *DEHP*

Pada **gambar 4.5** diatas dapat dilihat bahwa kandungan terbesar terdapat pada titik sumur dengan kode B.2.7 dengan besar kandungan 0.0000002236 mg/L. Dapat dilihat juga arah aliran air tanah yang mengalir dari kontur air tanah tertinggi menuju kontur air tanah terendah.

Kandungan *DEHP* tertinggi yang berada di titik sumur dengan kode **B.2.7** disebabkan karena rembesan dari senyawa *DEHP* pada air lindi tersebut dapat bergeser dari permukaan kebawah tanah. Pernyataan ini juga didukung dengan teori bahwa sumur gali merupakan salah satu sarana untuk penyediaan air bersih yang bersumber dari lapisan tanah yang cenderung dekat dengan permukaan tanah (Sari dan Huljana, 2019).

Desa banyakan memiliki konduktivitas hidrolis yang tinggi yang dapat 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. Hal ini juga dapat mengacu pada (Lu et al, 2018) yang menyatakan bahwa persentase penyimpanan *PAE* terbesar pada tanah terjadi di pasir kasar atau lanau kasar. Proses limpasan yang dapat terjadi di sekitar TPA juga dilihat dari karakteristik geomorfologi air lindi yang berasal dari TPA melimpas pada daerah di sekitarnya. Limpasan dengan intensitas curah hujan tinggi sehingga mengakibatkan volume air limbah lebih besar dari volume kolam pengendapan dan drainase dalam waktu tertentu. (Supriyanto et al, 2019).

4.6 Analisis Risiko Kesehatan

4.6.1 Data Hasil Kuesioner

Pada saat melakukan sampling penulis juga melakukan wawancara atau pendataan kepada setiap warga dari 4 dusun yang air sumurnya diambil untuk keperluan penelitian. Dari hasil wawancara tersebut didapatkan data warga berupa usia, berat badan dan jumlah kebutuhan air dari warga yang

menggunakan air tersebut. Rata-rata anggota keluarga tiap rumah yang menggunakan sumur sebanyak 3-7 jiwa.

4.6.1.1 Usia Responden

Hasil wawancara atau pendataan kepada setiap warga di 4 dusun yang berbeda terdapat data usia responden. Usia responden ditentukan berdasarkan tahun kelahiran sampai tahun dimana dilakukannya sampling air tanah pada sumur warga di sekitar TPA Piyungan. Berikut dibawah ini merupakan data usia responden anggota keluarga yang menggunakan air tanah pada sumur berdasarkan kode sumur tersebut:

Table 4. 17 Usia Responden

Kode sumur	Kode Responden	Umur (Tahun)
N.1.2	Dewasa 1	36
	Dewasa 2	34
	Anak 1	14
N.1.8	Dewasa 1	35
	Dewasa 2	30
	Dewasa 3	32
	Dewasa 4	35
	Dewasa 5	36
N.1.10	Dewasa 1	44
	Dewasa 2	40
	Anak 1	20
	Anak 2	16
B.1.5	Dewasa 1	65
	Dewasa 2	38

Kode sumur	Kode Responden	Umur (Tahun)
B.1.6	Dewasa 1	56
	Dewasa 2	52
	Anak 1	26
B.1.7	Dewasa 1	54
	Dewasa 2	50
	Dewasa 3	34
	Dewasa 4	30
	Anak 1	22
	Anak 2	19
	Anak 3	15
B.2.1	Lansia	87
	Dewasa 1	60
	Dewasa 2	54
	Dewasa 3	57
	Dewasa 4	55
	Anak 1	20
	Anak 2	17
B.2.7	Dewasa 1	59
	Dewasa 2	56
	Dewasa 3	40
	Dewasa 4	36
	Dewasa 5	37
B.3.1	Dewasa 1	65
B.3.6	Lansia 1	85
	Dewasa 1	60

Kode sumur	Kode Responden	Umur (Tahun)
	Dewasa 2	58
	Anak 1	25

4.6.1.2 Berat Badan Responden

Hasil wawancara atau pendataan kepada setiap warga di 4 dusun yang berbeda terdapat data berat badan responden. Berat badan responden dengan satuan kilogram didapatkan dari pengukuran menggunakan timbangan dengan satuan kilogram. Berat badan dihitung perorang untuk dapat menghitung intake oral tiap orang. Kemudian intake oral tersebut untuk menghitung nilai RQ. RQ merupakan upaya untuk mengetahui populasi pajanan yang berisiko terhadap agen risiko yang masuk ke dalam tubuh. Berikut dibawah ini merupakan data berat badan anggota keluarga yang menggunakan air tanah pada sumur berdasarkan kode sumur tersebut:

Table 4. 18 Berat Badan Responden

Kode sumur	Kode Responden	Wb (Berat badan Kg)
N.1.2	Dewasa 1	65
	Dewasa 2	70
	Anak 1	45
N.1.8	Dewasa 1	70
	Dewasa 2	70
	Dewasa 3	68
	Dewasa 4	58
	Dewasa 5	72
N.1.10	Dewasa 1	53
	Dewasa 2	50
	Anak 1	40
	Anak 2	42
B.1.5	Dewasa 1	43
	Dewasa 2	50
B.1.6	Dewasa 1	52
	Dewasa 2	46

Kode sumur	Kode Responden	Wb (Berat badan Kg)
	Anak 1	50
B.1.7	Dewasa 1	75
	Dewasa 2	70
	Dewasa 3	68
	Dewasa 4	58
	Anak 1	72
	Anak 2	58
	Anak 3	72
B.2.1	Lansia	54
	Dewasa 1	70
	Dewasa 2	68
	Dewasa 3	71
	Dewasa 4	72
	Anak 1	58
	Anak 2	55
B.2.7	Dewasa 1	75
	Dewasa 2	70
	Dewasa 3	68
	Dewasa 4	58
	Dewasa 5	72
B.3.1	Dewasa 1	65
B.3.6	Lansia 1	54
	Dewasa 1	70
	Dewasa 2	68
	Anak 1	64

4.6.1.3 Jumlah Kebutuhan Air Responden

Jumlah air sangat dibutuhkan untuk kebutuhan sehari-hari seperti untuk dikonsumsi, mandi dan memasak yang didapatkan berdasarkan hasil pendataan oleh responden dengan perhitungan satuan liter/hari. Berdasarkan pendataan atau wawancara langsung penulis dapat menganalisa bahwa air sumur yang digunakan warga sekitar untuk kebutuhan sehari-hari seperti MCK dan lainnya yaitu rata-rata L/hari. Sehingga data total nilai dari kebutuhan air dapat dimasukkan ke dalam rumusan penilaian potensi risiko kesehatan (RQ).

4.6.2 Potensi Risiko Paparan dan Efek Kronik

Masing-masing *Phthalate* yang sudah diketahui konsentrasinya selanjutnya dianalisis lebih lanjut sehingga potensi risiko paparan melalui konsumsi atau oral maupun efek kroniknya dapat diketahui pada setiap sumur warga TPA Piyungan. Analisis risiko dari *Phthalate* bagi warga yang mengonsumsi air sumur ini berdasarkan metodologi USEPA. Tingkat toksisitas senyawa *Phthalate* dapat berdampak pada kesehatan manusia secara langsung akibat mengonsumsi air minum yang berasal dari sumur.

Berikut dibawah ini merupakan beberapa parameter model penilaian risiko kesehatan air tanah yang digunakan untuk mengevaluasi nilai *Ink* melalui oral dengan risiko non karsinogenik maupun karsinogenik, asumsi data digunakan berdasarkan dari (USEPA, 2011).

Table 4. 19 Parameter Model Penilaian Risiko kesehatan Air Tanah

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	(ED x 365)	(ED x 365)
AT**	Periode waktu rata-rata	Hari	(70 x 365)	(70 x 365)
EF	Frekuensi paparan	Hari/tahun	350	350
ED	Durasi paparan	Tahun	30	6
BW	Berat badan	Kg	55	15

* Non karsinogenik

** Karsinogenik

Sumber: USEPA, 2011

4.6.2.1 Karakterisasi Risiko

Untuk memperkirakan dosis paparan *Phthalate* pada manusia melalui oral atau air minum dibutuhkan nilai dosis paparan harian rata-rata melalui oral atau air minum. Persamaan yang digunakan mengacu pada (USEPA, 2011).

$$I_{nk} = \frac{C \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

Table 4. 20 Hasil Analisis Intake Oral Efek Non Karsinogenik

Kategori	Usia	Intake Pemajanan (I _{oral})	
		DBP	DEHP
N.1.2	Anak	-11.2360	3.2978
	Dewasa	-3.0004	0.8806
N.1.8	Anak	-	-
	Dewasa	-	2.9249
N.1.10	Anak	-	2.4139
	Dewasa	-	1.8307
B.1.5	Anak	-	-
	Dewasa	-	0.9460
B.1.6	Anak	-	11.4109
	Dewasa	-	5.6274
B.1.7	Anak	-	2.8990
	Dewasa	-	1.2786
B.2.1	Anak	-	3.5642
	Dewasa	-	0.9384
	Lansia		0.7924
B.2.7	Anak	-	-
	Dewasa	-	3.8349
B.3.1	Anak	-	-
	Dewasa	0.4890	-
B.3.6	Anak	-	2.1038
	Dewasa	-	1.9518
	Lansia		0.4107

4.6.2.2 Risiko Non-Karsinogenik

Banyaknya suatu agen risiko yang tidak menyebabkan kanker pada lingkungan yang masuk kedalam tubuh manusia setiap harinya. Karakteristik risiko efek non karsinogenik diketahui dengan mencari nilai *RfD* (*Reference Dose*) dengan satuan mg/kg/hari. *RfD* sendiri mengacu pada dosis referensi oral berikut adalah nilai *RfD Dibutyl*

Phthalate dan *Di-2-Ethylhexyl Phthalate* sesuai dengan (USEPA, 2011) :

Table 4. 21 Nilai *RfD* Senyawa *Phthalate*

Senyawa <i>Phthalate</i>	<i>RfD</i>
<i>Dibutyl Phthalate</i>	0.1
<i>Di-2-Ethylhexyl phthalate</i>	0.02

Untuk mengetahui hasil dari penilaian risiko non karsinogenik digunakan karakteristik risiko non karsinogenik dengan persamaan sebagai berikut:

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

Table 4. 22 Hasil Nilai Karakterisasi Risiko (*RQ*) Efek Non Karsinogenik

Kode Sumur	Usia	Karakterisasi Risiko (<i>RQ</i>)	
		<i>DBP</i>	<i>DEHP</i>
N.1.2	Anak	-31.1150	164.8908
	Dewasa	-30.0038	44.0313
N.1.8	Anak	-	-
	Dewasa	-	146.2450
N.1.10	Anak	-	120.6973
	Dewasa	-	91.5367
B.1.5	Anak	-	-
	Dewasa	-	47.3025
B.1.6	Anak	-	570.5463
	Dewasa	-	281.3684
B.1.7	Anak	-	144.9491
	Dewasa	-	63.9290
B.2.1	Anak	-	178.2094
	Dewasa	-	46.9185
	Lansia	-	39.6216

Kode Sumur	Usia	Karakterisasi Risiko (RQ)	
		DBP	DEHP
B.2.7	Anak	-	-
	Dewasa	-	191.7428
B.3.1	Anak	-	-
	Dewasa	-	-
B.3.6	Anak	-	105.1913
	Dewasa	-	97.5892
	Lansia	-	20.5341

Pada **Table 4.20** dapat dilihat bahwa nilai *RQ DBP* dan *DEHP* sudah diketahui, nilai *DBP* tidak melebihi ambang batas ($RQ < 1$) terdapat pada seluruh titik yang terkandung *DBP* dengan kategori usia dewasa dan anak. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat asupan harian pada *DBP* aman untuk semua titik sumur, sehingga semua titik sumur tidak beresiko dan aman untuk frekuensi pajanan 350hari/tahun hingga usia 6 tahun anak-anak dan tidak beresiko dan aman untuk frekuensi pajanan 350hari/tahun hingga 70 tahun pada orang dewasa. Namun walaupun ada beberapa titik yang masih dibawah ambang batas, hal ini tetap berpotensi mengancam kesehatan jika terakumulasi pada tubuh manusia.

Selain itu, Nilai *RQ* pada *DEHP* diseluruh titik sumur yang mengandung *DEHP* dari semua kategori usia melebihi ambang batas ($RQ > 1$). Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat asupan pada titik tersebut tergolong tidak aman untuk frekuensi pajanan 350hari/tahun hingga 30 tahun pada orang dewasa. Nilai *RQ* pada seluruh titik yang mengandung *DEHP* melebihi ambang batas dikarenakan seluruh titik tersebut dekat dengan jalur pembuangan air lindi dari TPA Piyungan. Sehingga air sumur tersebut berbahaya jika dikonsumsi dan digunakan untuk kebutuhan aktivitas sehari-hari.

4.6.2.3 Risiko Karsinogenik

Karsinogenik merupakan suatu senyawa yang berpotensi menyebabkan kanker atau meningkatnya risiko penyakit kanker apabila mengonsumsi atau terkena polutan yang berpotensi karsinogenik. Dalam hal ini untuk dapat menentukan tingkat risikonya dibutuhkan nilai *ECR* (*Excess Cancer Risk*). Rumus yang dapat digunakan untuk menghitung nilai *ECR* adalah sebagai berikut:

$$ECR = I \times SF$$

Pada perhitungan ini dibutuhkan nilai *SF* (*Slope Factor*). Dari dua jenis *Phthalate* yang diketahui, nilai *SF* oral hanya terdapat pada *DEHP*, karena jika mengacu pada *the International Agency for Research on Cancer (IARC)*, *DEHP* dianggap sebagai kontaminan karsinogenik (IARC, 2011). Nilai *SF* didapatkan dari *USEPA* tahun 2011 dan digunakan untuk dapat mengestimasi risiko kanker paparan zat karsinogenik. Berikut merupakan nilai *SF* pada tiap jenis *Phthalate* yang diketahui:

Table 4. 23 Nilai *SF* Tiap Jenis *Phthalate*

Senyawa <i>Phthalate</i>	<i>SF</i>
<i>Dibutyl Phthalate</i>	-
<i>Di-2-Ethylhexyl phthalate</i>	0.14

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai *ECR* dari kedua jenis *Phthalate* setelah nilai *SF* sudah diketahui:

Table 4. 24 Hasil *Intake Oral (I)* dan *ECR DEHP*

Kode Sumur	Usia	<i>I_{oral}</i>	<i>ECR</i>
		<i>DEHP</i>	<i>DEHP</i>
N.1.2	Anak	3.2978	4.61694E-01
	Dewasa	0.8806	1.23288E-01
N.1.8	Anak	-	-

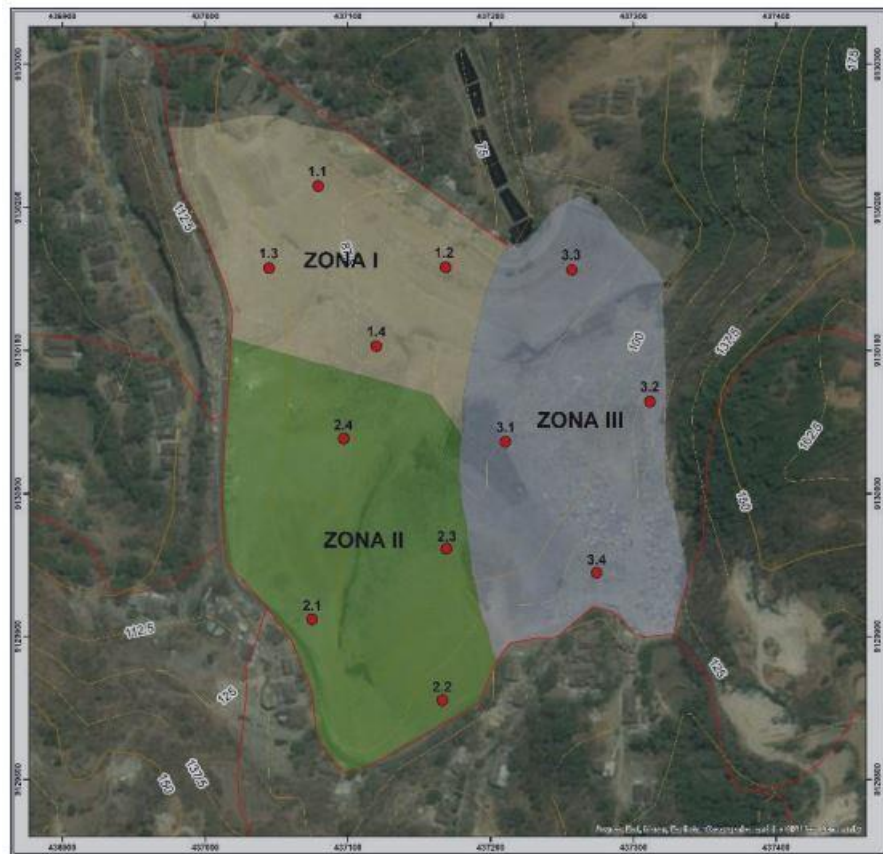
Kode Sumur	Usia	<i>I_{oral}</i>	<i>ECR</i>
		<i>DEHP</i>	<i>DEHP</i>
	Dewasa	2.9249	4.09486E-01
N.1.10	Anak	2.4139	3.37953E-01
	Dewasa	1.8307	2.56303E-01
B.1.5	Anak	-	-
	Dewasa	0.9460	1.32447E-01
B.1.6	Anak	11.4109	1.59753E+00
	Dewasa	5.6274	7.87832E-01
B.1.7	Anak	2.8990	4.05857E-01
	Dewasa	1.2786	1.79001E-01
B.2.1	Anak	3.5642	4.98986E-01
	Dewasa	0.9384	1.31372E-01
	Lansia	0.7924	1.10940E-01
B.2.7	Anak	-	-
	Dewasa	3.8349	5.36880E-01
B.3.1	Anak	-	-
	Dewasa	-	-
B.3.6	Anak	2.1038	2.94536E-01
	Dewasa	1.9518	2.73250E-01
	Lansia	0.4107	5.74954E-02

Hasil perhitungan *ECR* dapat dikategorikan aman apabila nilai $ECR \leq E-4 (10^{-4})$ (Kemenkes, 2012). Dari hasil perhitungan pada tabel diatas dengan mengacu pada kemenkes 2012, *DEHP* pajanan (oral) pada konsentrasi untuk semua kategori usia dewasa selama 30 tahun maupun anak 6 tahun diketahui aman dan tidak berisiko karsinogenik.

4.7 Analisis Senyawa Plastik

Setelah melakukan uji laboratorium terhadap tanah di TPA Piyungan dari 12 titik sampling terdapat 6 titik sampling yang jenis plastiknya dapat diidentifikasi. Titik sampling yang dapat diidentifikasi jenis plastiknya yaitu titik sampling 1.1 dengan jenis plastik *High Density Polyethylene (HDPE)*, titik sampling 2.2 dan 2.3 dengan jenis plastik *Polyethylene terephthalate* atau biasa disebut *polyester*

(PETE). Selain itu, titik sampling 2.4, 3.3, dan 3.4 juga dapat diidentifikasi jenis plastiknya berupa *Polypropylene (PP)*. Berikut adalah peta titik lokasi sampel:



Gambar 4 3 Peta Titik Lokasi Sampel

Plastik yang sifatnya ringan, kuat dan praktis menjadi bagian dari kehidupan manusia untuk menjalankan aktivitas setiap harinya. Plastik menjadi penyumbang limbah terbesar yang dapat menyebabkan kerusakan dan keseimbangan alam karena plastik sulit teregradasi. (Nasution, 2015).

4.7.1 Jenis Plastik di TPA Piyungan

4.7.1.1 *High Density Polyethylene (HDPE)*

High Density Polyethylene (HDPE), banyak digunakan untuk membuat berbagai macam tipe botol dan penggunaannya hanya untuk

sekali pakai. Botol-botol yang digunakan untuk mengemas produk seperti susu berwarna putih, galon air minum, tupperware dan lain sebagainya. memiliki umur yang pendek, bersifat tembus cahaya dan kaku karena tidak diberi pigmen. *HDPE* juga digunakan untuk mengemas produk deterjen dan bleach karena memiliki ketahanan kimiawi yang bagus. *HDPE* juga didaur ulang menjadi kemasan seperti shampo, kondisioner, ember, pipa dan produk non pangan lainnya.

4.7.2.2 Polyethylene Terephthalate (PETE)

Polyethylene terephthalate (PETE) atau biasa disebut dengan *polyester* merupakan jenis plastik yang bersifat kuat, transparan dan jernih. *PETE* juga biasa digunakan pada pembuatan botol minuman seperti botol minuman air mineral, botol minuman jus dan botol minuman *soft drink* tetapi tidak digunakan sebagai untuk air hangat atau panas.

4.7.2.3 Polypropylene (PP)

Polypropylene (PP) merupakan plastik yang cocok digunakan produk makanan dan minuman seperti tempat penyimpanan makanan, botol minuman botol minum untuk bayi, gayung, lemari plastik, dan tempat obat. *Polypropylene* bersifat kuat, memiliki titik leleh yang tinggi dan daya tahan terhadap bahan kimia. Plastik ini jika didaur ulang dapat menjadi sapu, sikat maupun casing baterai.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- 1) Dalam air tanah pada sumur warga sekitar TPA Piyungan terbukti terkandung *phthalate*, dari dua senyawa *Phthalate* yang diketahui *Dibutyl Phthalate (DBP)* dan *Diethylhexyl Phthalate (DEHP)*. *DEHP* adalah konsentrasi *phthalate* yang teridentifikasi di semua titik penelitian.
- 2) Berdasarkan dari peta pola aliran air tanah dan peta kontur air tanah menggunakan *Inverse Distance Weighted Interpolation (IDW)* menunjukkan bahwa elevasi TPA Piyungan memiliki ketinggian yang lebih tinggi dibandingkan dengan elevasi titik-titik sampel air tanah pada sumur warga. Hal tersebut berdampak mencemari air sumur warga akibat kandungan *Phthalate* yang berasal dari sampah plastik TPA Piyungan.

5.2 Saran

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



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Abtahi, M., Dobaradaran, S., Torabbeigi, M., Jorfi, S., Gholamnia, R., Koolivand, A., ... & Saeedi, R. (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, 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.
- AQUA, S. P. (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang.*
- Aziz, N. (2000). *Geologi Fisik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *SNI 6989.58:2008 tentang Metode Pengambilan Sampel Air Tanah.*
- Bamba, A., & Supriyanto, S. (2019). Identifikasi Sebaran Indikasi Air Tanah Dangkal Terkontaminasi Lindi Dengan Menggunakan Metode Resistivitas Dan Induced Polarization (Ip) Di Sekitar Tpa Sambutan Kota Samarinda. *Geosains Kutai Basin*, 2(2).
- Basri, S., Bujawati, E., Amansyah, M., Habibi. dan Samsiana. (2014). *Kesehatan, Bagian Jurusan, Lingkungan Masyarakat, Kesehatan Epidemiologi, Bagian Kesehatan, Jurusan Udara, Pencemaran*

- Cao, X. L. (2008). *Determination of phthalates and adipate in bottled water by headspace solid- phase microextraction and gas chromatography/mass spectrometry*. Journal of Chromatography A, 1178(1-2), 231-238.
- 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.
- Chapman. D. (2000). *Water quality assesment- A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring-second edition*. : Cambridge University Press : Inggris.
- Custodio, E. (2005). *Coastal Aquifer as Important Natural Hydrogeological Structures*. Leiden : A.A. Balkema Publisher.
- Dalilah, E. A. (2021). Dampak Sampah Plastik Terhadap Kesehatan dan Lingkungan. *Dampak Sampah Plastik Terhadap Kesehatan Dan Lingkungan*, 1–5.
- Daryat, F., Zul, D., & L. Fibriarti, B. (2017). Analisis kualitas air lindi asal tempat pembuangan akhir sampah kota Pekanbaru berdasarkan Parameterbiologi, Fisika dan Kimia. Jurnal Riau Biologia, 2, 68–80.
- Dominguez-Morueco, N.S., Gonzalez-Alonso, S. and Valcarcel, Y. (2014). *Phthalate occurrence in rivers and tap water from central Spain. Science of the total environment*.
- Earls, A.O., Axford, I.P., Braybrook, J.H. (2003). *Gas chromatography–mass spectrometry determination of the migration of phthalate plasticisers from polyvinyl chloride toys and childcare articles*. J. Chromatogr. A 983 (1-2), 237–246. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(02\)01736-3](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(02)01736-3).

- 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..
- Feng, Y. X., Feng, N. X., Zeng, L. J., Chen, X., Xiang, L., Li, Y. W., ... & Mo, C. H. (2020). Occurrence and human health risks of phthalates in indoor air of laboratories. *Science of The Total Environment*, 707, 135609.
- Gamma Design Software. 2005. Interpolation in GS+. [http://www.geostatistics.com/ OverviewInterpolation.html](http://www.geostatistics.com/OverviewInterpolation.html) (23 Juni 2008).
- Hendris E. D. (2017). *UJI KUALITATIF BISPHEENOL A DAN DIETHYLHEXYL PHTHALATE* . Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY 2017, 345-352.
- IARC. (2011). *Agents classified by the IARC monographs*. In Oxford Handbook of Occupational Health; OUP Oxford: Oxford, UK
- Indrawijaya, B., & Nugraha, W. S. (2021). *Penentuan Kandungan Phthalate Plastisizer Dehp (Bis (2-Ethylhexyl) Phthalate) pada Botol Minuman Plastik dengan Metode EN71-5 Menggunakan GC-MS*. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 5(2), 87-91.
- Iskandarsyah, T. (2008). *Aplikasi Geologi Tata Lingkungan untuk Daerah Pertambangan*. Bandung: Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran.
- Ir. Wanny Adidarma Dipl.H. (1983). *Mengenal Dasar-dasar Hidrologi*. Bandung: Penerbit NOVA.
- 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`*

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.

Lee, Y. M., Lee, J. E., Choe, W., Kim, T., Lee, J. Y., Kho, Y., Choi, K., & Zoh, K. D. (2019). Distribution of phthalate esters in air, water, sediments, and fish in the Asan Lake of Korea. *Environment International*, 126(November 2018), 635–643.

Lourenço, A. C. S., Galbiati, V., Corti, D., Papale, A., Martino-Andrade, A. J., & Corsini, E. (2015). The plasticizer dibutyl phthalate (DBP) potentiates chemical allergen-induced THP-1 activation. *Toxicology in Vitro*, 29(8), 2001-2008.

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.

Kemendikbud, (2013). *Pengelolaan Kualitas Air*.

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.

Lee, Y. M. (2019). *Distribution of phthalate esters in air, water, sediments, and fish in the Asan Lake of Korea*.

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.

- 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.
- Mahida, UN., (1993). *Pencemaran Air Dan Pemanfaatan Limbah Industri*, PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Manrulu, R. H., Esse, E., Hasmarita, H., Mulia, H. M., & Nurfalaq, A. (2021). Pembuatan Peta Litologi Sebagai Langkah Awal Penentuan Zona Akuifer Dusun Kelapa Dua Kabupaten Luwu Timur. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 18(1), 9
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum*.
- Nasional, B. S. (2008). *SNI 6989.58-2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air tanah*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, 16p.
- NCGIA. (2007). *Interpolation: Inverse Distance Weighting*. <http://www.ncgia.ucsb.edu/pubs/spherekit/inverse.html>. 13 Maret 2018. 17.56 WIB.
- Net, S., Delmont, A., Sempéré, R., Paluselli, A., & Ouddane, B. (2015). Reliable quantification of phthalates in environmental matrices (air, water, sludge, sediment and soil): A review. *Science of the Total Environment*, 515, 162-

180.matrices (air, water, sediment and soil).

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.

Perhimpunan Ahli Airtanah Indonesia (PAAI) dan Groundwater Working group (GWWG). 2016. *Quo Vadis, Airtanah untuk Tanah Air Indonesia*. PAAI. Bandung

Pusfitasari, H. H. (2017). *Uji Kualitatif Bisphenol A Dan Diethylhexyl Phthalate Menggunakan Teknik Gc/Ms Berdasarkan Perhitungan*. Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY 2017, 345-352.

Pravitasari, Anita. (2009). *Simbol Daur Ulang pada Botol dan Kemasan Plastik*.

Rak, D. (2019). *Faculty Of Mining, Ecology, Process Control And*, (June).

Ramos, 2010. *A Comparizon of Spatial Interpolation Methods for Estimation of Average Electromagnetic Field Magnitude Progress in Elegtromagnetic Research*. Volume 7. Page 135-145.

Riyanto, (2014). *Validasi & Verifikasi Metode Uji Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi*. Deepublish

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.

- Sari, M., & Huljana, M. (2019). *Analisis bau, warna, TDS, pH, dan salinitas air sumur gali di tempat pembuangan akhir*. *ALKIMIA: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, 3(1), 1-5.
- Shostari-Yeganeh, B. Z. (2019). *Systematic review and metaanalysis on the association between phthalates exposure and insulin resistance*. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 26, 9435e9442.
- Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. Yogyakarta. 2022.
- SNI 6989.58:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Tanah.
- Sulianto, A. A., Kurniati, E., & Tri Rahmawati, C. (2020). Sebaran Kualitas Air Sumur di Sekitar TPA Randegan Kota Mojokerto Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Sumber Daya Alam*, 7(1), 28-35.
- Su, Y. a. (2010). *Inter-laboratory comparison study on measuring semi-volatile organic chemicals in standards and air samples*, *Environmental Pollution*, Volume 158, Issue 11, November 2010, p. 3365–337.
- Usmar, H. (2006). *Pemanfaatan Air Tanah Untuk Keperluan Air Baku Industri di Wilayah Kota Semarang Bawah*. Universitas Diponegoro Semarang.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency). (2011). *Exposure factors handbook 2011 edition (Final report)*. Washington (DC): USEPA. <http://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recorddisplay.cfm?deidD236252>.
- 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.

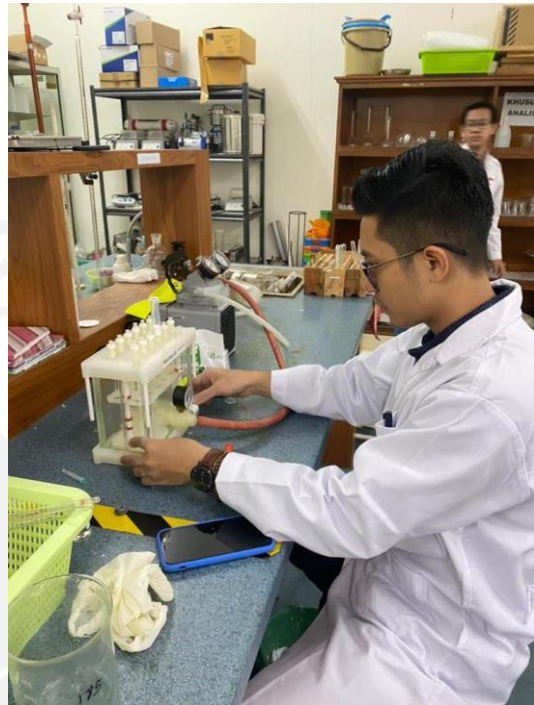
- Wang, X., Lou, X., Zhang, N., Ding, G., Chen, Z., Xu, P., ... & Qiu, X. (2015). *Phthalate esters in main source water and drinking water of Zhejiang Province (China): distribution and health risks. Environmental Toxicology and Chemistry*, 34(10), 2205-2212.
- Widoastuti, S., Abdullah, S., & Suparmin, S. (2019). *Kontaminasi Di-Ethylhexyl Phthalate (Dehp) Dari Botol Polietilena Tereftalat (Pet) Pada Air Minum Sodis Di Yogyakarta Tahun 2018. Buletin Keslingmas*, 38(1), 77-84.
- Widelia, I. (2012). *Instrumentasi Kromatografi Gas-Spektrofotometer Massa*.
- Widiyanto, A. F., Yuniarno, S., & Kuswanto, K. (2015). *Polusi Air Tanah. Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(2), 246.
- World Health Organization. *Concise International Chemical Assessment Document 63 Manganese and Its Compounds : Environmental Aspects*. Geneva: WHO Press; 2004.
- Zheng, X., Zhang, B.-T., Teng, Y. (2014). *Distribution of phthalate acid esters in lakes of Beijing and its relationship with anthropogenic activities. Sci. Total Environ.* 476, 107–113.
- Zota, A. R., Calafat, A. M., & Woodruff, T. J. (2014). Temporal trends in phthalate exposures: findings from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001–2010. *Environmental health perspectives*, 122(3), 235-241.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pengambilan Sampel



Lampiran 2. Proses Preparasi Sampel



Lampiran 3. Dokumentasi Wawancara Warga



Lampiran 4. Data Konsentrasi dan *Peak Area* Kurva Kalibrasi Larutan Standar

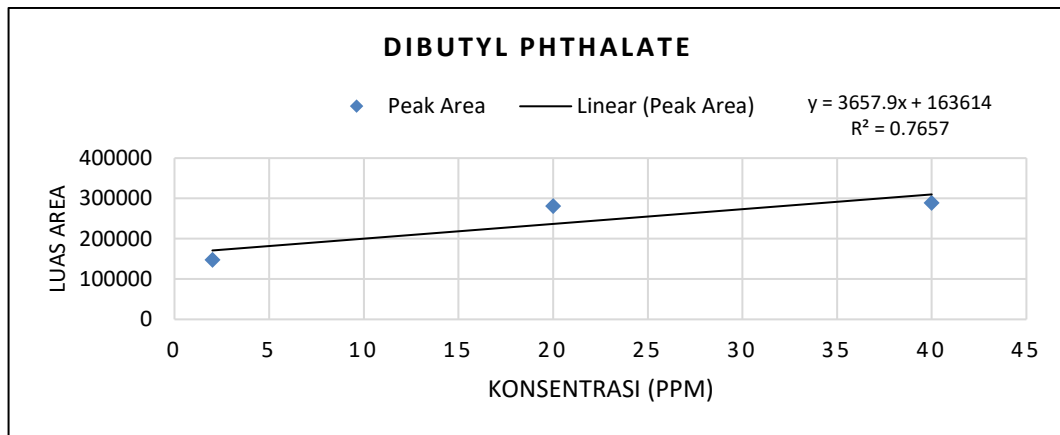
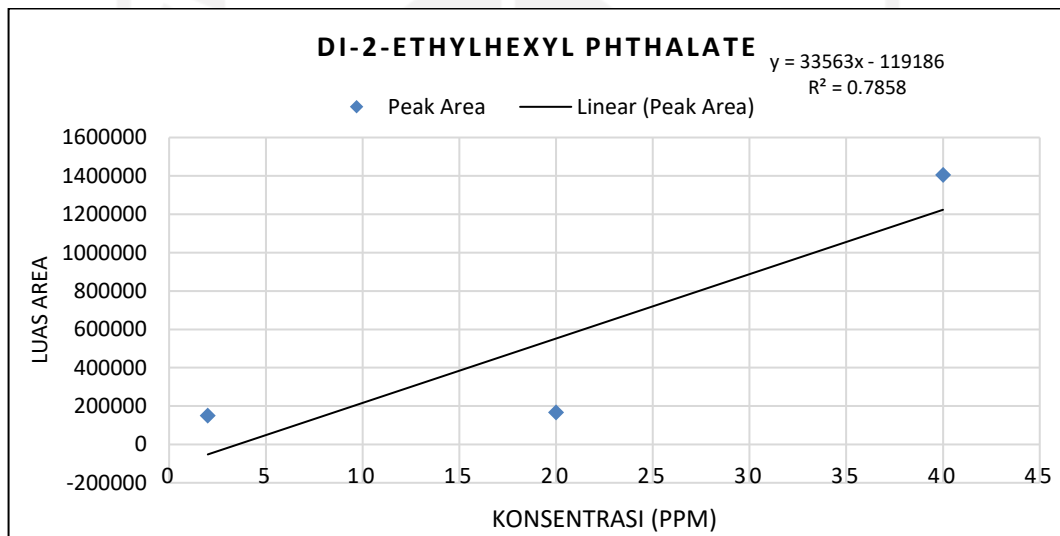
Data Konsentrasi dan *Peak Area* Kurva Kalibrasi Larutan Standar *Dibutyl Phthalate*

<i>Dibutyl Phthalate</i>	
Konsentrasi (ppm)	Peak Area
2	147569.16
20	281157.44
40	288903.58

Data Konsentrasi dan *Peak Area* Kurva Kalibrasi Larutan Standar *Diethylhexyl Phthalate*

<i>Diethylhexyl Phthalate</i>	
Konsentrasi (ppm)	Peak Area
2	150260.73
20	167659.90
40	1405414.81

Lampiran 5. Kurva Kalibrasi Standar *Phthalate*



Lampiran 6. Tabel Perhitungan Analisis Paparan

ARL Dibutyl Phthalate													
Kode sumur	Umur sumur (tahun)	Lokasi	Kode Responden	Umur (Tahun)	C (konsentrasi risk agent mg/L)	R (laju asupan L/hari)	Te (Waktu Paparan hari/tahun)	Fe (Frekuensi Paparan hari/tahun)	Durasi Paparan lifetime (tahun)	Dt (Durasi Paparan Realtime tahun)	Wb (Berat badan Kg)	tagv (periode waktu rata-rata)	I (asupan intake realtime mg/kg/hari)
N.1.2	7	110,4258; -7,8589	Dewasa 1	36	-3.785660	65	1	350	35	30	65	12775	-3.1115
	7	110,4258; -7,8589	Dewasa 2	34	-3.785660	65	1	350	35	30	70	12775	-2.8893
	7	110,4258; -7,8589	Anak 1	14	-3.785660	65	1	350	14	30	45	5110	-11.2360
B.3.1	3	110,427; -7,8575	Dewasa 1	65	1.104830	65	1	350	65	30	65	23725	0.4890

ARL Di-2-ethylhexyl Phthalate													
Kode sumur	Umur sumur (tahun)	Lokasi	Kode Responden	Umur (Tahun)	C (konsentrasi risk agent mg/L)	R (laju asupan L/hari)	Te(Waktu Paparan hari/tahun)	Fe (Frekuensi Paparan hari/tahun)	Durasi Paparan lifetime (tahun)	Dt (Durasi Paparan Realtim e tahun)	Wb (Bera t bada n Kg)	tagv (periode waktu rata-rata)	I (asupan intake realtime mg/kg/hari)
N.1.2	7	110,4258 ; -7,8589	Dewasa 1	36	1.111110	65	1	350	35	30	65	12775	0.9132
	7	110,4258 ; -7,8589	Dewasa 2	34	1.111110	65	1	350	35	30	70	12775	0.8480
	7	110,4258 ; -7,8589	Anak 1	14	1.111110	65	1	350	14	30	45	5110	3.2978
N.1.8	13	110,43; -7,8681	Dewasa 1	35	1.657170	65	1	350	34	30	70	12264	1.3175
	13	110,43; -7,8681	Dewasa 2	30	1.657170	65	1	350	14	30	70	5110	3.1619
	13	110,43; -7,8681	Dewasa 3	32	1.657170	65	1	350	14	30	68	5110	3.2549
	13	110,43; -7,8681	Dewasa 4	35	1.657170	65	1	350	14	30	58	5110	3.8161
	13	110,43; -7,8681	Dewasa 5	36	1.657170	65	1	350	14	30	72	5110	3.0741
N.1.10	27	110,43; -7,8672	Dewasa 1	44	2.115940	65	1	350	42	30	53	15330	1.7774
	27	110,43; -7,8672	Dewasa 2	40	2.115940	65	1	350	42	30	50	15330	1.8841
	27	110,43; -7,8672	Anak 1	20	2.115940	65	1	350	40	30	40	14600	2.4728
	27	110,43; -7,8672	Anak 2	16	2.115940	65	1	350	40	30	42	14600	2.3551
B.1.5	35	110,4281 ; -7,8556	Dewasa 1	65	1.204750	65	1	350	52	30	43	18797.5	1.0173
	35	110,4281 ; -7,8556	Dewasa 2	38	1.204750	65	1	350	52	30	50	18797.5	0.8748

Kode sumur	Umur sumur (tahun)	Lokasi	Kode Responden	Umur (Tahun)	C (konsentrasi risk agent mg/L)	R (laju asupan L/hari)	Te(Waktu Paparan hari/tahun)	Fe (Frekuensi Paparan hari/tahun)	Durasi Paparan lifetime (tahun)	Dt (Durasi Paparan Realtim e tahun)	Wb (Bera t bada n Kg)	tagv (periode waktu rata-rata)	I (asupan intake realtime mg/kg/hari)
B.1.6	7	110,4322 ; -7,8522	Dewasa 1	56	7.933310	65	1	350	54	30	52	19710	5.2828
	7	110,4322 ; -7,8522	Dewasa 2	52	7.933310	65	1	350	54	30	46	19710	5.9719
	7	110,4322 ; -7,8522	Anak 1	26	7.933310	65	1	350	26	30	50	9490	11.4109
B.1.7	40	110,43; -7,8681	Dewasa 1	54	1.928530	65	1	350	42	30	75	15330	1.1448
	40	110,43; -7,8681	Dewasa 2	50	1.928530	65	1	350	42	30	70	15330	1.2266
	40	110,43; -7,8681	Dewasa 3	34	1.928530	65	1	350	42	30	68	15330	1.2626
	40	110,43; -7,8681	Dewasa 4	30	1.928530	65	1	350	42	30	58	15330	1.4803
	40	110,43; -7,8681	Anak 1	22	1.928530	65	1	350	19	30	72	6813.33333 3	2.6831
	40	110,43; -7,8681	Anak 2	19	1.928530	65	1	350	19	30	58	6813.33333 3	3.3307
	40	110,43; -7,8681	Anak 3	15	1.928530	65	1	350	19	30	72	6813.33333 3	2.6831
B.2.1	30	110,4297 ; -7,8558	Lansia	87	1.990970	65	1	350	87	30	54	31755	0.7924
	30	110,4297 ; -7,8558	Dewasa 1	60	1.990970	65	1	350	57	30	70	20622.5	0.9413
	30	110,4297 ; -7,8558	Dewasa 2	54	1.990970	65	1	350	57	30	68	20622.5	0.9690
	30	110,4297 ; -7,8558	Dewasa 3	57	1.990970	65	1	350	57	30	71	20622.5	0.9280
	30	110,4297 ; -7,8558	Dewasa 4	55	1.990970	65	1	350	57	30	72	20622.5	0.9152
	30	110,4297 ; -7,8558	Anak 1	20	1.990970	65	1	350	19	30	58	6752.5	3.4696

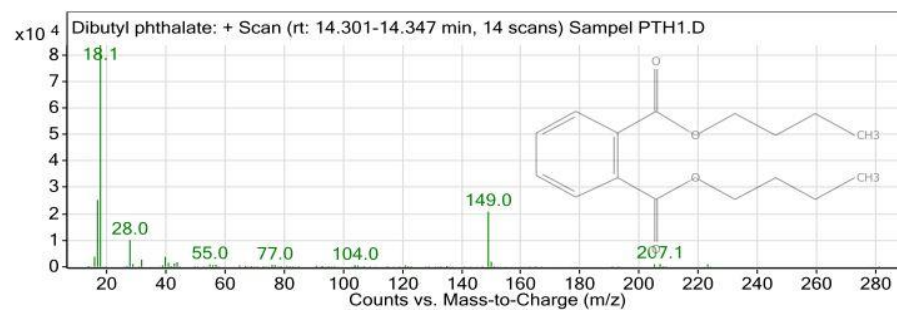
Kode sumur	Umur sumur (tahun)	Lokasi	Kode Responden	Umur (Tahun)	C (konsentrasi risk agent mg/L)	R (laju asupan L/hari)	Te(Waktu Paparan hari/tahun)	Fe (Frekuensi Paparan hari/tahun)	Durasi Paparan lifetime (tahun)	Dt (Durasi Paparan Realtim e tahun)	Wb (Bera t bada n Kg)	tagv (periode waktu rata-rata)	I (asupan intake realtime mg/kg/hari)
	30	110,4297 ; -7,8558	Anak 2	17	1.990970	65	1	350	19	30	55	6752.5	3.6588
B.2.7	29	110,4297 ; -7,857	Dewasa 1	59	2.235620	65	1	350	46	30	75	16644	1.2223
	29	110,4297 ; -7,857	Dewasa 2	56	2.235620	65	1	350	14	30	70	5110	4.2656
	29	110,4297 ; -7,857	Dewasa 3	40	2.235620	65	1	350	14	30	68	5110	4.3911
	29	110,4297 ; -7,857	Dewasa 4	36	2.235620	65	1	350	14	30	58	5110	5.1482
	29	110,4297 ; -7,857	Dewasa 5	37	2.235620	65	1	350	14	30	72	5110	4.1471
	29	110,4297 ; -7,857	Dewasa 5	37	2.235620	65	1	350	14	30	72	5110	4.1471
B.3.1	3	110,427; -7,8575	Dewasa 1	65	1.321310	65	1	350	65	30	65	23725	0.5848
B.3.6	25	110,4283 ; -7,8625	Lansia 1	85	1.008110	65	1	350	85	30	54	31025	0.4107
	25	110,4283 ; -7,8625	Dewasa 1	60	1.008110	65	1	350	14	30	70	5110	1.9235
	25	110,4283 ; -7,8625	Dewasa 2	58	1.008110	65	1	350	14	30	68	5110	1.9801
	25	110,4283 ; -7,8625	Anak 1	25	1.008110	65	1	350	14	30	64	5110	2.1038

Lampiran 7. Hasil Pembacaan GC-MS

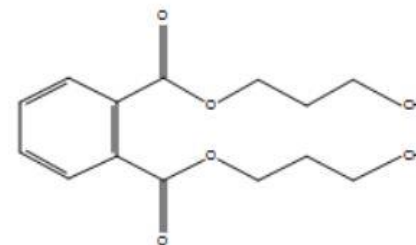
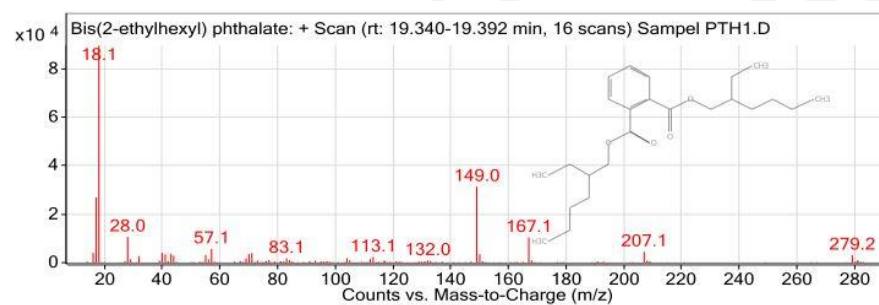
Sampel 1

Integration Peak List

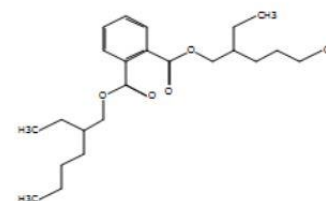
Peak	Start	RT	End	Height	Area	Area %
1	14.297	14.319	14.37	61256.96	94376.17	30.88
2	19.329	19.361	19.436	154223.04	305646.54	100



Dibutyl phthalate



Bis(2-ethylhexyl) phthalate

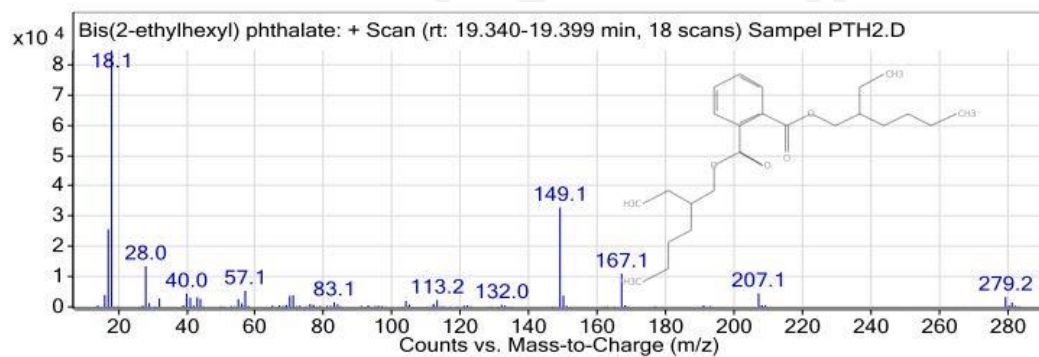


--- End Of Report ---

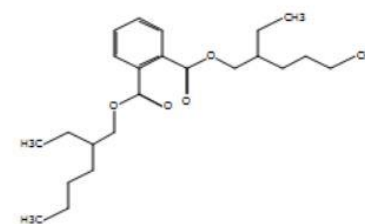
Sampel 2

Integration Peak List

Peak	Start	RT	End	Height	Area	Area %
1	19.324	19.361	19.465	186392.2	397284.16	100



Bis(2-ethylhexyl) phthalate

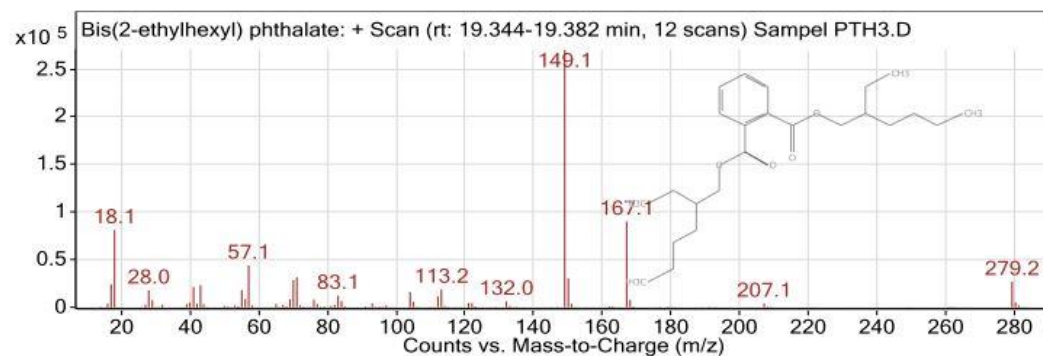
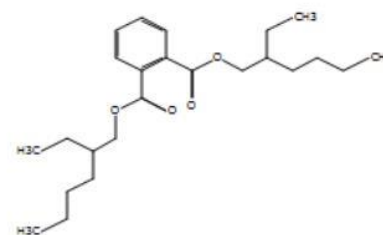


--- End Of Report ---

Sampel 3

Integration Peak List

Peak	Start	RT	End	Height	Area	Area %
1	19.338	19.361	19.389	334327.76	474272.05	100

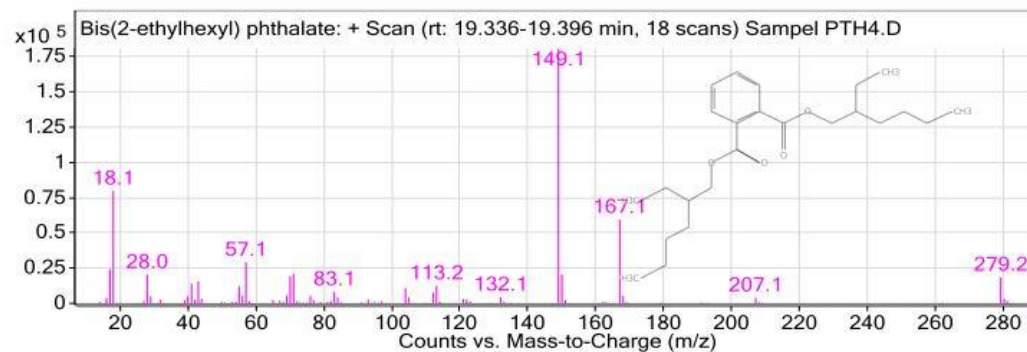


--- End Of Report ---

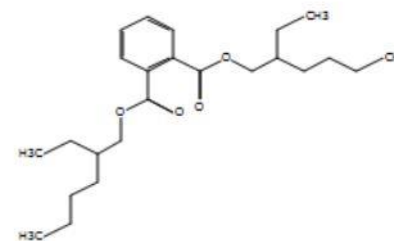
Sampel 4

Integration Peak List

Peak	Start	RT	End	Height	Area	Area %
1	19.32	19.361	19.469	1059636.31	2140934.12	100



Bis(2-ethylhexyl) phthalate

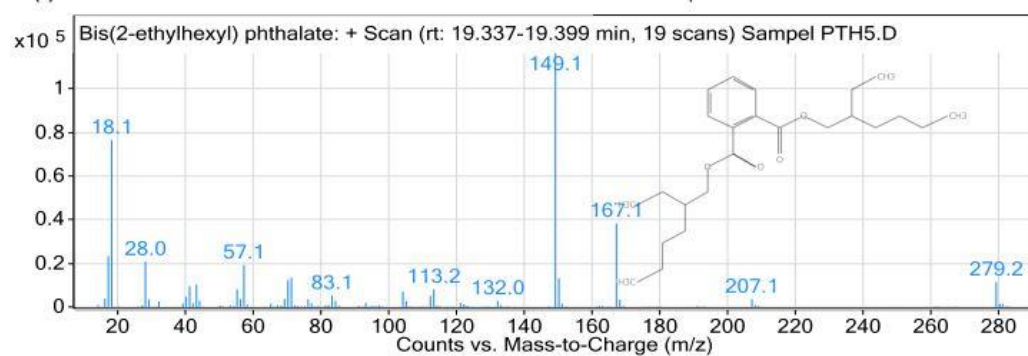


--- End Of Report ---

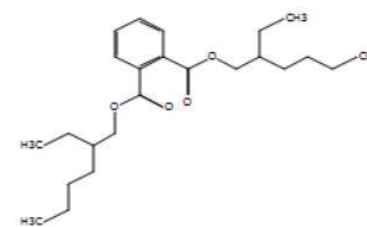
Sampel 5

Integration Peak List

Peak	Start	RT	End	Height	Area	Area %
1	19.316	19.361	19.469	697605.82	1450514.16	100



Bis(2-ethylhexyl) phthalate

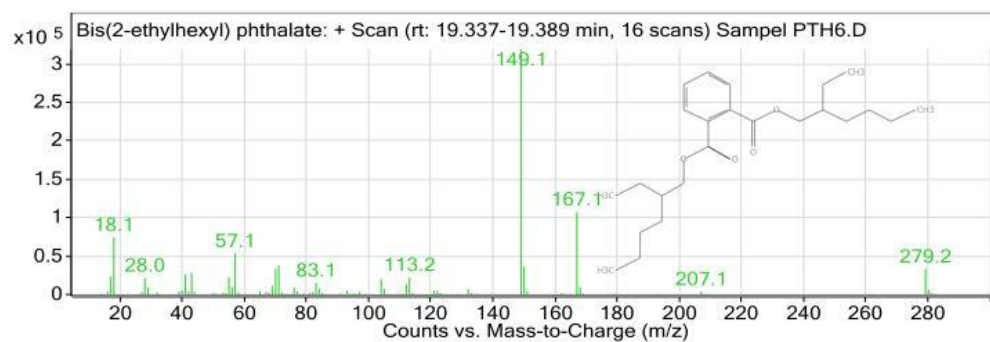


--- End Of Report ---

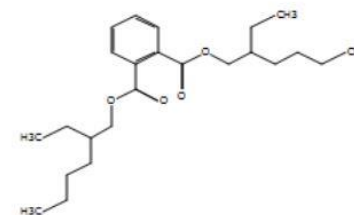
Sampel 6

Integration Peak List

Peak	Start	RT	End	Height	Area	Area %
1	19.316	19.357	19.462	1727678.99	3355547.82	100



Bis(2-ethylhexyl) phthalate

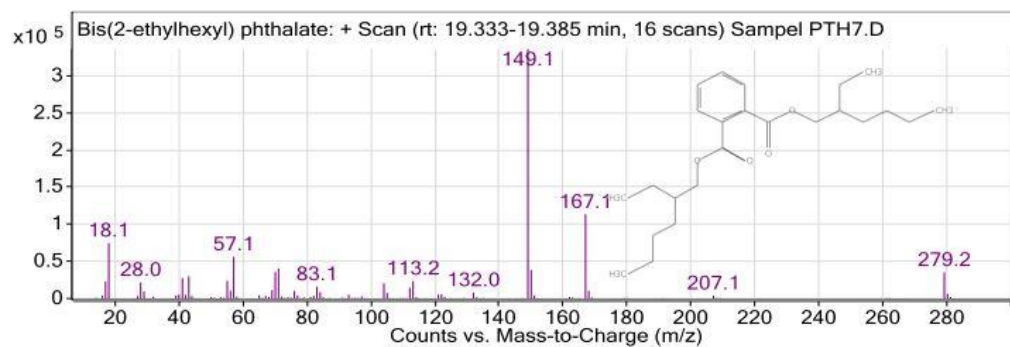


--- End Of Report ---

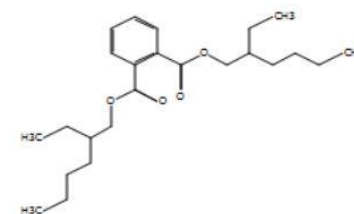
Sampel 7

Integration Peak List

Peak	Start	RT	End	Height	Area	Area %
1	19.314	19.358	19.465	1775205.34	3460333.7	100



Bis(2-ethylhexyl) phthalate

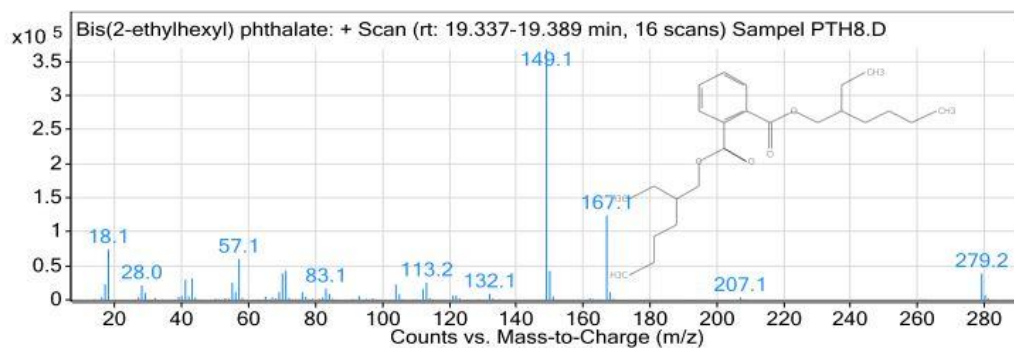


--- End Of Report ---

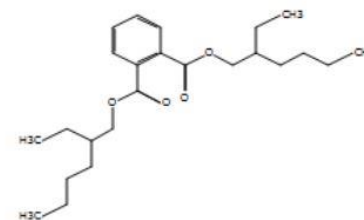
Sampel 8

Integration Peak List

Peak	Start	RT	End	Height	Area	Area %
1	19.316	19.358	19.465	2034013.83	3870894.29	100



Bis(2-ethylhexyl) phthalate

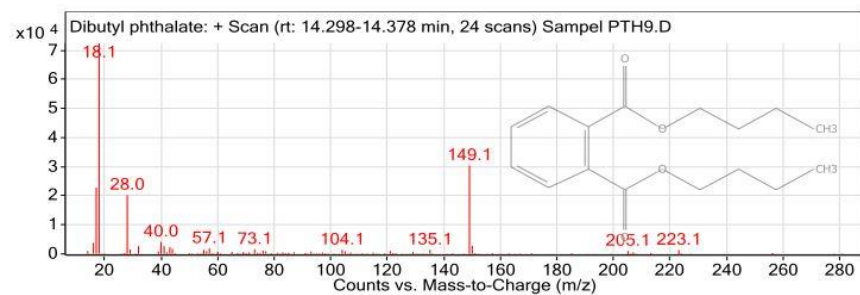


--- End Of Report ---

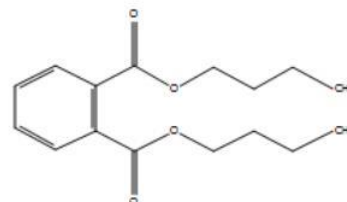
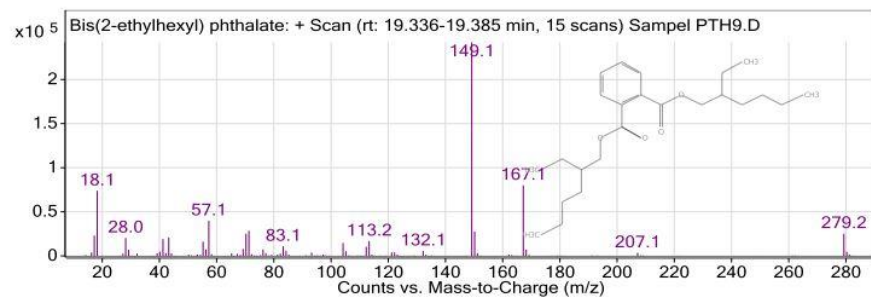
Sampel 9

Integration Peak List

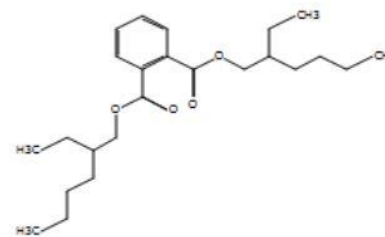
Peak	Start	RT	End	Height	Area	Area %
1	14.286	14.319	14.423	156485.04	365682.33	15.65
2	19.32	19.357	19.465	1254183.35	2336544.41	100



Dibutyl phthalate



Bis(2-ethylhexyl) phthalate

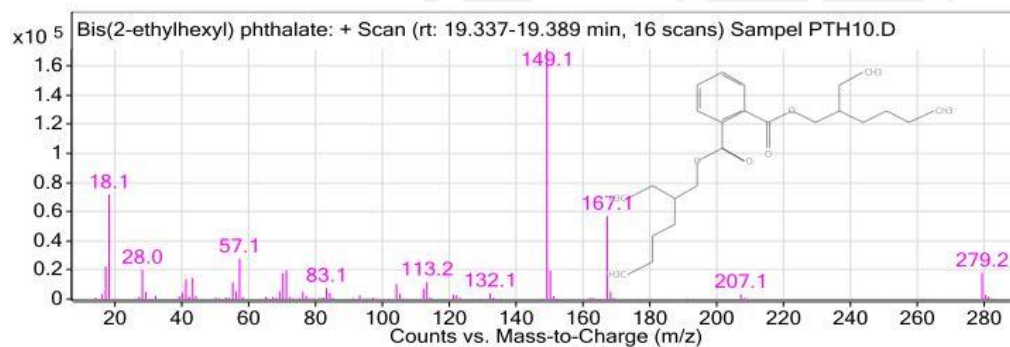


--- End Of Report ---

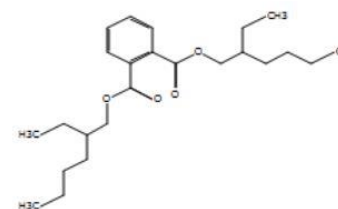
Sampel 10

Integration Peak List

Peak	Start	RT	End	Height	Area	Area %
1	19.316	19.357	19.465	944011.72	1810939.63	100



Bis(2-ethylhexyl) phthalate



--- End Of Report ---