JURUSAN
TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

Identifikasi Senyawa Bisphenol A Paada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dan Air Tanah

Zhafira Putri Ramadhani
21513103

Dosen Pembimbing:
Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.

Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
2025

DEPARTMENT
ENVIRONMENTAL ENGINEERING

BACHELOR THESIS

Identification of Bisphenol A Compounds in Bottled Drinking Water (AMDK) and Groundwater

Zhafira Putri Ramadhani
21513103

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

Environmental Engineering Bachelor Program
Faculty of Civil Engineering and Planning
Universitas Islam Indonesia
2025

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

Identification of Bisphenol A Compounds in Bottled Drinking Water (AMDK) and Groundwater

Tugas akhir ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Zhafira Putri Ramadhani

21513103

Tugas akhir ini telah diuji pada tanggal 18 September 2025 dan disetujui oleh:

23/9 2025

Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si. (Pembimbing 1)

22/9 2025

Prof. Ir. Eko Siswoyo, S.T., M.Sc. ES., Ph.D., IPU. (Penguji 1)

22/9 '25

Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D. (Penguji 2)

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan Program Sarjana

23/5-25

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

PERNYATAAN

Saya, penyusun tugas akhir ini, menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia, maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, dan studi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Perangkat lunak atau program komputer yang digunakan dalam tugas akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya. Bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Tidak ada penggunaan kecerdasan buatan *(artificial intelligence*, AI) dalam penyusunan karya tugas akhir ini kecuali:
   a. untuk membantu dalam kadar yang wajar (seperti membantu mengoreksi, mencari ide, dan mencari referensi), dan
   b. tercantum dan dijelaskan perihal penggunaannya secara eksplisit di dalam karya tugas akhir ini.

   Implikasi dari penggunaan AI tersebut menjadi tanggung jawab saya sepenuhnya.
6. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 18 September 2025
Yang membuat pernyataan,



Z[illegible] Fadli Ramadhani
21513103

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku yang berjudul '*Idenifikasi Senyawa Bisphenol A Pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dan Air Tanah*" ini dapat diselesaikan dengan baik.

Laporan tugas akhir ini ditulis sebagai upaya untuk mengetahui potensi pencemaran *bisphenol A* yang dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia dann lingkungan. Penelitian ini diarapkan dapat memeberikan kontribusi bagi peningkatan kesadaran masyarakat serta mejadi bahan pertimbangan dalam pengawasan kualitas air minum.

Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis mendapat banya dukungan, bbimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan tulus penulis menyampaikan upacan terima kasih kepada:

1. Allah Subahanahu wa taala atas segala rahmat yang diberikan, kemampuan dan kemudahan serta kelancaran yang telah diberikan sehingga pennulis dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Kedua orang tua saya, Bapak Rahman, SKM. dan Ibu Maisyarah, S. Tr. Kep. Ners serta adik saya Muhammad Sahlan dan Muhammad Ramadhan yang selalu memberikan do'a dan dukungan agar diberikan kelancaran dalam menjalankan masa studi.
3. Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.)., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku koordinator Tugas Akhir Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Univeersitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, Bapak Prof. Ir. Eko Siswoyo, S.T., M.Sc. ES., Ph.D., IPU. selaku Dosen Penguji I Tugas Akhir, dan Ibu Puji Lestari,

S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Penguji II Tugas Akhir.

6. Seluruh dosen staf dan keluarga besar Teknik Lingkungan FTSP UII, yang sudah membantu, mengajar, dan mendukung selama menempuh perkuliahan ini.
7. Mas heri staff akademik Program Studi Teknik Lingkungan yang sudah membatu menjadi perantara anatara penulis dan Dosen Pembimbing, selalu membantu memberikan informasi dan mengarahkan bantuan selama berlangsungnya proses Tugas Akhir.
8. Mas bagus, staff Laboraturium Teknik Lingkungan FTSP UII yang sudah membimbing dan membantu saat penelitian.
9. Laboran Laboraturium Terpadu UII, yang sudah membantu dan mengarahkan dalam penelitian beerlangsung.

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

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

.

Yogyakarta, 18 September 2025

Zhafira Putri Ramadhani

Identifikasi Senyawa Bisphenol A Pada Air Minum Dalam Kemsan (AMDK) Dan Air Tanah

Mahasiswa : Zhafira Putri Ramadhani
NIM : 21513103
Program Studi : Teknik Lingkungan - Program Sarjana
Pembimbing : Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.

Abstrak

Bispehnol A (BPA) dapat bermigrasi dari kemasan makanan dan inuman akibat peningkatan suhu. Migrasi ini terjadi karena degradasi polikarbonat menjadi BPA. Faktor lain yang dapat menyebabkan pelepasan BPA dari kemasan adalah peningkatan pH. Selain itu, kebiasaan masyarakat yang menggunakan air tanah secara langsung sebagai sumber air utama sehari-hari juga perlu dipertimbangkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi sumber pencemaran dan kadar konsentrasi senyawa BPA dalam air di wilayah Sardonoharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, DAERAH Istimewa Yogyakarta. Analisis kandungan BPA dilakukan menggunakan metode HPLC (High Performance Liquid Chromatography) dengan detektor UV-VIS. Dari dua jenis sampel yang berbeda, yaitu air tanah dan AMDK (Air Minum Dalam Kemasan), ditemukan bahwa konsentrasi BPA tertinggi terdapat pada sampel AMDK, dengan nilai 0,74 µg/L. sebaliknya, konsentrasi terendah ditemukan pada sampel air tanah, yaitu 0,06 µg/L. potensi yang mempengaruhi keberadaan BPA antara lain adalah parameter suhu dan lokasi pengambilan sampel. Beberapa faktor lain yang dapat memepengaruhi kelarutan BPA dalam air tanah meliputi suhu, jenis air, keberadaan bahan kimia lain, dan waktu pengambilan sampel.

Kata kunci: Air Tanah, AMDK, *Bisphenol A*, HPLC

Identification of bisphenol a compounds in packageed drinking water (AMDK) and Groundwater

Student : Alina Ishma Syahidah
Student Number : 19513105
Study Program : Environmental Engineering – Bachelor Program
Supervisor : Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.

Abstract

Bisphenol A (BPA) can migrate from food and beverage packaging due to increased temperature. This migration occurs due to the degradation of polycarbonate into BPA. Another factor that can cause the release of BPA from packaging is an increase in pH. In addition, the habit of people who use groundwater directly as their main daily water source also needs to be considered. This study aims to determine the potential sources of pollution and the concentration of BPA compounds in water in the Sardonoharjo area, Ngaglik District, Sleman Regency, Yogyakarta Special Region. BPA content analysis was carried out using the HPLC (High Performance Liquid Chromatography) method with a UV-VIS detector. From two different types of samples, namely groundwater and AMDK (Bottled Drinking Water), it was found that the highest BPA concentration was found in the AMDK sample, with a value of 0.74 µg/L. Conversely, the lowest concentration was found in the groundwater sample, which was 0.06 µg/L. Potential factors that influence the presence of BPA include temperature parameters and sampling location. Several other factors that can affect the solubility of BPA in groundwater include temperature, water type, the presence of other chemicals, and the time of sampling.

Keywords*: AMDK, Bisphenol A, HPLC, Groundwate*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ..... **Error! Bookmark not defined.**

PRAKATA 3

DAFTAR ISI 3

DAFTAR TABEL 6

DAFTAR GAMBAR 7

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Ruang Lingkup 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Karakteristik *Bisphenol A* 5
2.2 Uji Identifikaksi *Bisphenol A* 6

2.2.1 Ekstraksi Larutan 7

2.2.2 High Performance Liquid Chromatography (HPLC) 7
2. 3 Validasi Metode *High Performance Liquid Chromatograpy* 9

2. 3. 1 Linieritas 9

2. 3. 2 Limit Deteksi dan Limit Kuantitas 10
2. 4 Penelitian Sebelumnya 11

BAB III METODE PENELITIAN 22
3.1 Waktu dan Lokasi 22
3. 2 Jenis dan Variabel Penelitian 23
3. 3 Prosedur Analisis Data 24

3.3.1 Pengumpulan Data 24
3. 4 Alat dan Bahan 25
1. 5 Tahapan Penelitian 27

3.5.1 Cara Pengambilan Sampel 28

3.5.2 Cara Pengawetan Sampel 30

3.5.3 Cara Analisis. 30
3. 6 Analisis Data Hasil *Bisphenol A* 33

3. 6. 1 Analisis Data Hasil Bisphenol A Menggunakan Instrumen High Performance Liquid Chromatography (HPLC UV-Vis) 33

3. 6. 2. Analisisi Data Kablibrasi 35

3. 6. 3 Analisis Kandunngan Bisphenol A 38

BAB IV HASIL PENELTIAN DAN ANALISIS DATA 40
4.1 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel 40
4.2 Data Hasil Observasi 41
2. 3 Analisis Bisphenol A 42

4. 3. 1 Analisis pada Air Tanah 42

4. 3. 2 Analisis Bisphenol A pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) ... 44
4. 4 Analisis Kuantitatif Kandungan *Bisphenol A* 45

4. 4. 1 Normalisasi Area 46

4. 4. 2 Baku Eksternal (Externl Standard Method) 48

4. 4. 3 Baku Internal (Internal Standard Method) 50

4. 4. 4 Adisi Baku (Standard Method) 53
4. 5 Faktor Respons Relatif *Bhisphenol A* 56
4. 6 Manajemen Risiko *Bisphenol A* 57

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 59
5.1 Kesimpulan 59
5.2 Saran 59

DAFTAR PUSTAKA 61

LAMPIRAN 64
Lampiran 1 – Peta Titik Sampling 64
Lampiran 2 – Dokumentasi Sampling Air Tanah 65
Lampiran 3 – Dokumentasi Sampling AMDK 66
Lampiran 4 – Dokumentasi Uji Laboraturium 68
Lampiran 5 – hasil HPLC UV-Vis 69
Lampiran 6 – Perhitungan LOD dan LOQ 71
Lampiran 7 – Perhitungan Analisis Kandungan Bisphenol A pada Air Tanah dan AMDK 72
Lampiran 8 – Perhitungan Analisis Kuantitatif 74
Lampiran 9 – Perhitungan Faktor Respon 75
Lampiran 10 – Rubrik Peniliaian Proposal Tugas Akhir 78

RIWAYAT HIDUP 80

DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Penelitian Terdahulu 11
Tabel 3 1 Tabel Sebaran Titik Sampling Berdasarkan Koordinat 22
Tabel 3 2 Rincian Alat dan Bahan.....25
Tabel 3 3 Data Hasil Kromatogram Larutan Standar 10 μg/mL 34
Tabel 3 4 Data Hasil Kromatogram Larutan Standar 100 μg/mL 35
Tabel 4 1. Data Uji Observasi Fisika Air Tanah 42
Tabel 4 7. Data Hasil Perhitungan Normalisasi Area Sampel Air Tanah.....47
Tabel 4 8 Data Hasil Perhitungan Normalisasi Area Sampel AMDK.....47
Tabel 4 9 Data Air Tanah pada Metode Baku Internal.....51
Tabel 4 10 Data AMDK Pada Metode Baku Internal.....52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Struktur Kimia Bisphenol-A; B. Sintesis Bisphenol-A menjadi Polikarbonat; C. Struktur Kimia Resin Epoksi; D. Struktur Kimia Bisphenol-F; E. Struktur Kimia Bisphenol 6
Gambar 2 2 Alat HPLC (High Performance Liquid Chromatograpgy) (Wu et al., 2012) . 8
Gambar 2 3 Digaram Blok HPLC 9
Gambar 3. 1 Diagram Alir Prosedur Penelitian..... 28
Gambar 3 2 Pengambilan Sampler Air Tanah (sumber : dokumentasi pribadi 2024) 29
Gambar 3 3 Pengambilan Sampler Air Minum Dalam Krmasan (AMDK) sumber : Dokumentasi Pribadi 2024 30
Gambar 3 4 Prosedur Ekstrasi Larutan Sampel..... 32
Gambar 3 5 Prosedur Analisis HLPC UV-Vis 33
Gambar 3 6 Hasil Pembacaan Grafik Kromatogram Larutan Standar Konsentrasi BPA 10 μm/mL (sumber : Data Qualitative Analysisi Report HPLC)..... 34
Gambar 3 7 Hasil Pembacaan Grafik Kromatogram Larutan Standar Konsentrasi BPA 100 μm/mL (sumber : Data Qualitative Analysisi Report HPLC)..... 34
Gambar 3 11 Kurva Kalibrasi Larutan Standar 10 μg/mL dan 100 μg/mL (sumber : olah data pribadi, 2025) 37
Gambar 4 1. Lokasi Pengambilan Sampel (Air Kemasan) 40
Gambar 4 2. Lokasi Pengambilan Sampel (Air Sumur) 41
Gambar 4 8 Kurva Kalibrasi Metode Baku Eksternal pada Sampel Air Tanah 49
Gambar 4 9 Kurva Kalibasi Metode Baku Eksternal Pada Sampel AMDK 50
Gambar 4 10 Kurva Kalibrasi Metode Baku Internal pada Sampel Air Tanah..... 51
Gambar 4 11 Kurva Kalibrasi Metode Baku Internal Pada Sampel AMDK 52
Gambar 4 12 Kurva Kalibrasi Metode Adisi Baku Pada Sampel Air Tanah 55
Gambar 4 13 Kurva Kalibrasi Metode Adisi Baku Pada Sampel AMDK 55

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bisphenol A (BPA) adalah bahan kimia industri yang banyak digunakan dalam pembuatan polikarbonat plastik dan resin epoksi (Manzoor et al., 2022). *Bisphenol A* digunakan dalam produksi plastik polikarbonat, resin epoksi pelapis kaleng logam, dan di banyak produk plastik konsumsi seperti minum, pipa air, wadah minum, lensa kacamata, peralatan keselamatan olahraga, monomer gigi, peralatan dan tabung medis, serta peralatan elektronik (Inas,. 2022). BPA memiliki molekul formula $C_{15}H_{16}O_2$ dan berat molekul sebesar 228,28 g/mol. Karakteristik dari BPA yaitu padatan kristal putih, stabil dalam suhu kamar, memiliki titik leleh 156°C dan titik didih 220°C (Almeida, et al. 2018).

Deteksi migrasi material pembungkus makanan ke air karena pemanasan mendapatkan hasil bahwa terjadi migrasi material pembungkus makanan ke dalam air akuades, kemungkinan merupakan material dari bahan aditif ftalat, yaitu metil ftalat. Berdasarkan penelitian tersebut, migrasi senyawa kimia BPA dapat menyebabkan kontaminasi air (Girsang, et al. 2020). Berdasarkan studi terbaru, pada pemantauan tingkat *Bisphenol A* (BPA) dalam air sumur sebagi indikator pencemaran lingkungan mendapatkan hasil bahwa air sumur yang sering digunakan sebagai sumber air minum di banyak daerah urban, rentan terhadap kontaminasi polutan, termasuk *Bisphenol A* (BPA). Menunjukan variasi konsentrasi BPA berdasarkan lokasi. Misalnya, di Pakem konsentrasi BPA berkisar antara 0,68 hingga 1,91 mg/L, di Ngemplak antara 0,27 hingga 3,55 mg/L, dan di Ngaglik antara 1,37 hingga 1,91 mg/L tidak ditemukan pola langsung yang menghubungkan konsentrasi BPA dengan jumlah penduduk. Variasi kemungkinan disebabkan oleh faktor lingkungan, aktivitas industri, atau kebiasaan konsumsi masyarakt urban (Mustika & Ridwan. 2024).

Bisphenol A senyawa kimia sintetik yang menyerupai hormon esterogen dan memiliki klasifikasi sebagai *Endocrine Disrupting Chemicals* (EDCs). BPA mempunyai dampak yang sangat berbahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup, karena bersifat sebagai penganggu fungsi endokrin. BPA dapat berikatan dengan reseptor estrogen, sehingga dicurigai dapat menyebabkan diabetes melitus tipe-2, bersifat diabetogenik. BPA dapat meresap kedalam makanan/minumam, ketika botol pastik polikarbonat terpapar air panas mendidih maka BPA akan terlepas 55 kali lebih banyak dibandingkan bila diisi dengan air biasa (Zahreni, et al. 2024).

Penggunaan kemasan yang mengandung BPA secara terus menerus dan pemaparan suhu panas dalam kemasan yang kemudian menyebabkan BPA terlepas dan bercampur dengan air mineral yang diminum. BPA dapat terlepas dari polikarbonat ke dalam air mineral dengan cara hidrolis polimer dengan terjadinya katalis oleh hidroksida dalam kontak antara kemasan yang mengandung polikarbonat dan air mineral. Faktor lain yang dapat menyebabkan BPA terlepas dalam kemasan yaitu pH. Penigkatan BPA terjadi sering dengan peningkatan pH yang terjadi degradasi polikarbonat menjadi BPA dan karbondioksida yang dikatalis oleh hidroksida (Hisa & Ami. 2023).

Kawasan Kecamatan Sardonoharjo Kabupaten Sleman merupakan kawasan padat penduduk. Selain itu, disekitar Kecamatan Sardonoharjo juga terdapat bebagai fasilitas kesehatan, seperti puskesmas, rumah sakit, dan juga klinik serta terdapat sarana publik seperti sekolah, kampus, sarana ibadah. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa aktivitas yang sudah dilakukan oleh masyarakat sekitar serta adanya fasilitas kesehatan dan sarana publik dapat memepengaruhi kondisi air tanah pada wilayah tersebut, serta kebiasaan masyarakat dengan penggunaan air tanah secara langsung untuk dikonsumsi dan pemakaian berulang isi air galon sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa *Bisphenol A* pada air sumur dan air kemasan di Kecamatan Sardonohrjo, Kabupaten Sleman, Yogyakarta dan menganalisis kadar konsentrasi senyawa *Bisphenol A* untuk penggunaan air minum yang berasal dari air sumur dan air kemasan. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk rekomendasi kebijakan pengelolaan lingkungan yang lebih baik guna mengurangi paparan BPA dan meningkatkan kualitas hidup penduduk di kawasan pemukiman. Oleh karena itu

perlu dilakukan penelitian mengenai identifikasi pada air tanah dan air kemasan pada Kecamatan Sardonoharjo, Sleman untuk mengetahui apakah terjadi kontaminasi BPA atau tidak pada air tanah dan air kemasan.

1.2 Peruumusan Masalah

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

1) Bagaimana hasil validasi penetapan senyawa Bisphenol A pada air sumur dan air kemasan di wilayah Kecamatan Sardonoharjo, Kabupaten Sleman, Yoyakarta dengan metode HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) ditinjau dengan parameter linieritas, limit deteksi dan limit kuantitas, dan akurasi.
2) Berapa kadar konsentrasi Bisphenol A yang ada di Candi Winangun, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta untuk air sumur rumah warga, dan air kemasan bermerk yang berada di Jl. Pandanran-Uii, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini diantaranya :

1) Untuk menentukan hasil validasi penetapan senyawa *Bisphenol A* pada Candi Winangun, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta untuk air sumur rumah warga, dan air kemasan bermerk yang berada di Jl. Pandanran-Uii, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta ditinjau dengan parameter linieritas, limit deteksi dan limit kuantitas, dan akurasi.
2) Mengetahui kadar konsentrasi *Bisphenol A* yang ada di Candi Winangun, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta untuk air sumur rumah warga, dan air kemasan bermerk yang berada di Jl. Pandanran-Uii, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini, sebagai berikut :

1) Bagi peneliti

   Memberikan informasi, pengetahuan, dan hasil analisis mengenai keterkaitan antara senyawa *Bisphenol A* dan air minum yang ditemukan pada wilayah Kecamaatn Sardonoharjo Kabupaten Sleman.

2) Bagi masyarakat

   Dapat menambah wawasan masyarakat mengenai pengaruh Bisphenol-A yang terkandung dalam kemasan plastik terhadap kesehatan repoduksi.

3) Bagi instalasi

   Dapat menambah evaluasi dari pengemasan produk yang lebih baik dengan tidak adanya bermigrasi BPA pada minuman ataupun makanan.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini antara lain :

1) Lokasi penelitian dilakukan pada area pemukiman untuk di Candi Winangun, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta untuk air sumur rumah warga, dan air kemasan bermerk yang berada di Jl. Pandanran-Uii, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2) Data yang digunakan sebagai analisis pendukung identifikasi yaitu antara lain penggunaan sumber air minum dari air sumur dan air kemasan.
3) Pengambilan data dilakukan dengan pengambilan smapel air sumur dan air kemasan.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik *Bisphenol A*

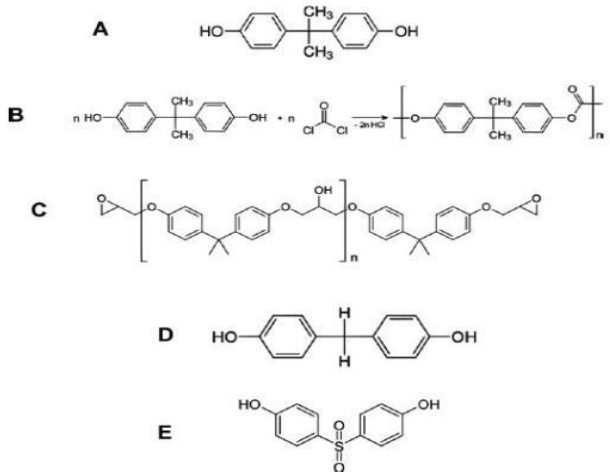
Bisphenol A (BPA) merupakan salah satu senyawa kimia yang sangat banyak diproduksi saat ini dalam bentuk kemasan berbahan plastik. BPA dalam kemasan air minum banyak dalam penggunaan sintesis epoksi resin dan polikarbonat. Bahan jenis epoksi resin digunakan sebagai bahan pelapis pipa saluran air minum, komponen mobil atau pesawat, dalam bentuk plastik keras seperti galon air minum (Inas. 2022).

Migrasi BPA dengan air minum yang dikemas dengan botol beerbahan plastik PC mengandung BPA dengan jumlah cemaran terbesar mencapai 11, 39 ppb pada suhu penyimpanan 25°C. adanya migrasi BPA dari botol minum berbahan plastik PET dan PC dapat disebabkan karena kondisi penyimpanan seperti suhu yang terlalu tinggi dan lamanya penyimpanan yang panjang sehingga mendorong pelepasan monomer BPA dari kemasan (Ginter, et al. 2022).

Penggunaan produk plastik sebagai kemasan makanan dan minuman merupakan sumber utama paparan BPA dan *phtalate* pada sebagaian besar. Selain makanan dan minuman kemasan dari pabrik, pemakaian plastik sehari-hari dalam proses pengolahan dan sebagai wadah makanan juga berperan dalam paparan BPA dan *phtalate*. Sebagai contoh dengan maraknya plastik impor berharga murah dalam bentuk perlengkapan dapur seperti papan iris, sendok, piring, cangkir, panci, teko, dan lain sebagainya. Denga kualitas yang diragukan dan komposisi kimia yang tidak bisa diverifikasi (Cimi, et al. 2017).

Stuktur Bisphenol A berbagai macam bentuk, seperti di cantumkan dalam Gambar 2.1. Struktur kimia BPA (*Bisphenol A*) atau 2,2-bis (4-hidroksifenill) propana terdiri dari dua huhus fenil, dua gugus hidroksil (alkohol) (PerBPOM., 2019). Polikarbonat (PC) adalah jenis plastik yang digunakan di sebagian besar kemasan oleh konsumen. Plastik polikarbonat transparan dapat memiliki ketebalan hingga 5 CM dan dipengaruhi oleh suhu serta waktu penyimpanan.

Bisphenol A Diglliseril Eter (DGEBA) adalah salah satu jenis epoxy resin glikidil yang paling populer. Epoxy ini diperoduksi dengan mereaksikan *Bisphenol A* dengan epiklorohidrin. DGEBA memiliki berat molekul terendah di antara jenis epoxy lainnya, sehingga memiliki viskositas yang rendah. Sedangkan untuk kimia resin epoksi *Bisphenol F* adalah *Bisphenol F Diglisidil Eter*, disebut sebagai DGEBF atau BPF. Ini adalah cairann kental tr ansparan tidak berwarna atau kuning muda yang diperoleh dengan reaksi fenol dan formaldehida di bawah katalis asam untuk menghasilkan *Bisphenol F*.



Gambar 2 1 Struktur Kimia Bisphenol-A; B. Sintesis Bisphenol-A menjadi Polikarbonat; C. Struktur Kimia Resin Epoksi; D. Struktur Kimia Bisphenol-F; E. Struktur Kimia Bisphenol

(Waidy, et al. 2016)

2.2 Uji Identifikaksi *Bisphenol A*

Pengujian pada senyawa *Bisphenol A* dilakukan dengan banyak pemilihan metode, penggunaan metode pengujian biasanya bergantung pada ketersediaan alat, sensistivitas yang diperlukan, serta matrik sampel yang kan

dianalisis. Seperti pengujian dengan metode ekstraksi larutan pelarut organik LLE (*Liquid-Liquid Extraction*) dan HPLC UV-Vis (Vis *High- Performance Liquid Chromatography-UV Vis*) yang digunakan untuk mengidentifikasi serta mengukur senyawa kimia dalam berbagai jenis sampel.

2.2.1 Ekstraksi Larutan

Pengujian *Bisphenol A* dilakukan dengan pengekstraksian Larutan dengan metode LLE (*Liquid-Liquid Extraction*) merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk mengekstraksi senyawa seperti *Bisphenol A* (BPA), dari larutan atau matriks sampel cairan. Metode LLE untuk ekstrasksi BPA membantu untuk keberhasilan hasil yang cukup akurat dan efisien dalam memisahkan BPA dari matriks cair, mempersiapkan sampel untuk analisis lebih lanjut menggunakan terknik kromatografi atau spektrometri. Dalam menganalisis BPA pada kontaminasi *background* dari BPA yang dilepaskan dari peralatan listrik laboraturium dapat menghasilkan keselahan yang signifikan dalam analisis pada tingkat konsentrasi yang sangat rendah. Metode alternatif yang baik digunakan untuk menghindari masalah ini yaitu dalam penggunaan metode ekstrasi (Han, et al., 2021).

2.2.2 HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*)

HPLC (*High- Performance Liquid Chromatography*) merupakan teknik pemisahan berdasarkan polaritas dan interaksi antara senyawa sampel dengan fase stasioner (kolom) dan fase gerak yang kemudian dipompakan melaui kolom yang berisi fase stasioner. Senyawa-senyawa dalam sampel terpisah berdasarkan waktu retensinya I kolom. Instrumentasi pada *Bisphenol A* analisi kromatografi cair yang dilengkapi dengan pompa bertekanan tinggi kartener, detektor UV panjang gelombang tunggal, dan autosampler. Analisis data dilakukan menggunakan deteksi ultraviolet.

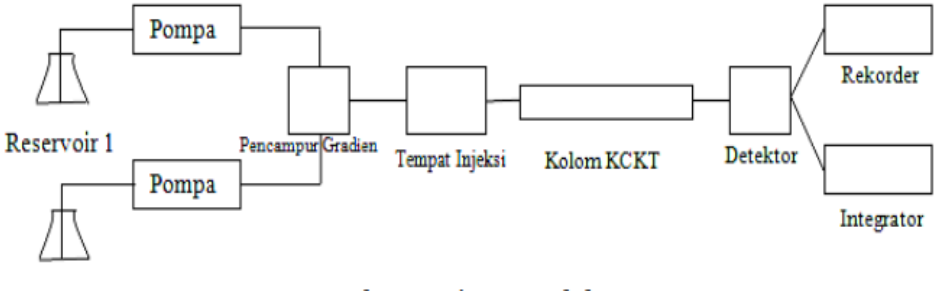
Kelebihan HPLC (*High- Performance Liquid Chromatography*) merupakan metode analitik yang sederhana, isokratik, dan andal dikembangkan untuk identifikasi dan kuantifikasi simulatan dari sampel yang berbeda dalam ekstrak dengan teknik ekstraksi yang sama. Adapun kegunaan untuk menentukan berbagai senyawa kimia dengan metode pemisahan yang mampu menganalisis varian senyawa secara umum dan berbagai larutan gula. Lihat Gambar 2.2.



Gambar 2 2 Alat HPLC (High Performance Liquid Chromatograpgy) (Wu et al., 2012)

Untuk metode HPLC digunakan eluen air dan metanol dengan perbandingan 3:7. Selanjutnya dibuat kurva standar yang menghubungkan puncak kromatogram dengan konsentrasi dari masing-masing larutan standar. Kadar air tiap-tiap sampel diukur menggunakan HPLC dengan komposisi eluen yang sama dengan standar. (Aprilia, et al., 2018).

KCKT (Kromatografi cair kinerja tinggi) atau HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) merupakan salah satu metode kimia dan fisikokimia. KCKT termasuk metode analisis terbaru yaitu suatu teknik kromatografi dengan fasa gerak cairan dan fasa diam cairan atau padat. Banyak kelebihan metode ini jika dibandingkan dengan metode lainnya. Kelebihan itu antara lain: mampu memisahkan molekul-molekul dari suatu campuran, mudah mengoperasikannya, kecepatan dan kepekaan yang tinggi, resolusi yang baik, dapat menggunakan bermacam-macam detektor, mudah melakukan "*sample recovery*", dapat pula ditandemkan dengan instrumen lain. Sebagaimana instrumen lainnya, HPLC juga memiliki kelemahan/kekurangan. Kekurangan metode ini antara lain: larutan harus dicari fase diamnya terlebih dahulu, mengetahui kondisi yang optimum antara pelarut, analit dan gradien elusi, dan harganya yang relatif mahal sehingga penggunaannya dalam penelitian sangat terbatas. Komponen-komponen kromatografi cair kinerja tinggi dapat dilihat pada Gambar 2. 3.



Gambar 2 3 Digaram Blok HPLC

2. 3 Validasi Metode *High Performance Liquid Chromatograpy*

Metode analisis adalah untuk mengkonfrimasi atau memastikan metode analisis yang dipakai sesuai untuk peruntukannya. Adapun parameter-parameter tersebut antara lain adalah linieritas dan rentang, batas deteksi dan batas kuantitas.

2. 3. 1 Linieritas

Lineraritas adalah kemampuan suatu metode analisis untuk memberikan respon secara langsung atau tidak langsung, dengan bantuan transformasi matematik yang baik, proporsional terhadap konsentrasi analit dalam sampel. Linearitas suatu metode diuji untuk memastikan adanya hubungan linier antara konsentrasi analit dengan respon detektor. Koefisien korelasi (R) adalah parameter yang menunjukan adanya hubungan linier antara respon analitik (luas area) dengn konsentrasi analit yang diukur pada kurva kalibrasi. Suatu metode dikatakan mmenuhi kriteria lineritas jika nilai koefisien korelasi (R) mendekati 1. Rentang metode adalah pernyataan batas terendah dan tertinggi analit yang sudah ditunjukan dapat ditetapkan dengan kecermatan, keseksamaan, dan lineritas yang dapat diterima. Konsentrasi yang dekat dengan nilai LOQ, konsentrasi peertengahan, konsentrasi yang merupakan batas terendah dari kurva kalibrasi.

Sebagai parameter adanya hubungan linier digunakan koefisien korelasi (R) pada analisi regresi linier $Y = ax + b$. hubungan linier yang ideal dicapai jika nilai $b = 0$ dan $r = +1$ atau -1 bergantung pada arah garis. Sedangkan nilai a

menunjukan kepekaan analisis terutama instrumen yang digunakan.

Batas deteksi adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi yang masih memberikan respon signifikan dibandingkan dengan blangko. Batas deteksi merupakan parameter uji batas. Batas kuantitasi merupakan parameter pada nalisis renik dan diartikan sebagai kuantitas terkecil analit dalam sampel yang masih dapat memenuhi kriteria cermat dan seksama.

Pada analisis instrumen batas deteksi dapat dihitung dengan mengukur respon blangko beberapa kalo lalu dihitung simpangan baku respon balnko dan formula dibawah ini dapat digunakan untuk perhitungan:

$$Q = \frac{k \times SD}{S} \qquad \textbf{(2. 1)}$$

Dimana:

Q = batas deteksi/batas kuantitas

K = 3 untuk batas deteksi/10 untuk batas kuantitas

SD = stadar deviasi intersep pada persamaan regresi linier

S = slope dari persamaan regresi linier (niai a pada y=ax+b)

Untuk memvalidasi kekuatan suatu metode perlu dibuat perubahan metodologi yang kecil dan terus menerus dan mengvaluasi respon analitik dan efek presisi dan akurasi. Sebagai contoh, perubahan yang dibutuhkan untuk menunjukan kekuatan prosedur HPLC dapat mencakup (tapi tidak dibatasi) perubahan fase gerak ($\pm$ 0,2 unit) dan perubahan temperature kolom ($\pm$ 2 - 3°C), perubahan lainnya dapat dilakukan bila sesuai dengan laboraturium. Identifikasi sekurang-kurangnya 3 faktor analisis yang dapat memepengaruhi hasil bila diganti atau diubah.

2. 3. 2 Limit Deteksi dan Limit Kuantitas

Limit deteksi didefinisikan sebagai konsentrasi analit terendah yang masih dapat dideteksi meskipun tidak selalu dapat dikuantifikasi. Sedangkan batas kuantifikasi didefinisikan sebagai konsentrasi analit terendah dalam sampel yang dapat di tentukan dengan presisi dan akurasi pada kondisi analisis yang digunakan (Yuwono dan Indrayanto, 2005).

Terdapat beberapa metode dalam menentukan LOD dan LOQ untuk metode

HPLC. Metode yang sering digunakan adalah menentukan kadar sampel yang menghasilkan rasio *signal-to-noise* 2:1 atau 3:1 untuk LOD dan 10:1 untuk LOQ. Cara yang lain adalah menentukan LOD dan LOQ dengan standar deviasi dari respon LOD = 3.3 (SD/S dan LOQ = 10(SD/S) dimana SD adalah standar deviasi dari bank, standar deviasi residual dari kurva kalibrasi, dan standar deviasi dari y-intersep dari kurva kalibrasi dan S adalah slop dari kurva kalibrasi (Ahuj dan Dong, 2005).

2. 4 Penelitian Sebelumnya

Para peneliti sebelumnya teleah melakukan berbagai penelitian tentang Bisphenol A, *High Performance Liquid Chromatograpgy* (HPLC UV-Vis), dan ekstaksi larutan *Liquid- Liquid Exctaction* (LLE). Hal ini menjadi acuan penting untuk membahas kegiatan penelitian ini hasil penelitian. Penenelitian-penelitian di bawah ini digunakan sebagai acuan pada Tabel 2.1 penelitian terdahulu.

Tabel 2 1 Penelitian Terdahulu

No	peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
1	Ruth Rodriguez, Elianna Castillo, Diana Sinuco	2019	*Validation of an HPLC Method for Determination of Bisphenol-A Mogration from Baby Feeding Bottles*	Reagen dan bahan standar bisphenol-A (CAS 80-05-7) Metanol, etanol 95%, asam asetat, dan isooctane dengan kadar HPLC dibeli dari Merck dan Panreac. Filter yang digunakan adalah PTFE.	Metode analisis kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC-UV-Vis) yang sederhana dan ekonomis divalidasi untuk kuantisasi migrasi Bisphenol-A spesifik dari botol susu bayi. Uji migrasi keseluruhan dan spesifik dilakukan dengan berbagai matriks

No	peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
					simulasi makanan menggunakan metode pengisian. Linearitas yang baik diperoleh pada rentang konsentrasi 0,01–0,6 mg/kg. Batas deteksi (LOD) dan batas kuantifikasi (LOQ) masing-masing adalah 0,004 dan 0,010 mg/kg. Pengulangan metode (%RSD, n ÿ 10) adalah antara 89,5 dan 99,0%, sedangkan pemulihan berkisar antara 83,2 hingga 98,4%. Metode ini diterapkan pada uji migrasi spesifik dari botol susu bayi yang dibeli dari berbagai produsen plastik di Kolombia
2	Cristian Emilian Pop, Sorin	2021	*Identification and Quantification*	Pelarutan etanol untuk memperole	Hubungan antara berbagai

No	peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
	Draga, Roxana Mÿciucÿ, , Roxana Nit,ÿ, Nicolae Craciu, n Robert Wolff		*of Bisphenol in Water by Dissipation followed by Silylation using Gas Chromatography- Mass Spectrometry Analysis*	h larutan bisphenol A, pengamatan makroplastik untuk membedakan Escherichia coli dan Enterobacter aerogenes serta identifikasi cepat Candida albicans, uji kandungan klorofil total, peroksidasi lipid-uji TBARS, analisis HPLC.	polutan limbah plastik dan dampaknya terhadap lingkungan perairan alami dan rantai makanan tetap menjadi masalah yang konstan dan terus berkembang. Bisphenol A (BPA), pengganggu endokrin yang dikenal yang diproduksi dalam jumlah besar terutama dalam industri plastik polikarbonat, dapat terakumulasi dalam jaringan tumbuhan dan hewan, sehingga meningkat melalui tingkat trofik. Dalam penelitian ini kami memaparkan spesimen tanaman air Lemna minor yang masih hidup dalam kondisi terkendali pada tingkat BPA 50, 100 dan 200 ppm

No	peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
					untuk mengamati sebagian efek toksik BPA. Koloni berhenti terbentuk selama paparan dan klorosis terjadi terutama pada kelompok 100 ppm. Yang cukup menarik, pembentukan bakteri non-fermentasi dan koliform dengan kepadatan tinggi juga diamati dalam kultur yang terpapar BPA tetapi tidak pada kelompok kontrol. Kadar Malondialdehid (MDA) dalam jaringan tumbuhan menunjukkan adanya kerusakan seluler dan kerusakan parah, hasil yang dikorelasikan dengan konsentrasi yang ditentukan HPLC BPA

No	peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
					sebesar 0,1%, 0,2% dan 0,4%.
3	Almedi, Alani., Akkbik., Al-Qahtani	2024	*Univeiling Bottled Water Perils: Investigating Phthalate Ester Acid Leaching From Bottled Water in Qatar's Scorching Climes*	Linearitas metode analisi dengan instrumen analisis untuk PAE (DBP, BBP, dan DEHP)	air telah dijelaskan secara rinci sebelumnya oleh Badan Perlindungan Lingkungan [8] dengan beberapa modifikasi. Secara singkat, 45 mL sampel air laut dipindahkan ke dalam tabung sentrifus kerucut 50 mL, dicampur dengan 2 mL diklorometana, dan ditambahkan 50 µL larutan asam klorida (36%). Campuran dikocok secara manual selama 1 menit dan kemudian disonikasi selama 30 menit. Setelah itu, campuran larutan sampel disentrifus pada 200 rpm selama 5 menit untuk pemisahan. Akhirnya, 1 mL fase

No	peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
					organik dipindahkan ke tabung Eppendorf. bersih 2 mL dan dikeringkan dengan 100 mg natrium sulfat untuk menghilangkan kelembaban sebelum disuntikkan ke instrumen untuk analisis. Disonikasi selama 30 menit. Selanjutnya, campuran larutan sampel disentrifugasi pada kecepatan 200 rpm selama 5 menit untuk pemisahan. Terakhir, 1 mL fase organik dipindahkan ke tabung Eppendorf bersih 2 mL dan dikeringkan dengan 100 mg natrium sulfat untuk menghilangkan kadar air sebelum disuntikkan ke instrumen untuk analisis.

No	peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
					kondisi iklim (50 ◦C dan suhu siklus 70◦C), seperti yang terjadi di Qatar selama musim panas, memiliki efek langsung pada peningkatan konsentrasi pelindian DBP, BBP, dan DEHP, seperti yang dalam studi. Lindi DBP, BBP, dan DEHP yang dihasilkan selama periode 4 minggu adalah untuk sejumlah kecil PAE.
4	Firdausa Widiya Anggraena	2018	Validasi Metode Analisa Penetapan Kadar Nistatin Dalam Tablet Nystatin Gula 5000.000IU Secara HPLC (High Performance Liquid Chromatography)	metode penetapan kadar nistatin dalam nystatin tablet salut gula menggunakan HPLC dengan detektor UV-Visible pada panjang gelombang 305 nm	pengujian menunjukan hasil yang sesuai yakni: uji selektivitas sesuai dan baik, linieritas dengan angka korelas ® = 0,998. uji akurasi diperoleh stabil ketika lebih dari 8 jam, uji robustness dengan perubahan volume laju alir tidak menganggu

No	peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
					analisis dan uji presisi serta presisi antaranya diperoleh RSD 1,96%. dari hasil uji tersebut dapat disimpulkan hasilnya sesuai dengan United States Pharmacopeia.
5	Etik Wahyuningsih, Riesta Primaharinastiti, Mochammad Yuwono	2022	Development and validation of a HILIC-HPLCELSD method for simultaneous determination of glucosamine hydrochloride and chondroitin sulfate in dietary supplements	Kromatografi dilakukan pada HPLC seri Agilent 1100 yang dihubungkan dengan ELSD Agilent 380, sedangkan pemisahan kolom kromatografi cair interaksi hidrofilik zwitterion (ZIC-HILIC) dengan ukuran pori 200 Å (SeQuant ZIC-HILIC, 150 mm x 4,6 mm x 5 µm, Merck Millipore, VIC, Australia) tercapai. Pemisahan	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan memvalidasi kromatografi cair interaksi hidrofilik yang sederhana, selektif, dan akurat – kromatografi cair kinerja tinggi yang menggabungkan metode detektor hamburan cahaya evaporatif (HILIC-HPLC-ELSD) untuk secara bersamaan menentukan glukosamin hidroklorida dan kondroitin sulfat dalam suplemen makanan. Pemisahan

No	peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
				dilakukan dengan menggunakan sistem isokratik, dengan komposisi fase gerak asetonitril: air: 30 mM amonium format (77:3:20, v/v/v), pH 4,5, suhu kolom 35°C, laju alir 1 mL.min-1, dan volume injeksi 5 µL. ELSD digunakan sebagai detektor pada suhu nebulisasi dan penguapan masing-masing 50°C dan 80°C, dengan laju alir nitrogen 1,10 liter standar per menit (SLM).	kromatografi dilakukan pada kolom ZIC-HILIC (150 mm x 4,6 mm x 5µm) dalam mode sistem isokratik dengan fase gerak asetonitril, 30 mM amonium format, dan air (77:20:3, v/v/v) pada pH 4,5, suhu kolom 35°C, laju alir 1 mL.min-1, dan volume injeksi 5 µL. Detektor hamburan cahaya evaporatif (ELS) digunakan. Pemisahan yang efektif dicapai melalui resolusi analit lebih dari 1,5 dengan waktu analisis sekitar 20 menit. Linearitas glukosamin hidroklorida dan kondroitin sulfat berkisar antara 0,4 hingga 2,5 mg.mL-1. Batas deteksi dan

No	peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
					kuantifikasi glukosamin hidroklorida masing-masing adalah 20 dan 80 mg.mL-1, sedangkan untuk kondroitin sulfat adalah 80 dan 400 mg.mL-1. Semua parameter validasi memenuhi kriteria penerimaan sesuai dengan pedoman International Conference on Harmonisation (ICH). Metode ini berhasil diterapkan pada pengujian sampel suplemen makanan komersial.

Tabel di atas menunjukan bahwa dari beberapa penelitian yang dilakukan terhadap kadar BPA dalam air tanah, air kemasan dilokasi yang berbeda, beberapa pembacaan senyawa BPA dengan konsentrasi rendah atau tinggi menunjukan sifst-sifat senyawa tersebut dapat terdegradasi dan masuk ke dalam air. Sementara itu, belum ada penelitian yang dilakukan mengenai senyawa BPA pada air minum pada perbandingan air tanah dan air kemasan. Oleh karena itu,

peneliti memilih topik yang berkaitan dengan kadungan senyawa *Bisphenol A* dalam air minum, menggunakan instrumen larutan dengan esktraksi untuk teknik pengujian, dan menggunakan HPLC dengan detektor UV-Vis untuk penganalisisan pada air tanah di area pemukiman di Candi Winangun, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta untuk air sumur rumah warga, dan air kemasan bermerk yang berada di Jl. Pandanran-Uii, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan sampel pada 2 lokasi yang bebeda dengan 2 jenis asal air yaitu air tanah yang diambil air sumur rumah warga dan air kemasan di depot air. Pengambilan sampel dilakukan untuk mengetahui perbandingan sebaran dari senyawa *bisphenol A* pada sumber air tersebut. Pengujian dilakukan di Laboraturium Kualitas Air, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dan Laboraturium Terpadu Univeristas Islam Indonesia. Tabel 3.1 memberikan sebaran titik sampling berdasarkan koordinat pada penelitian ini.

Tabel 3 1 Tabel Sebaran Titik Sampling Berdasarkan Koordinat

No	Jenis Sampel	Lokasi Pengambilan Sampel	Kode Sampel	Titi Koordinat		Tata Guna Lahan
				LS	LU	
1	Air Kemasan	Jl. Pandanran-Uii, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta	S1	-7.6930644°	110.4104780°	(pemukiman) ykawasan padat penduduk, dimanan terdapat beberapa kost, sarana peribadatan dann warung

No	Jenis Sampel	Lokasi Pengambilan Sampel	Kode Sampel	Titi Koordinat		Tata Guna Lahan
				LS	LU	
2	Air Sumur	Candi Winangun, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta	S2	-7.700387°	110.410053°	(pemukiman) ykawasan padat penduduk, dimanan terdapat beberapa kost, sarana peribadatan dann warung

Alasan pemilihan 2 jenis sumber air minum dikarenakan area titik sampling memiliki perbedaan tempat yaitu pada air sumur dan air kemasan. Hal tersebut dilakukan karena ada kemungkinan kurang maksimal dalam penggunaan langsung pemakaian air sumur atau terdapat nya penyebaran senyawa yang akan tercampur menjadi berdampak sedangkan untuk Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) banyaknya pengonsumsi air kemasan isi ulang. Jadi lebih baik untuk menetapkan 2 jenis sumber air minum untuk melakukan perbandingannya.

Pemilihan titik sampling tersebut sesuai dengan koordinat di google earth yaitu daerah-daerah padat penduduk seperti pemukiman penduduk. Daerah tersebut sudah dipastikan membutuhkan air bersih untuk kegiatan sehari-hari dan akan teliti apakah aor yang digunakan mengandung senyawa kimia berbahaya atau tidak.

3. 2 Jenis dan Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yaitu pendekatan yang digunakan untuk menjawab penelitian dengan hasil penelitiannya disajikan dalam bentuk deskriptif yang menggunakan data berupa angka dan program statistik. Variable penelitian merupakan segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperolah informasi

tentang variable tersebut kemudian ditarik kesimpulan. Dalam penelitian ini terdapat data variabel yaitu variabel bebas pada penelitian ini adalah indentifikasi senyawa Bisphenol A pada air minum dalam kemasan (AMDK) dan air tanah. Sedangkan variabel terkaitnya adalah kualitas air tanah di wilayah kecamatan sardonoharjo.

3. 3 Prosedur Analisis Data

Metode penelitian yang digunakan merupakan penelitian kuantitatif yang dilakukan dengan pengambilan sampel air dan pengujian laborturium untuk mengetahui besar konsentrasi senyawa pada air sumur dan air kemasan. Pengambilan sampel dilakukan dengan *Purposive Sampling* yang dilakukan dengan pengambilan sampel pada titik yang sudah di tentukan. Alur penelitian saya diawali dengan mencari data lapangan kemudian diolah di laboraturium untuk menghasilkan konsentrasi yang diinginkan. Variabel penelitian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu *Bisphenol A* (BPA).

3.3.1 Pengumpulan Data

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

3.3.1.1 Data Sekunder

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

3.3.1.2 Data Primer

Pengumpulan data primer diperoleh dari pengambilan sampel air sumur dan air kemasan yang kemudian akan diuji kandungan *Bisphenol A* di Laboraturium Teknik Lingkungan FTSP UII, selain itu data primer juga didapat dari studi analisi risiko lingkungan yaitu observasi langsung kepada responden terkait

penggunaan air. Teknik pengumpulan data primer dalam penelitian ini adalah pengumpulan sampel air.

3. 4 Alat dan Bahan

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan laboraturium. Data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung dari obyek penelitian, data primer dalam penelitian ini diperoleh dari melalui kuisioner peneliti kepada konsumen pengguna plastik dan data sekunder dilakukan dengan identifikasi dari hasil pengumpulan data tersebut. Besar sampel dihitung menggunakan rumus untuk populasi penelitian yang tidak diketahui Untuk kegiatan observasi tersedia lembar observasi terhadap semua variabel yang diteliti. Tabel 3.2 merupakan alat dan bahan yang digunakan selama penelitian.

Tabel 3 2 Rincian Alat dan Bahan

No	Jenis Alat	Nama Alat	Jumlah	Satuan	Fungsi
1	Alat pengambilan sampel dan uji *in situ*	Coolbox	1	Buah	Tempat penyimpanan sampel air yang sudah masuk kedalam botol-Botol
		water Sampler	1	Buah	Alat pengambilan Air
		Alat ukur suhu	1	Bauh	Alat pengukuran suhu
		Meteran ukur sumur	1	Buah	Alat pengukuran sumur, air tanah
		botol 100 mL	3	Buah	Tempat penyimpanan sampel air yang sudah Diambil
No	**Jenis Alat**	**Nama Alat**	**Jumlah**	**Satuan**	**Fungsi**
1	Alat pengujian laboraturium	Gelas Beaker 500 mL	1	Buah	Wadah sampel sat dibubuhi dengan aquades
		Gelas Beaker 250 mL	1	Buah	Wadah sampel air setelah proses vacurum sebelum dibuang

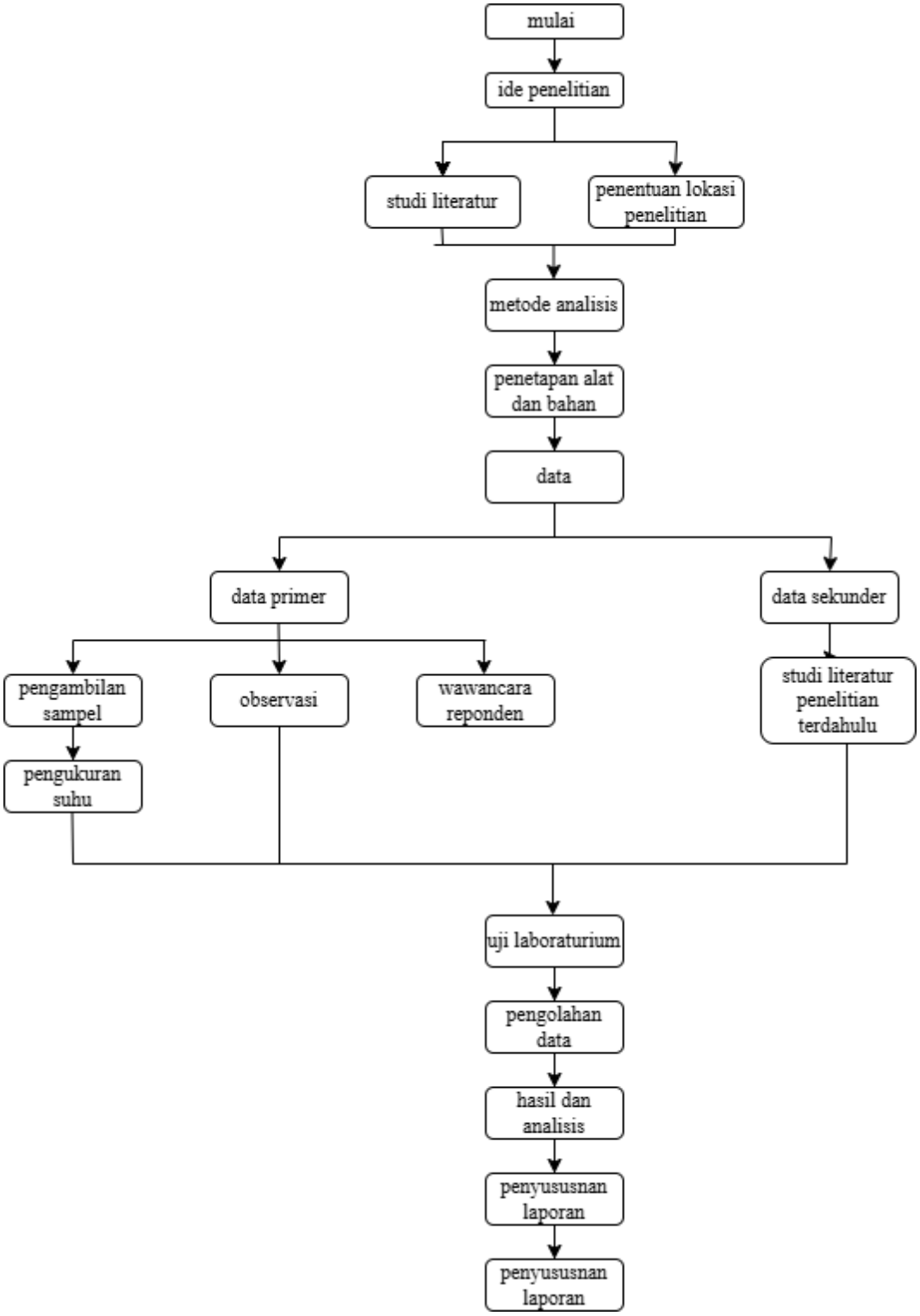
		Corong kaca	1	Buah	Tempat peletakan kertas saring saat penyaringan sampel
		enmeyer 500 mL	1	Buah	Wadah sampel setelah proses penyaringan dengan kertas saring
		Suntikan 10 mL	1	Buah	Untuk memasukkan sampel dari gelas beaker ke *catridge* saat proses *vacuum*
		pipet ukur 5 mL	1	Buah	bahkan larutan bahan
		Pipet ukur 10 mL	1	Buah	bahkan larutan bahan
		ung Sentrifus Kerucut	1	Buah	Wadah untuk pencampuran larutan
		Tabung Eppendorf	1	Buah	Tempat fase organik
		Spektrometer	1	Buah	ukur spektrum cahaya
		Hotplate	1	Buah	Pemanas larutan
		Botol vial (2mL)	1	Buah	Wadah larutan saat proses vasuum dengan *catridge*
		Vacuum	1	Buah	ercepat proses elusi pada *catridge*
		HPLC UV-Vis	1	Buah	Analisis dan identifikasi kandungan BPA pada sampel

No	Jenis Alat	Nama Alat	Jumlah	Satuan	Fungsi
1	Bahan pengujian di laboraturium	Diklorometana (DCM)	6	mL	Pengaktif *catridge*
		Natrium sulfat	300	Mg	Pengering (*drying agent*) untuk menghilangkan air dari fase organik setelah ekstrakasi
		Asam klorida	150 (0,15)	µL (mL)	Mengatur pH larutan
		Kertas saring milipore	9	Buah	Penyaring partikel yang masih ada pada sampel (BPA)
		Aquades	secukupnya	mL	Membilas alat
		Air Tanah	100	mL	Sampel

		Air Kemasan	100	mL	Sampel

1. 5 Tahapan Penelitian

Pada prosedur analisi data dilakukan sesuai diagram penelitian di bawah ini dengan beberapa tahapan sebaagi proses penelitian. Sebagai diagram prosedur penelitian pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 3. 1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Prosedur Penelitian

3.5.1 Cara Pengambilan Sampel

Untuk metode pengambilan sampel air tanah, mengacu pada SNI 66989.58:2008 tentang cara pengambilan sampel air tanah. Berikut beberapa langkahnya :

a. persyaratan untuk peralatan pengambilan air sumur gali

1) terbuat dari bahan yang tidak mempengaruhi sifat-sifat sampel air
2) mudah dipindahkan dari sampel sebelumnya
3) sampel mudah dipindahkan ke wadah penyimpanan tanpa sisa bahan tersuspensi

b. jenis aalat pengambilan contoh air sumur gali

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

c. cara pengambilan sampel untuk pengujian kualitas air

1) siapkan alat pengambil sampel
2) bilas alat sebanyak 3 (tiga) kali dengan sampel yang akan diambil
3) ambil contoh sesuai dengan kebutuhan analisis
4) masukkan kedalam wadah
5) lakukan pengawetan unuk diuji ke laboraturium



Gambar 3 2 Pengambilan Sampler Air Tanah
(sumber : dokumentasi pribadi 2024)



Gambar 3 3 Pengambilan Sampler Air Minum Dalam Krmasan (AMDK)
sumber : Dokumentasi Pribadi 2024

3.5.2 Cara Pengawetan Sampel

Sampel diawetkan agar sampel dikumpulkan dari lapangan tetap awet saat dibawa ke laboraturium untuk pengujian kandungan senyawa *Bisphenol A* lebih lanjut. Pengawetan sampel dilakukan dengan menggunakan wadah gelas vial berwarna coklat dan dimasukan kedalam box pendingin dengan temperatur 4°C dengan maksimum waktu penyimpanan menurut EPA yakni 7 hari untuk ekstraksi dan 40 hari setelah diekstraksi.

3.5.3 Cara Analisis.

3.5.3.1 Persiapan Standar

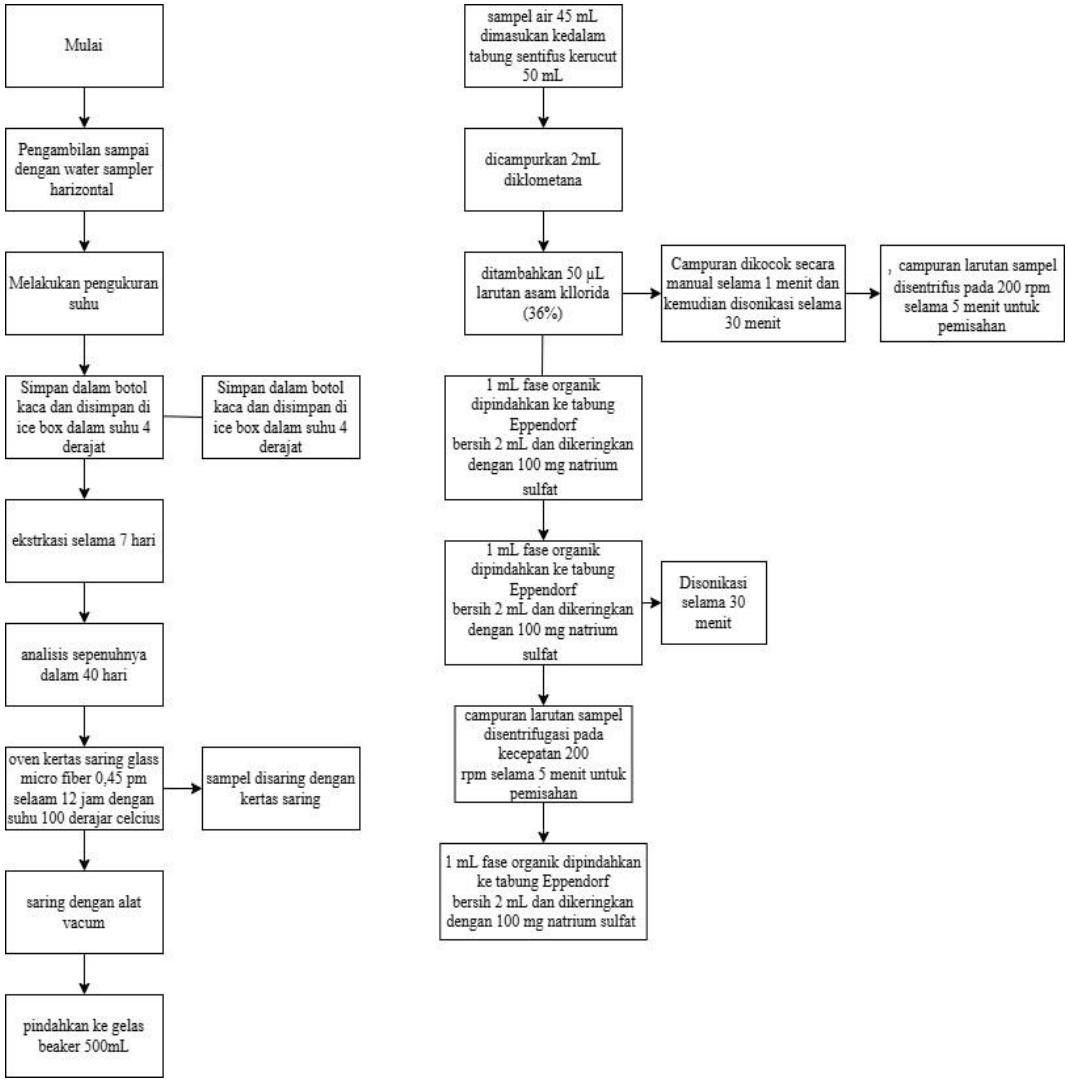
Sampel air tanah dan air minum dalam kemasan ditempatkan pada suhu 4°C ditempat gelap, dengan tanggal kadaluwarsa satu minggu. Untuk kuantifikasi sampel, larutan standar 99% Bisphenol A 1 mg/mL disiapkan dalam metanol. Pengenceran dilakukan pada konsentrasi 10, 100 µg/mL untuk memperoleh kurva kalibrasi. Pada standar Bisphenol A dengan metanol untuk kadar HPLC.

3.5.3.2 Preparasi Sampel

Preparasi sampel dilakukan terhadap 2 sampel air yaitu air kemasan dan air tanah yang diduga telah mengandung senyawa *Bisphenol A* . Air diisi ke dalam botol vial bening dengan perlakuan yang sama. Masing-masing sampel dimasukkan ke dalam botol vial hingga penuh dan di panaskan di atas hotplate. Sampel dipanaskan 100 C dan tunggu hingga mendidih.

3.5.3.3 Ekstraksi Sampel

Sampel air 45 mL dipindahkan kedalam tabung sentrifus kerucut 50 mL, dicampurkan dengan 2 mL diklometana, dan ditambahkan 50 µL larutan asam kllorida (36%). Campuran dikocok secara manual selama 1 menit dan kemudian disonikasi selama 30 menit. Setelah itu, campuran larutan sampel disentrifus pada 200 rpm selama 5 menit untuk pemisahan. kemudian 1 mL fase organik dipindahkan ke tabung Eppendorf bersih 2 mL dan dikeringkan dengan 100 mg natrium sulfat untuk menghilangkan kelembapan sebelum disuntikan ke instrumen HPLC UV-Vis untuk analisis.



Gambar 3 4 Prosedur Ekstrasi Larutan Sampel

3.5.3.4 *Metode Hogh-Performance Liquid Chromatography* (HPLC-UV Vis)

Dengan standar *Bisphenol-A* (CAS 80-05-7, kemurnian μ99%). Metanol dengan kadar HPLC. Filter yang digunakan PTFE 13mm. ukuran pori 0,2 μm GHP dari Waters (AS). Larutan stok Bisphenol-A disipakan dalam metanol dan disimpan pada suhu 4°C di tempat gelap, dengan tanggal kadaluwarsa satu minggu.

Analisis kromatografi cair Bisphenol-A dilakukan menggunakan kromatografi cair sistem Hitachi Priamaide 1120 yang dilengkapi dengan pompa bertekannan tinggi kuartener (seri 1110), detektor UV panjang gelombang tinggal (seri 1410), dan autosampler (seri 1210). Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak Hitachi ChemStation. Kromatogtafi pemisahan dilakukan pada kolom C18 (2,6 μm, 4,6 ×100 mm) dibawah program isokratik menggunakan 50% metanol (pelarut B) dan 50% air (pelarut A) sebagai kommponen fase gerak. Laju alir ditetapkan pada 0,5 mL/menit, volume injeksi 10 μL. Analit dipantau pada 224 nm, dan analisis total dilakukan dalam 13 menit. Metode ini merupakan adaptasi dari metode pravalidasi dalam UNE-EN: 13130-13-2005. Karena metode pravalidasi menggunakan kondisi yang berbeda, maka dilakukan validasi metode (Rodriguez, et al., 2019).

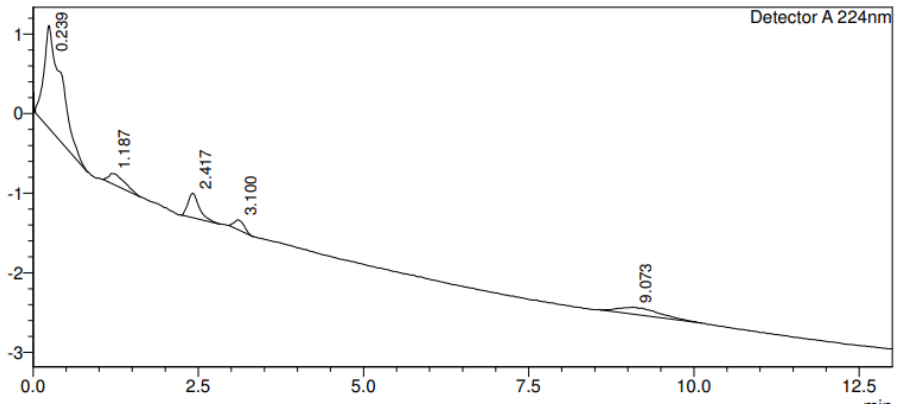


Gambar 3 5 Prosedur Analisis HLPC UV-Vis

3. 6 Analisis Data Hasil *Bisphenol A*

3. 6. 1 Analisis Data Hasil *Bisphenol A* Menggunakan Instrumen High Performance Liquid Chromatography (HPLC UV-Vis)

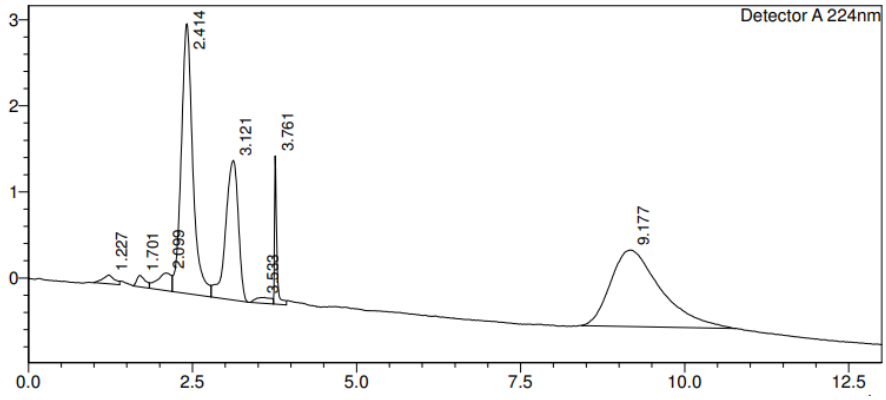
Hasil analisis data larutan standar pada hasil pembacaan HPLC dapat dilihat pada grafik kromatogram pada sampel air sumur dan AMDK sebagai berikut:



Gambar 3 6 Hasil Pembacaan Grafik Kromatogram Larutan Standar Konsentrasi BPA 10 μm/mL
(sumber : *Data Qualitative Analysisi Report* HPLC)

Tabel 3 3 Data Hasil Kromatogram Larutan Standar 10 μg/mL

Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	Name
1	0.239	23948	1290	0.000			
2	1.187	2416	125	0.000			
3	2.417	3667	309	0.000			
4	3.100	1317	124	0.000			
5	9.073	3835	88	0.000	mg/L	M	BPA
Total		35182	1934				



Gambar 3 7 Hasil Pembacaan Grafik Kromatogram Larutan Standar Konsentrasi BPA 100 μm/mL
(sumber : *Data Qualitative Analysisi Report* HPLC)

Tabel 3 4 Data Hasil Kromatogram Larutan Standar 100 μg/mL

Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	Name
1	1.227	1270	102	0.000			
2	1.701	1210	134	0.000			
3	2.099	2994	204	0.000		V	
4	2.414	38428	3135	0.000		V	
5	3.121	21825	1623	0.000		V	
6	3.533	1148	63	0.000			
7	3.761	4026	1723	0.000		V	
8	9.177	47329	888	0.000	mg/L		BPA
Total		118230	7872				

Pada Gambar 3. 6 dan Gambar 3. 7 diketahui bahwa grafik kromatogram adalah *retention time* (RT) yang merupakan waktu yang menunjukan menit dimana senyawa itu mulai terbaca. Sedangkan, grafik adalah *relative abundance* yang merupakan kelimpahan relatif masing-masing ion fragmen yang tergantung pada keseimbangan antara kecepatan pembentukannya dan kecepatan dekomposisinya sehingga membentuk area puncak (peak area). Pada grafik kromatogram dan hasil pembacaan gelombang 224 nm dari Tabel 3. 3 larutan standar 10 μg/mL diatas terdeteksi puncak kromatogram pada peak 5, dengan waktu retensi pada menit ke 9,073. Sedangkan grafik kromatogram dan hasil pembacaan gelombang 224 nm dari Tabel 3. 4 laurtan standar 100 μg/mL terdeteksi puncak kromatogram pada peak 8, dengan waktu retensi pada menit ke 9,177.

3. 6. 2. Analisisi Data Kablibrasi

Untuk membuktikan efektivitas suatu metode analisis, evaluasi terhadap parameter validasi ditentukan oleh Limit of Detection (LOD) dan Limit of Quantification (LOQ). Batas deteksi (LOD) adalah konsentrasi minimum analit yang dapat dideteksi oleh peralatan, meskipun mungkin tidak dapat diukur dengan akurasi dan presisi yang tinggi. Batas deteksi LOD mengacu pada kapasitas instrumen untuk mendeteksi sejumlah kecil analit, meskipun tidak memenuhi kriteria akurasi dan presisi yang ketat. Batas Kuantifikasi (LOQ) mengacu pada kuantitas terkecil suatu zat dalam sampel yang dapat dikuantifikasi secara akurat dan tepat, sering di tentukan oleh rasio *signal-to-noise*. Biasanya batas deteksi (LOD) didefinisikan sebagai konsentrasi terendah yang menghasilkan rasio *signal-to-noise* sebesar 3:1. Nilai ini dapat dihitung dengan menggunakan deviasi standar respons dan kemiringan kurva kalibrasi (Ramadhan & Musfiroh, 2021).

$$\mathrm{LOD} = (3.3\ \sigma)/S \qquad \textbf{(3 1)}$$

Dimana:

"σ" = nilai standar deviasi

S = slope dari kurva kalibrasi

Dengan menggunakan rumus yang sesuai LOQ dapat dihitung berdasarkan standar deviasi dari respons dan kemiringan kurva kalibrasi, LOQ diperoleh dengan mengukur sinyal pada konsentrasi tertentu dan meastikan rasio *signal-to-noise* mencapai nilai yang diinginkan, yaitu 10:1. Perhitungan ini memungkinkan penentuan konsentrasi terkecil yang dapat diukur dengan tingkat akurasi dan presisi yang memadai.

$$\mathrm{LOQ} = (10\ \sigma)/S \qquad \textbf{(3 2)}$$

Dimana:

"σ" = nilai standar deviasi

S = slope dari kurva kalibrasi

Uji linieritas, atau uji standar, adalah metode yang digunakan untuk memastikan apakah suatu metode analisis memberukan hasil yang proposional terhadap konsentrasi analit dalam sampel. Prosedur ini melibatkan pembuatan kurva kalibrasi dengan menggunakan larutan standar yang memiliki konsentrasi yang sudah diketahui (Melinda & Beti 2018).

Kurva kalibrasi berfungsi sebagai alat standar untuk mennetukan analit berdasrkan pengukuran sinyal. Metode ini mengacu pada hukum Beer-Lambert, yang menyatakan bahwa absorbansi (A) berbanding lurus dengan konsentrasi (C) analit dan panjang lintasan (I) cahaya melalui sampel.

$$y = bx + a \qquad \textbf{(3 3)}$$

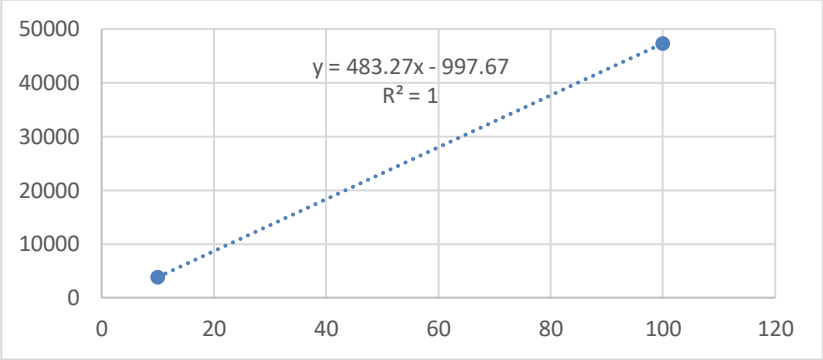
Dimana:

y = peak area

x = konsentrasi zat

suatu sampel biologis dianggap linier jika koefisien korelasi yang

diperoleh memenuhi kriteria tertentu. Beberapa kriteria tersebut meliputi AOAC (r ≥ 0,990), SNI (r^2 ≥ 0,995), ICH (r ≥ 0,998), dan Eurachem (r^2 ≥ 0,995). Linearitas yang baik diperoleh pada rentang konsentrasi 0,01-0,6 mg/kg batas deteksi (LOD) dan batas kuantifikasi (LOQ) masing-masing adalah 0,004 dan 0,010mg/kg. Berdasarkan tabel hasil, koefisien korelasi yang berhubungan dengan konsentrasi Bisphenol A dan absorbansinya menunjukan bahwa memenuhi persyaratan linieritas. Dengan nilai dalam rentang linier, kurva kalibrasi yang dihasilkan dapat diterapkan dengan hukum Beer-Lambert, memungkinkan penggunaan persamaan garis lurus untuk menentukan validasi metode penetapan kadar *Bisphenol A*.



Gambar 3 8 Kurva Kalibrasi Larutan Standar 10 μg/mL dan 100 μg/mL (sumber : olah data pribadi, 2025)

Kurva kalibrasi linier digunakan untu mengetahui respon instrumen y dan konsentrasi standar berhubungan linear untuk yang terbatas. Dari Gambar 3. 11 didapatkan persamaan linearitas dari larutan standar 10 μg/mL dan 100 μg/mL Tabel 3. 3 dan Tabel 3. 4, kemudian hasil tersebut dapat disebut dengan model persamaan y = ax + b dan modelnya akan digunakan untuk mencari besarnya nilai sensitivitas b serta nilai LOD dan LOQ.

Dari grafik didapatkan rumus persamaan y = 483,27x – 997,67 dengan nilai koefisien determinasi R^2 = 1, hasil tersebut dengan model persamaan y = ax + b, yang mana slope merupakan 483,27 dan intersep merupakan 997,67 yang kemudian akan digunakan untuk mencari nilai LOD dan LOQ. Berikut merupakan perhitungan LOD dan LOQ dengan metode kurva kalibrasi larutan

standar senyawa *Bisphenol A*.

Dari data yang diperoleh Tabel 3. 3 dan Tabel 3. 4 dengan luas area yang berbeda variasi konsentrasi larutan standar 10μg/mL dan 100μg/mL. Dari data yang diperoleh dihitung batas deteksi (LOD) dan batas kuantifikasi (LOQ), dari persamaan LOQ dan LOD diperoleh pada air tanah dengan hasil batas deteksi (LOD) sebesar 0,002 dan batas kuantifikasi (LOQ) sebesar 0,010. Selain itu, pada grafik larutan standar BPA, dapat disimpulkan bahwa nilai absorbansi tergantung pada konsentrasi atau kadar zat yang terkandung di dalam larutannya. Dimana semakin tinggi konsentrasi yang terkandung dalam suatu larutannya. Dimana semakin tinggi konsentrasi yang terkandung dalam suatu sampel maka semakin banyak molekul yang akan menyerap cahaya pada gelombang tertentu, sehingga nilai absorbansi semakin tinggi atau berbanding lurus dengan konsentrasi yang ada pada sampel. Dari kedua persamaan diatas, itulah yang disebut sebagai model persamaan y = ax + b, dan model ini yang digunakan untuk emncari ensitivitas b serta nilai LOD dan LOQ, sehingga didapatkan hasil dari simpangan baku respon analitik dari blanko (Sy/x) dari larutan standar 10 μg/mL dan 100 μg/mL yaitu 1,619 dan untuk LOD yaitu 0,002 sedangkan untuk LOQ yaitu 0,010.

3. 6. 3 Analisis Kandunngan Bisphenol A

Identifikasi senyawa *Bisphenol A* dibutuhkan perhitungan konsentrasi sebagai berikut:

1. konsentrasi BPA dalam ekstrak

y = ax + b

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

Dimana:

x = konsentrasi BPA dalam ekstraks (mg/L)

y = nilai area puncak dari HPLC

a = slope (kemiringan kurva)

b = intersep

2. konsentrasi BPA dalam massa sampel

$$\text{Konsentrasi massa (mg/kg)} = \frac{C_{ekstrak} \times V_{ekstrak}}{m_{sampel}}$$

Dimana:

$C_{ekstrak}$ = konsentrasi dari HPLC (mg/L)

$V_{ekstrak}$ = volume akhir ekstrak (L)

m_{sampel} = massa sampel air dalam kg (1 mL air = 1 gram)

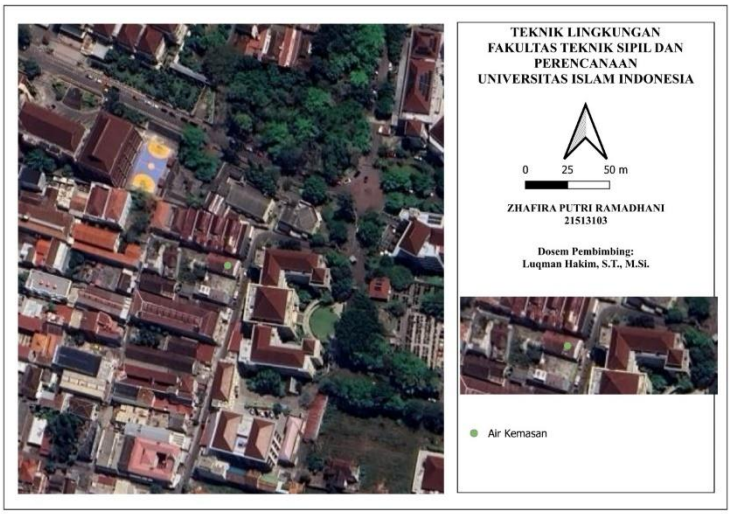
3. konsentrasi BPA dalam sampel air asli

$$C_{sampel} = C_{ekstrak} \times \frac{V_{ekstrak}}{V_{sampel}}$$

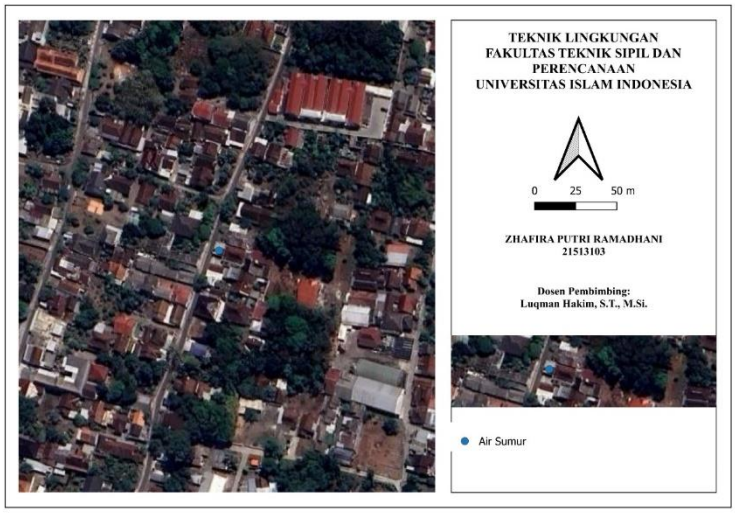
BAB IV
HASIL PENELTIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel pada penelitian *Bisphenol A* berada di Candi Winangun, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta untuk air sumur rumah warga, dan air kemasan bermerk yang berada di toko Jl. Nglanjaran, Candirejo, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Terdapat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 merupakan titik lokasi pengambilan sampel untuk penelitian *Bisphenol A.*



Gambar 4 1. Lokasi Pengambilan Sampel (Air Kemasan)



Gambar 4 2. Lokasi Pengambilan Sampel (Air Sumur)

Pengambilan sampel tidak dilakukan secara menyebar melainkan dilakukan dengan pengambilan salah satu rumah pemukiman warga di di Candi Winangun, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik yang memiliki satu aliran yang sama. Penelitian ini dilakukan pada titik lokasi tersebut dengan potensi pesebaran senyawa BPA melalui air tanah yaitu dalam penggunaan air sumur. Lokasi tersebut didukung dengan jumlah penduduk dan rumah yang padat, kos-kosan, tempat makan.

4.2 Data Hasil Observasi

Pada observasi lapangan dilakukan beberapa pengukuran diantaranya koordinat lokasi, suhu, kondisi air dengan pengujian sifat fisik air tanah untuk warna, bau, dan rasa langsung menggunakan alat indra. Untuk pH dan temperature langsung dilakukan dilapangan dengan menggunakan alat pengukur diital pengukur pH dan temperature air, dimana sampel yang diambil dari lapangan langsung di bawa ke Lab. Kualitas Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan untuk di analisa. Hasil seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4 1. Data Uji Observasi Fisika Air

No	Parameter	Kode Sampel dan sumber air tanah		Baku Mutu
		Air Tanah	AMDK	
1	PH	8	7	6,5 – 8,5
2	Warna	Tidak berwarna	Tidak berwarna	Tidak berwarna
3	Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
4	Rasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa
5	Suhu (T C)	29,2	33,4	Deviasi 3

Dari hasil pengukuran suhu air tanah pada sumur warga dan air minum dalam kemasan (AMDK) tergolong normal. Standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk air sebagai *hygiene sanitation* dapat dikategorikan normal jika sama dengan temperature udara lingkungan sekitar. Menurut Permenkes No. 32 tahun 2017, suhu air harus memiliki baku mutu deviasi $\pm$3°C pada suhu, warna maksimum 15 TCU, bau dengan standar tidak berbau, pada pH dengan standar 6,5 – 8,5 dari keadaaan alamiah (Afifah & Sopiany, 2017).

Kondisi air pada masing-masing sampel berbeda-beda, ditemukan bahwa dari kedua tidak berbau, tidak berasa, dan jernih. Pada kondisi suhu dan ph yang berbeda dikarenakan lokasi pegambilan yang berbeda, yaitu pada pengambilan sampel air tanah terdapat di sumur galian sedangkan untuk air minum dalam kemasan terdapat pada depot air yang terlelak di tempat terbuka dan terpapar sinar matahari secara langsung.

2. 3 Analisis Bisphenol A

4. 3. 1 Analisis pada Air Tanah

Identifikasi kandungan *Bisphenol A* pada air tanah dengan tujuan mengetahui konsentrasi *bisphenol A* pada air tanah dari air sumur warga Candi Winangun, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Sampel tersebut digunakan untuk mendeteksi kandungan Bisphenol A berasal dari air tanah di sumur pemukiman setempat. Dari lokasi pengambilan sampel air tanah dari sumur pemukiman setempat memiliki sekecil apapun nilai

majemuknya akan tetap terbaca.

4. 3. 1. 1 Analisis Kandungan *Bisphenol A* Hasil HPLC pada Air Tanah

Air tanah merupakan sebagai air yang terdapat di bawah permukaan tanah permukaan tanah pada lapirsan tanah atau batuan. Air tanah dangkal dan air tanah dalam dan berdasarkan prosesnya, air tanah dalam lebih jernis daripada air tanah dangkal. Air tanah dangkal yang diambil dri sumur gali digunakan untuk berbagai fungsgi yaitu air minum, mencuci, dan memasak hingga kebutuhan lahan pertania. Air yang memenuhi kriteria kualitas air yang bersih menjadi salah satu standar kualitas hidup masyarakat banyak.

Bisphenol A (BPA) adalah senyawa organik sintetik yang digunakan sebagai monomer untuk menghasilkan plastik polikarbonat. Itu ditemukan dalam makanan, minuma, udara, dan air. Pengukuran dengan pembacaan pada instrumen HPLC UV-Vis mendapatkan hasil pada grafik kromatografi pada pengukuran Air Tanah dan sampel dapat diketahui dari nilai absorbansi pada gelombang 224 nm, dan di dapatkan hasil lineritas pada gambar 3. 11 yaitu persamaan y = 483,27x – 997,67 dengan $R^2 = 1$. Nilai konsentrasi sampel didapat dari pesamaan model regresi y = ax + b, dimana x merupakan konentrasi yang dicari, konsentrasi pada sampel air tanah terdapat pada peak 6 dengan retensi waktu 9,471 menit dengan area 580681 pada senyawa *Bisphenol A*. Dengan menggunakan perhitungan analisis kandungan Bisphenol A maka didapatkan konsentrasi Bisphenol A dalam ekstrak merupakan hasil langsung dari alat HPLC yang diperoleh berdasarkan persamaan kurva kalibrasi, maka dapat diketahui konsentrasi *Bisphenol A* dalam ekstrak yaitu 1203,63 µg/L. Kemudian diperlukan konsentrasi *Bisphenol A* dalam massa sampel (mg/kg atau μg/g) diperlukan untuk mengonversi konsentrasi ke dalam berat sampel padat atau volume air maka didapatkan konsentrasi BPA dalam sampel air adalah 2,64 µg/g. Selanjutnya pada konsentrasi BPA dalam sampel air asli (μg/L) digunakan untuk membandingkan terhadap standar kualitas air minum sehingga didapatkan 0,06 μg/L. *Bisphenol A* pada air tanah tidak memiliki standar baku mutu yang diatur secara khusus dalam peraturan pemerintah indonesia. Namun, BPA merupakan zat kimia yang sering digunakan dalam pembuatan plastik dan dapat mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik.

4. 3. 2 Analisis Bisphenol A pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK)

Analisis kandungan Bisphenol A pada air minum dalam kemasan yang terdapat pada debot air isi ulang dengan tujuan untuk mengetahui konsentrasi senyawa bisphenol A pada air minum dalam kemasan (AMDK).

Bisphenol A (BPA) adalah senyawa organik sintetik yang digunakan sebagai monomer dalam produksiplastik polikarbonat, digunakan dalam berbagai macam produk termasuk botol air minum dan wadah makanan. BPA dapat mencemari air dan makanan saat merembes keluar dari wadah plastik, terutama saat terkena panas atau asam.

4. 3. 2. 1 Analisis Kandungan Bisphenol A Hasil HPLC pada AMDK

Bisphenol A (BPA) dapat ditemukan dalam botol air plastik dan bertindak sebagai agen *diabetogenic*. BPA dapat ditemukan dalam botol air plastik dan dapat larut ke dalam air, terutama saat terkena panas atau sinar matahari.

Plastik dengan bahan *polikarbonat (Policarbonatel/PC)* merupakan jenis umum yang digunakan sebagai kemasan air minum berjenis galon. Bisphenol A (BPA) adalah zat kimia yang telah digunakan selama lebih dari 40 tahun dalam pembuatan plastik dengan kombinasi dan bahan kimia lain untuk memproduksi plastik serta resin tertentu. Bisphenol A digunakan misalnya pada plastik polikarbonat, sejenis plastik transparan dan kau yang digunakan untuk membuat dispenser air, wadah penyimpanan makanan, dan botol minuman yang dapat digunakan kembali. Bahan kimia seperti Bisphenol A yang digunakan dalam wadah bahan makanan dapat bermigrasi dalam jumlah yang sangat kecil ke dalam makanan dan minuman yang dikandungnya sehingga memiliki dampak nyata bagi kesehatan.

Ada beberapa rute paparan Bisphenol A pada manusia diantranya, oral yang merupakan rute utama paparan manusia yaitu melalui makanan yaitu ketika BPA bermigrasi dari wadah makan dan minuman. Transdermal yaitu paparan BPA melalui kulit dimungkinkan seperti mandi dengan air yang terkontaminasi BPA. Pentingnya untuk memantau dan mengatur penggunaan BPA untuk memantau dan mengatur penggunaan BPA untuk mencegah paparannya karena paparan BPA yang melebihi ambang batas berpotensi membahayakan kesehatan manusia termasuk endokrin.

Hasil pada pengukuran Air Minum Dalam Kemasan dan sampel dapat diketahui dari nilai absorbansi pada gelombang 224 nm, dengan kromatogram didapatkan kurva air minum dalam kemasan (AMDK), sehingga didapatkan persamaan lineritas y = 483,27x – 997,67 dengan $R^2 = 1$. Dari persamaan liniritas y = ax + b, dengan nilai x yang dicari untuk nilai konsentrasi dari persamaan liniritas AMDK tersebut sehingga terdapat pada peak 5 dengan retensi waktu 9, 858 menit dengan area 7323056 pada senyawa *Bisphenol A*. Dengan menggunakan perhitungan analisis kandungan Bisphenol A maka didapatkan konsentrasi Bisphenol A dalam ekstrak merupakan hasil langsung dari alat HPLC yang diperoleh berdasarkan persamaan kurva kalibrasi, maka dapat diketahui konsentrasi *Bisphenol A* adalah 15155,20 µg/L. Kemudian diperlukan konsentrasi Bisphenol dalam massa sampel (mg/kg atau μg/g) diperlukan untuk mengonversi konsentrasi ke dalam berat sampel padat atau volume air maka didapatkan konsentrasi BPA dalam sampel air adalah 33,34 µg/g. Selanjutnya pada konsentrasi BPA dalam sampel air asli (mg/mL) digunakan untuk membandingkan terhadap standar kualitas air minum sehingga didapatkan 0,74 μg/L. Galon PET (Poly-Ethylene Terepphthalate) secara alami bebeas dari BPA (*bisphenol A*) yang merupakan senyawa kimia yang digunakan dalam pembuatan plastik, adapun standar baku mutu dari Badan Pengawas Obat dan Makanan telah menetapkan standar migrasi BPA maksimal 0,6 bpj (600 μg/kg) dalam kemasan.

4. 4 Analisis Kuantitatif Kandungan *Bisphenol A*

Analisis kuantitatif digunakan untuk menentukan kadar target dalam sampel dan perbandingan luas area atau tinggi puncak dari kromatogram sampel terhadap standard. Dengan eksternal standar menggunakan satu deret standar untuk menentukan target dalam sempel, menggunakan deret standar dan harus memenuhi hukum lambert beer.

$$\text{ConcSpl (Xspl)} = \frac{\text{Luas Area Spl (Yspl)}}{\text{Luas Area Std (Ystd)}} \times \text{ConsStd(Xstd)} \qquad \textbf{(4 1)}$$

Kemudian dihitung menggunang rumus tersebut dengan 2 konsentrasi standar dan 2 data sampel air tanah dan AMDK hasil kromatogram HPLC UV-Vis.

1) Air Tanah

- 10µg/mL

  $\text{ConcSpl (Xspl)} = \frac{4215921}{35182} \times 10$

  $\text{ConcSpl (Xspl)} = 1198{,}317606$

- 100µg/mL

  $\text{ConcSpl (Xspl)} = \frac{4215921}{118230} \times 100$

  $\text{ConcSpl (Xspl)} = 3565{,}863994$

2) Air Minum Dalam Kemasan (AMDK)

- 10µg/mL

  $\text{ConcSpl (Xspl)} = \frac{8746564}{35182} \times 10$

  $\text{ConcSpl (Xspl)} = 2485{,}878641$

- 100µg/mL

  $\text{ConcSpl (Xspl)} = \frac{8746564}{118230} \times 100$

  $\text{ConcSpl (Xspl)} = 7397{,}922693$

Untuk perhitungan konsentrasi analit dalam sapel dapat digunakan data area puncak (peak area) paling banyak digunakan pada KCKT dan tinggi puncak (peak height) lebih menguntungkan jik digunakan pada analit konsentrasi rendah. Pada analisis kualitatif terdapat 2 metode perhitungan:

- Tanpa baku pembanding
- Metode kalibrasi normalisasi area
- Perlu baku pembandinng
- Metode kalibrasi:

1) Baku eksternal (external standard method)
2) Baku internal (internal standard method)
3) Adisi baku (standard addition method)

4. 4. 1 Normalisasi Area

Cara perhitungan normalisasi area dari area puncak dijumlahkan dan area puncak analit dibagi dengan total semua area dikalikan 100 yang disesuaikan dengan data pada Tabel 4. 4 dan Tabel 4. 7 Menggunakan rumus normalisasi area:

$$X_i = \frac{A_i}{\sum A_i} \times 100 \qquad \textbf{(4 2)}$$

Tabel 4 2. Data Hasil Perhitungan Normalisasi Area Sampel Air Tanah

Peak	Area	% Area
1	4009	0,095%
2	515444	12,226%
3	28491150	67,580%
4	16754	0,397%
5	174675	4,143%
6	580681	13,773%
7	75207	1,783%
Total	4215921	99,997%

- Peak 1 $= \frac{4009}{4215921} \times 100 = 0{,}095\%$
- Peak 2 $= \frac{515444}{4215921} \times 100 = 12{,}226\%$
- Peak 3 $= \frac{2849150}{4215921} \times 100 = 67{,}580\%$
- Peak 4 $= \frac{16754}{4215921} \times 100 = 0{,}397\%$
- Peak 5 $= \frac{174675}{4215921} \times 100 = 4{,}143\%$
- Peak 6 $= \frac{580681}{4215921} \times 100 = 13{,}773\%$
- Peak 7 $= \frac{75207}{4215921} \times 100 = 1{,}783\%$

Tabel 4 3 Data Hasil Perhitungan Normalisasi Area Sampel AMDK

Peak	Area	% Area
1	234012	2,675%
2	996910	11,397%
3	27564	0,315%
4	165022	1,886%
5	7323056	83,724%
Total	8746564	99,997%

- Peak 1 $= \frac{234012}{8746564} \times 100 = 2{,}675\%$
- Peak 2 $= \frac{996910}{8746564} \times 100 = 11{,}397\%$
- Peak 3 $= \frac{27564}{87465641} \times 100 = 0{,}315\%$
- Peak 4 $= \frac{165022}{8746564} \times 100 = 1{,}886\%$
- Peak 5 $= \frac{7323056}{8746564} \times 100 = 83{,}724\%$

Metode kalibrasi normalisasi area pada HPLC UV-Vis dengan area puncak komponen sampel tergantung pada absorptivitas molar masing-masing komponen dan panjang gelombang analis yang digunakan maka diperlukan kalibrasi dengan baku pembanding.

4. 4. 2 Baku Eksternal (Externl Standard Method)

Perhitungan metode baku eksternal (ESTD) dengan konsentrasi analit dihitung berdasarkan perbandingan area sampel dengan area baku yag sudah diketahui konsentrasinya dan kalibrasi dapat dilakukan dengan cara satu titik (single point atau one point method) dan kurva kalibrasi (calibration method).

Pada single point method dengan 2 larutan yaitu larutan baku dan larutan uji yang dimana pada larutan baku dibuat larutan baku pada konsentrasi tertentu dengan cara disuntikan (Cs) sedangkan pada larutan uji (sampel) dibuat dengan sampel ditimbang dan preparasi dengan cara di suntikan (Cx). Adapun rumus yang digunakan yaitu:

$$\mathrm{Cx} = \frac{\text{area sampel}}{\text{area baku}} \times \mathrm{Cs} \qquad \textbf{(4 3)}$$

Dari rumus tersebut dapat di hitung konsentrasi pada sampel air tanah dan AMDK dengan perhitungan sebagai berikut:

1) Air Tanah

- $10\mu g/mL$

  $\mathrm{Cx} = \frac{4215921}{35182} \times 10$

  $\mathrm{Cx} = 1198{,}317606$

- $100\mu g/mL$

  $\mathrm{Cx} = \frac{4215921}{118230} \times 100$

$$Cx = 3565{,}863994$$

2) Air Minum Dalam Kemasan (AMDK)

- $10\mu g/mL$

$$Cx = \frac{8746564}{35182} \times 10$$

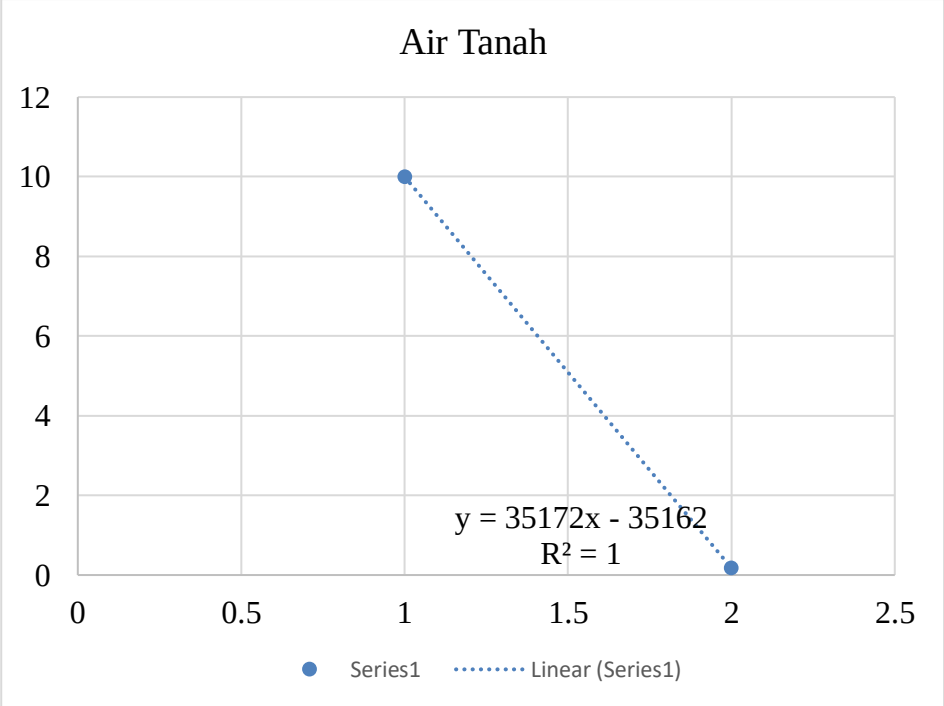
$$Cx = 2486{,}090615$$

- $100\mu g/mL$

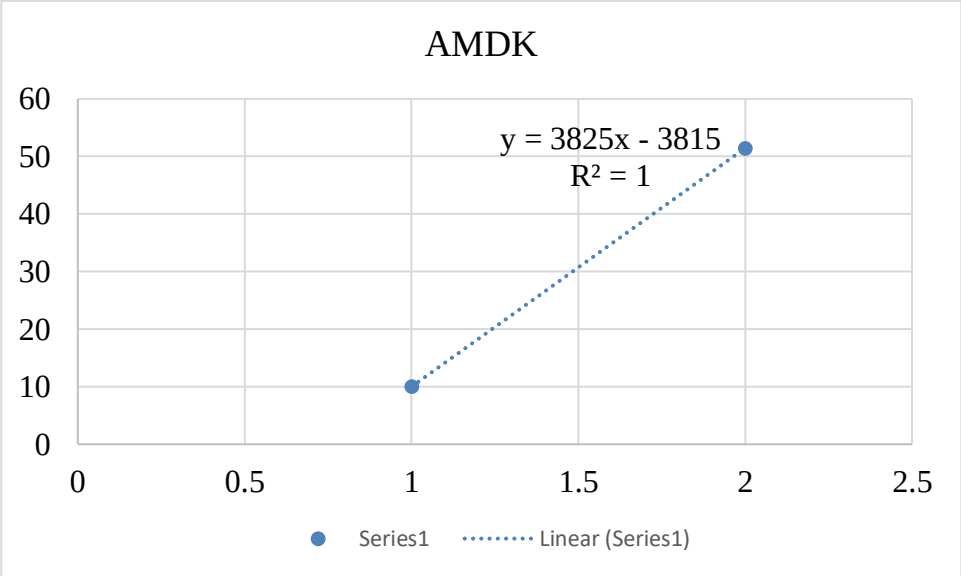
$$Cx = \frac{8746564}{118230} \times 100$$

$$Cx = 7397{,}922693$$

Selanjutnya pada kurva kaibrasi perlakuan pada larutan baku dibuat larutan baku pada 2 macam konsentrasi berbeda dengan cara disuntikan, sedangkan pada larutan sampel dibuat larutan dengan sampel ditimbang dan preparasi dengan cara disuntikan ke HPLC, dari area sampel dapat dihitung konsentrasi analit dalam sampel melalui persamaan y = bx + a, maka didapatkan kurva kalibrasi pada sampel Air Tanah dan AMDK pada Gambar 4. 8 dan Gambar 4. 9.



Gambar 4 3 Kurva Kalibrasi Metode Baku Eksternal pada Sampel Air Tanah



Gambar 4 4 Kurva Kalibasi Metode Baku Eksternal Pada Sampel AMDK

Adapun kelemahan pada metode baku eksternal yaitu diperlukan baku pembanding autenti, baku pembanding harus memenuhi syarat (kemurnian, stabilitas, dan legalitas), disebut eksternal karena baku pembanding berbeda di luaar (terpisah) dengan sampel, perlakuan senyawa analit dalam sampel berbeda dengan baku pembanding, diperlukan kinerja sistem HPLC yang reprodusibel (pompa, injektor, olom, detektor), akurasi dan presisi hasil uji dipengaruhi kompleksitas: preparasi sampel dan matriks sampel, sehingga dengan kelemahan tersebut ada alternatif solusi pada metode baku eksternal yaitu dengan metode baku internal dan metode adisi baku.

4. 4. 3 Baku Internal (Internal Standard Method)

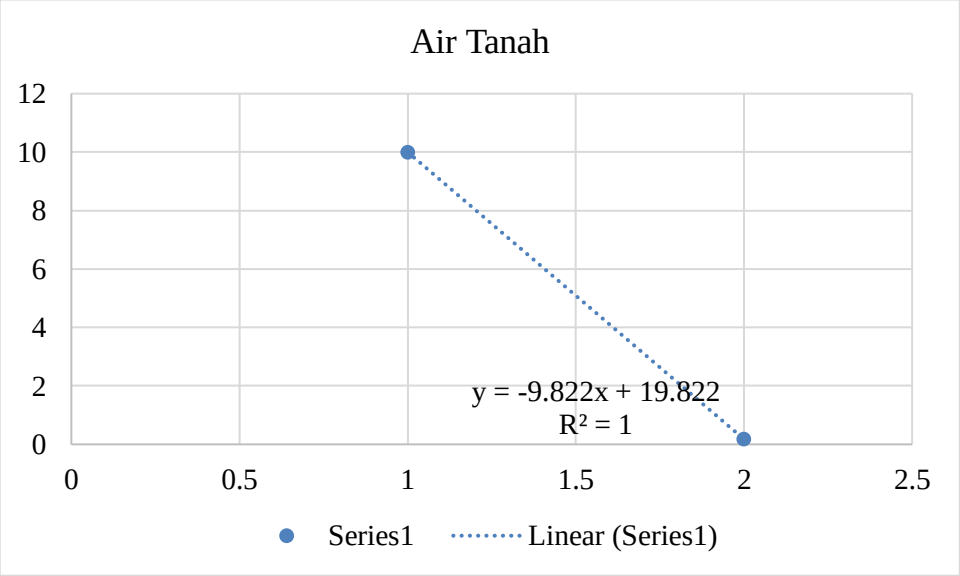
Pada perhitungan metode baku internal (ISTD) ditambahkan ke dalam larutan baku dan larutan sampel dengan cara disediakan larutan baku eksternal, 2 macam konsentrasi dan baku internal 1 macam konsentrasi, larutan baku ditambah dengan baku internal (IS) dalam konsentrasi yang tetap, disediakan larutan uji (sampel), larutan uji ditambah dengan baku internal (IS) dalam konsentrasi yang tetap, sehingga kadar analit dalam sampel dapat dihitung berdasarkan persamaan y = bx + a dengan sumbu y dari hasil area baku dibagi area baku internal dan pada sumbu x darihasil konsentrasi baku di bagi konsentrasi baku internal (10ml), maka di dapatkan hasil kurva kalibrasi pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.

10.

Pada sampel Air Tanah yang memiliki konsentrasi 10μg/mL dan 100μg/mLyang dimana pada konsentrasi baku internal menggunakan larutan metanol pada pembanding 1:10 maka pada konsentrasi pada metode baku internal di hasilkan 10μg/mL/10mL = 1 ; 100μg/mL/10mL = 10, sedangkan untuk luas area pada konsentrasi larutan standar 10μg/mL didapatkan konsentrasi 1317 pada peak 4 terbacanya BPA dan pada konsentrasi 100μg/mL didaptkan konsentrasi 4026 pada peak 7 terbacanya BPA, kemudian masing-masing konsentrasi pada luas area dibagi luas area baku internal pada sampel Air Tanah pada peak 7 yaitu 75207, hasil dari olahan data tersebut terdapat pada Tabel 4. 8.

Tabel 4 4 Data Air Tanah pada Metode Baku Internal

Air Tanah	
Konsentrasi	luasarea
1	0,17441
10	0,62932

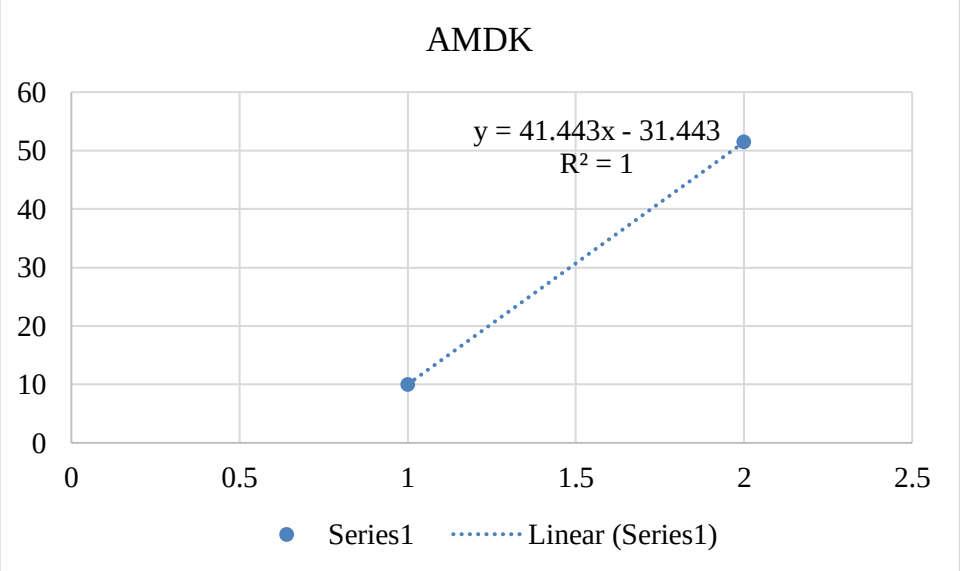


Gambar 4 5 Kurva Kalibrasi Metode Baku Internal pada Sampel Air Tanah

Pada sampel Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang memiliki konsentrasi 10μg/mL dan 100μg/mLyang dimana pada konsentrasi baku internal menggunakan larutan metanol pada pembanding 1:10 maka pada konsentrasi pada metode baku internal di hasilkan 10μg/mL/10mL = 1 ; 100μg/mL/10mL = 10, sedangkan untuk luas area pada konsentrasi larutan standar 10μg/mL didapatkan konsentrasi 3835 pada peak 5 terbacanya BPA dan pada konsentrasi 100μg/mL didaptkan konsentrasi 47329 pada peak 8 terbacanya BPA, kemudian masing-masing konsentrasi pada luas area dibagi luas area baku internal pada sampel AMDK pada peak 5 yaitu 7323056, hasil dari olahan data tersebut terdapat pada Tabel 4. 9.

Tabel 4 5 Data AMDK Pada Metode Baku Internal

AMDK	
Konsentrasi	luas area
10	0,00052
100	0,00646



Gambar 4 6 Kurva Kalibrasi Metode Baku Internal Pada Sampel AMDK

Dalam pemilihan baku internal memiliki sifat/struktur kimia yag meyerupai analit, memiliki puncak yang muncul dekat dengan analit, tidak terkandung di dalam sampel, memiliki puncak yang terpisah dari semua komponen sampel, tidak bereaksi dengan komponen semperl dengan packing dan fase gerak (stabil), mudah didapatkan dan tersedia dalam kemurnian yang tinggi, baku internal ditambahkan dalam rentang konsentrasi 0,3-0,5 bagan dari konsentrasi maksimum analit.

Adapun keunggulan dan kelemahan baku internal seperti pasa keunggulannya dengan akurasi dan presisi lebih baik karena tidak terpengaruh oleh faktor injeksi dan preparasi sampel, sedangkan pada kelemahan pada baku internal yaitu baku internal sulit didapat dan pelaksanaan relatif rumit.

4. 4. 4 Adisi Baku (Standard Method)

Pada perhitunga adisi baku terdapat larutan sampel diadisi (spiked) dengan baku eksternal yang telah diketahui konsentrasinya dan disuntikan ke HPLC pada larutan sampel seblum spiked dan larutan sampel setelah spiked, dengan rumus:

$$\text{kons sampel} = \frac{\text{Area}_{\text{sampel}}}{\text{Area}_{\text{total}} - \text{Area}_{\text{sampel}}} \times \text{kons baku} \qquad \textbf{(4 4)}$$

dihitung dengan 2 standar konsentrasi 10μg/mL; 100μg/mL dan 2 sampel air tanah dan AMDK

1) Air Tanah

- 10μg/mL

$$\text{kons sampel} = \frac{75207}{4215921 - 75207} \times 10$$

$$\text{kons sampel} = 0{,}178$$

- 100μg/mL

$$\text{kons sampel} = \frac{75207}{4215921 - 75207} \times 100$$

$$\text{kons sampel} = 1{,}787$$

2) AMDK

- 10μg/mL

$$\text{kons sampel} = \frac{7323056}{8746564 - 7323056} \times 10$$

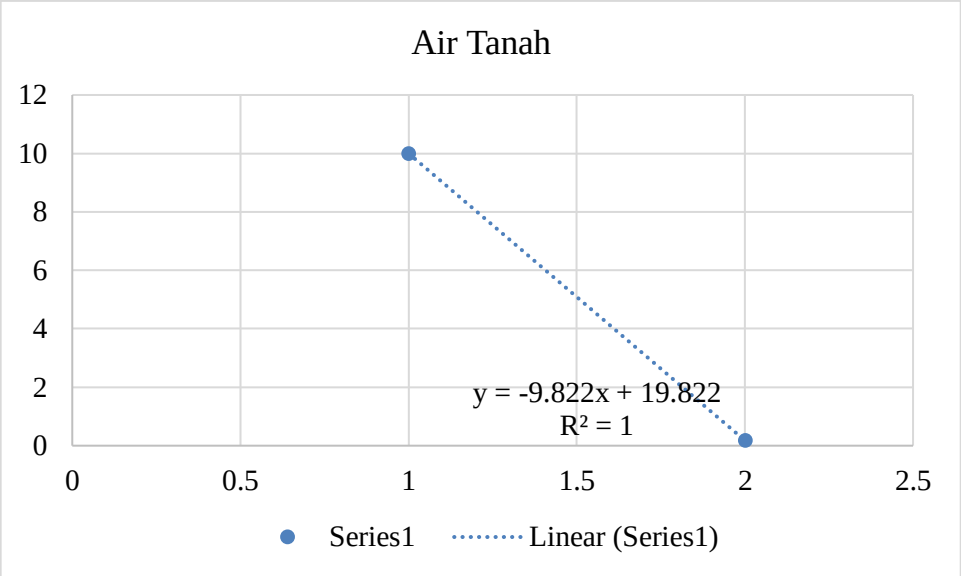
$$\text{kons sampel} = 51{,}443$$

- 100μg/mL

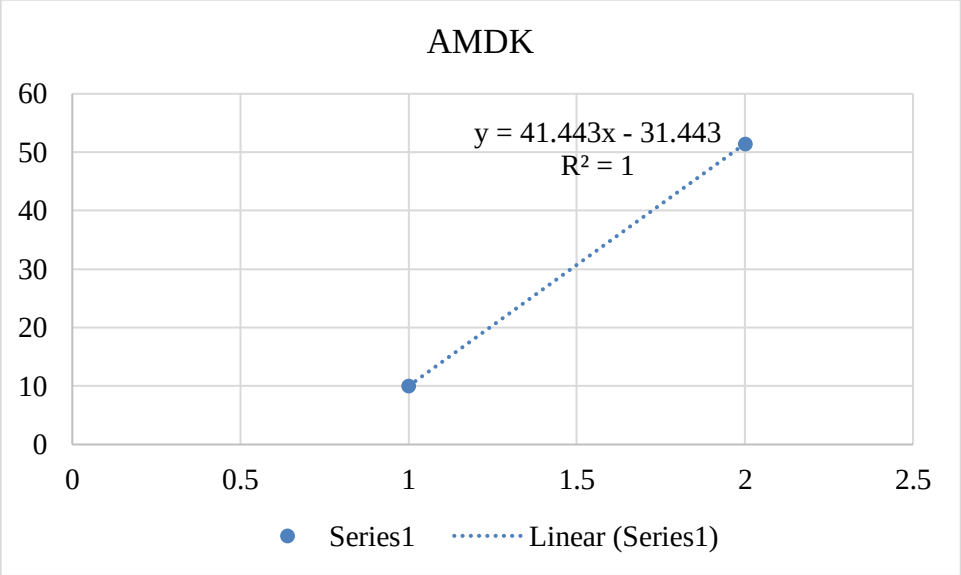
$$\text{kons sampel} = \frac{7323056}{8746564 - 7323056} \times 100$$

$$\text{kons sampel} = 514{,}437$$

metode kalibrasi adisi baku umum digunakan pada saat validasi metod untuk penentuan akurasi dan percobaan diulang 3x dan dilakukan pada 2 macam konsentrasi sampel yang berbeda, dihitung % rekoveri = konsentrasi baku spiked yang diperoleh dibandingkan konsentrasi baku spiked teoritid dikalikan 100%. Dengan cara multiple standard addition larutan sampel diadisi (spiked) dengan baku eksternal dalam beberapa konsentrasi yang meningkat. Metode adisi baku dibuat plot, konsentrasi analit dihitung berdasarkan persamaan garis regresi yang diekstrapolarasikan memotong sumbu x, maka didapatkan kurva kalibrasi dari perhitungan konsentrasi pada Gambar 4. 11 dan Gambar 4. 12.



Gambar 4 7 Kurva Kalibrasi Metode Adisi Baku Pada Sampel Air Tanah



Gambar 4 8 Kurva Kalibrasi Metode Adisi Baku Pada Sampel AMDK

Adapun keunggulan dan kelemahan pada metode kalibrasi adisi baku yaitu pada keunggulan untuk mengatasi pengaruh matriks sampel yang rumit, jika tidak diperoleh matriks sampe (tidak bisa dibuat), jika kadar analit kecil (dekat dengan LOQ) Umum digunakan untuk penentuan akurasi pada saat validasi metode, dapat dikombinasikan degan baku internal, sedangkan pada kelamahan

metode adisi bbaku yaitu asuamsi persamaan garis linier dan dapat terjadai kesalahan karena slope yang tidak reprodusibel.

4. 5 Faktor Respons Relatif *Bhisphenol A*

Pada faktor respons merupaak metode kalibrasi baku eksternal (ESTD) didasarkan atas faktor respons (response factor, RF) abolut dan faktor respons menunjukan slope adalah area baku bagi konsentrasi baku. Faktor respons relatif banyak digunakan untuk penentuan kuantitatif cemaran tanpa penggunaan baku pembanding cemaran (impurities). Pada one point method, diasumsikan garis melalui titik 0,0. Dengan rumus perhitungan:

$$RF = \frac{area\ puncak\ baku}{konsentrasi\ baku} \quad \textbf{(4 5)}$$

$$konsentrasi\ analit\ x = \frac{area\ sampel}{RF} \quad \textbf{(4 6)}$$

Prosedur suntikan secara terpisah sejumlah volume sama (lebih kurang 10 µL larutan baku dan larutan uji kedalam kromatograf, rekam kromatogram dan ukur respons puncak. Lakukan kromatografi selama tidak kurang dari dua kali waktu retensi puncak glimepiramida. Dengan 2 konsentrasi 10µg/mL dan 100µg/mL dengan sampel air tanah dan air minum dalam kemasan (AMDK) sehingga didapatkan hasil pada Tabel 4. 6.

Tabel 4 6 Faktor Respons *Bispheol A*

Faktor Respons Bisphenol A				
	Air Tanah		**AMDK**	
larutan standar	**RF**	**X**	**RF**	**X**
10 µg/mL	131,7	10	383,5	10
100 µg/mL	40,26	100	38,35	100

Adapun perhitungan resolusi untuk mengetahui daya pisah pada sampel tiap kromatogram pada HPLC untuk mengetahui seberapa baik HPC dalam

pemisahan sampel (senyawa), yang dihitung dengan menggunakan rumus:

$$R = \frac{2\ (tR^2 - tR^1)}{W_1 + W_2} \qquad \textbf{(4 7)}$$

Dimana:

R = resolusi

tR^1= waktu retensi senyawa pertama

tR^2= waktu retensi senyawa kedua

W_1= luas area pita pertama

W_2= luas area pita kedua

Sehingga dalam perhitungan resolusi (daya pisah) pada sampel Air Tanah dan Air Minum Dalam Kemasan sebagai berikut pada Tabel 4. 7.

Tabel 4 7 Resolusi Faktor Respon *Bisphenol A*

Resolusi	
Air Tanah	**AMDK**
3,533	2,037

Dengan analisis kuantitatif pada faktor respons relatif dapat diketahui kadar Bisphenol A yaitu 3,533 pada sampel air tanah dan 2,037 pada sampel AMDK. Dengan begiru didapat respons detektor dari analit dengan respon detekstor dari standar yang diketahui konsentrasinya.

4. 6 Manajemen Risiko *Bisphenol A*

Kadar BPA di atas batas yang ditetapkan dapat menyebabkan masalah kesehatan dengan menyerupai efek estrogen, yang menganggu estogen itu sendiri, sehingga merusak kromosom di ovarium. Jadi kadar BPA perlu diperhatikan. BPA adalah bahan kimia yang meniru dan memblokir efek estrogen dalam tubuh, sehingga jika BPA menghambat efek estrogen, ddapat

menyebabkan sel kanker payudara berkembang biak dan meningkatkan risiko kanker payudara. Untuk pria, bisa menurunkan kadar sperma (Leena et al., 2016).

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

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1) Validasi penentuan senyawa *Bisphenol A* menggunakan metode HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) dengan Kromatogtafi pemisahan dilakukan pada kolom C18 (2,6 μm, 4,6 ×100 mm) dibawah program isokratik menggunakan 50% metanol (pelarut B) dan 50% air (pelarut A) sebagai kommponen fase gerak. Lahu alir ditetapkan pada 0,5 mL/menit, volume injeksi 10 μL. Analit dipantau pada 224 nm, dan analisis total dilakukan dalam 13 menit sesuai parameter validasi pada uji linieritas pada larutan standar 10 μg/mL dan 100 μg/mL diperoleh nilai intercept (b) sebesar -997,67 dan nilai slope (a) sebesar 483,27 dengan R = 1 kriteria keberterimaan nilai r pada uji linieritas menurut United Stated Pharmacopeia adalah ≥0,998.
2) Berdasarkan analisis sampel dengan metode HPLC didaptakan kandungan Bisphenol A dalam sampel Air Tanah dengan konsentrasi 0,06 μg/L dan kandungan Bisphenol A dalam sampel AMDK dengan konsentrasi 0,74 μg/L, dengan hasil tersebut kandungan *Bisphenol A* tertinggi pada AMDK.

5.2 Saran

Dari penelitian yang dilakukan, adanya saran:

1) Diperlukan tindak lajut oleh pemerintah setempat terkait pencemaran air tanah pada sumur warga di kawasan pemukiman dalam pengelolaan limbah. Selain itu diperlukan juga kesadaran masyarakat setempat dalam pembuangan limbah domestik rumah tangga yang pengolahan limbahnya tidak berdekatan dengan air tanah yang dikonsumsi sehari-hari
2) Diperlukan edukasi kepada masyarakat pentingnya pengetahuan dampak bagi kesehatan mengenai pengonsumsian secara berulang pada air minum dalam kemasan (AMDK) pada air minum isi ulang seperti depot air, serta

mengetahui jenis-jenis plastik yang aman untuk dipakai dalam kehidupan sehari-hari

3) Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisis tingkat risiko pencemaran lingkungan bagi warga sardonoharjo yang masih memanfaatkan air tanah pada sumur untuk kehidupan rumah tangga sehari-hari
4) Diperlukan adanya analisis risiko terhadap potensi sumber pencemar yang terkandung dalam air tanah dan AMDK di lokasi sampling

DAFTAR PUSTAKA

Afirm Group. 2(021). Bisphenol. Lembar Informasi Zat Kimia. Ver2.0

Agus., K & Tiasina., H. (2014). Vallidasi Metode Penentuan Sakarin Mengggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi

Almedi, Alani., Akkbik., Al-Qahtani. 28 Agustus (2024). Univeiling Bottled Water Perils: Investigating Phthalate Ester Acid Leaching from Bottle Water in Qatar's Scorching Climes. Material Proceedings paper

Almeida, S & Raposo. A. (2018). Bisphenol A; Food Exposure and Impact on Human Health. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. Vol. 0.

Arina, M. A. (2019). Pengaruhi Bisphenol-A (BPA) Terhadap Histologi Tubulus Seminerus Tikus Putih (Ratus Novergicus) Jantan Galur Sprague Dawley

Aleksandra, B., Malgorzata, L., Agata, S., Ewelina, D., Pawel, J., Izabela, W., Olga, J., Katarzyna, G, T. (2023). Departemen Perlindungan Lingkungan, Institut Maritim, Universitas Maritim Gdynia, 81-87 Morska Str., 81-225 Gdynia, Polandia. MSPI. Vol 15. Edisi 16

Afifah, I., & Sopiany, H. M. (2017). No
Title日本の国立公園に関する３拙著に対す る土屋俊幸教授の批評に答える.
経済志林, 87(1,2), 149–200.

Cimi, I., Muhamad, R., Rahmatini., Erlina, R. (2017). Edukasi Pemakaian Plastik Sebagai Kemasan Makanan dan Minum Serta Risikonya Terhadap Kesehatan Pada Komunitas di Kecamatan Bungus Teluk Kabung, Padang. Vol 1(1): 20-28. ISS: 2579-6283. Jurnal Ilmiah Pangabdian Kepada Masyarakat

Ginter-Kramarczyk, Dobrochna, Zembrzuska, Joanna, Kruszelnicka, Izabela, ZającWoźnialis, Anna, & Ciślak, Marianna. (2022). Influence of temperature on the quantity of bisphenol A in bottled drinking water. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(9), 5710.

Girsang, T. P., Wijaya, I. M. M., & Gunam, I. B. W. (2020). Deteksi migrasi material pembungkus makanan ke air karena pemanasan. Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri, 8(2), 310–318.

Han, S., Song, Y., Hu, J., Liu, R., Chi, Y., Kang, A., Deng, H., Zhu, D. (2021). Novel computer- assisted separation prediction strategy for online-enrichment-HPLC-FLD in simultaneous monitoring of bisphenols in children's water bottles. Food Chemistry,339(1),127766. doi: 10.1016/j.foodchem. 2020.12776

Hisa, F., Ami, T. (2023). Pencemaran Bisphenol A (BPA) Dalam Kemasan Galon dan Dampak Bagi Kesehatan. Vol 21 No 3. Farmaka

Illaria, C., Fransisca, F., Giuseppe, P., Claudia, M., Dransisco, B., Pietro, F. (2020). Potenstial Mechanisme od Bisphenol A (BPA) Contributing to Human Diasease. IJMS. Jilid 21. Edisi 16

Inas, A. (2022). Perlindungan Hukum Bagi Konsmen atas Penggunaan Bisphenol A pada Kemasan Air Minum. Vol. 5 No. 5 Jurist-Diction

B. V. Narasimha. R. K, Vemula. M., Annapurna. N., Muralidharan. K., Chidananda. S. R. (2022). Identification and Quantification of Bisphenol in Water by Dissipation Followed by Silylation Using Gas Chromatography-Mass Spectrometry Analysis.Departement of Enggineering Chemistry. Andhira University. Asian Journal of Chemistry.

Karolina, C. K., Barbara, k., Dominik. S. (2022). Toxity of Bisphenol A and its Structural Congeners To Microalgae Chlorella Vulgaris and Desmodesmus Armatus. Journal of Applied Phycology

Mustika, K. S., Ridwan, A y. (2024). Pemantauan Tingkat Bisphenol A (BPA) dalam Air Sumur sebagi Indikator Pencemaran Lingkungan. 10(2):128-138

Mariska, F., Ade, Z., Elsa, F. A. (2024). Metode Penetapan Kadar Bisfenol A pada Kemasan Pangan. Jurnal Penelitian Sains 26 (2)

Manzoor, M.F., Tariq, T., Fatima, B., Sahar, A., Tariq, F., Munir, S., Khan, S., Ranjha, M.M.A.N., Sameen, A., Zeng, X., Ibrahim, S.A. (2022). An insight into bisphenol A, food exposure and its adverse effects on health: A review. Front Nutr, 9. doi:10.3389/fnut.2022.1047827

Melinda, Beti. (2018). Pengaruh Beban Kerja, Komitmen Organisasional dan Lingkungan Kerja Non Fisik Terhadap Turnover Intertion Karyawan PT. Argofarm Nusa Raya Ponorogo. Universitas Muhammadiyah Ponorogo.

PerBPOM, "Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 20 Tahun 2019 tentang Kemasan Pangan," Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2019

Santy, I. P, Asruria, S. F., Dewi, A., Aris, W., Joko, T. A. (Maret 2021). Pengaruh Bisphenol A terhadap Perilaku Anak. Jpurnal of Health Research, Vol 4

Ramadhan, S. A., & Musfiroh, I. (2021). Review Artikel : Verifikasi Metode Obat, Farmaka, 19(3), 87-92

Reichtein, dkk. (2024). Sistem Metabolisme Bioteknologi Berpotensi Meningkatkan Kemampuan Prediksi Uji Toksisitas Akut Embrio Ikan (FET) Dengan Ikan Zebra (Danio Rerio). Ilmu Lingkungan Eropa

Waidy, Y. P., Danny, J. J. (2016). Bisphenol A (BPA) adalah Endocrine Disrupture Chemicals (EDC) yang Berperan sebagai Agen Diabetogenik. CDK-244/ Vol. 43 No. 9

Xin, W., Rajat, N., Nigel, P, B., Md Abu, B. S., Sabine, M. H., Frank, J. M., Enda, C. (2022). Human Health Risk Assesment of Bisphenol a (BPA) Throuhh Meat Products. Enviromental Research

Yvette, B. (2023). How Does *Bisphenol A* Effect Health. Medical News Today

Zahreni, H., Heru, E., Tecky, I., Ary, T. W. H., Amandia, D. P. S., Dyah, I., Zahara, M., Didin,
E. I. (2019). Dampak Endocrine-Disrupting-Chemicals (EDCs) pada Air Sungai terhadap Kesehatan Gigi dan Mulut. Digita Reposity Universitas Jember.

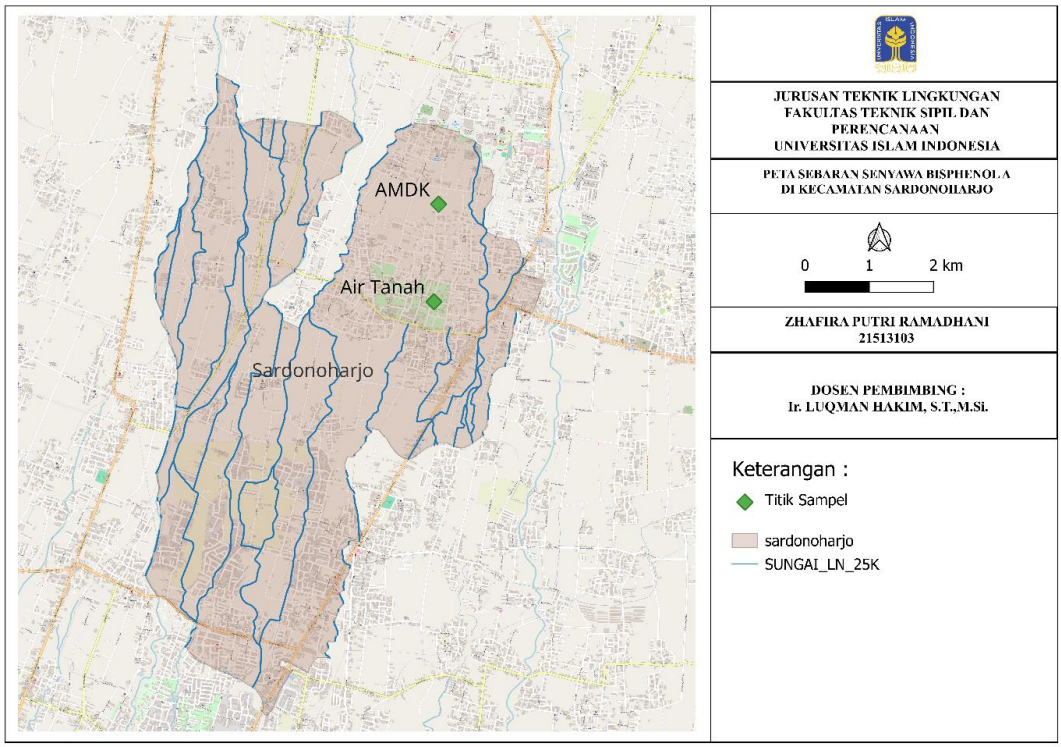
Pop, C.-E.; Draga, S.; M ÿaciuc ÿa, R.; Nit,ÿa, R.; Cr ÿaciun, N.; Wolff, R. Efek Bisphenol A pada Lingkungan Perairan di Lemna

5EFSA, “Bisphenol A”, https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/bisphenol, dikunjungi pada tanggal 6 Februari 2025 pukul 23.47 WI

LAMPIRAN

Lampiran pendukung proposal. Diberi nomor dengan angka arab tanpa nomor halaman.

Lampiran 1 – Peta Titik Sampling



Lampiran 2 – Dokumentasi Sampling Air Tanah





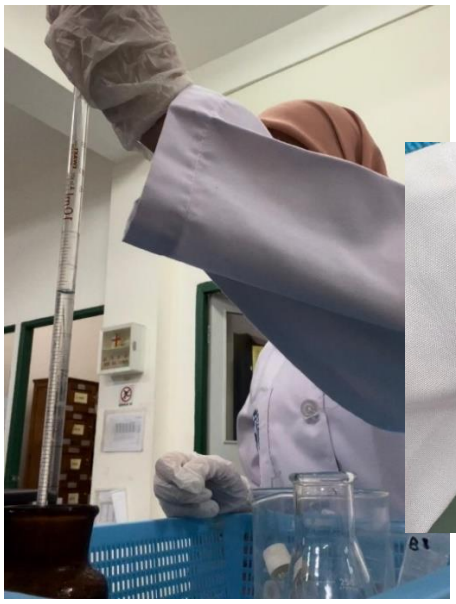
Lampiran 3 – Dokumentasi Sampling AMDK







Lampiran 4 – Dokumentasi Uji Laboraturium









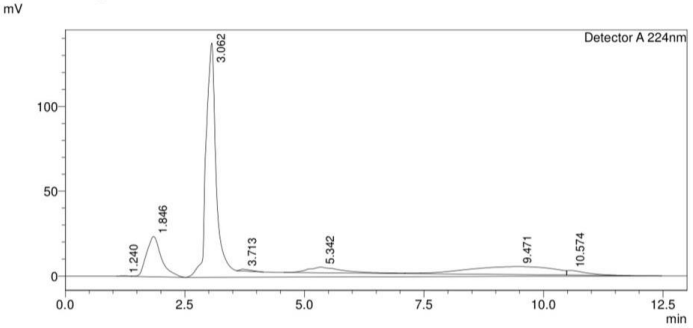
Lampiran 5 – hasil HPLC UV-Vis

SHIMADZU LabSolutions **Analysis Report**

<Sample Information>

Sample Name	: Air tanah		
Sample ID	: 1		
Data Filename	: 1.lcd		
Method Filename	: BPA_01950225.lcm		
Batch Filename	: 13_2_25.lcb		
Vial #	: 3-51	Sample Type	: Unknown
Injection Volume	: 10 uL		
Date Acquired	: 13/02/2025 11:00:04	Acquired by	: System Administrator
Date Processed	: 13/02/2025 11:13:06	Processed by	: System Administrator

<Chromatogram>



<Peak Table>

Detector A 224nm

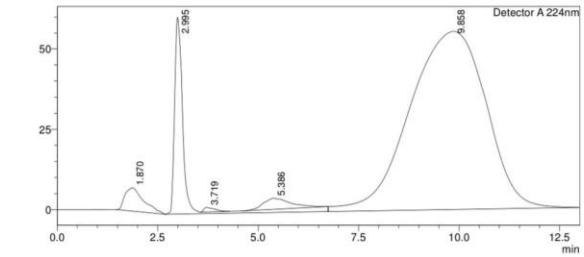
Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	Name
1	1.240	4009	249	0.000		V	
2	1.846	515444	23762	0.000		V	
3	3.062	2849150	138054	0.000		S	
4	3.713	16754	1050	0.000		T	
5	5.342	174675	3335	0.000		T	
6	9.471	580681	4686	0.000		TV	
7	10.574	75207	2658	0.000		TV	
Total		4215921	173796				

SHIMADZU LabSolutions **Analysis Report**

<Sample Information>

Sample Name	: AMDK		
Sample ID	: 2		
Data Filename	: 2.lcd		
Method Filename	: BPA_01950225.lcm		
Batch Filename	: 13_2_25.lcb		
Vial #	: 3-52	Sample Type	: Unknown
Injection Volume	: 10 uL		
Date Acquired	: 13/02/2025 11:13:25	Acquired by	: System Administrator
Date Processed	: 13/02/2025 11:26:27	Processed by	: System Administrator

<Chromatogram>



<Peak Table>

Detector A 224nm

Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	Name
1	1.870	234012	7214	0.000			
2	2.995	996910	61166	0.000		S	
3	3.719	27564	1457	0.000		T	
4	5.386	165022	3481	0.000		T	
5	9.858	7323056	55423	0.000		V	
Total		8746564	128741				

SHIMADZU LabSolutions

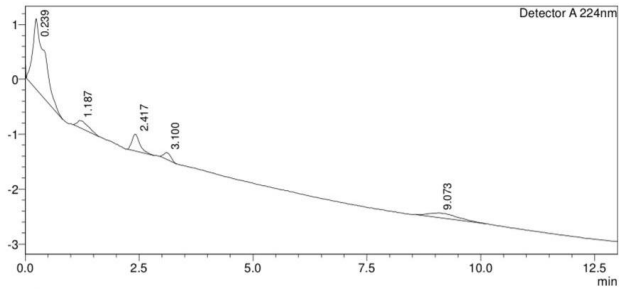
Analysis Report

<Sample Information>

Sample Name	: BPA 10ug/mL		
Sample ID	: 3		
Data Filename	: 3.lcd		
Method Filename	: BPA_01950225.lcm		
Batch Filename	: 13_2_25.lcb		
Vial #	: 3-50	Sample Type	: Unknown
Injection Volume	: 1 uL		
Date Acquired	: 13/02/2025 10:33:23	Acquired by	: System Administrator
Date Processed	: 13/02/2025 10:46:25	Processed by	: System Administrator

<Chromatogram>

mV



<Peak Table>

Detector A 224nm

Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	Name
1	0.239	23948	1290	0.000			
2	1.187	2416	125	0.000			
3	2.417	3667	309	0.000			
4	3.100	1317	124	0.000			
5	9.073	3835	88	0.000	mg/L	M	BPA
Total		35182	1934				

SHIMADZU LabSolutions

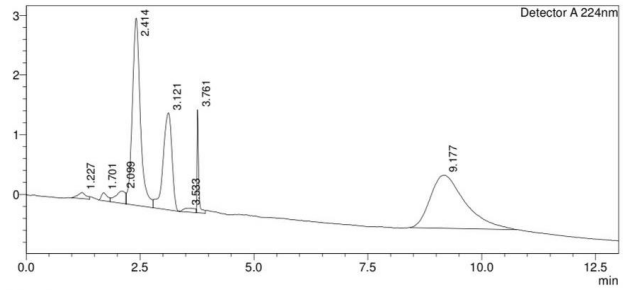
Analysis Report

<Sample Information>

Sample Name	: BPA 100ug/mL		
Sample ID	: 4		
Data Filename	: 4.lcd		
Method Filename	: BPA_01950225.lcm		
Batch Filename	: 13_2_25.lcb		
Vial #	: 3-50	Sample Type	: Unknown
Injection Volume	: 10 uL		
Date Acquired	: 13/02/2025 10:46:44	Acquired by	: System Administrator
Date Processed	: 13/02/2025 10:59:46	Processed by	: System Administrator

<Chromatogram>

mV



<Peak Table>

Detector A 224nm

Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	Name
1	1.227	1270	102	0.000			
2	1.701	1210	134	0.000			
3	2.099	2994	204	0.000		V	
4	2.414	38428	3135	0.000		V	
5	3.121	21825	1623	0.000		V	
6	3.533	1148	63	0.000			
7	3.761	4026	1723	0.000		V	
8	9.177	47329	888	0.000	mg/L		BPA
Total		118230	7872				

Lampiran 6 – Perhitungan LOD dan LOQ

Standar	Yi	Yc	(Yi-Yc)	(Yi-Yc) ^2
10 μg/mL	3835	1852342,78	-1848507,78	3,41698
100 μg/Ml	47329	22871688,16	-22824359,16	5,20951
Rata-rata				2,62184

$$\frac{Sy}{x} = \sqrt{\frac{\sum(Y - Yi)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2{,}62184}{2-1}} = 1{,}619209684$$

$$LOD = \frac{3 \times S\frac{y}{x}}{slope} = \frac{3 \times 1{,}619209684}{483{,}27} = 0{,}002857182$$

66

$$LOQ = \frac{10 \times S\frac{y}{x}}{slope} = \frac{10 \times 1{,}619209684}{483{,}27} = 0{,}01002049$$

Lampiran 7 – Perhitungan Analisis Kandungan Bisphenol A pada Air Tanah dan AMDK

Air Tanah 580681 (ret. time = 9,471)

1. Konsentrasi BPA dalam ekstrak

   y = ax + b

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

   $$x = \frac{(580681 - (-997{,}67))}{483{,}27}$$

   x =1203,631 µg/mL

   artinya, konsentrasi BPA dalam ekstrak adalah 1203,631 µg/mL

2. Konsentrasi BPA dalam massa sampel (mg/mL atau μg/kg)

   $C_{ekstrak}$ = 1203,631 µg/mL

   m_{sampel} = 0,0022 g

   Konsentrasi massa (mg/kg) = $C_{ekstrak} \times m_{sampel}$

   Konsentrasi massa (mg/kg) $1203{,}631 \times 0{,}0022 = 2{,}647988\, mg$/L

3. Konsentrasi BPA dalam sampel air asli

   C_{massa} = 2,647988 µg/g

   V_{sampel} = 45 mL

   $$C_{sampel} = \frac{C_{massa}}{V_{sampel}}$$

   $C_{sampel} = 0{,}058844$ µg/L

AMDK 7323056 (ret. time = 9,858)

1. Konsentrasi BPA dalam ekstrak

y = ax + b

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

$$x = \frac{(7323056\ -(-997{,}67))}{483{,}27}$$

x = $15155{,}20034$ µg/L

artinya, konsentrasi BPA dalam ekstrak adalah 15155,20034 $\mu g/mL$

2. Konsentrasi BPA dalam massa sampel

$C_{ekstrak} = 15155{,}20034 \mu g/mL$

m_{sampel} = 0,0022 g

Konsentrasi massa (mg/kg) = $C_{ekstrak} \times m_{sampel}$

Konsentrasi massa (mg/kg) = $15155{,}20034 \times 0{,}0022 = 33{,}34144$ µg/mL

Konsentrasi BPA dalam sampel air adalah $33{,}34144$ µg/mL

3. Konsentrasi BPA dalam sampel air asli

C_{massa} = 33,34144 µg/mL

V_{sampel} = 45 mL

$$C_{sampel} = \frac{C_{massa}}{V_{sampel}}$$

$C_{sampel} = 0{,}740921\ mg/L$

Lampiran 8 – Perhitungan Analisis Kuantitatif

$$\text{ConcSpl (Xspl)} = \frac{\text{Luas Area Spl (Yspl)}}{\text{Luas Area Std (Ystd)}} \times \text{ConsStd(Xstd)}$$

Kemudian dihitung menggunang rumus tersebut dengan 2 konsentrasi standar dan 2 data sampel air tanah dan AMDK hasil kromatogram HPLC UV-Vis.

1) Air Tanah

- 10µg/mL

  $$\text{ConcSpl (Xspl)} = \frac{4215921}{35182} \times 10$$

  $$\text{ConcSpl (Xspl)} = 1198{,}317606$$

- 100µg/mL

  $$\text{ConcSpl (Xspl)} = \frac{4215921}{118230} \times 100$$

  $$\text{ConcSpl (Xspl)} = 3565{,}863994$$

2) Air Minum Dalam Kemasan (AMDK)

- 10µg/mL

  $$\text{ConcSpl (Xspl)} = \frac{8746564}{35182} \times 10$$

  $$\text{ConcSpl (Xspl)} = 2485{,}878641$$

- 100µg/mL

  $$\text{ConcSpl (Xspl)} = \frac{8746564}{118230} \times 100$$

  $$\text{ConcSpl (Xspl)} = 7397{,}922693$$

Lampiran 9 – Perhitungan Faktor Respon

$$RF = \frac{area\ puncak\ baku}{konsentrasi\ baku}$$

$$konsentrasi\ analit\ x = \frac{area\ sampel}{RF}$$

1) Air Tanah

- 10µg/mL

$$RF = \frac{1317}{10}$$

$$RF = 131{,}7$$

$$konsentrasi\ analit\ x = \frac{1317}{131{,}7}$$

$$konsentrasi\ analit\ x = 10$$

- 100µg/mL

$$RF = \frac{4026}{100}$$

$$RF = 40{,}26$$

$$konsentrasi\ analit\ x = \frac{4026}{40{,}26}$$

$$konsentrasi\ analit\ x = 100$$

2) Air Minum Dalam Kemasan (AMDK)

- 10µg/mL

$$RF = \frac{3835}{10}$$

$$RF = 383{,}5$$

$$konsentrasi\ analit\ x = \frac{3835}{383{,}5}$$

$$konsentrasi\ analit\ x\ = 10$$

- 100µg/mL

$$RF\ = \frac{3835}{100}$$

$$RF\ = 38{,}35$$

$$konsentrasi\ analit\ x\ = \frac{3835}{38{,}35}$$

$$konsentrasi\ analit\ x\ = 100$$

Resolusi

$$R = \frac{2\ (tR^2 - tR^1)}{W_1 + W_2}$$

Dimana:

R = resolusi

tR^1= waktu retensi senyawa pertama

tR^2= waktu retensi senyawa kedua

W_1= luas area pita pertama

W_2= luas area pita kedua

1) Air tanah

tR^1= 2 cm

tR^2= 7,3 cm

W_1= 0,8 cm

W_2= 2,2 cm

$$R = \frac{2\ (7{,}3 - 2)}{0{,}8 + 2{,}2}$$

$$R = 3{,}533$$

2) AMDK

tR^1= 2,3 cm

tR^2= 7,7 cm

W_1= 1,1 cm

W_2= 4,2 cm

$$R = \frac{2\ (7{,}7 - 2{,}3)}{1{,}1 + 4{,}2}$$

$$R = 2{,}037$$

Lampiran 10 – Rubrik Peniliaian Proposal Tugas Akhir

Rubrik penilaian proposal TA						
		Bobot	**1**	**2**	**3**	**4**
No	**Kategori**		***Unsatisfactory***	***satisfactory***	***good***	***excellent***
			< 60%	**60-70%**	**70-80%**	**> 80%**
1	**Latar belakang/ perumusan masalah**	**20**	Penulisan latar belakang penelitian **tidak komprehensif**	Penulisan latar belakang penelitian **kurang komprehensif**	Penulisan latar belakang penelitian **cukup komprehensif**	Penulisan latar belakang penelitian **komprehensif**
			Permumusan masalah penelitian **tidak jelas**	Permumusan masalah penelitian **kurang jelas**	Permumusan masalah penelitian **cukup jelas**	Permumusan masalah penelitian **sangat jelas**
			Ide penelitian **kurang orisinil**	Ide penelitian **kurang orisinil**	Ide penelitian **kurang orisinil**	Ide penelitian **cukup orisinil**
2	**Manfaat hasil penelitian**	**10**	Hasil penelitian **kurang memberikan kontribusi** positif terhadap pengembangan bidang ilmu teknik lingkungan	Hasil penelitian **kurang memberikan kontribusi** positif terhadap pengembangan bidang ilmu teknik lingkungan	Hasil penelitian **memberikan kontribusi** positif terhadap pengembangan bidang ilmu teknik lingkungan	Hasil penelitian **memberikan kontribusi** positif terhadap pengembangan bidang ilmu teknik lingkungan
			Hasil penelitian **kurang memiliki potensi** untuk dikembangkan menjadi HKI	Hasil penelitian **kurang memiliki potensi** untuk dikembangkan menjadi HKI	Hasil penelitian **kurang memiliki potensi** untuk dikembangkan menjadi HKI	Hasil penelitian **memiliki potensi** untuk dikembangkan menjadi HKI
3	**Tinjauan pustaka**	**20**	Tinjauan pustaka **tidak** relevan dengan penelitian	Tinjauan pustaka **kurang** relevan dengan penelitian	Tinjauan pustaka **relevan** dengan penelitian	Tinjauan pustaka **relevan** dengan penelitian
			Jurnal ilmiah yang digunakan dalam tinjauan pustaka sejumlah < 20% dari total pustaka	Jurnal ilmiah yang digunakan dalam tinjauan pustaka sejumlah (20-40%) dari total pustaka	Jurnal ilmiah yang digunakan dalam tinjauan pustaka sejumlah (40-60%) dari total pustaka	Jurnal ilmiah yang digunakan dalam tinjauan pustaka sejumlah >60% dari total pustaka
			Pengutipan pustaka **tidak** sesuai standar	Pengutipan pustaka **kurang** sesuai standar	Pengutipan pustaka **kurang** sesuai standar	Pengutipan pustaka **sesuai** standar
4	**Metode Penelitian**	**30**	Rancangan penelitian **kurang sesuai** dengan permasalahan penelitian	Rancangan penelitian **sesuai** dengan permasalahan penelitian	Rancangan penelitian **sesuai** dengan permasalahan penelitian	Rancangan penelitian **sesuai** dengan permasalahan penelitian
			Pemilihan instrumen penelitian **tidak tepat** sasaran	Pemilihan instrumen penelitian **kurang tepat** sasaran	Pemilihan instrumen penelitian **tepat** sasaran	Pemilihan instrumen penelitian **tepat** sasaran
			Metode analisis yang digunakan **tidak** tepat	Metode analisis yang digunakan **kurang** tepat	Metode analisis yang digunakan **kurang** tepat	Metode analisis yang digunakan **tepat**

5	**Kelayakan Penelitian**	**10**	Jadwal pelaksanaan tugas akhir **tidak sesuai** dengan kewjaran	Jadwal pelaksanaan tugas akhir **kurang sesuai** dengan kewajaran	Jadwal pelaksanaan tugas akhir **sesuai** dengan kewajaran	Jadwal pelaksanaan tugas akhir **sesuai** dengan kewajaran
			Anggaran biaya tugas akhir **tidak sesuai** dengan kewajaran	Anggaran biaya tugas akhir **kurang sesuai** dengan kewajaran	Anggaran biaya tugas akhir **kurang sesuai** dengan kewajaran	Anggaran biaya tugas akhir **sesuai** dengan kewajaran
6	**Format Penulisan**	**10**	Format penulisan proposal **tidak sesuai** dengan juknis	Format penulisan proposal **kurang sesuai** dengan juknis	Format penulisan proposal **sesuai** dengan juknis	Format penulisan proposal **sesuai** dengan juknis
			Penulisan proposal **tidak sesuai** dengan kaidah anti plagiarisme	Penulisan proposal **kurang sesuai** dengan kaidah anti plagiarisme	Penulisan proposal **kurang sesuai** dengan kaidah anti plagiarisme	Penulisan proposal **sesuai** dengan kaidah anti plagiarisme
		100				

RIWAYAT HIDUP



Saya Zhafira Putri Ramadhani lahir di Kota Jambi pada 17 November 2003, anak pertama dari 3 bersaudara, putri dari pasangan Bapak Rahman, SKM. dan Ibu Maisyarah, S. Tr. Kep. Ners. Sejak kecil saya tumbuh dan dibesarkan dalam lingkungan keluarga yang menjunjung tinggi pendidikan dan kedisiplinan.

Treck record pendidikan saya pada Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP IT Nurul ‘Ilmi Jambi, kemudian saya melanjutkan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 10 Kota Jambi pada jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), dengan ketertarikan pada isu lingkungan yang ada serta pembangunan berkelanjutan terhadap lingkungan kemudian melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia (UII) sejak tahun 2021.

Selama menjalani masa perkuliaha, saya aktif dalam kegiatan organisasi dan pengembangan diri diluar akademik dan non akademik. Saya tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) dan aktif sebagai kepala Departemen Hubungan Luar. Selain itu, saya juga mengikuti program jurusan student exchange experience di Kuala Lumpur University Malaysia yaitu Summer Course Program 2024, yang memberikan saya pengalaman dalam belajar serta budaya yang ada disana.

Saya melakukan Kerja Praktik di PT Pelabuhan Indonesia (Persero) Regional 2 Jambi pada bidang operasi dan hukum. Dengan topik Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang melakukan identifikasi bahaya, penilaian risiko bahaya, dan pengendalian risiko, dengan begitu dapat membelajari kegiatan kerja dilapangan dengan cara turun ke lapangan secara langsung dan ikut berkontribusi dengan baik.

Dengan latar belakang tersebut, saya berkomitmen utuk terus berkembang sebagai pribadi yang mampu memberikan kontribusi nyata dalam bidang Teknik Lingkungan, baik di tingkat lokal maupun global.