



LAPORAN PENELITIAN OPSI

Perubahan Kualitas Air Minum pada Botol Kaca, Plastik, dan Stainless Steel selama 24 jam Penyimpanan di Suhu Ruangan

NAMA TIM PENELITIAN:

AIRA RATU AZILLA

FINA ALFIN NUR DINA

Bidang dan Sub Bidang Kompetisi Penelitian:

Matematika, Sains, dan Teknologi (MST) dan Kimia

SMA Negeri 2 Medan Kota

Medan, Sumatera Utara Tahun

2026

LEMBAR PENGESAHAN PENELITIAN

1. Judul Penelitian : Perubahan Kualitas Air Minum pada Botol Kaca, Plastik, dan Stainless Steel selama 24 jam Penyimpanan di Suhu Ruangan
2. Ketua Penelitian :
Nama Lengkap : Fina Alfin Nur Dina
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat email : nurdianafinaalfin@gmail.com
3. Anggota Peneliti : Fina Alfin Nur Dina
Aira Ratu Azilla
4. Guru Pembimbing : Grace Eunike Sinaga, S.Pd, M.Pd

Medan, 21 Oktober 2026

Menyetujui,
Pembimbing



Grace Eunike Sinaga, S.Pd, M.Pd
NIP 198706242011012017

Ketua Penelitian



Fina Alfin Nur Dina
NIS : 10210853



ABSTRAK

Air minum dapat mengalami perubahan kualitas selama penyimpanan akibat interaksi antara air dan material wadah. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh jenis wadah terhadap perubahan kualitas air berdasarkan parameter suhu, pH, *Total Dissolved Solids* (TDS), serta kadar logam Fe pada wadah *stainless steel*, sekaligus menentukan wadah yang mampu mempertahankan kestabilan kualitas air selama 24 jam penyimpanan. Penelitian menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri atas enam perlakuan dan tiga pengulangan, yaitu plastik PET, PP, *Others*, kaca GL-70, *stainless steel* 304, dan *stainless steel* 316. Air isi ulang disterilisasi dengan pemanasan hingga 100°C, kemudian didinginkan dan disimpan pada suhu ruang selama 24 jam. Parameter suhu, pH, dan TDS diukur sebelum sterilisasi, setelah sterilisasi, dan setelah penyimpanan 24 jam, sedangkan kadar Fe dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) pada wadah *stainless steel*. Hasil menunjukkan pH meningkat dari 6,0 menjadi 7,0–8,0 setelah sterilisasi dan tetap pada rentang tersebut setelah 24 jam. TDS meningkat dari 52,0 mg/L menjadi 63,3–78,7 mg/L setelah sterilisasi, kemudian berkisar 51,0–80,0 mg/L setelah 24 jam. Lima dari enam sampel *stainless steel* menunjukkan kadar Fe di bawah batas deteksi, sedangkan satu sampel SS316 dengan kerusakan permukaan menunjukkan kadar Fe sebesar 12,150 mg/L. Kaca GL-70 menunjukkan kestabilan parameter relatif baik. Dengan demikian, jenis dan kondisi material wadah berpengaruh terhadap kestabilan kualitas air, terutama terhadap potensi pelepasan Fe.

Keyword: Kualitas Air, pH, TDS, Suhu.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul **"Perubahan Kualitas Air Minum pada Botol Kaca, Plastik, dan Stainless Steel selama 24 jam Penyimpanan di Suhu Ruangan"** dengan baik dan tepat pada waktunya. Penulis menyadari bahwa keberhasilan penyusunan laporan ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada: Drs. Marsito, M.Si, selaku kepala sekolah SMA Negeri 2 Medan yang telah memberikan dukungan berupa fasilitas serta materi sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian ini. Grace Eunike Sinaga S, Pd, M.Pd, selaku pembimbing utama. Dr. Ahmad Ridwan, DEA. Dosen yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, arahan, serta ilmu yang sangat berharga kepada penulis hingga laporan ini selesai. Dr. Lisnawaty Simatupang, M.Si selaku Dosen yang juga senantiasa sabar memberikan masukan, kritik, dan saran yang membangun demi kesempurnaan penelitian ini. Prof. Saharman Gea S.Si., M.Si. Ph.D, selaku Direktur Laboratorium Terpadu Universitas Sumatera Utara yang telah mengizinkan dan membantu penulis dalam proses pengambilan data penelitian. Bapak/Ibu guru SMAN 2 Medan yang telah memberi dukungan dan kemudahan kepada penulis, dan teristimewa kedua orang tua dan keluarga tercinta, yang tiada henti memberikan doa, dukungan moral, kasih sayang, serta pengorbanan materiil yang luar biasa kepada penulis. Teman-teman seperjuangan OPSI 2026 SMA Negeri 2 Medan, serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas bantuan, semangat, dan keceriaan yang dibagikan selama ini.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	ii
hABSTRAK.....	iii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Hipotesis	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB 2.TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Landasan Teori	3
2.1.1 Bioplastik	3
2.1.2 Kitosan dari Sisik Ikan.....	3
2.1.3 Tongkol Jagung	3
2.1.4 Plasticizer	4
2.1.5 Standar Karakteristik Bioplastik	4
2.2 Studi Pustaka.....	4
BAB 3. METODE PENELITIAN	5
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	5
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	5
3.3 Rancangan dan Prosedur Penelitian	5
3.3.1 Rancangan Penelitian.....	5
3.3.2 Prosedur Penelitian	5
3.3.3 Instrumen Penelitian	6
3.4 Rancangan Pengolahan Data.....	6
3.4.1 Pengumpulan dan Validasi Data	6
3.4.2 Analisis Data Kuantitatif	6
3.4.3 Interpretasi Hasil	6
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	7
4.1 Gambaran Umum Penelitian.....	7
4.2 Hasil Pengujian Kualitas Air Minum	7
4.3 Interpretasi Hasil	12
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	14
5.1 Kesimpulan	14
5.2 Saran	14
UCAPAN TERIMA KASIH	15
PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN ARTIFISIAL (AI).....	16
DAFTAR PUSTAKA.....	17
LAMPIRAN.....	19
RANCANGAN ANGGARAN BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN	19
HASIL DATA MENTAH KADAR LOGAM Fe	20
LOGBOOK KEGIATAN	23
HASIL RIVIEW	23

DAFTAR TABEL

Tabel 4.2.1 Hasil Pengukuran Parameter Air Sebelum Sterilisasi	10
Tabel 4.2.2 Hasil Pengukuran Parameter Air Setelah Sterilisasi	12
Tabel 4.2.3 Hasil Pengukuran Parameter Air Setelah Sterilisasi Didiamkan 24 jam.....	13
Tabel 4.2.4 Lampiran Hasil Uji Kadar Fe.....	14

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.2.1 Kerusakan/cacat pada lapisan pasif (<i>coating</i>) permukaan wadah SS316 (pink).....	14
--	----

Surat Pernyataan Orisinalitas dan Hak Penggunaan Karya

Nama Lengkap : Fina Alfin Nur Dina
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 11 November 2010
Status/Instansi/NIS : Pelajar SMA/SMA Negeri 2/ 10210853
Nomor HP/WhatsApp : 085381797684
Alamat Email : nurdianafinaalfin@gmail.com
Alamat Domisili : Medan, Sumatera Utara

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Orisinalitas karya.

Karya yang saya ajukan dengan judul “Perubahan Kualitas Air Minum pada Botol Kaca, Plastik dan Stainless Steel selama 24 jam Penyimpanan di Suhu Ruangan” adalah benar-benar hasil karya asli (orisinal) milik saya sendiri, bukan hasil plagiat, jiplakan, atau tiruan dari karya milik orang lain

2. Belum pernah dipublikasikan/dilombakan

Karya tersebut belum pernah dipublikasi, disebarluaskan, atau diikutsertakan dalam lomba/sayembara lain sebelumnya.

3. Bebas Pelanggaran Hukum/Hak Kekayaan Intelektual.

Karya tersebut tidak melanggar hak cipta, hak kekayaan intelektual (HAKI) pihak lain, serta tidak mengandung unsur SARA (Suku, Agama, Ras, Antargolongan), pornografi atau norma hukum yang berlaku.

4. Pemberian Hak Penggunaan (lisensi)

Saya memberikan hak kepada pihak penyelenggara/pemberi tugas untuk menggunakan, menampilkan dan mempublikasikan karya tersebut terbatas hanya untuk kepentingan nonkomersial (seperti publikasi pemenang dokumentasi dan promosi kegiatan lomba). Pemanfaatan karya untuk kepentingan komersial yang mendatangkan keuntungan finansial bagi pihak penyelenggara atau pihak ketiga wajib mendapatkan izin tertulis terpisah pada perjanjian hasil/royalti yang disepakati bersama demi melindungi hak ekonomi saya selaku pencipta.

Menyetujui,
Pembimbing



Grace Eunike Sinaga, S.Pd, M.Pd
NIP 198706242011012017

Ketua Penelitian



Fina Alfin Nur Dina
NIS : 10210853

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi keberlangsungan makhluk hidup, termasuk manusia, dan merupakan komponen utama dalam tubuh manusia serta memiliki peran penting dalam proses fisiologis. Sekitar 80% dari kebutuhan individu berasal dari cairan termasuk air, sedangkan sisanya diperoleh dari makanan. Namun, kualitas air minum tidak hanya ditentukan oleh kejernihannya atau bebas dari mikroba, tetapi juga ditentukan oleh parameter kimiawi seperti pH air. Air dengan pH yang terlalu rendah atau tinggi dapat menimbulkan risiko kesehatan, seperti perut kembung, iritasi saluran pencernaan, dan meningkatkan risiko masalah lambung seperti maag. Selain itu, pH yang terlalu asam dapat mengganggu keseimbangan pH tubuh, memengaruhi metabolisme, dan kesehatan organ lainnya (Kemenkes, 2020).

Penyimpanan air minum yang tidak tepat dapat memengaruhi pH air seiring waktu, karena interaksi antara air dan bahan wadah dapat mengubah sifat kimia air. Standar kualitas air minum menurut World Health Organization (WHO, 2022) dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 menetapkan rentang pH air minum yang aman antara 6,5 hingga 8,5. Namun, fenomena di lapangan menunjukkan kesenjangan antara kondisi ideal air minum yang aman secara kimiawi dan kondisi aktual, di mana air sering disimpan dalam berbagai wadah tanpa memperhatikan bahan yang digunakan. Fenomena ini menjadi lebih krusial di daerah yang bergantung pada penyimpanan jangka panjang, di mana air disimpan dalam botol kaca, plastik, atau stainless steel selama berjam-jam hingga berhari-hari.

Penelitian sebelumnya banyak meneliti terkait kontaminasi mikroba pada air minum, tetapi penelitian mengenai pengaruh jenis wadah terhadap perubahan pH air selama penyimpanan masih terbatas. Hapsah (2022) meneliti dampak pembuangan limbah sampah terhadap kualitas air sungai, di mana ditemukan bahwa pembuangan sampah ke badan air secara signifikan memengaruhi kualitas air akibat rusaknya sistem tata air. Handayani, Sudarti, dan Yushardi (2023) melakukan analisis kualitas air minum berdasarkan kadar pH air mineral dan rebusan, menunjukkan bahwa kedua jenis air memiliki pH yang layak dikonsumsi sesuai standar, namun air rebusan memiliki pH yang lebih mendekati netral. Sementara itu, Manaf dan Asyary (2026) menganalisis hubungan jenis sumber air minum dengan kualitas air rumah tangga, yang menunjukkan bahwa jenis fasilitas air memiliki hubungan signifikan dengan kualitas air, terutama pada parameter kimiawi.

Penelitian mengenai interaksi material wadah dengan air juga semakin relevan. Binibor et al. (2025) dan KR et al. (2025) menemukan bahwa berbagai jenis wadah penyimpanan dapat memengaruhi kualitas air, termasuk perubahan pH dan parameter fisikokimia lainnya. Dukuzimana et al. (2026) juga menyoroti pentingnya assessment kualitas air dalam wadah penyimpanan di daerah pedesaan. Di sisi lain, Onuorah (2022) dan Rachmi et al. (2024) menekankan risiko kontaminasi mikroplastik dari wadah plastik yang dapat memengaruhi kualitas air. Priyotomo (2020) juga meneliti pelepasan logam dari peralatan masak stainless steel dalam larutan simulasi, yang relevan dengan potensi migrasi logam dari botol stainless steel.

Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengujian perubahan kualitas air minum pada botol kaca, plastik, dan stainless steel selama 24 jam penyimpanan di suhu ruangan. Keunggulan penelitian ini terletak pada pendekatan ilmiah untuk memberikan pengetahuan empiris mengenai risiko dan **kelebihan masing-masing wadah, sehingga masyarakat dapat memilih botol lebih bijak.** Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh jenis botol terhadap kualitas pH air, mengamati perubahan nilai pH selama 24 jam, serta menentukan wadah paling efektif mempertahankan kestabilan pH. Manfaat penelitian ini adalah memberikan pemahaman masyarakat tentang pemilihan wadah yang tepat untuk menjaga kualitas air, serta menjadi referensi bagi lembaga kesehatan dalam menentukan standar penyimpanan yang higienis. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan berkontribusi pada pengembangan ilmu kimia lingkungan, khususnya interaksi material dan air, serta mendukung program kesehatan masyarakat. Berdasarkan uraian tersebut, judul penelitian ini adalah: "Perubahan Kualitas Air Minum pada Botol Kaca, Plastik, dan Stainless Steel selama 24 Jam Penyimpanan di Suhu Ruangan".

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh jenis wadah atau botol air yang berbeda terhadap kualitas pH air?
2. Bagaimana perubahan nilai pH air selama 24 jam penyimpanan pada masing-masing jenis wadah atau botol?
3. Jenis wadah atau botol manakah yang paling efektif dalam mempertahankan kestabilan pH (*potential of hydrogen*), TDS (*Total Dissolved Solids*) dan Logam Fe dalam air agar tetap layak dikonsumsi?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Sesuai dengan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah:

1. **Tujuan Umum:** Mengetahui pengaruh tempat penyimpanan air terhadap kualitas pH, TDS dan AAS air, dan untuk menentukan jenis wadah yang paling efektif dalam mempertahankan kualitas air agar tetap layak dikonsumsi sesuai standar kesehatan.
2. **Tujuan Khusus:** Penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh berbagai jenis botol atau wadah terhadap nilai pH dan TDS air, mengamati perubahan pH dan TDS selama 24 jam penyimpanan pada masing-masing jenis botol, serta mengetahui pengaruh logam Fe pada jenis wadah atau botol tumbler terhadap kualitas air.

1.4 HIPOTESIS

Berdasarkan landasan teori dan karakteristik material setiap botol, hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. H_a (Hipotesis Alternatif): Terdapat perbedaan nilai pH air yang disimpan dalam berbagai jenis botol minum (kaca, plastik, dan *stainless steel*) selama periode penyimpanan 24 jam. Perbedaan tersebut terjadi karena karakteristik material setiap botol yang berbeda, sehingga memengaruhi interaksi antara air dan wadah serta berdampak pada kestabilan pH air.
2. H_0 (Hipotesis Nol): Tidak terdapat perbedaan nilai pH air yang signifikan antara air yang disimpan dalam berbagai jenis botol minum (kaca, plastik, dan *stainless steel*) selama periode penyimpanan 24 jam.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Masyarakat: Memberikan pemahaman tentang pengaruh jenis wadah terhadap perubahan pH air selama penyimpanan sehingga masyarakat dapat memilih wadah yang tepat untuk menjaga kualitas air minum.
2. Bagi Lembaga Kesehatan dan Pemerintah: Menjadi referensi dalam penentuan standar penyimpanan air minum yang aman dan higienis guna mendukung upaya peningkatan kesehatan masyarakat.
3. Bagi Ilmu Pengetahuan: Menambah kajian dalam bidang kimia lingkungan terkait interaksi material wadah dengan air minum serta pengaruhnya terhadap parameter kimia seperti pH.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 LANDASAN TEORI

Kualitas air minum tidak hanya ditentukan oleh kejernihan atau bebas dari mikroba, tetapi juga dipengaruhi oleh parameter kimia, terutama pH. pH (potential of hydrogen) merupakan ukuran tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan pada skala 0–14, dengan nilai 7 bersifat netral, kurang dari 7 bersifat asam, dan lebih dari 7 bersifat basa. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 serta standar World Health Organization (WHO), pH air minum yang aman berada pada kisaran 6,5–8,5. Perubahan pH di luar rentang tersebut dapat memengaruhi kualitas air dan berdampak pada kesehatan, sehingga pH menjadi salah satu indikator penting dalam menilai kelayakan air minum.

Selain dipengaruhi oleh komposisi kimia air, stabilitas pH juga dapat berubah akibat interaksi antara air dan wadah penyimpanan. Setiap material wadah memiliki karakteristik kimia yang berbeda. Botol kaca bersifat inert sehingga jarang bereaksi dengan air, sedangkan botol plastik seperti PET atau HDPE berpotensi mengalami migrasi senyawa kimia ke dalam air, terutama jika disimpan dalam waktu tertentu. Stainless steel memiliki lapisan oksida yang melindungi dari korosi, namun jika lapisan tersebut rusak, logam dapat terlarut dan memengaruhi pH air.

Seiring meningkatnya kesadaran terhadap kesehatan dan lingkungan, penelitian mengenai material kemasan ramah lingkungan semakin berkembang. Salah satu inovasi yang banyak diteliti adalah bioplastik yang berasal dari bahan alami dan dapat terurai secara biologis. Bioplastik dapat dibuat dari berbagai bahan seperti kitosan dari limbah perikanan dan selulosa dari limbah pertanian seperti tongkol jagung. Dalam proses pembuatannya juga digunakan bahan tambahan seperti plasticizer untuk meningkatkan sifat material. Karakteristik bioplastik perlu dipahami karena dapat memengaruhi kualitas bahan yang disimpan di dalamnya, termasuk kestabilan pH air minum.

2.1.1 Bioplastik

Bioplastik merupakan jenis plastik yang bahan penyusunnya berasal dari sumber alami seperti pati, selulosa, lignin, maupun protein. Bahan tersebut dapat terurai secara biologis oleh mikroorganisme sehingga lebih ramah lingkungan dibandingkan plastik konvensional. Bioplastik mulai banyak dikembangkan sebagai bahan kemasan makanan dan minuman. Namun, sifat fisik dan kimia bioplastik perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi interaksi antara wadah dan cairan yang disimpan di dalamnya, termasuk kemungkinan perubahan pH air selama penyimpanan.

2.1.2 Kitosan dari Sisik Ikan

Kitosan merupakan biopolimer yang diperoleh dari proses deasetilasi kitin yang banyak ditemukan pada limbah perikanan seperti kulit udang, cangkang kepiting, dan sisik ikan. Kitosan memiliki sifat biodegradable, biokompatibel, serta memiliki aktivitas antibakteri. Sifat tersebut membuat kitosan banyak dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik, khususnya untuk kemasan makanan dan minuman. Dalam penyimpanan air minum, material berbasis kitosan dapat membantu menjaga kualitas air karena mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang dapat memengaruhi komposisi kimia air, termasuk perubahan nilai pH.

2.1.3 Tongkol Jagung

Tongkol jagung merupakan limbah pertanian yang memiliki kandungan selulosa cukup tinggi. Selulosa dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioplastik karena memiliki struktur yang kuat dan stabil. Pemanfaatan tongkol jagung sebagai bahan bioplastik tidak hanya membantu mengurangi limbah pertanian tetapi juga menghasilkan material kemasan yang lebih ramah lingkungan. Selain itu, kandungan selulosa pada tongkol jagung dapat meningkatkan kekuatan dan

kestabilan bioplastik sehingga diharapkan dapat meminimalkan interaksi antara wadah dan air yang disimpan, termasuk perubahan nilai pH.

2.1.4 Plasticizer (Zat Peliat)

Plasticizer atau zat peliat merupakan bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan bioplastik untuk meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas material. Plasticizer bekerja dengan mengurangi gaya tarik antar molekul dalam polimer sehingga material menjadi lebih lentur dan tidak mudah retak. Beberapa plasticizer yang umum digunakan dalam pembuatan bioplastik adalah gliserol dan sorbitol. Namun, penambahan plasticizer juga dapat memengaruhi sifat kimia material, seperti permeabilitas terhadap air dan gas. Hal ini dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya interaksi antara air dengan material wadah selama proses penyimpanan. Interaksi tersebut berpotensi memengaruhi komposisi kimia air, termasuk perubahan nilai pH.

2.1.5 Standar Karakteristik Bioplastik

Bioplastik yang digunakan sebagai bahan kemasan harus memiliki karakteristik tertentu agar aman digunakan untuk menyimpan makanan dan minuman. Karakteristik tersebut meliputi kekuatan material, stabilitas kimia, ketahanan terhadap air, serta kemampuan untuk terurai secara alami. Material bioplastik yang baik tidak boleh mudah bereaksi dengan air sehingga tidak menyebabkan perubahan komposisi kimia air yang disimpan di dalamnya. Selain itu, kemampuan bioplastik dalam menghambat pertukaran gas juga penting. Masuknya gas dari udara, seperti karbon dioksida, dapat menyebabkan pembentukan asam karbonat dalam air yang dapat menurunkan nilai pH. Oleh karena itu, material bioplastik yang digunakan sebagai wadah harus memiliki stabilitas yang cukup agar dapat menjaga kualitas air selama proses penyimpanan.

1.5 STUDI PUSTAKA

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas aspek kualitas air, namun dengan fokus yang berbeda. Hapsah (2022) meneliti dampak pembuangan limbah sampah terhadap kualitas air sungai, di mana ditemukan bahwa pembuangan sampah ke badan air secara signifikan memengaruhi kualitas air akibat rusaknya sistem tata air. Penelitian ini menegaskan pentingnya pengelolaan lingkungan untuk menjaga kualitas air, namun belum secara spesifik menguji pengaruh wadah penyimpanan terhadap parameter kimiawi air. Di sisi lain, Handayani, Sudarti, dan Yushardi (2023) melakukan analisis kualitas air minum berdasarkan kadar pH air mineral dan rebusan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua jenis air memiliki pH yang layak dikonsumsi sesuai standar, namun air rebusan memiliki pH yang lebih mendekati netral dibandingkan air mineral. Meskipun demikian, penelitian ini lebih berfokus pada perbandingan jenis air (rebusan vs mineral) daripada pengaruh wadah penyimpanan terhadap stabilitas pH.

Penelitian Manaf dan Asyary (2026) juga relevan dengan topik ini, di mana mereka menganalisis hubungan jenis sumber air minum dengan kualitas air rumah tangga di Kota Bekasi. Hasil studi menunjukkan bahwa jenis fasilitas air memiliki hubungan signifikan dengan kualitas air, terutama pada parameter biologis dan kimiawi di titik sarana. Namun, penelitian ini lebih menekankan pada sumber air (pipa vs isi ulang) daripada jenis material wadah penyimpanan dalam jangka waktu tertentu.

Berdasarkan tinjauan tersebut, penelitian tentang pengaruh jenis wadah penyimpanan kaca plastik, dan stainless steel) terhadap perubahan pH air selama penyimpanan 24 jam masih terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada sumber air atau limbah cair. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengisi kesenjangan tersebut dengan membandingkan stabilitas pH air pada berbagai wadah yang umum digunakan masyarakat dalam kondisi penyimpanan terkontrol.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret s/d Juli 2026 di Laboratorium SMA Negeri 2 Medan dan untuk analisis kandungan logam Fe menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) di laboratorium terpadu Universitas Sumatera Utara (USU). Pemilihan waktu ini didasarkan pada ketersediaan fasilitas laboratorium dan kondisi yang mendukung proses eksperimen. Lokasi penelitian dipilih karena memiliki peralatan yang memadai untuk pengukuran parameter kimiawi air.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dipilih berdasarkan fungsinya dalam mendukung proses pengukuran kualitas air. Pemilihan material wadah dan alat ukur dilakukan secara cermat untuk memastikan hasil eksperimen yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Bahan utama dalam penelitian ini adalah air isi ulang, wadah sampel terdiri dari tiga jenis botol minum yang umum digunakan, yaitu botol berbahan plastik 3 jenis yakni PET (*Polyethylene Terephthalate*) kode nomor 1, PP (*Polypropylene*) kode nomor 5, dan *Other* (lainnya). Botol berbahan stainless steel 2 jenis: kode 304 dan kode 316, serta botol berbahan kaca 1 jenis: kode GL-70. Alat yang digunakan meliputi: indikator pH universal untuk mengukur tingkat keasaman air, TDS-03 untuk mengukur jumlah total padatan terlarut, seperti mineral, garam, dan AAS (PerkinElmer *Atomic Absorption Spectrometer* PinAAcle 900T) untuk mengukur kandungan Fe terlarut didalam air pada wadah stainless steel.

3.3 Rancangan dan Prosedur Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif untuk menguji pengaruh jenis material wadah terhadap perubahan suhu, pH, TDS, dan AAS air selama penyimpanan (khusus wadah stainless steel). Perlakuan penelitian terdiri dari tiga jenis wadah, yaitu botol kaca, botol plastik (PET kode 1, PP kode 5, *Other* kode 7), dan botol stainless steel kode 304 dan kode 316.

Variabel penelitian meliputi:

- Variabel bebas: jenis material wadah penyimpanan (kaca, plastik, stainless steel).
- Variabel terikat: perubahan nilai pH air sebelum dan sesudah penyimpanan.
- Variabel kontrol: waktu penyimpanan (24 jam), suhu ruangan, sumber air (air matang), dan volume air yang digunakan.

3.3.2 Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan bahan dan alat, yaitu menyiapkan air minum yang telah dimasak hingga mendidih (100°C) kemudian didinginkan hingga suhu ruang ($\pm 25\text{--}29^{\circ}\text{C}$), serta menyiapkan botol kaca, plastik, dan stainless steel yang telah dibersihkan dan dikeringkan.
2. Penyimpanan sampel, dengan menuangkan air pada volume yang sama ke dalam masing-masing wadah, kemudian menyimpannya pada suhu ruangan selama 24 jam dan dijauhkan dari sinar matahari langsung atau sumber panas.
3. Pengujian suhu, pH serta TDS, dilakukan sebelum air disterilisasi dan sesudah air disterilisasi dan didiamkan selama 24 jam. Pengukuran dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 pengulangan.
4. Pencatatan data, seluruh hasil pengukuran dicatat secara sistematis untuk kemudian dibandingkan antar jenis wadah.

3.3.3 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- pH dan TDS meter digital, untuk mengukur tingkat keasaman air, serta mengukur jumlah zat terlarut di dalamnya.
- AAS, untuk menguji adanya logam yang terlarut dari stainless steel ke dalam air.
- Termometer batang, untuk membuktikan Ketika memasak air bahwa suhu air sudah berada di titik didih yaitu 100 derajat celcius.
- Termometer digital, untuk mengukur suhu air sebelum di sterilisasi, setelah dingin di suhu ruang, lalu setelah didiamkan 24 jam penyimpanan di suhu ruangan.
- Gelas ukur, untuk memastikan kesamaan volume air pada setiap wadah.
- Buku catatan atau spreadsheet, untuk mencatat dan mengorganisasi data hasil pengukuran.

3.4 Rancangan Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis untuk memperoleh hasil yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Tahapan pengolahan data meliputi pengumpulan dan validasi data, analisis kuantitatif, serta interpretasi hasil berdasarkan teori dan penelitian terdahulu.

3.4.1 Pengumpulan dan Validasi Data

Data diperoleh melalui pengukuran suhu, pH dan TDS air menggunakan indikator pH universal dan TDS digital sebelum dan setelah penyimpanan selama 24 jam pada masing-masing jenis wadah (kaca, plastik, dan stainless steel). Data yang diperoleh kemudian diperiksa kembali untuk memastikan konsistensi alat ukur dan kelengkapan pencatatan. Apabila terdapat data yang tidak valid atau berada di luar rentang pengukuran normal, maka pengukuran akan diulang guna menjaga akurasi hasil penelitian.

3.4.2 Analisis Data Kuantitatif

Data suhu, pH dan TDS yang telah terkumpul dianalisis menggunakan statistik deskriptif. Analisis dilakukan dengan mengelompokkan data berdasarkan jenis wadah dan waktu penyimpanan. Selanjutnya dihitung selisih nilai suhu, pH dan TDS sebelum dan sesudah penyimpanan untuk mengetahui perubahan suhu, pH dan TDS pada setiap jenis wadah. Hasil perubahan tersebut kemudian dibandingkan antar jenis wadah untuk menentukan wadah yang paling stabil dalam mempertahankan suhu, pH dan TDS air. Seluruh data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan analisis dan interpretasi.

3.4.3 Interpretasi Hasil

Hasil analisis kemudian diinterpretasikan dengan mengacu pada teori dan penelitian terdahulu mengenai interaksi material wadah dengan air. Wadah kaca cenderung mempertahankan kestabilan pH karena sifatnya yang inert dan tidak bereaksi dengan air. Sementara itu, wadah stainless steel memiliki kestabilan yang bergantung pada ketahanan korosi materialnya, karena pelepasan unsur logam tertentu dapat memengaruhi kualitas air.

Pengolahan data numerik dalam penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel, sedangkan penyusunan laporan penelitian menggunakan Microsoft Word. Kesimpulan akhir ditarik berdasarkan kesesuaian antara hasil analisis data dengan hipotesis penelitian yang telah ditetapkan.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Penelitian

Penelitian bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi kualitas air minum berdasarkan material wadah dan perlakuan yang dilakukan guna melihat perubahan kualitas air. Wadah yang digunakan 3 jenis yakni stainless steel, kaca, dan plastik. Wadah stainless steel dengan kode 304, dan 316, kaca GL 70, serta plastik PET kode 1, PP kode 5, dan others kode 7. Parameter yang diuji dari penelitian ini adalah suhu, pH air, *Total Dissolved Solid* (TDS) sebagai ciri fisik-kimia air sebelum dan setelah sterilisasi, dan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) sebagai metode analisis untuk melihat kadar logam terlarut (Fe) dalam air sesudah sterilisasi dan didiamkan selama 24 jam khususnya untuk wadah stainless steel.

4.2 Hasil Pengujian Kualitas Air Minum

Analisis data kuantitatif untuk pengukuran parameter kualitas air meliputi suhu, pH, TDS yang telah terkumpul dianalisis menggunakan statistik deskriptif. Analisis dilakukan dengan mengelompokkan data berdasarkan jenis wadah dan waktu penyimpanan. Selanjutnya dihitung selisih nilai tiap parameter pengukuran sebelum sterilisasi dan sesudah sterilisasi serta penyimpanan 24 jam untuk mengetahui perubahan pengukuran tiap parameter untuk setiap jenis wadah. Hasil perubahan tersebut kemudian dibandingkan antar jenis wadah untuk menentukan wadah yang paling stabil dan aman untuk digunakan. Seluruh data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan analisis dan interpretasi. Khusus untuk analisis kadar logam Fe, dilakukan pada air setelah sterilisasi dan penyimpanan 24 jam dalam wadah *stainless steel* dilakukan laboratorium terpadu Universitas Sumatera Utara (USU)

Penelitian mengikuti desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 3 pengulangan. percobaan sebanyak 6 perlakuan terdiri dari 3 botol plastik dengan jenis PET, PP, dan others, 1 botol kaca, dan 2 botol stainless steel, disiapkan dalam kondisi bersih dan kering. Air isi ulang sebelum sterilisasi dimasukkan ke masing-masing wadah kemudian dilakukan pengukuran suhu, pH, dan TDS dengan data yang tercantum pada tabel 4.2.1

Tabel 4.2.1 Hasil Pengukuran Parameter Air Sebelum Sterilisasi

Perlakuan	Parameter Air Sebelum Sterilisasi											
	Suhu			pH			<i>Total Dissolved Solid</i> (mg/L)			Kandungan Logam Fe (mg/l)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
PET 1	29,3	29,3	29,3	6,0	6,0	6,0	52,0	52,2	52,0	-	-	-
PP 5	29,3	29,3	29,3	6,0	6,0	6,0	52,0	52,1	52,2	-	-	-
Others 7	29,3	29,3	29,3	6,0	6,0	6,0	52,0	52,0	52,0	-	-	-
Kaca GL 70	29,3	29,3	29,3	6,0	6,0	6,0	52,0	52,0	52,0	-	-	-
Stainless steel 304.	29,3	29,3	29,3	6,0	6,0	6,0	52,0	52,0	52,0	-	-	-
Stainless steel 316.	29,3	29,3	29,3	6,0	6,0	6,0	52,0	52,0	52,0	-	-	-

Pada data tabel 4.2.1 menunjukkan pengukuran parameter air sebelum sterilisasi dengan 3 kali pengulangan pada semua wadah. Diperoleh data untuk suhu rata-rata 29,3°C untuk semua wadah. pH 6 dan TDS (52,0 mg/L).

Parameter suhu pada sampel air minum sebelum sterilisasi diuji menunjukkan nilai sebesar 29,3°C. Apabila dibandingkan dengan baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan PP No. 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan, yang mensyaratkan suhu air minum berada pada rentang 22°C–28°C, maka hasil pengukuran tersebut berada di atas ambang batas maksimum yang diperbolehkan, meskipun selisihnya relatif kecil yaitu sebesar 1,3°C. Kondisi suhu yang melebihi standar ini diduga dipengaruhi oleh suhu lingkungan pada saat pengukuran dilakukan, mengingat penelitian berlangsung pada kondisi ruangan yang tidak dikendalikan secara ketat (non-terkontrol). Suhu air yang relatif tinggi berpotensi memberikan dampak tidak langsung terhadap kualitas air secara keseluruhan, di antaranya

mempercepat laju pertumbuhan mikroorganisme, termasuk bakteri patogen, akibat peningkatan aktivitas metabolisme mikroba pada suhu yang lebih hangat. Selain itu, peningkatan suhu juga dapat menurunkan kelarutan oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) dalam air serta mempercepat reaksi kimia, termasuk potensi pelepasan ion logam dari material wadah penyimpanan. Hal ini sejalan dengan Wiyono dkk 2017, suhu air yang melebihi batas normal merupakan air yang tidak baik dikonsumsi dan sebaiknya tidak diminum karena menunjukkan adanya indikasi bahan kimia yang terlarut dalam jumlah yang cukup besar (misalnya fenol atau belerang) atau sedang terjadi proses mikroorganisme, sehingga dapat memengaruhi kadar TDS di dalam air bersih. Bila temperatur semakin tinggi maka TDS akan meningkat, hal ini selaras dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan TDS mengacu pada total jumlah zat terlarut dalam air seperti garam, mineral, dan bahan kimia lainnya. Suhu dapat memengaruhi kelarutan zat terlarut, semakin suhu meningkat, maka zat terlarut di dalam air juga akan larut dalam jumlah yang lebih besar sehingga TDS juga meningkat (Margaret dkk, 2023; Yolanda dkk, 2023).

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air minum isi ulang yang dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan, diperoleh nilai rata-rata pH sebesar 6,0. menunjukkan bahwa air masih kurang aman untuk dikonsumsi. Standar yang berlaku menurut regulasi Indonesia berdasarkan Permenkes No. 2 Tahun 2023, syarat kimia air minum antara lain pH antara 6,5 – 8,5, serta bebas dari logam berat seperti timbal (Pb) dan merkuri dan TDS maksimal (500 mg/L). Bila pH < 6,5 (asam) maka berisiko korosif, bisa melarutkan logam dari wadah penyimpanan air (*Australian Drinking Water Guidelines – pH*). Hal ini juga selaras dengan rekomendasi WHO yang menyatakan bahwa air yang layak dikonsumsi bila pH netral (6,5-8,5), bebas logam berat (arsenic, timbal merkuri), Fe < 0,3 mg/L, (TDS): <1000 mg/L (ideal <600 mg/L). Kondisi pH rendah tersebut kemungkinan disebabkan oleh gas CO₂ yang terlarut di air membentuk asam karbonat (H₂CO₃) berpotensi menimbulkan sifat korosif, khususnya apabila air disimpan dalam wadah berbahan stainless steel dalam jangka waktu tertentu. Sifat korosif ini dikhawatirkan dapat memicu pelarutan (*leaching*) logam berat dari permukaan wadah ke dalam air, sehingga berisiko terhadap kesehatan konsumen,

Selain pH, parameter *Total Dissolved Solids* (TDS) juga menjadi indikator penting dalam SBMKL (Standar Baku Mutu Kesehatan) Permenkes No. 2 Tahun 2023, dengan baku mutu maksimal sebesar 500 mg/L (ppm). Hasil pengukuran pada penelitian ini menunjukkan rata-rata TDS sebesar 52,0 mg/L, jauh di bawah ambang batas maksimum yang ditetapkan. Selain parameter pH, kadar ozon yang digunakan dalam proses pengolahan air isi ulang turut memengaruhi nilai Total Dissolved Solids (TDS) pada sampel. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (Badan Standardisasi Nasional, 2015). Nilai TDS air isi ulang ini mengindikasikan bahwa sampel air tergolong sebagai air dengan kandungan padatan terlarut rendah dan secara parameter TDS dapat dikategorikan memenuhi standar. Meskipun demikian, mengingat Permenkes No. 2 Tahun 2023 mensyaratkan seluruh parameter wajib (fisik, kimia, dan biologi) terpenuhi secara simultan agar air dinyatakan layak konsumsi, maka ketidaksesuaian pada parameter pH menyebabkan sampel air belum dapat dikategorikan sepenuhnya memenuhi baku mutu air minum yang berlaku.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan upaya perbaikan kualitas air melalui proses sterilisasi termal. Proses ini dilakukan dengan memanaskan air minum hingga mencapai titik didih (100°C), kemudian didinginkan pada suhu ruang ($\pm 27-30^{\circ}\text{C}$). Pemanasan hingga titik didih bertujuan untuk menonaktifkan mikroorganisme patogen yang mungkin terdapat dalam air, sekaligus diduga dapat memengaruhi kesetimbangan kimiawi air, termasuk kadar gas terlarut yang berkaitan dengan nilai pH. Setelah proses pendinginan, air kemudian dituangkan ke dalam semua wadah dengan volume yang seragam menggunakan gelas ukur untuk menjamin homogenitas sampel. Pengukuran parameter awal yang telah dilakukan pada setiap botol digunakan sebagai data awal (*baseline*) dan sesudah perlakuan sterilisasi sebagai data akhir sehingga perubahan kualitas air akibat proses tersebut dapat diamati secara lebih akurat. Data hasil pengukuran tampak dalam tabel 4.2.2.

Hasil dari tabel 4.2.2 menunjukkan Setelah dilakukan proses sterilisasi termal terhadap sampel air minum isi ulang, diperoleh perubahan pada ketiga parameter yang diukur, yaitu suhu, pH, dan *Total Dissolved Solids* (TDS), pada keenam jenis wadah penyimpanan yang diuji (PET, PP, kaca, dan stainless steel). Pemanasan hingga titik didih (100°C) bertujuan untuk menonaktifkan mikroorganisme patogen bakteri *Escherichia coli* (*E.coli*) yaitu bakteri yang dapat menyebabkan sakit pada pencernaan seperti diare (Sumampouw 2017). Suhu rata-rata berkisar antara 32,3°C hingga 33,6°C pada seluruh perlakuan. Nilai ini tidak hanya melebihi baku mutu suhu air minum yang ditetapkan Permenkes No. 2 Tahun 2023 (22°C–28°C), tetapi juga lebih tinggi dibandingkan hasil pengukuran suhu sebelum

sterilisasi (29,3°C). Kondisi ini mengindikasikan bahwa proses pendinginan air pasca-pemanasan hingga suhu ruang ($\pm 27-30^\circ\text{C}$), sebagaimana dijelaskan dalam metode penelitian, belum sepenuhnya tercapai pada saat pengukuran dilakukan. Kemungkinan pengukuran dilakukan sebelum air mencapai kesetimbangan termal dengan suhu lingkungan, atau dipengaruhi oleh suhu ruang laboratorium yang relatif tinggi pada saat pengujian berlangsung.

Tabel 4.2.2 Hasil Pengukuran Parameter Air Setelah Sterilisasi

Perlakuan	Parameter Air Sebelum Sterilisasi											
	Suhu			pH			<i>Total Dissolved Solid</i> (mg/l)			Kandungan Logam Fe (mg/l)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
PET 1	32,5	34,6	32,5	8,0	8,0	8,0	85,0	81,0	70,0	-	-	-
PP 5	32,6	32,3	32,5	8,0	8,0	8,0	74,0	61,0	60,0	-	-	-
Others 7	32,4	32,6	32,5	7,0	8,0	8,0	65,0	65,0	65,0	-	-	-
Kaca GL 70	32,8	32,5	32,6	7,0	7,0	7,0	65,0	67,0	63,0	-	-	-
Stainless steel 304.	33,2	33,3	34,3	$\pm 7,0-8,0$	$\pm 7,0-8,0$	8,0	68,0	61,0	61,0	-	-	-
Stainless steel 316	31,7	32,8	32,5	8,0	8,0	8,0	77,0	70,0	77,6	-	-	-

Perubahan kenaikan angka pH air sebelum dan setelah dilakukan sterilisasi dalam rentang $\pm 7,0-8,0$. Hal ini menunjukkan air isi ulang lebih layak untuk dikonsumsi menurut standar Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 maupun standar WHO, yaitu 6,5–8,5. Peningkatan pH dari kondisi sebelum sterilisasi (rata-rata 6,0) menjadi netral cenderung basa, ini diduga berkaitan dengan berkurangnya kadar gas karbon dioksida (CO_2) terlarut akibat proses pemanasan hingga titik didih. Pengurangan CO_2 terlarut menyebabkan berkurangnya pembentukan asam karbonat (H_2CO_3) dalam air, yang pada gilirannya menaikkan nilai pH mendekati netral. Perlakuan ini menunjukkan bahwa sterilisasi termal efektif dalam memperbaiki parameter pH air minum isi ulang agar sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan. Wadah PET, PP dan *stainless steel* 316 cenderung memiliki pH yang stabil dengan angka 8,0, sedangkan kaca stabil pada pH 7,0 dan *Others* serta *stainless steel* 304 menunjukkan variasi nilai pH antara $\pm 7,0-8,0$.

Pada parameter TDS, hasil pengukuran menunjukkan peningkatan nilai rata-rata dibandingkan sebelum sterilisasi, dengan kisaran 63,3–78,7 mg/L pada berbagai jenis wadah, meningkat dari rata-rata 52,0 mg/L sebelum perlakuan. Peningkatan TDS ini kemungkinan disebabkan oleh pelarutan sebagian mineral dari material wadah penyimpanan selama proses pemanasan (Widyastuti, 2021). Proses pemanasan (perebusan) sampai mendidih (100°C) membuat air menguap sehingga, konsentrasi padatan terlarut seperti mineral dan garam juga bisa sedikit meningkat, karena mineral dan garam tidak ikut menguap bersama uap air (Hannainst. (2026). Meskipun terjadi peningkatan, nilai tersebut masih jauh di bawah ambang batas maksimum yang ditetapkan dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023 maupun SNI (Badan Standardisasi Nasional, 2015), yaitu 500 mg/L, sehingga air masih dapat dikategorikan layak dari aspek TDS. Berdasarkan data yang diberikan nilai TDS pada air yang disimpan dalam wadah plastik khususnya jenis PET, PP, *Others*, dan kaca memiliki TDS sekitar 60,0–85,0 mg/L. Sementara itu, wadah *stainless steel* memiliki nilai sekitar 61,0–85,0 mg/L. Pada wadah PET, nilai TDS memiliki rata-rata yaitu 78,6 mg/L dengan variasi nilai yang lebih besar dibandingkan dengan wadah plastik lainnya. Hal ini mungkin disebabkan oleh perpindahan senyawa *Disodis Ethylhexyl Phthalate* (DEHP) dari material wadah ke dalam air minum, khususnya untuk PET daur ulang. Wadah jenis wadah ini juga tidak dianjurkan untuk digunakan berulang, karena dapat berpotensi melepaskan zat mikroplastik (Farhoodi, 2008). Sebaliknya, wadah kaca (Kaca GL 70) menunjukkan hasil yang relatif stabil, karena sifatnya sebagai material yang cenderung inert dan tidak banyak berinteraksi kimiawi dengan air. Wadah kaca khususnya *borosilikat* menghasilkan pengujian yang stabil karena memiliki ketahanan hidrolitik yang bersifat inert sehingga meminimalkan pelepasan zat kimiawi (USP; Clark, 1988).

Selanjutnya, seluruh sampel disimpan dalam kondisi terkontrol di laboratorium selama 24 jam pada ruangan yang terhindar dari paparan sinar matahari langsung. Kondisi penyimpanan ini bertujuan untuk meminimalkan pengaruh faktor eksternal, seperti suhu dan intensitas cahaya, yang berpotensi memengaruhi stabilitas parameter fisik dan kimia air selama masa pengamatan, Data pengukuran untuk parameter suhu, pH dan TDS tampak pada tabel 4.2.3.

Tabel 4.2.3 Hasil Pengukuran Parameter Air setelah Sterilisasi didiamkan 24 jam

Perlakuan	Parameter Air Sebelum Sterilisasi											
	Suhu			pH			<i>Total Dissolved Solid</i> (mg/L)			Kandungan logam Fe (mg/L)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
PET 1	31,2	32,6	32,5	8,0	8,0	8,0	74,0	80,0	70,0	-	-	-
PP 5	32,6	32,3	32,5	8,0	8,0	±7,0-8,0	74,0	61,0	60,0	-	-	-
Others 7	33,2	33,0	33,0	7,0	8,0	8,0	70,0	80,0	83,0	-	-	-
Kaca GL 70	32,4	32,5	32,3	±7,0-8,0	8,0	8,0	57,0	64,0	62,0	-	-	-
Stainless steel 304.	31,0	30,0	29,8	±7,0-8,0	7,0	7,0	66,0	51,0	64,0	-	-	-
Stainless steel 316	31,6	30,3	31,8	±7,0-8,0	8,0	8,0	68,0	69,0	60,0	-	-	-

Hasil pengukuran setelah 24 jam penyimpanan, suhu pada hampir semua wadah menurun, terutama pada stainless steel 304 yang turun signifikan dari 33,6°C menjadi 30,3°C (mendekati batas atas Permenkes No. 2/2023, yaitu 28°C). Ini mengonfirmasi dugaan sebelumnya bahwa pengukuran awal pasca-sterilisasi dilakukan sebelum air benar-benar mencapai kesetimbangan termal dengan suhu ruang. Penyimpanan selama 24 jam pada ruangan gelap memberi waktu tambahan bagi air untuk mendingin secara alami. Meski demikian, sebagian besar wadah (PET, PP, Others, Kaca, SS316) masih berada sedikit di atas standar 22–28°C.

Nilai pH tetap berada pada rentang 7,0–8,0 setelah 24 jam, konsisten dengan hasil sebelumnya dan tetap memenuhi standar Permenkes No. 2/2023 maupun WHO (6,5–8,5). Ini menunjukkan bahwa perbaikan pH akibat sterilisasi bersifat stabil dan tidak kembali asam selama masa penyimpanan 24 jam, sehingga risiko korosif akibat pH rendah dapat dikatakan teratasi secara berkelanjutan.

TDS setelah sterilisasi dan kemudian didiamkan selama 24 jam terdapat penurunan nilai pada TDS. Salah satu faktornya dapat disebabkan oleh penurunan suhu. Pada tabel 4.2.1 suhu awal 29,3°C dengan TDS 52,0, pada tabel 4.2.2 suhu meningkat sekitar 31,7–34,3°C (TDS juga meningkat). Setelah didiamkan selama 24 jam, suhu berkisar 29,8–33,2°C dengan kisaran 51,0–80,0 mg/L. Pola ini mengindikasikan adanya hubungan antara suhu dan nilai TDS, di mana peningkatan suhu cenderung diikuti oleh peningkatan TDS, dan sebaliknya. Selain faktor suhu, penurunan TDS setelah 24 jam penyimpanan juga diduga dipengaruhi oleh dua mekanisme tambahan, yaitu proses pengendapan mineral (presipitasi) selama masa penyimpanan, serta proses adsorpsi, yaitu pengikatan ion terlarut oleh permukaan dinding wadah, yang intensitasnya bervariasi tergantung pada jenis material wadah yang digunakan. Pada wadah PET, nilai TDS tercatat pada kisaran 74,6 ppm. Meskipun PET dikenal memiliki sifat barrier yang relatif baik terhadap oksigen dibandingkan jenis plastik lain (PP), suhu penyimpanan yang lebih tinggi pada tahap awal pasca-sterilisasi (>26°C) berpotensi meningkatkan laju migrasi senyawa kimia dari material plastik ke dalam air, sebagaimana ditemukan pada studi migrasi monomer plastik kemasan yang menunjukkan hubungan positif antara suhu penyimpanan dan tingkat migrasi zat dari wadah PET. Hal ini diduga turut berkontribusi terhadap nilai TDS yang relatif lebih tinggi pada wadah PET dibandingkan dengan PP dengan TDS rata-rata 65,0 mg/L, karena PP memiliki sifat lebih stabil terhadap suhu tinggi dan lebih tahan terhadap perlakuan panas berulang. Wadah kaca memiliki kestabilan antara pH dan TDS yang stabil karena sifat kaca GL-70 yang inert (tidak reaktif) dengan nilai TDS berkisar 61,0 ppm dengan berbanding selisih suhu awal sebelum didiamkan selama 24 jam berkisar 32,6 dan sesudah 32,4, penurunan TDS pada wadah kaca selama 24 jam akibat penurunan suhu ruang. Wadah *stainless steel* 304 dan 316 memiliki lapisan pasivasi kromium oksida yang berfungsi untuk mencegah korosi (berkarat), nilai TDS setelah dilakukan perebusan dan sesudah didiamkan selama 24 jam terjadinya penurunan nilai TDS pada SS 304 sebesar 3,0 mg/L pada dan pada SS316 sebesar 9,2 mg/L. Hal ini disebabkan oleh konduktivitas termal dari *stainless steel*. Penurunan TDS setelah 24 jam pada SS 304 (3,0 mg/L) dan SS 316 (9,2 mg/L) diduga terjadi karena proses stabilisasi lapisan pasif seiring penurunan suhu, di mana ion-ion yang sebelumnya teradsorpsi lemah pada permukaan wadah atau terlarut dalam air mengalami pengendapan (presipitasi) secara bertahap. Perbedaan besaran penurunan antara kedua material berkaitan dengan kandungan molibdenum pada SS 316 (2–3%) yang tidak dimiliki SS304. Molibdenum memperkuat lapisan pasif secara elektrokimia, membuat SS 316 lebih resisten terhadap korosi sekaligus lebih efektif dalam menstabilkan ion pada

permukaannya sehingga penurunan TDS pada SS 316 lebih besar dibandingkan SS 304.

Untuk analisis kandungan logam Fe menggunakan AAS hanya dilakukan pada air minum dalam wadah penyimpanan *stainless steel* 304 dan 316. Hasil pengukuran dilakukan 3 kali perulangan yang datanya tertera pada tabel 4.2.4

Tabel 4.2.4 Lampiran Hasil Uji Kadar Fe

Lampiran Hasil Uji No. Laporan: 41% /UNS.4.6.K/KPM/2026

Data Hasil Uji Konsentrasi Logam

No.	Nama Sampel	Parameter	Konsentrasi Logam (mg/L)	Metode Pengujian
1	Stainless Steel 304 (biru)	Fe	NA	SNI 6989.84:2019
2	Stainless Steel 304 (pink)	Fe	NA	SNI 6989.84:2019
3	Stainless Steel 304 (hijau)	Fe	NA	SNI 6989.84:2019
4	Stainless Steel 316 (abu - abu)	Fe	NA	SNI 6989.84:2019
5	Stainless Steel 316 (pink)	Fe	12,150*	SNI 6989.84:2019
6	Stainless Steel 316 (hijau)	Fe	NA	SNI 6989.84:2019

Ceterangan

* = Pengenceran 10 kali

NA = Not Acceptable (Karena Nilai Sampel dibawah LOD Fe Sebesar 0,044 ppm)

Direktor Laboratorium Terpadu
Universitas Sumatera Utara
Prof. Saharman Gea S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 196811101999031001

Penentuan kadar logam Fe menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) diawali dengan pembuatan kurva kalibrasi sebagai dasar kuantifikasi. Kurva kalibrasi dibuat dengan mengukur absorbansi dari serangkaian larutan standar Fe pada rentang konsentrasi tertentu (0–5 mg/L) , sehingga diperoleh hubungan linear antara respons instrumen (absorbansi) dengan konsentrasi analit. Pada penelitian ini, kurva kalibrasi disusun pada rentang konsentrasi 0–5 mg/L, sedangkan hasil pengukuran sampel menunjukkan nilai rata-rata berkisar antara 0,503–2,700 mg/L. Nilai tersebut berada di dalam rentang standar kalibrasi, sehingga estimasi konsentrasi Fe pada sampel dapat dinyatakan valid dan dapat dipertanggungjawabkan secara analitis, karena diperoleh dari area kurva yang memenuhi asumsi linearitas.

Hasil pengukuran table 4.2.4 menunjukkan lima dari enam wadah (SS304 biru/pink/hijau, SS316 abu-abu, SS316 hijau) menunjukkan hasil Fe di bawah batas deteksi (NA). Ini mengindikasikan bahwa secara umum kedua jenis material SS304 maupun SS316 bersifat inert terhadap pelepasan (*leaching*) ion besi (Fe) ke dalam air pada kondisi pengujian ini, sesuai sifat *stainless steel* yang memiliki lapisan pasif kromium oksida yang tahan korosi. Namun terjadi anomali pada sampel air di wadah SS316 (pink), dimana hasil pengukuran menunjukkan hasil menonjol secara signifikan dengan kadar Fe sebesar 12,150 mg/L (setelah faktor pengenceran 10×), jauh di atas kelima sampel air dari wadah lain yang tidak terdeteksi sama sekali. Karena SS304 dan SS316 lainnya (termasuk warna pink pada SS304) tidak menunjukkan pelepasan Fe, kenaikan drastis ini bukan disebabkan oleh jenis grade *stainless steel*, melainkan mengarah pada faktor spesifik pada wadah tersebut. Setelah dilakukan pengecekan/pengamatan terhadap wadah SS316 (pink) ternyata terdapat kerusakan/cacat pada lapisan pasif (*coating*) permukaan wadah yang ditunjukkan pada gambar 4.1



Gambar 4.1. Kerusakan/cacat pada lapisan pasif (*coating*) permukaan wadah SS316 (pink)

Sehingga hal inilah yang menyebabkan terjadinya pelepasan Fe ke dalam air. Hasil ini juga didukung dari data TDS untuk sampel air pada wadah SS316 yang lebih tinggi pada pengukuran air Setelah sterilisasi Tabel 4.2.2 dan penyimpanan 24 jam setelah sterilisasi Tabel 4.2.3.

4.3 Interpretasi Hasil

Suhu

Suhu air sebelum sterilisasi (29,3°C) sudah sedikit melebihi baku mutu Permenkes No. 2/2023 (22–28°C) akibat kondisi ruang yang tidak terkontrol. Proses sterilisasi termal justru menaikkan suhu (32,3–33,6°C) karena air belum mencapai kesetimbangan dengan suhu ruang saat diukur. Setelah didiamkan 24 jam, suhu turun mendekati baku mutu (29,8–33,2°C), mengonfirmasi bahwa pengukuran pasca-sterilisasi dilakukan terlalu dini. Pola ini berlaku pada semua jenis wadah, sehingga suhu lebih dipengaruhi oleh waktu pendinginan daripada jenis material wadah. Dengan Stainless steel 304 & PET 1 menunjukkan suhu tertinggi (33,2–33,6°C) yang disebabkan sifat konduktivitas termal bahan yang menahan panas lebih lama.

pH

pH awal (6,0) berada di bawah standar aman (6,5–8,5) dan berisiko korosif karena kandungan CO₂ terlarut membentuk asam karbonat. Sterilisasi termal efektif menaikkan pH ke rentang netral–basa (7,0–8,0) akibat pengurangan CO₂ terlarut saat pemanasan, dan nilai ini tetap stabil setelah 24 jam penyimpanan. Ini menunjukkan sterilisasi berhasil memperbaiki parameter pH secara berkelanjutan dan menurunkan risiko pelarutan logam dari wadah.

Total Dissolved Solids (TDS)

TDS meningkat setelah sterilisasi (63,3–78,7 mg/L dari 52,0 mg/L) seiring kenaikan suhu, sejalan dengan hubungan positif antara suhu dan kelarutan zat terlarut. Setelah 24 jam, TDS menurun kembali mengikuti penurunan suhu, ditambah proses presipitasi mineral dan adsorpsi ion pada permukaan wadah. Wadah kaca dan PP relatif lebih stabil, sedangkan PET menunjukkan TDS lebih tinggi yang diduga terkait migrasi senyawa DEHP pada suhu tinggi. Pada *stainless steel*, penurunan TDS pada SS316 (9,2 mg/L) lebih besar daripada SS304 (3,0 mg/L), berkaitan dengan kandungan molibdenum pada SS316 yang memperkuat lapisan pasif dan menstabilkan ion pada permukaannya. Meski berfluktuasi, seluruh nilai TDS tetap jauh di bawah ambang batas 500 mg/L sehingga masih layak dari aspek ini. TDS tertinggi pada PET 1 (78,7 mg/L) dan *stainless steel* 316 (77,2 mg/L) mengindikasikan kedua wadah ini paling berkontribusi terhadap peningkatan padatan terlarut. Kaca GL 70 menunjukkan hasil paling stabil dan rendah pada TDS, mendukung anggapan umum bahwa kaca adalah wadah paling inert (tidak bereaksi dengan air).

Kadar Logam Fe (Stainless Steel)

Lima dari enam sampel stainless steel (SS304 dan sebagian besar SS316) menunjukkan Fe di bawah batas deteksi, mengindikasikan lapisan pasif kromium oksida bekerja efektif mencegah leaching. Satu sampel SS316 menunjukkan anomali dengan kadar Fe sangat tinggi (12,150 mg/L), yang setelah diperiksa disebabkan oleh cacat/kerusakan pada lapisan pasif wadah tersebut, bukan karena grade material. Temuan ini juga konsisten dengan TDS yang lebih tinggi pada wadah tersebut, menegaskan bahwa integritas fisik lapisan pelindung, bukan jenis logam, yang menentukan risiko pelepasan Fe.

Secara keseluruhan, sterilisasi termal efektif memperbaiki pH air isi ulang, namun perlu waktu pendinginan yang cukup agar kondisi pengukuran suhu dan TDS lebih terkontrol. Wadah kaca menunjukkan kestabilan fisik-kimia terbaik karena sifatnya yang inert, sedangkan PET berpotensi meningkatkan migrasi zat kimia pada suhu tinggi. Stainless steel aman digunakan selama lapisan pasifnya tidak mengalami kerusakan, karena cacat pada lapisan tersebut dapat menyebabkan pelepasan Fe yang signifikan dan menurunkan kualitas air minum.

Kebutuhan masyarakat dengan pertumbuhan populasi penduduk tanpa adanya persediaan yang cukup untuk air bersih serta keterbatasan penggunaan air tanah dan penyaluran air oleh PDAM yang menyebabkan masyarakat lebih memilih air isi ulang sebagai sumber air minum pokok (Putri & Priyono, 2022). Namun hal yang harus diperhatikan dalam konsumsi air isi ulang tersebut ialah kualitas air yang diminum serta cara penyimpanan air dalam wadah botol.

Kadar Total Dissolved Solids (TDS) yang terlalu tinggi dalam air minum dapat menimbulkan berbagai risiko Kesehatan Kadar Total Dissolved Solids (TDS) yang terlalu tinggi dalam air minum dapat menimbulkan berbagai risiko kesehatan. Ginjal, sebagai filter utama tubuh, harus bekerja lebih keras untuk menyaring kelebihan mineral terlarut dalam air. Dalam jangka panjang, kondisi ini dapat membebani fungsi ginjal dan meningkatkan risiko pembentukan batu ginjal. Selain itu, konsentrasi mineral yang sangat tinggi juga dapat memicu gangguan pencernaan seperti mual atau diare pada sebagian orang, serta menyebabkan air terasa pahit, asin, atau seperti logam sehingga tidak nyaman untuk dikonsumsi.

Ancaman yang lebih serius dari TDS tinggi adalah potensinya sebagai indikator kontaminasi zat berbahaya. Angka TDS yang tinggi dapat menjadi "bendera merah" yang menandakan adanya kontaminan seperti timbal, arsenik, nitrat, atau pestisida akibat pencemaran dari aktivitas industri maupun pertanian. Paparan jangka panjang terhadap logam berat semacam ini dapat menyebabkan kerusakan organ vital, gangguan pada sistem saraf, dan bahkan berisiko memicu kanker. Di sisi lain, muncul pula polemik mengenai keamanan air dengan TDS yang sangat rendah, mendekati 0 ppm, seperti air hasil pengolahan Reverse Osmosis (RO) atau air distilasi. Meskipun sering dipasarkan sebagai air "paling murni," anggapan bahwa air dengan TDS serendah mungkin selalu lebih baik ternyata tidak sepenuhnya tepat. Berdasarkan panduan yang merujuk pada World Health Organization (WHO), air dengan TDS sangat rendah, di bawah 50 ppm, berpotensi kekurangan mineral esensial seperti kalsium dan magnesium yang sesungguhnya dibutuhkan tubuh untuk mendukung berbagai fungsi vital. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kualitas air minum yang ideal bukan sekadar air dengan TDS serendah mungkin, melainkan air yang berada pada rentang kadar mineral yang seimbang, cukup rendah untuk menghindari risiko kontaminan berbahaya, namun tetap mengandung mineral esensial yang diperlukan tubuh.

Sehingga kelayakan air minum tidak dapat ditentukan hanya berdasarkan kadar TDS, tetapi perlu mempertimbangkan parameter fisik dan kimia lainnya, terutama suhu dan pH. Air yang layak dikonsumsi berdasarkan Permenkes No. 2/2023 maupun WHO, idealnya memiliki TDS dalam batas yang wajar (maksimal 500 mg/L), pH pada rentang yang dipersyaratkan untuk air minum (6,5–8,5), serta suhu (22°C -28°C) dan yang tidak menunjukkan adanya perubahan kualitas selama penyimpanan. Suhu yang terlalu tinggi dapat mempercepat perubahan kimia dan pertumbuhan mikroorganisme, sedangkan pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat memengaruhi rasa, stabilitas mineral, dan keamanan air. Oleh karena itu, evaluasi TDS, pH, dan suhu secara bersamaan menjadi penting untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kualitas dan kelayakan air isi ulang sebagai sumber air minum masyarakat.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pada wadah botol kaca, perubahan nilai suhu, pH, dan TDS menunjukkan kenaikan yang relatif tidak terlalu signifikan dibandingkan dengan wadah lainnya. Selain itu, terdapat perbedaan nilai pH sebelum dan setelah proses sterilisasi. Setelah air didiamkan selama 24 jam, terdapat perubahan pada nilai suhu, pH, dan TDS yang terlarut. Proses sterilisasi juga diperlukan untuk membantu menghilangkan mikroorganisme yang berpotensi menyebabkan penyakit, terutama penyakit yang berkaitan dengan saluran pencernaan. Oleh karena itu, kondisi wadah, proses sterilisasi, dan lama penyimpanan perlu diperhatikan untuk menjaga kualitas air. Kandungan Fe di bawah batas deteksi (NA yang mengindikasikan bahwa secara umum wadah stainless steel SS304 maupun SS316 bersifat inert terhadap pelepasan (*leaching*) ion besi (Fe) ke dalam air karena sifatnya yang memiliki lapisan pasif kromium oksida yang tahan korosi namun bila permukaan wadah mengalami kerusakan, seperti tergores, terkikis, atau kerusakan lainnya membuat pelepasan (*leaching*) ion besi (Fe) ke dalam air.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya. Pengukuran pH air sebaiknya dilakukan menggunakan pH meter digital yang memiliki tingkat akurasi dan ketelitian lebih tinggi. Penggunaan kertas indikator pH (*pH paper*) sebaiknya dihindari karena hasil pengukurannya kurang presisi dibandingkan dengan pH meter digital. Sebelum penelitian dilakukan, Perlu melakukan pengukuran suhu pada kondisi ruangan yang lebih terkontrol dan dengan pengulangan waktu yang lebih variatif guna memperoleh data yang lebih representatif. Pemeriksaan kondisi awal setiap wadah botol seperti adanya goresan, pengikisan, kerusakan, atau perubahan pada permukaan botol. Pemeriksaan tersebut dapat dilakukan kembali setelah penelitian untuk mengetahui perubahan kondisi wadah dari awal hingga akhir penelitian. Selain itu, pemilihan wadah yang akan digunakan dalam penelitian perlu diperhatikan dengan memilih botol yang memiliki kondisi baik dan sesuai dengan tujuan penelitian. Untuk wadah botol plastik, perlu diperhatikan pula lama atau kurun waktu penggunaan botol serta batas suhu yang dapat ditahan oleh masing-masing jenis plastik. Hal ini penting untuk mencegah terjadinya perubahan bentuk, kerusakan, atau pelelehan pada plastik akibat paparan suhu yang melebihi kemampuan materialnya. Serta adanya untuk penelitian selanjutnya, suhu ruangan selama proses penyimpanan selama 24 jam sebaiknya dikondisikan pada suhu yang relatif konstan untuk meminimalkan pengaruh perubahan suhu lingkungan terhadap kualitas air. Pengendalian suhu dapat dilakukan dengan menggunakan ruangan ber-AC atau *chamber* yang memiliki pengaturan suhu, serta melakukan pemantauan suhu secara berkala menggunakan termometer digital atau *data logger*. Sampel juga sebaiknya ditempatkan pada lokasi yang sama dan jauh dari sinar matahari langsung atau sumber panas lainnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul "Perubahan Kualitas Air Minum pada Botol Kaca, Plastik, dan Stainless Steel selama 24 jam Penyimpanan di Suhu Ruangan" dengan baik dan tepat pada waktunya. Penulis menyadari bahwa keberhasilan penyusunan laporan ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada: Drs. Marsito, M.Si, selaku kepala sekolah SMA Negeri 2 Medan yang telah memberikan dukungan berupa fasilitas serta materi sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian ini. Grace Eunike Sinaga S, Pd, M.Pd, selaku pembimbing utama. Dr. Ahmad Ridwan, DEA. Dosen yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, arahan, serta ilmu yang sangat berharga kepada penulis hingga laporan ini selesai. Dr. Lisnawaty Simatupang, M.Si selaku Dosen yang juga senantiasa sabar memberikan masukan, kritik, dan saran yang membangun demi kesempurnaan penelitian ini. Prof. Saharman Gea S.Si., M.Si. Ph.D, selaku Direktur Laboratorium Terpadu Universitas Sumatera Utara yang telah mengizinkan dan membantu penulis dalam proses pengambilan data penelitian. Bapak/Ibu guru SMAN 2 Medan yang telah memberi dukungan dan kemudahan kepada penulis, dan teristimewa kedua orang tua dan keluarga tercinta, yang tiada henti memberikan doa, dukungan moral, kasih sayang, serta pengorbanan materiil yang luar biasa kepada penulis. Teman-teman seperjuangan OPSI 2026 SMA Negeri 2 Medan, serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas bantuan, semangat, dan keceriaan yang dibagikan selama ini.

SURAT PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN ARTIFISIAL

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Ketua : Aira Ratu Azilla
NISN Ketua : 0109776490
Nama Anggota : Fina Alfin Nur Dina
NISN Anggota : 0105644958
Asal Sekolah : SMA Negeri 2 Medan
Nama Pembimbing : Grace Eunike Sinaga, S.Pd, M.Pd

dengan ini menyatakan sejujurnya bahwa proposal penelitian saya dengan judul **Perubahan Kualitas Air Minum pada Botol Kaca, Plastik, dan Stainless Steel selama 24 jam Penyimpanan di Suhu Ruangan** menggunakan bantuan perangkat bantu/perangkat lunak Kecerdasan Artifisial untuk:

- Menemukan ide
- Mencari referensi artikel ilmiah
- Memperbaiki susunan kalimat dan mencari teori relevan

Perangkat lunak Kecerdasan Artifisial yang digunakan:

- Google Scholar
- GPT AI
- Google Gemini AI

Penggunaan perangkat bantu Kecerdasan Artifisial sesuai dengan ketentuan pada Panduan OPSI 2026. Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya bersedia menerima konsekuensi sesuai aturan OPSI.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Mengetahui,

Kepala Sekolah


Drs. Marsito, M.Si
NIP.196809192000031005

Dibuat di Medan

Pada tanggal 6 Maret 2026

Yang membuat pernyataan


Aira Ratu Azilla
NISN 0109776490

DAFTAR PUSTAKA

- Alan, GT; Rantnayaka, DD; Baranot, MJ (2000): Pasokan air ke-5 edisi, IWA Publishing. Hlm.267-265.
- Badan Standarisasi Nasional, 2015., Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3553-2015-AMDK tentang Air Minum Dalam Kemasan, Jakarta.
- Bibliophiles Blog. <https://store.bibliophiles.in/blogs/children-news/glass-vs-plastic-vs-steel-water-bottles-which-is-better-for-you>
- Bibliophiles. (2026, 4 Januari). *Glass vs Plastic vs Steel Water Bottles: Which is Better for You*. Binibor, P. I., Nwachukwu, N. A., Ndulue, G. U., Ndukwe, D. U., Ngwu, A. O. V., & Usman, O. H. (2025). Investigating the effect of storage materials on the quality of potable water. *European Journal of Sustainable Development Research*, 9(3), em0310. <https://doi.org/10.29333/ejosdr/16355>
- Clark, D. E., & Hench, L. L. (1988). *Glass-water interactions*. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 102(1-3), 1–10. [doi.org](https://doi.org/10.1016/0022-3091(88)90001-1)
- dan garam. *Jurnal Agroindustri Halal*, 6(2), 217–227. <https://ojs.unida.info/index.php/Agrohalal/article/view/217-227/pdf>
- Dukuzimana, M. J., Uwizeyimana, E., Henley, P., Bayisenge, U., Shyaka, A., & Qambayot, M. A. (2026). Assessment of drinking water quality in storage containers in rural Rwanda: A case of Butaro sector. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 16(1), 13–21. <https://doi.org/10.2166/washdev.2025.139>
- Farhoodi, M., Mousavi, S. M., Sotudeh-Gharebagh, R., Emam-Djomeh, Z., & Oromiehie, A. (2008). *Effect of environmental conditions on the migration of di (2-ethylhexyl) phthalate from PET bottles into yogurt drinks: influence of time, temperature and food*. *The Arabian Journal for Science and Engineering*, 33(1B), 147-156.
- Handayani, S., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Analisis kualitas air minum berdasarkan kadar pH air mineral dan rebusan sebagai sumber energi terbarukan. *Optika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 385–395.
- Hapsah, S. (2022). Analisis dampak pembuangan limbah sampah dan plastik cemari Sungai Jan, J. (2025, November 20). *How glass bottled water impacts taste?* TP Glass Bottle Manufacturer. <https://tpglassbottle.com/how-glass-bottled-water-impacts-taste/>
- Kemenkes. (2020, 20 Oktober). *Air dan kesehatan*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. <https://www.kemkes.go.id/eng/air-dan-kesehatan>
- KR, M., Bannikoppa, A. M., B. R., M. A., Hungund, P. R., Megha, M., Khanum, R., & Ganavi, B. R. (2025). Impact of storage container materials on physicochemical and microbial water quality: A comparative study. *European Journal of Nutrition & Food Safety*, 17(8), 202–214. <https://doi.org/10.9734/ejnfs/J2025/v17i81812>
- Malaysian Journal of Science and Advanced Technology*, 2(2), 42–49. <https://doi.org/10.56532/mjsat.v2i2.39>
- Manaf, F. A., & Asyary, A. (2026). Hubungan jenis sumber air minum dengan kualitas air minum rumah tangga pada titik sarana dan titik konsumsi di Kota Bekasi. *Sehat Rakyat: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(1), 141–155.
- Margaret, R., dkk. (2023). Pengaruh fluktuasi temperatur lingkungan terhadap kelarutan padatan total dan salinitas pada air bersih industri depot isi ulang. *Jurnal Kimia Lingkungan Indonesia*, 15(2), 112–121.
- Martapura dan memengaruhi kualitas air Sungai. *Pendidikan Lingkungan Hidup*, 1(1), 1–11.

- minum isi ulang di Kelurahan Pampang Kota Makassar. *Window of Public Health Journal*, 5(5), 594–600. <https://jurnal.fkm.umi.ac.id/index.php/woph/article/view/1864/709>
- Muhammad Juanda, Nadia Luthfi Pratiwi, Dwi Hery Astuti, Sani Sani *Kajian Inhibitor Nano2 sebagai Pengendalian Laju Korosi pada Stainless Steel dalam Lingkungan Nacl 3,5%* <https://media.neliti.com/media/publications/492442-none-21b0b029.pdf>
- Onuorah, S. (2022). Physicochemical quality of borehole water stored in household plastic containers. *Panduan Lengkap TDS Air Mineral Sesuai Standar Kesehatan*
- Priyotomo, G. (2020). Pelepasan logam peralatan masak stainless steel dalam larutan simulasi asam
- Putri, A. R., & Priyono, J. (2022). Analisis ketergantungan masyarakat perkotaan terhadap konsumsi air minum isi ulang ditinjau dari pertumbuhan populasi. *Jurnal Geografi Lingkungan*, 20(3), 145–154.
- Rachmi, N., Gafur, A., & Hidayat. (2024). Identifikasi keberadaan dan bentuk mikroplastik depot air
- Sumampouw, O. .J. (2017). *Diare Balita: Suatu Tinjauan dari Bidang Kesehatan Masyarakat*. Deepublish..
- Supriyo, E., & Noviana, S. N. (2023). Kandungan mikroplastik pada air minum dalam kemasan (AMDK) yang beredar di Semarang, Jawa Tengah. *METANA*, 19(2), 69–78. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/metana/article/view/58548>
- Widyastuti, M. E. (2021). PENURUNAN TOTAL ZAT PADAT TERLARUT (TDS) AIR SUNGAI DENGAN MENGGUNAKAN ARANG TONGKOL JAGUNG. *CHEMTAG Journal of Chemical Engineering*, 2(1–6), 6
- Wiyono, N., Faturrahman, A., & Syauqiah, I. (2017). Sistem pengolahan air minum sederhana (portable water treatment). *Jurnal Konversi*, 6(1), 9–16.
- World Health Organization. (2022, 21 Maret). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first and second addenda*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064>
- Yolanda, S., dkk. (2023). Studi korelasi parameter termal terhadap nilai total dissolved.
- Younes, I., & Rinaudo, M. (2015). Chitin and chitosan preparation from marine sources: Structure, properties and applications. *Marine Drugs*, 13(3), 1133–1174.

LAMPIRAN

RANCANGAN ANGGARAN BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN

No.	Komponen Pengeluaran	Jumlah Anggaran (Rp)
1.	Biaya Alat dan Bahan 1. Botol minum berbahan plastik jenis PP 5 (Polypropylene). 2. 3 botol minum berbahan plastik jenis PET 1 3. 3 botol minum berbahan plastik <i>OTHERS</i> 7 4. 3 botol minum berbahan <i>stainless steel</i> kode 316 5. 1 botol minum berbahan <i>stainless steel</i> kode 304 6. 2 botol minum berbahan <i>stainless steel</i> kode 304 7. 2 botol minum berbahan kaca 8. 1 botol minum berbahan kaca 9. Kertas pH 10. pH meter digital pertama 11. pH meter digital kedua 10. Aquades. 11. Air minum yang sudah dimasak hingga mencapai suhu didih. 12. 2 Thermometer alcohol	Rp86.925 Rp9.000 Rp66.000 Rp99.000 Rp17.000 Rp0 (punya kami) Rp46.000 Rp0 (punya kami) Rp80.000 Rp100.000 Rp35.000 Rp20.000 Rp5.000 Rp50.000
2.	Biaya Jasa Jasa pemeriksaan 6 sampel kadar Fe menggunakan AAS di Laboratorium USU	Rp648.800
3.	Biaya Sewa	Rp0
4.	Akomodasi dan Transportasi Biaya transportasi ke tempat penelitian (ke sekolah SMA Negeri 2 Medan, ke Universitas Sumatera Utara, dan Universitas Negeri Medan)	Rp250.000
	Total	Rp1.529.325

Jadwal Kegiatan Penelitian

No.	Kegiatan	Tanggal Pelaksanaan
1.	Persiapan alat dan bahan	23 Maret 2026
2.	Pelaksanaan penelitian	Juli, 2026
3.	Pengumpulan data	1-20 Juli, 2026
4.	Analisis data	21-28 Juli, 2026
5.	Penyusunan laporan akhir	29 Juli- 30 Agustus 2026

HASIL ANALIS AAS
UPT. LABORATORIUM PENELITIAN TERPADU
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

Seq. No.	I	AS Loc:		Date:	7/15/2026		
Sample ID:	Blanko						
Analyte	Corr. Absorbance	Conc (Calib)	Std. Dev.	Conc (Sample)	Std. Dev.	%RSD:	Time
Fe 248.33							
	0.3821	[0.00]	mg/L				1:02:30PM
	0.3831	[0.00]	mg/L				1:02:33PM
	0.3948	[0.00]	mg/L				1:02:37PM
Mean:	0.3867	[0.00]	0.0070 mg/L			1.8210	

Seq. No.	4	AS Loc:		Date:	7/15/2026		
Sample ID:	Calib Std 1						
Analyte	Corr. Absorbance	Conc (Calib)	Std. Dev.	Conc (Sample)	Std. Dev.	%RSD:	Time
Fe 248.33							
	0.0432	[1]	mg/L				1:05:16PM
	0.0455	[1]	mg/L				1:05:20PM
	0.0453	[1]	mg/L				1:05:23PM
Mean:	0.0447	[1]	0.0013 mg/L			2.8405	

Seq. No.	8	AS Loc:		Date:	7/15/2026		
Sample ID:	Calib Std 2						
Analyte	Corr. Absorbance	Conc (Calib)	Std. Dev.	Conc (Sample)	Std. Dev.	%RSD:	Time
Fe 248.33							
	0.0899	[2]	mg/L				1:08:29PM
	0.0910	[2]	mg/L				1:08:32PM
	0.0905	[2]	mg/L				1:08:36PM
Mean:	0.0905	[2]	0.0006 mg/L			0.6330	

Seq. No.	12	AS Loc:		Date:	7/15/2026		
Sample ID:	Calib Std 3						
Analyte	Corr. Absorbance	Conc (Calib)	Std. Dev.	Conc (Sample)	Std. Dev.	%RSD:	Time
Fe 248.33							
	0.1349	[3]	mg/L				1:11:31PM
	0.1326	[3]	mg/L				1:11:35PM
	0.1335	[3]	mg/L				1:11:38PM
Mean:	0.1337	[3]	0.0011 mg/L			0.8515	

Seq. No.	17	AS Loc:		Date:	7/15/2026		
Sample ID:	Calib Std 4						
Analyte	Corr. Absorbance	Conc (Calib)	Std. Dev.	Conc (Sample)	Std. Dev.	%RSD:	Time
Fe 248.33							
	0.1816	[4]	mg/L				1:14:40PM
	0.1804	[4]	mg/L				1:14:43PM
	0.1826	[4]	mg/L				1:14:47PM
Mean:	0.1815	[4]	0.0011 mg/L			0.6016	

Seq. No.	24	AS Loc:		Date:	7/15/2026		
Sample ID:	S. Steel 304 (biru)						
Analyte	Corr. Absorbance	Conc (Calib)	Std. Dev.	Conc (Sample)	Std. Dev.	%RSD:	Time
Fe 248.33							
	-0.0077	-0.171	mg/L	-0.171	mg/L		1:22:33PM
	-0.0086	-0.192	mg/L	-0.192	mg/L		1:22:37PM
	-0.0074	-0.164	mg/L	-0.164	mg/L		1:22:40PM
Mean:	-0.0079	-0.175	0.0144 mg/L	-0.175	0.0144 mg/L	8.2104	

Seq. No.	25	AS Loc:		Date:	7/15/2026		
Sample ID:	S. Steel 304 (biru) 2						
Analyte	Corr. Absorbance	Conc (Calib)	Std. Dev.	Conc (Sample)	Std. Dev.	%RSD:	Time
Fe 248.33							
	-0.0071	-0.157	mg/L	-0.157	mg/L		1:22:49PM
	-0.0079	-0.175	mg/L	-0.175	mg/L		1:22:52PM
	-0.0085	-0.189	mg/L	-0.189	mg/L		1:22:55PM
Mean:	-0.0078	-0.174	0.0160 mg/L	-0.174	0.0160 mg/L	9.2193	

Seq. No.	27	AS Loc:		Date:	7/15/2026		
Sample ID:	S. Steel 304 (pink) 2						
Analyte	Corr. Absorbance	Conc (Calib)	Std. Dev.	Conc (Sample)	Std. Dev.	%RSD:	Time
Fe 248.33							
	-0.0089	-0.197	mg/L	-0.197	mg/L		1:24:40PM
	-0.0111	-0.246	mg/L	-0.246	mg/L		1:24:43PM
	-0.0073	-0.161	mg/L	-0.161	mg/L		1:24:47PM
Mean:	-0.0091	-0.201	0.0427 mg/L	-0.201	0.0427 mg/L	21.2000	

Seq. No.	28	AS Loc:		Date:	7/15/2026		
Sample ID:	S. Steel 304 (pink) 3						
Analyte	Corr. Absorbance	Conc (Calib)	Std. Dev.	Conc (Sample)	Std. Dev.	%RSD:	Time
Fe 248.33							
	-0.0091	-0.203	mg/L	-0.203	mg/L		1:24:59PM
	-0.0092	-0.205	mg/L	-0.205	mg/L		1:25:03PM
	-0.0100	-0.223	mg/L	-0.223	mg/L		1:25:06PM
Mean:	-0.0095	-0.210	0.0110 mg/L	-0.210	0.0110 mg/L	5.2439	

Seq. No.	30	AS Loc:		Date:	7/15/2026		
Sample ID:	S. Steel 304 (hijau) 2						
Analyte	Corr. Absorbance	Conc (Calib)	Std. Dev.	Conc (Sample)	Std. Dev.	%RSD:	Time
Fe 248.33							
	-0.0054	-0.119	mg/L	-0.119	mg/L		1:26:51PM
	-0.0045	-0.101	mg/L	-0.101	mg/L		1:26:55PM
	-0.0049	-0.108	mg/L	-0.108	mg/L		1:26:58PM
Mean:	-0.0049	-0.109	0.0094 mg/L	-0.109	0.0094 mg/L	8.6016	

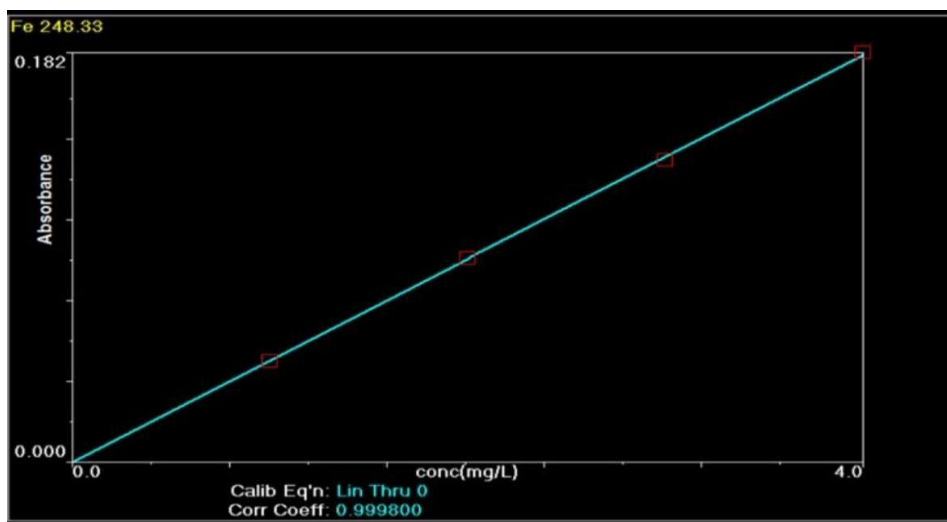
Seq. No.	32	AS Loc:		Date:	7/15/2026		
Sample ID:	S. Steel 304 (hijau) 4						
Analyte	Corr. Absorbance	Conc (Calib)	Std. Dev.	Conc (Sample)	Std. Dev.	%RSD:	Time
Fe 248.33							
	-0.0045	-0.099	mg/L	-0.099	mg/L		1:27:34PM
	-0.0050	-0.110	mg/L	-0.110	mg/L		1:27:37PM
	-0.0051	-0.113	mg/L	-0.113	mg/L		1:27:40PM
Mean:	-0.0048	-0.108	0.0073 mg/L	-0.108	0.0073 mg/L	6.7860	

Seq. No.	33	AS Loc:		Date:	7/15/2026		
Sample ID:	S. Steel 316 (abu)						
Analyte	Corr. Absorbance	Conc (Calib)	Std. Dev.	Conc (Sample)	Std. Dev.	%RSD:	Time
Fe 248.33							
	-0.0018	-0.039	mg/L	-0.039	mg/L		1:29:28PM
	-0.0021	-0.046	mg/L	-0.046	mg/L		1:29:32PM
	-0.0026	-0.058	mg/L	-0.058	mg/L		1:29:35PM
Mean:	-0.0022	-0.048	0.0098 mg/L	-0.048	0.0098 mg/L	20.5922	

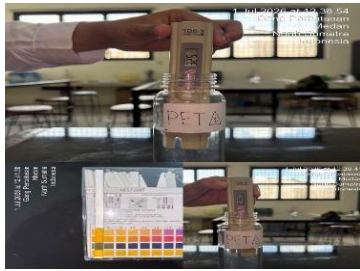
Seq. No.	34	AS Loc:		Date:	7/15/2026		
Sample ID:	S. Steel 316 (abu) 2						
Analyte	Corr. Absorbance	Conc (Calib)	Std. Dev.	Conc (Sample)	Std. Dev.	%RSD:	Time
Fe 248.33							
	-0.0023	-0.052	mg/L	-0.052	mg/L		1:29:48PM
	-0.0018	-0.039	mg/L	-0.039	mg/L		1:29:52PM
	-0.0025	-0.056	mg/L	-0.056	mg/L		1:29:55PM
Mean:	-0.0022	-0.049	0.0091 mg/L	-0.049	0.0091 mg/L	18.4396	

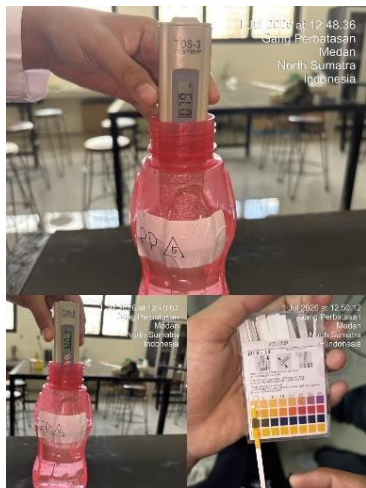
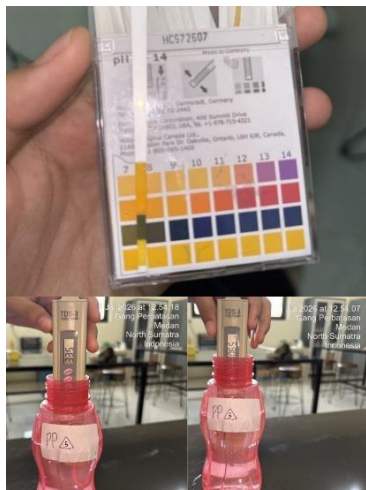
Seq. No.	37	AS Loc:		Date:	7/15/2026		
Sample ID:	S. Steel 316 (hijau) 2						
Analyte	Corr. Absorbance	Conc (Calib)	Std. Dev.	Conc (Sample)	Std. Dev.	%RSD:	Time
Fe 248.33							
	-0.0002	-0.003	mg/L	-0.003	mg/L		1:33:14PM
	-0.0004	-0.008	mg/L	-0.008	mg/L		1:33:17PM
	-0.0016	-0.036	mg/L	-0.036	mg/L		1:33:20PM
Mean:	-0.0007	-0.016	0.0177 mg/L	-0.016	0.0177 mg/L	111.3872	

Seq. No.	38	AS Loc:		Date:	7/15/2026		
Sample ID:	S. Steel 316 (hijau) 3						
Analyte	Corr. Absorbance	Conc (Calib)	Std. Dev.	Conc (Sample)	Std. Dev.	%RSD:	Time
Fe 248.33							
	0.0004	0.008	mg/L	0.008	mg/L		1:33:35PM
	-0.0016	-0.036	mg/L	-0.036	mg/L		1:33:38PM
	-0.0016	-0.036	mg/L	-0.036	mg/L		1:33:42PM
Mean:	-0.0010	-0.021	0.0257 mg/L	-0.021	0.0257 mg/L	121.0311	



LOGBOOK KEGIATAN

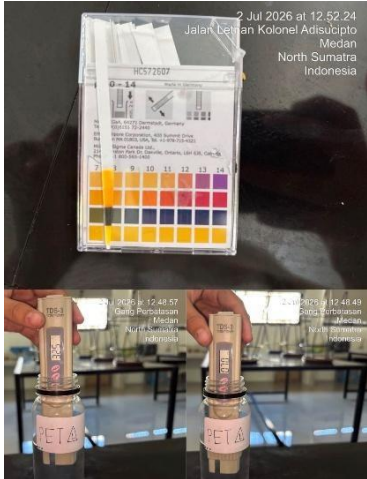
No.	Tanggal	Aktivitas	Pihak yang berperan	Dokumentasi
1.	1 Juli 2026	Mengukur suhu, pH, TDS air sebelum di sterilisasi. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
2.	1 Juli 2026	Memasak air hingga mendidih sampai 100 °C. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
3.	1 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol plastik PET (kode 1 titik) sebelum didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
4.	1 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol plastik PET (kode 2 titik) sebelum didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
5.	1 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol plastik PET (kode 3 titik) sebelum didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	

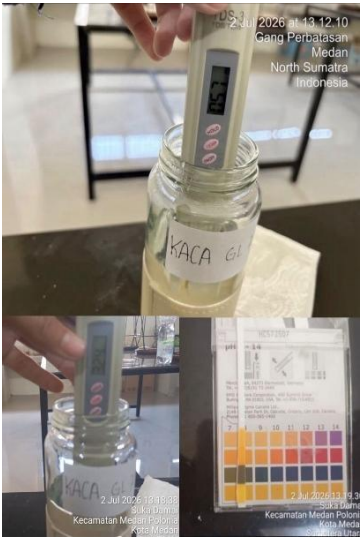
6.	1 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol plastik PP 5 (kode angka tidak tercantum pada label botol, tetapi botol tersebut ditetapkan sebagai kode 1) sebelum didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
7.	1 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol plastik PP 5 (kode angka 2) sebelum didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
8.	1 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol plastik PP 5 (kode angka 3) sebelum didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
9.	1 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol plastik OTHERS 7 (kode angka 1) sebelum didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	

11.	1 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol plastik OTHERS 7 (kode angka 3) sebelum didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitan dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
12.	1 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol kaca GL-70 (kode warna hijau) sebelum didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitan dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
13.	1 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol kaca GL-70 (kode warna krem) sebelum didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitan dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	

14.	1 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol kaca GL-70 (kode warna merah muda) sebelum didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitan dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
15.	2 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol plastik PP 5 (kode angka tidak tercantum pada label botol, tetapi botol tersebut ditetapkan sebagai kode 1) setelah didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitan dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
16.	2 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol plastik PP 5 (kode 2) setelah didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitan dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	

17.	2 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol plastik PP 5 (kode 3) setelah didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
18.	2 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol plastik PET (kode 1 titik) setelah didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
19.	2 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol plastik PET (kode 2 titik) setelah didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	

20.	2 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol plastik PET (kode 3 titik) setelah didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
21.	2 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol plastik OTHERS 7 (kode angka 1) setelah didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
22.	2 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol plastik OTHERS 7 (kode angka 2) setelah didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	

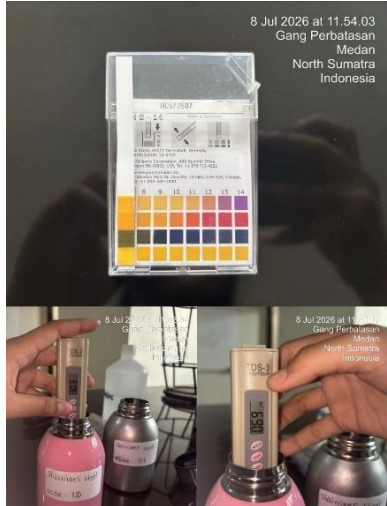
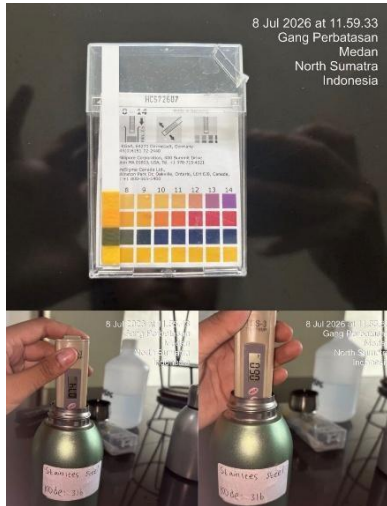
23.	2 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol plastik OTHERS 7 (kode angka 3) setelah didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitan dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
24.	2 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol kaca GL-70 (kode warna krem) setelah didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitan dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
25.	2 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol kaca GL-70 (kode warna hijau) setelah didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitan dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	

26.	2 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol kaca GL-70 (kode warna merah muda) setelah didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
27.	7 Juli 2026	Melakukan pengukuran suhu, pH, TDS pada air sebelum dilakukannya sterilisasi untuk wadah botol stainless steel. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
28.	7 Juli 2026	Melakukan sterilisasi dengan cara merebus air hingga mencapai suhu titik didih 100 °C. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	

29.	7 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol stainless steel 316 (kode warna merah muda) sebelum didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	 
30.	7 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol stainless steel 316 (kode warna hijau) sebelum didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	 
31.	7 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol stainless steel 316 (kode warna abu-abu) sebelum didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	 

32.	7 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol stainless steel 304 (kode warna merah muda) sebelum didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
33.	7 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol stainless steel 304 (kode warna merah muda) sebelum didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
34.	7 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol stainless steel 304 (kode warna biru) sebelum didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	

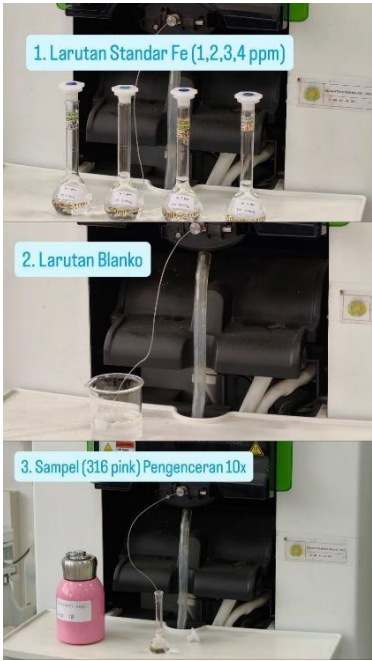
35.	8 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol stainless steel 304 (kode warna merah muda) setelah didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
36.	8 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol stainless steel 304 (kode warna biru) setelah didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
37.	8 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol stainless steel 304 (kode warna hijau) setelah didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	

38.	8 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol stainless steel 316 (kode warna merah muda) setelah didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
39.	8 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol stainless steel 316 (kode warna hijau) setelah didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	
40.	8 Juli 2026	Pengukuran suhu, pH, TDS air pada sampel wadah botol stainless steel 316 (kode warna abu-abu) setelah didiamkan selama 24 jam. Tempat aktivitas yaitu di laboratorium SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret kegiatan selama melakukan penelitian dan membantu Fina dalam melakukan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Melakukan Penelitian.	

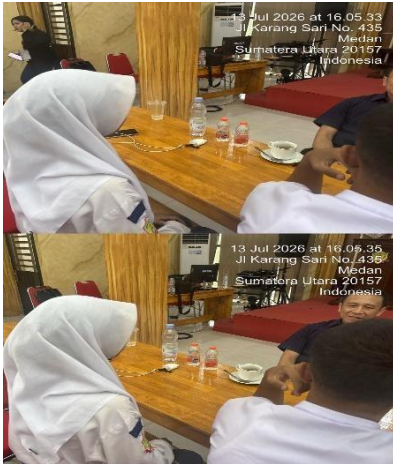
41.	9 Juli 2026	Melakukan pengecekan nilai pH awal pada sampel air yang berasal dari wadah stainless steel kode 316. Tempat aktivitas yaitu di Laboratorium Farmasi Universitas Sumatera Utara (USU).	Aira Ratu Azilla: Membawa sampel air dan mendokumentasikan kegiatan. Fina Alfin Nur Dina: Membantu dokumentasi dan mengecek nilai pH sampel. Petugas Laboratorium: Mengukur pH sampel setelah 24 jam sebagai dasar penentuan takaran HNO_3 dan NaOH. Pembimbing Universitas Sumatera Utara: Mengarahkan lokasi persiapan sampel.	
42.	9 Juli 2026	Melakukan pengecekan nilai pH awal pada sampel air yang berasal dari wadah stainless steel kode 304 untuk dilakukan preparasi. Tempat aktivitas yaitu di Laboratorium Farmasi Universitas Sumatera Utara (USU).	Aira Ratu Azilla: Membawa sampel air dan mendokumentasikan kegiatan. Fina Alfin Nur Dina: Membantu dokumentasi dan mengecek nilai pH sampel. Petugas Laboratorium: Mengukur pH sampel setelah 24 jam sebagai dasar penentuan takaran HNO_3 dan NaOH. Pembimbing Universitas Sumatera Utara: Mengarahkan lokasi persiapan sampel.	

43.	9 Juli 2026	Melakukan pengecekan pH pada sampel wadah botol kode 304 setelah preparasi. Preparasi dilakukan untuk menurunkan pH hingga mencapai maksimal 5 sebagai syarat analisis menggunakan AAS. Tempat aktivitas yaitu di Laboratorium Farmasi Universitas Sumatera Utara (USU).	Aira Ratu Azilla: Membawa sampel air dan mendokumentasikan kegiatan. Fina Alfin Nur Dina: Membantu dokumentasi dan mengecek nilai pH sampel. Petugas Laboratorium: Menambahkan beberapa tetes asam nitrat dan larutan basa pada sampel air, kemudian mengukur pH secara bertahap hingga mencapai pH maksimal 5. Pembimbing Universitas Sumatera Utara: Mengarahkan lokasi persiapan sampel.	
44.	9 Juli 2026	Melakukan pengecekan pH pada sampel wadah botol kode 316 setelah preparasi. Preparasi dilakukan untuk menurunkan pH hingga mencapai maksimal 5 sebagai syarat analisis menggunakan AAS. Tempat aktivitas yaitu di Laboratorium Farmasi Universitas Sumatera Utara (USU).	Aira Ratu Azilla: Membawa sampel air dan mendokumentasikan kegiatan. Fina Alfin Nur Dina: Membantu dokumentasi dan mengecek nilai pH sampel. Petugas Laboratorium: Menambahkan beberapa tetes asam nitrat dan larutan basa pada sampel air, kemudian mengukur pH secara bertahap hingga mencapai pH maksimal 5. Pembimbing Universitas Sumatera Utara: Mengarahkan lokasi persiapan sampel.	

45.	9 Juli 2026	Melakukan pengajuan sampel pemeriksaan air menggunakan <i>Spektrofotometer Serapan Atom</i> (AAS). Tempat aktivitas yaitu di Laboratorium Penelitian Terpadu Universitas Sumatera Utara (USU).	Aira Ratu Azilla: Mengisi formulir pengajuan AAS dan mendokumentasikan kegiatan. Fina Alfin Nur Dina: Membantu pengisian formulir pengajuan AAS. Petugas Laboratorium: Memproses sampel untuk pemeriksaan AAS. Kakak Petugas: Membantu dan mengarahkan pengisian formulir. Penjaga Laboratorium: Menjelaskan prosedur dan pembayaran pemeriksaan AAS. Satpam: Menjaga akses dan mengarahkan pengunjung.	
46.	9-16 Juli 2026	Melakukan pemeriksaan sampel air pada wadah stainless steel kode 304 menggunakan AAS. Tempat aktivitas yaitu di Laboratorium Penelitian Terpadu Universitas Sumatera Utara (USU).	Peneliti/Mahasiswa: Menyiapkan larutan standar Fe, blanko, pengenceran sampel udara, dan sampel untuk pemeriksaan AAS. Penjaga Laboratorium: Mendampingi dan mengawasi persiapan sampel serta penggunaan alat. Satpam: Menjaga keamanan dan ketertiban laboratorium.	

47.	9-16 Juli 2026	Melakukan pemeriksaan sampel air pada wadah stainless steel kode 316 menggunakan AAS. Tempat aktivitas yaitu di Laboratorium Penelitian Terpadu Universitas Sumatera Utara (USU).	Peneliti/Mahasiswa: Menyiapkan larutan standar Fe, blanko, pengenceran sampel udara, dan sampel untuk pemeriksaan AAS. Penjaga Laboratorium: Mendampingi dan mengawasi persiapan sampel serta penggunaan alat. Satpam: Menjaga keamanan dan ketertiban laboratorium.	
48.	9-16 Juli 2026	Persiapan larutan standar Fe, larutan blanko, dan pengenceran sampel air pada wadah botol stainless steel kode 316 (warna merah muda). Tempat aktivitas yaitu di Laboratorium Penelitian Terpadu Universitas Sumatera Utara (USU).	Peneliti/Mahasiswa: Menyiapkan larutan standar Fe, blanko, pengenceran sampel udara, dan sampel untuk pemeriksaan AAS. Penjaga Laboratorium: Mendampingi dan mengawasi persiapan sampel serta penggunaan alat. Satpam: Menjaga keamanan dan ketertiban laboratorium.	
49.	20 Juli 2026	Melakukan pengecekan terhadap wadah botol stainless steel kode 316. Pengecekan dilakukan karena terdapat hasil pengecekan nilai Fe yang terlalu tinggi pada wadah botol stainless steel kode 316 warna merah muda. Tempat aktivitas yaitu di SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Mendokumentasi bukti bahwa terdapat lapisan yang rusak pada wadah botol stainless steel 316 warna merah muda. Fina Alfin Nur Dina: Membantu Menyusun wadah botol dan mengarahkan posisi kamera agar penyebab	

			nya dapat terlihat dikamera.	
50.	13 Mei 2026	Berdiskusi dengan guru pembimbing. Tempat aktivitas yaitu di Perpustakaan SMA Negeri 2 Medan.	Aira Ratu Azilla: Memotret selama kegiatan berlangsung dan mencatat bagian-bagian penting terkait hasil diskusi). Fina Alfin Nur Dina Mencatat hasil diskusi dan materi yang diberikan. Lisnawaty Simatupang Memberikan arahan dan juga materi terkait bagaimana cara penyusunan laporan.	
51.	20 Mei 2026	Melakukan diskusi bersama Pak Ridwan selaku guru pembimbing untuk menyampaikan proposal penelitian yang kami buat sebelumnya.	Dr. Ahmad Ridwan, DEA: Memberikan saran dan kritik penelitian. Lisnawaty Simatupang: Membimbing dan mendiskusikan penelitian. Aira Ratu Azilla: Mengikuti diskusi dan menyampaikan perkembangan penelitian. Fina Alfin Nur Dina: Menyampaikan proposal dan berdiskusi tentang penelitian.	

51.	4 Juni 2026	Berdiskusi dengan Pak Ridwan terkait kegiatan penelitian dan bertanya tentang hal yang kami tidak pahami.	Aira Ratu Azilla: Mengajukan pertanyaan dan menyimak penjelasan. Fina Alfin Nur Dina: Mengajukan pertanyaan dan menyimak penjelasan. Dr. Ahmad Ridwan, DEA: Memberikan saran dan menjawab pertanyaan terkait kegiatan penelitian.	
52.	13 Juli 2026	Melakukan diskusi bersama guru pembimbing mengenai kendala dan hal-hal yang belum dipahami selama kegiatan penelitian berlangsung.	Aira Ratu Azilla: Mendokumentasikan kegiatan dan menyimak diskusi. Fina Alfin Nur Dina: Mengajukan pertanyaan dan menyimak diskusi. Dr. Ahmad Ridwan, DEA: Memberikan jawaban, saran, dan solusi.	
53.	22 Agustus 2026	Berdiskusi tentang progres kami dalam menyusun laporan penelitian serta bertanya tentang hal yang tidak kami pahami terkait hasil dari kegiatan penelitian.	Aira Ratu Azilla: Menyimak penjelasan dan jawaban. Fina Alfin Nur Dina: Mengajukan pertanyaan. Dr. Ahmad Ridwan, DEA: Memberikan jawaban dan solusi. Cellien: Mendokumentasikan kegiatan.	

FORM PENJELASAN ATAS MASUKAN REVIEWER PADA PROPOSAL

No.	Komentar Reviewer	Respon Peneliti
1.	Prosedur penelitian hanya mengukur pH awal dan akhir tanpa menguji parameter kualitas air lain yang relevan (misal TDS, kadar logam, mikroplastik).	Kami telah menambahkan pengukuran parameter kualitas air lainnya, yaitu <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS) dan kadar logam Fe (besi) menggunakan metode <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> (AAS). Parameter mikroplastik tidak ditambahkan karena penelitian lebih difokuskan pada pengujian kadar logam Fe yang berpotensi terlarut dari wadah botol, khususnya pada wadah <i>stainless steel</i> kode 304 dan 316. Selain itu, pengujian mikroplastik memerlukan metode dan instrumen khusus, seperti Spektroskopi FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>), yang membutuhkan biaya penelitian lebih besar. Oleh karena itu, parameter yang ditambahkan disesuaikan dengan fokus penelitian serta keterbatasan biaya dan fasilitas penelitian.
2.	Lakukan minimal 3 kali campuran untuk setiap perlakuan dan gunakan uji statistik (ANOVA) untuk membandingkan hasil antar wadah.	Kami telah melakukan 3 kali pengulangan pada setiap perlakuan atau jenis wadah botol dan menambahkan uji statistik ANOVA untuk membandingkan hasil pengukuran antarwadah. Selain itu, kami memperluas variasi jenis wadah yang digunakan. Pada wadah plastik, kami menggunakan plastik PP 5, PET, dan Other. Pada wadah kaca, kami menggunakan tipe GL-70, sedangkan pada wadah <i>stainless steel</i> kami menggunakan kode 304 dan 316. Pemilihan jenis wadah tersebut didasarkan pada tipe material yang umum digunakan dan relatif mudah ditemukan di lingkungan masyarakat. Hal ini sesuai dengan tujuan penelitian kami, yaitu menguji kualitas air pada jenis wadah yang mudah ditemukan dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari.
3.	Suhu ruangan disebut sebagai variabel kontrol tetapi tidak dijelaskan bagaimana menjaganya tetap konstan selama 24 jam.	Pada penelitian ini, suhu ruangan memang belum dapat dijaga agar tetap konstan selama 24 jam karena penelitian dilakukan dalam kondisi suhu ruang laboratorium yang berubah-ubah. Untuk meminimalkan pengaruh perbedaan suhu, seluruh sampel ditempatkan pada ruangan yang sama, dengan waktu penyimpanan yang sama selama 24 jam, serta dijauhkan dari sinar matahari langsung dan sumber panas. Suhu air juga diukur sebelum sterilisasi, setelah sterilisasi, dan setelah penyimpanan 24 jam untuk mengetahui perubahan suhu yang terjadi selama penelitian. Oleh karena itu, suhu ruangan tidak kami perlakukan sebagai variabel yang dikontrol secara konstan, melainkan sebagai kondisi lingkungan yang dicatat dan dipertimbangkan dalam pembahasan hasil penelitian. Keterbatasan ini juga menjadi salah satu pertimbangan untuk penelitian selanjutnya agar pengendalian suhu dapat dilakukan dengan lebih baik.