

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b>	i
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Khusus Riset	1
1.3 Manfaat Riset	2
1.4 Urgensi Riset	2
1.5 Temuan yang Ditargetkan	2
1.6 Kontribusi Riset	2
1.7 Luaran Riset	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	2
2.1 Ferrofluid	2
2.2 Surfaktan	2
2.3 Sekam Padi	3
2.4 Air Sungai	3
2.5 Aktivitas Antimikroba Ferrofluid	3
<b>BAB 3 METODE RISET</b>	3
3.1 Waktu dan Tempat	4
3.2 Bahan dan Alat	4
3.3 Variabel Riset	4
3.3.1 Variabel Bebas	4
3.3.2 Variabel Terikat	4
3.4 Tahapan Riset	4
3.5 Prosedur Riset	4
3.5.1 Sintesis Natrium Lignosulfonat	4
3.5.2 Sintesis Ferrofluid	4
3.5.3 Karakterisasi Ferrofluid	5
3.5.4 Uji Efektivitas Ferrofluid	5
3.6 Luaran dan Indikator Capaian	6
3.7 Analisis Data	7
3.8 Cara Penafsiran	7
3.9 Penyimpulan Hasil Riset	7
<b>BAB 4 BIAYA DAN JADWAL PELAKSANAAN</b>	8
4.1 Anggaran Biaya	8
4.2 Jadwal Kegiatan	8
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	10
<b>LAMPIRAN</b>	11
Lampiran 1. Biodata Ketua dan Anggota, serta Dosen Pendamping	11
Lampiran 2. Justifikasi Anggaran Kegiatan	18
Lampiran 3. Susunan Organisasi Tim Pelaksana dan Pembagian Tugas	19
Lampiran 4. Surat Pernyataan Ketua Pelaksana	20

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Air merupakan sumber daya yang sangat diperlukan manusia. Akses yang mudah terhadap sumber air bersih berperan besar terhadap kesejahteraan manusia. Di Indonesia, sejumlah provinsi masih kesulitan akses terhadap layanan air minum yang layak dan berkelanjutan. Daerah yang paling disayangkan adalah Bengkulu dengan persentase aksesibilitas air minum yang layak hanya sebesar 45%. Sementara itu, di Sumatera Utara sekitar 16% dari jumlah rumah tangga yang ada belum memperoleh akses air bersih (BPS, 2019).

Pemanfaatan sumber daya air yang ada di masyarakat perlu ditingkatkan. Salah satu sumber air yang banyak ditemui namun belum maksimal pemanfaatannya adalah air sungai. Hal ini disebabkan karena banyak pertimbangan jika ingin mengkonsumsi air sungai di masa ini sejak terjadinya kontaminasi dari berbagai aktivitas manusia baik dalam bentuk limbah kimia maupun biologi.

Melihat data kualitas air sungai di berbagai daerah di Indonesia yang dikeluarkan oleh BPS (2017), dalam sembilan tahun terakhir (2007-2016), ditunjukkan bahwa kualitas air sungai hampir semua daerah yang diteliti terus-menerus memburuk. Pada tahun 2016, dari 291 titik sampling sungai yang diteliti, sebanyak 62,2% berstatus cemar berat, 20,96% cemar sedang-berat, 11,68% cemar ringan-sedang, 4,12% ringan berat, 1,03% cemar sedang. Artinya, air sungai sudah tidak layak lagi dikonsumsi oleh manusia. Namun, dengan penanganan yang baik, air yang sudah tercemar juga masih dapat diproses hingga layak untuk diminum.

Ferrofluid adalah suspensi dari partikel nano dari besi oksida yang terdispersi dalam cairan berair atau tidak berair dengan sifat magnet yang kuat. Nanopartikel besi oksida pada ferrofluid biasanya dilapisi dengan surfaktan untuk menstabilkan suspensinya dalam pelarut atau cairan pembawa sehingga dapat mencegah terjadinya aglomerasi (Oehlsen *et al.*, 2022).

Surfaktan adalah zat aktif permukaan. Surfaktan dapat menstabilkan suspensi karena memiliki gugus polar dan nonpolar sekaligus dalam strukturnya. Natrium lignosulfonat (NaLS) adalah salah satu surfaktan yang bisa diekstrak dari sekam padi. Beberapa keunggulan NaLS yakni toksisitasnya rendah, mudah disintesis, mudah terurai, larut dalam air, dan tidak merusak lingkungan (Lestari & Sukmawati, 2021). Yadav *et al.* (2022) melaporkan bahwa nanopartikel natrium lignosulfonat memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri gram positif dan bakteri gram negatif.

Adsorptivitas ferrofluid cukup baik dikarenakan luas permukaannya yang besar dan mudah terikat dengan kontaminan dalam air termasuk mikroorganisme (Hatamie *et al.*, 2016). Zat ini juga dapat ditarik dengan medan magnet eksternal sehingga mempermudah pemanfaatannya dalam penanganan air.

Berdasarkan uraian di atas, maka riset terkait potensi ferrofluid dengan surfaktan NaLS dari sekam padi sebagai antibakteri air sungai dalam mewujudkan akses air bersih yang baik perlu dilakukan.

### **1.2 Tujuan Khusus Riset**

Tujuan khusus dari riset ini adalah untuk melakukan sintesis ferrofluid dengan penstabil berupa surfaktan natrium lignosulfonat dari sekam padi dan meneliti efektifitasnya dalam membunuh bakteri gram negatif (*Coliform*, *E. Coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa*) yang menjadi parameter biologi dalam syarat air minum layak konsumsi.

### **1.3 Manfaat Riset**

Riset ini diharapkan menghasilkan informasi yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan penggunaan ferrofluid dalam pengolahan air serta pengembangan teknologi dalam penanganan air bersih. Dengan ini, diharapkan sumber daya yang ada di sekitar, dalam hal ini adalah sungai, dapat dimaksimalkan pemanfaatannya untuk kemudahan akses air layak minum dalam masyarakat.

### **1.4 Urgensi Riset**

Riset ini penting untuk menangani kesulitan akses air bersih layak minum yang masih dirasakan oleh beberapa daerah di Indonesia, termasuk Sumatera Utara. Dengan demikian, tercipta masyarakat dengan akses air bersih layak minum yang memadai dan berkelanjutan.

### **1.5 Temuan yang Ditargetkan**

Target yang dituju riset ini adalah terbentuknya ferrofluid-NaLS yang stabil dan tidak toksik dalam penggunaannya, mampu membunuh bakteri berbahaya dalam air sungai berdasarkan mekanisme destruksi.

### **1.6 Kontribusi Riset**

Hasil penelitian ini akan berkontribusi dalam pengembangan pengetahuan tentang pemanfaatan limbah, keunggulan bahan nanopartikel, dan pengolahan air (*water treatment*).

### **1.7 Luaran Riset**

Luaran yang dihasilkan dari kegiatan riset ini adalah berupa laporan kemajuan, laporan akhir, hak kekayaan intelektual, artikel ilmiah, dan nanopartikel besi oksida dengan surfaktan natrium lignosulfonat, dan akun media sosial yang berisi konten edukasi terkait kegiatan riset yang dilaksanakan dan diiklankan pada jadwal yang ditentukan (25 April 2023, 25 Mei 2023, 25 Juni 2023, 25 Juli 2023, dan 25 Agustus 2023, pukul 12.00 WIB).

## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Ferrofluid**

Ferrofluida adalah suspensi koloid dari partikel nano oksida besi yang disebut juga dengan *iron oxide nanoparticles* (IONPs) dalam cairan berair atau tidak berair yang menunjukkan sifat magnetik yang kuat. Ferrofluida terdiri dari IONPs yang bersifat magnetik seperti  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , surfaktan yang melapisi IONPs (untuk mencegah aglomerasi), dan cairan pembawa yang menanggung IONPs. Kopresipitasi dan dekomposisi termal adalah metode utama yang digunakan untuk sintesis IONPs. Terlepas dari kenyataan bahwa dekomposisi termal memberikan kontrol yang tepat

pada ukuran nanopartikel, kopresipitasi adalah metode yang paling banyak digunakan, walaupun oksidasi besi dapat terjadi jika dilakukan dengan metode ini. Oksidasi mengubah rasio magnetik yang mempengaruhi sifat ferrofluida (Oehlsen *et al.*, 2022).

Ferrofluid dimodifikasi menggunakan bahan organik maupun anorganik untuk menghasilkan material yang sifat kemagnetannya tinggi, supaya dapat memanfaatkan medan eksternal dalam kemudahan pengalikasiannya. Selain itu, hal ini bertujuan untuk memperoleh material yang berukuran lebih kecil (Rahmayanti, 2020).

## **2.2 Surfaktan**

Surfaktan adalah zat aktif atau molekul yang bekerja pada bidang permukaan dan dapat menurunkan tegangan antara dua antarmuka cair yang tidak dapat bercampur (*immiscible*). Gugus hidrofilik surfaktan mudah bergabung dengan air karena sifatnya polar, sementara gugus lipofiliknya bersifat nonpolar dan mudah bergabung dengan minyak atau molekul nonpolar lain. Penambahan surfaktan menyebabkan penurunan tegangan permukaan pada suatu campuran. Pada konsentrasi tertentu, tegangan permukaan tetap konstan meskipun konsentrasi surfaktan dinaikkan (Oppusunggu *et al.*, 2015).

Surfaktan ditambahkan dalam ferrofluid untuk mencegah penggumpalan nanopartikel besi. Gugus polar pada surfaktan mengarah pada permukaan nanopartikel besi sedangkan gugus alkil berinteraksi dengan medium nonpolar. Surfaktan pada ferrofluid dipilih sesuai dengan aplikasi yang diharapkan karena akan mempengaruhi sifat ferrofluid (Oehlsen *et al.*, 2022).

## **2.3 Sekam Padi**

Sekam padi adalah kulit padi yang telah terpisah dari bulirnya dan dihasilkan pada proses penggilingan padi. Sekam padi mengandung sebanyak 35% selulosa, 25% hemiselulosa, dan 20% lignin (Ma'Ruf, Pramudono & Aryanti, 2017). Lignin memiliki struktur yang lebih kompleks dari selulosa dan mengandung gugus-gugus -OH pada struktur cincin aromatikannya sehingga dapat berperan sebagai adsorben terutama pada ion logam (Utomo and Fadila, 2020). Lignin dapat disulfonasi menjadi lignosulfonat dengan menggunakan natrium bisulfit.

## **2.4 Air Minum**

Air minum adalah air yang telah melalui proses pengolahan ataupun tanpa proses pengolahan, memenuhi syarat kesehatan, dan dapat langsung diminum. Air yang baik kualitasnya untuk diminum harus memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Air yang layak untuk diminum harus bebas dari sumber pencemaran, seperti mikroorganisme pembawa penyakit. Ada beberapa parameter yang digunakan sebagai standar dalam menentukan kualitas air minum yang baik. SNI tidak mensyaratkan pengujian terhadap bakteri *Escherichia coli* tetapi menetapkan *Pseudomonas aeruginosa*, total coliform, dan ALT sebagai persyaratan. SNI air mineral dan air demineral menetapkan cemaran total coliform, ALT dan

*Pseudomonas aeruginosa* tidak boleh terdeteksi per 250 ml AMDK (Agustini, 2017).

Tabel 2.1 Parameter Mikrobiologi Air Minum dan Standarnya

Parameter	Satuan	IBWA (2015)	Menkes (2010)	WHO (2011)	Air Mineral SNI 3553:20 15	Air De-mineral SNI 6241:201 5
Total Coliform	Jml/250 ml	0	0	0	TTD	TTD
E. Coli	Jml/100 ml	0	0	0	-	-
ALT Awal	Koloni/ml	-	-	-	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^2$
ALT Akhir	Koloni/ml	-	-	-	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
<i>Pseudomonas A</i>	Koloni/250 ml	-	-	-	TTD	TTD

## 2.5 Aktivitas Antimikroba Ferrofluid

Ferrofluid memiliki sifat antimikroba karena mengandung nanopartikel oksida logam yang dipercaya menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara menghasilkan stres oksidatif dan reactive oxygen species (ROS) berupa  $H_2O_2$ . Karena permukaan mikroba bermuatan negatif, akan terjadi tarikan elektrostatis dengan nanopartikel yang bermuatan positif pada ferrofluid. ROS akan menembus sel mikroba melalui pori-pori dan berujung pada destruksi inti sel dan DNA patogenik (Taufiq *et al.*, 2020).

## BAB 3. METODE RISET

### 3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Riset

Riset ini dilakukan selama 3 bulan di Laboratorium Kimia Anorganik FMIPA USU, dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Teknik USU.

### 3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam riset: sekam padi,  $NaHSO_3$ ,  $H_2SO_4$ ,  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ,  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ , NaOH, NaLS, alkohol, kerosin, trifeniltetrazolium klorida (TTC), *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB), *eosin methylene-blue* (EMB), *Plate Count Agar* (PCA), *pepton dilution fluid* (PDF) dan *aquadest*. Alat yang digunakan dalam riset ini yaitu: ayakan 60 dan 44 mesh, beberapa peralatan kaca, rotary evaporator, oven, neraca analitik, pH meter, homogenizer, rotary evaporator, botol sampel, labu alas bulat, cawan petri, *vacuum chamber*, XRD, spektrofotometer FTIR, *stomacher bag*, *colony counter*, corong, tabung *Lactose Broth Triple Strength* dan termometer digital.

### 3.3 Variabel Riset

#### 3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas pada riset ini adalah ferrofluid-NaLS.

#### 3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat pada riset ini adalah bakteri *Coliform*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan Angka Lempeng Total (ALT) pada air sungai.

### 3.4 Tahapan Riset

Tahapan riset terbagi menjadi 4, yaitu: pembuatan surfaktan NaLS, sintesis Ferrofluid-NaLS, karakterisasi, dan uji efektivitas antibakteri Ferrofluid-NaLS.

### 3.5 Prosedur Riset

#### 3.5.1 Sintesis Natrium Lignosulfonat

Sekam padi dihaluskan dengan ukuran 60 mesh dan tertahan pada ayakan mesh No.44 kemudian dimasukkan ke dalam beaker glass. Serbuk sekam padi dicampur dengan larutan  $\text{NaHSO}_3$  30% sebanyak 250mL dengan perbandingan 5:1 (sesuai berat sekam padi yang digunakan). Diukur pH campuran dengan pH meter, jika  $\text{pH} > 4$  ditambahkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sampai  $\text{pH} = 4$ . Campuran dipindahkan ke dalam labu alas bulat dan dipasangkan pada alat rotary evaporator dengan kecepatan pengadukan 5 rpm, suhu  $70^\circ\text{C}$  selama 1 jam, suhu  $85^\circ\text{C}$  selama 1 jam, dan suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 3 jam. Hasil reaksi kemudian dipindahkan kedalam beaker glass untuk disaring dengan kertas saring. Filtrat yang didapat kemudian di oven pada suhu  $100^\circ\text{C}$  sampai didapat serbuk natrium lignosulfonat.

#### 3.5.2 Sintesis Ferrofluid

Sintesis ferrofluid dilakukan dengan metode kopresipitasi (Rahmayanti, 2020). Metode ini dibuat dengan campuran larutan  $\text{Fe}^{3+}$  ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) dan  $\text{Fe}^{2+}$  ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) dengan rasio mol 1.5: 1 ditetesi dengan 0.1 M NaOH yang disertai pengadukan pada suhu kamar. Reaksi dilakukan pada labu leher tiga tertutup selama 60 menit. Setelah itu ditambahkan larutan natrium lignosulfonat jenuh (dalam pelarut air) sebanyak 1% (v/v). Endapan yang terbentuk didekantasi menggunakan medan magnet eksternal, dibersihkan dengan aquades dan alkohol, dan dikeringkan dalam *vacuum chamber*. Setelah itu, padatan ditambahkan dengan kerosin hingga membentuk koloid yang stabil.

#### 3.5.3 Karakterisasi Ferrofluid

Karakterisasi pertama dilakukan dengan instrumen *Particle Size Analyzer* untuk mengetahui ukuran nanopartikel yang terbentuk. Kedua, diuji dengan XRD untuk mengetahui kristalinitas nanopartikel besi oksida yang telah dilapisi NaLS. Terakhir, karakterisasi ferrofluid dilakukan dengan FTIR untuk mengamati serapan ikatan Fe-O dalam magnetit dan interaksi antara surfaktan NaLS dengan nanopartikel besi oksida.

#### 3.4.4 Uji Efektivitas Ferrofluid

Tiga sampel air sungai yang berbeda diuji ALT, total *Coliform*, *E. coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. Kandungan bakteri diuji sebelum dan sesudah diberi perlakuan dengan ferrofluid.

Pengujian total *Coliform* dilakukan dengan uji penduga (*Presumptive Test*) pada media *Lactose Broth* (LB) dan uji kepastian (*Confirmed Test*). Pada uji penduga, sampel diinkubasi pada suhu 35°C selama 48 jam. Tabung Durham yang menunjukkan positif ditandai dengan terbentuknya gas dan terjadinya perubahan warna. Pengujian berikutnya adalah uji kepastian. Tabung LB yang menunjukkan hasil positif kemudian diinokulasi ke dalam tabung yang berisi media *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB). Inkubasi dilakukan pada suhu 45°C selama 48 jam dan jumlah bakteri yang muncul dihitung menggunakan alat *colony counter* yang kemudian dicatat dan dikalikan dengan besaran pengenceran yang telah dilakukan. Jumlah bakteri dinyatakan dalam satuan cfu/ml (colony-forming unit/ml) (Puspitasari *et al.*, 2016).

Uji kandungan *E. Coli* dilakukan dengan menggunakan metode MPN (*Most Probable Number*) yang terdiri atas uji penduga (*presumptive test*). Pada tahap ini, spesimen cair ditanam pada 5 tabung *Lactose Broth Triple Strength* (5 ml) masing-masing 10 ml, satu tabung *Lactose Broth Triple Strength* (10 ml) masing-masing 1 ml, dan satu tabung *Lactose Broth Triple Strength* (10 ml) masing-masing 0,1 ml. Tabung-tabung tersebut diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam dan tabung yang menghasilkan gas dilanjutkan dengan uji penegasan. Pada tahap uji penegasan (*confirmed test*), tabung-tabung *Lactose Broth Triple Strength* pada uji penduga yang menghasilkan gas diambil sedikit dengan mencelupkan jarum ose ke dalamnya kemudian dicelupkan kembali ke dalam tabung *Brilliant Green Lactose Bile Broth*, lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Tabung-tabung yang menghasilkan gas dicatat dan dicocokkan dengan tabel MPN untuk menentukan jumlah bakteri *Coliform* yang terkandung dalam sampel. Selanjutnya, pada uji pelengkap (*completed test*), tabung *Brilliant Green Lactose Bile Broth* yang menghasilkan gas dicelupkan dengan ose setipis mungkin, kemudian ditanam pada agar EMB dan diinkubasi dalam inkubator 37°C selama 24 jam. Adanya *E. coli* ditandai dengan terbentuknya koloni bakteri yang rata dan mengkilap (merah kehijauan metalik) (Meylani & Putra, 2019).

Pengujian terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* menggunakan metode filter. Metode membran filter mampu mengisolasi koloni dan dapat menganalisa sampel dalam jumlah dan volume yang besar dalam waktu singkat dengan tingkat keakuratan yang tinggi. Dengan menggunakan teknik membran filter, sebanyak 100 mL sampel dapat melewati membran berukuran 0,45 m dengan menggunakan *filter funnel* dan *vacuum system*. Mikroorganisme yang ada dalam sampel akan tertahan pada permukaan membran. Selanjutnya, membran diletakkan di atas permukaan nutrisi media (Aprila, 2017).

Pengujian ALT (Angka Lempeng Total) secara aseptik dipipet 25 ml sampel cuplikan kedalam kantong *stomacher* steril, ditambahkan 225 ml PDF (*Pepton Dilution Fluid*), dihomogenkan dengan *stomacher* selama 30 detik sehingga terbentuk suspensi homogen dengan pengenceran  $10^{-1}$ . Lalu, disiapkan 5 buah tabung yang masing-masing telah terisi dengan PDF. Pipet 1 ml suspensi  $10^{-1}$

kedalam tabung berisi 9 ml pengencer PDF, kocok hingga diperoleh suspensi dengan pengenceran  $10^{-2}$ , lakukan hal yang sama hingga pengenceran terakhir. Kedalam tiap cawan petri diinokulasi 1 ml suspensi dari setiap pengenceran, kemudian dituangkan 15-20 ml media PCA + TTC ( suhu  $45^{\circ} + 1^{\circ}$  ). Cawan petri diputar dan digoyang hingga homogen, didiamkan sampai media memadat, kemudian diinkubasi pada suhu  $35^{\circ}$ - $37^{\circ}$  selama 24 - 48 jam dalam posisi dibalik dalam keadaan aerob maupun anaerob. Jumlah koloni yang tumbuh diamati dan dihitung (Watung *et al.*, 2014).

### 3.6 Luaran dan Indikator Capaian

Tabel 3.1 Daftar Luaran dan Indikator Capaian

No.	Kegiatan	Luaran	Indikator
1.	Studi literatur	Jurnal penelitian dan buku elektronik	Didapatkan jurnal penelitian dan buku berskala nasional maupun internasional.
2.	Pengurusan surat izin penelitian	Surat izin pemakaian laboratorium	Didapatkan surat izin untuk melakukan penelitian di Laboratorium Kimia Anorganik FMIPA USU dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Teknik USU.
3.	Pembuatan akun media sosial dan <i>upload</i> konten	Akun dan konten Instagram	Akun Instagram terdaftar dan konten <i>ter-upload</i>
4.	Penyiapan alat, bahan dan sampel	Alat, bahan, dan sampel yang akan diuji	Didapatkan alat, bahan, dan sampel dari 3 titik variasi sungai di Medan, Sumatera Utara.
5.	Sintesis NaLS dan ferrofluid	Serbuk NaLS dan ferrofluid	Didapat serbuk NaLS berwarna kuning kecoklatan dan koloid ferrofluid berwarna hitam
6.	Pengambilan data	Data FTIR, XRD, dan ukuran ferrofluid yang disintesis.	Data FTIR, XRD, dan ukuran memiliki kemiripan dengan referensi.



		Data perbandingan total bakteri dalam air sebelum dan sesudah perlakuan ferrofluid.	Didapat perbandingan total bakteri.
7.	Pembuatan laporan kemajuan	Laporan kemajuan	Didapatkan laporan kemajuan
8.	Membuat laporan akhir penelitian	Laporan perkembangan penelitian, evaluasi kekurangan dari produk analisa, dan laporan akhir	Laporan perkembangan dan laporan akhir penelitian
9.	Hak Kekayaan Intelektual	Hak paten	Didapatkan hak paten secara elektronik
10.	Membuat artikel ilmiah	Artikel ilmiah	Artikel ilmiah hasil riset yang telah dilakukan dimuat pada jurnal

### 3.7 Analisis Data

Ferrofluid-NaLS yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi dengan FTIR dan XRD untuk mengetahui gambaran molekul ferrofluid yang terbentuk. Setelah itu, dilakukan pengujian terhadap efektivitas ferrofluid dalam menghilangkan bakteri (antibakteri) yang terdapat dalam air sungai dengan menganalisis ALT, total *Coliform*, *E. Coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa* setelah diberi perlakuan dengan ferrofluid.

### 3.8 Cara Penafsiran Data

Penafsiran data dilakukan dengan membandingkan data hasil pengujian yang diperoleh dengan standar SNI 3553:2015 tentang Air Mineral.

### 3.9 Penyimpulan Hasil Riset

Penyimpulan hasil riset dilakukan dengan menyatakan jumlah masing-masing bakteri yang bisa dihilangkan oleh adanya ferrofluid-NaLS sehingga dapat dinyatakan perannya dalam pengembangan inovasi dalam pemanfaatan sumber air minum untuk menuju ketersediaan air minum layak dan berkelanjutan.

Seluruh rangkaian kegiatan riset ini akan dipublikasikan secara reguler melalui akun media sosial berupa postingan mingguan. Sebanyak 5 postingan diantaranya akan diberi *adsense (ads)* yang ditayangkan pada tanggal 25 April 2023, 25 Mei 2023, 25 Juni 2023, 25 Juli 2023, dan 25 Agustus 2023, pukul 12.00 WIB.

## BAB 4. BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN

### 4.1 Anggaran Biaya

Berikut ini adalah rincian rekapitulasi rencana anggaran biaya yang disusun sesuai dengan kebutuhan yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No	Jenis Pengeluaran	Sumber Dana	Besaran Dana (Rp)
1	Bahan habis pakai dan alat	Belmawa	5.110.000
		Perguruan Tinggi	500.000
2	Sewa dan jasa	Belmawa	1.000.000
		Perguruan Tinggi	450.000
3	Transportasi lokal	Belmawa	2.010.000
		Perguruan Tinggi	-
4	Lain-lain	Belmawa	1.575.000
		Perguruan Tinggi	-
Jumlah			10.645.000
Rekap Sumber Dana		Belmawa	9.695.000
		Perguruan Tinggi	950.000
		Jumlah	10.645.000

### 4.2 Jadwal Kegiatan

Rencana kegiatan yang akan dilaksanakan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Jadwal Kegiatan

No	Jenis Kegiatan	Bulan					Person Penanggung Jawab
		1	2	3	4	5	
1	Studi literatur						Ica, Ferdianto
2	Persiapan alat, bahan, dan sampel						Ferdianto, Josua
3	Sintesis NaLS						Angelica, Ferdianto
4	Sintesis ferrofluid						Josua, Ica
5	Karakterisasi ferrofluid						Ica, Dewi,
6	Uji efektivitas ferrofluid						Josua, Dewi
7	Pengumpulan data						Angelica, Ferdianto
8	Posting konten PKM di akun media sosial						Dewi, Angelica
9	Penulisan Laporan Kemajuan						Dewi
10	Penulisan Laporan Akhir						Ica
11	Penulisan artikel ilmiah						Angelica, Josua

### DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, S. (2017). Harmonisasi Standar Nasional (SNI) Air Minum Dalam Kemasan Dan Standar Internasional (The Harmonization on the requirement of National Standard (SNI) Bottled Drinking Water Against to International standard. *Majalah Teknologi Agro Industri (Tegi)*. 9(2): 30-39
- Aprilia, A.I. (2017). Verifikasi Metode Analisis *Pseudomonas aeruginosa* Di PT Intertek Utama Services Sesuai SNI 01-3554-2015 (Cara Uji Air Minum Dalam Kemasan). *Skripsi*. Diploma III Program Studi Analis Kimia Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung.
- Hatamie, A. *et al.* (2016). Evaluating Magnetic Nano-Ferrofluid as a Novel Coagulant for Surface Water Treatment. *J. Mol. Liq.* 219, 694–702.
- Ma'Ruf, A., Pramudono, B. & Aryanti, N. (2017). Lignin isolation process from rice husk by alkaline hydrogen peroxide: Lignin and silica extracted. *AIP Conference Proceedings*. American Institute of Physics Inc.
- Meylani, V. & Putra, R.R. 2019. Analisis E.Coli Pada Air Minum Dalam Kemasan Yang Beredar Di Kota Tasikmalaya. *Jurnal Bioeksperimen*. 5 (2): 121-125.
- Oehlsen, O. *et al.* (2022). Approaches on Ferrofluid Synthesis and Applications: Current Status and Future Perspectives. *ACS Omega*. 7(4), pp. 3134–3150.
- Oppusunggu, J. R. dkk. (2015). Pengaruh Jenis Pelarut Dan Temperatur Reaksi Pada Sintesis Surfaktan Dari Asam Oleat Dan n-Metil Glukamina Dengan Katalis Kimia. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 4(1): 25-29
- Puspitasari, R. L. *et al.* (2016). Studi Kualitas Air Sungai Ciliwung Berdasarkan Bakteri Indikator Pencemaran Pasca Kegiatan Bersih Ciliwung 2015. *Jurnal AL-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*. 3(3): 156-162
- Rahmayanti, M. (2020). Sintesis Dan Karakterisasi Magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>): Studi Komparasi Metode Konvensional Dan Metode Sonokimia. *Al Ulum Sains dan Teknologi*. 6(1): 26-31
- Sukmawati & Putri Lestari, P. (2021). Optimization of NaHSO<sub>3</sub> Concentration and Feeding Time in the Making of Sodium Lignosulphonate (NaLS) Surfactant from rice Straw, *CHEDS: Journal of Chemistry, Education, and Science*, 5(1): 14-21
- Taufiq, A. *et al.* (2020). Synthesis of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Ag Nanohybrid Ferrofluids and Their Applications as Antimicrobial and Antifibrotic Agents. *Heliyon* 2020. 6, No. e05813.
- Utomo, Y. & Fadila, E.N. (2020). Isolasi Lignin dari Sekam Padi (*Oryza Sativa* L) Serta Pemanfaatannya Sebagai Adsorben Ion Cd(II). *Journal Cis-Trans*. 4(2): 19–26.
- Watung, A.T. *et al.* (2014). Komposisi Mikroorganisme Pada Beberapa Depot Air Minum Isi Ulang Di Kota Manado. *J. Ilmu Teknologi Pangan*. Vol. 2 No. 1
- Yadav, V. *et al.* (2022). Green synthesis of sodium lignosulfonate nanoparticles using chitosan for significantly enhanced multifunctional characteristics. *Int J Biol Macromol*. 211:380-389.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Biodata Ketua, Anggota serta Dosen Pendamping Biodata Ketua

#### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Josua Pandiangan
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Program Studi	S1 Kimia
4	NIM	200802079
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Rinte Pasir, 01 Desember 2003
6	Alamat Email	josuapand72@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	0859185887284

#### B. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

No	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	Chemistry Goes to School	Ketua Tim	2021 - Siantar
2	Ikatan Mahasiswa Kimia	Anggota Bidang INFOKOM	2022 - FMIPA USU
3	Asisten Laboratorium	Asisten Laboratorium Kimia Anorganik	2022 - FMIPA USU

#### C. Penghargaan yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Favorit presentasi PIMNAS 35	Badan Pengembangan Talenta Indonesia	2022
2	-	-	-

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-RE.

Medan, 14-2-2023  
Ketua Tim



Josua Pandiangan

## Biodata Anggota 1

### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Ica Lamriyani Gultom
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Program Studi	S1 Kimia
4	NIM	200802078
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Purwodadi, 30 Maret 2002
6	Alamat Email	lamrianiica.methonam@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	081362821320

### B. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

No	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	Organisasi Ikatan Mahasiswa Kimia (IMK)	Anggota	2022-FMIPA USU
2	Asisten Laboratorium	Asisten Laboratorium Kimia Anorganik	2022-FMIPA USU
3	Chemistry Goes To School	Anggota	2021-FMIPA USU

### C. Penghargaan yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1	-	-	-
2	-	-	-

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-RE.

Medan, 14-2-2023

Anggota Tim



Ica Lamriyani Gultom

## Biodata Anggota 2

### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Dewi Novita Waruwu
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Program Studi	S1 Teknik Kimia
4	NIM	200405065
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Medan, 17 November 2002
6	Alamat Email	dnoviitaa@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	089513236758

### B. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

No	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	Gantari Engineering Research Club	Anggota Divisi Informasi dan Komunikasi	2021 – USU
2	Inkubator Sains USU	Anggota HRD	2021 – USU
3	Program MBKM Pertukaran Mahasiswa USU-UNDIP	Mahasiswa Inbound	2022 – USU/UNDIP
4	Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia USU	Anggota Divisi Seni dan Olahraga	2022 - USU

### C. Penghargaan yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1			
2			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-RE.

Medan, 14-2-2023  
Anggota Tim



Dewi Novita Waruwu

### Biodata Anggota 3

#### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Angelica Febby Julianti Simanjuntak
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Program Studi	S1 Kimia
4	NIM	210802089
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Medan, 15 Juli 2002
6	Alamat Email	angelicasimanjuntak085@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	081262341864

#### B. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

N o	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	Organisasi Ikatan Mahasiswa Kimia (IMK)	Anggota bidang PKP Litbang	2022-FMIPA USU
2	Program MBKM Pertukaran Mahasiswa Merdeka USU-UNDIP	Mahasiswa Inbound	2022-FSM UNDIP
3	-	-	-

#### C. Penghargaan yang Pernah Diterima

N o	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1	-	-	-
2	-	-	-

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-RE.

Medan, 14-2-2023

Anggota Tim



Angelica Febby Julianti  
Simanjuntak

## Biodata Anggota 4

### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Ferdianto Sihotang
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Program Studi	S1 Kimia
4	NIM	210802019
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Batam, 26 Januari 2002
6	Alamat Email	ferdisihotang2601@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	085245304026

### B. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

No	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	Organisasi Ikatan Mahasiswa Kimia (IMK)	Anggota	2022-FMIPA USU
2	-	-	-
3	-	-	-

### C. Penghargaan yang Pernah Diterima

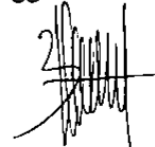
No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1	-	-	-
2	-	-	-

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-RE.

Medan, 14-2-2023

Anggota Tim



Ferdianto Sihotang



## Biodata Dosen Pendamping

### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Muhammad Zulham Efendi Sinaga, S.Si., M.Si.
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Program Studi	Sarjana Kimia
4	NIP/NIDN	198507182015041002/0018078505
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Berebes, 18 Juli 1985
6	Alamat E-mail	zulham.sinaga@gmail.com m.zulham.effendi@usu.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	081361622477

### B. Riwayat Pendidikan

No	Jenjang	Bidang Ilmu	Institusi	Tahun Lulus
1	Sarjana (S1)	Kimia	Universitas Sumatera Utara	2008
2	Magister (S2)	Kimia	Universitas Sumatera Utara	2011
3	Doktor (S3)	-	-	-

### C. Rekam Jejak Tri Dharma PT

#### Pendidikan/Pengajaran

No	Nama Mata Kuliah	Wajib/Pilihan	sks
1	Biokimia	Wajib	2
2	Biokimia II	Wajib	2
3	Kimia Dasar	Wajib	3
4	Bioteknologi	Wajib	2
5	Rekayasa Genetika	Pilihan	2

#### Riset

No	Judul Riset	Penyandang Dana	Tahun
1	Pembuatan Nanokomposit <i>All-Cellulose</i> dari Selulosa Limbah Tongkol Jagung Sebagai Bahan Pengemas Makanan	Talenta USU	2016
2	Karakterisasi Ekologi Morfogenetik dan Kimia Raru ( <i>Cotylelobium Melanoxylon</i> ) Asal Sumatera Utara dan Potensi Pemanfaatannya Untuk Obat-Obatan	DRPM Kemenristekdikti	2017
3	Karakterisasi Bahan Kemasan Berbasis Rumput Laut ( <i>Gracillaria sp</i> ) Menggunakan Kitosan Sebagai Antimikroba	Talenta USU	2018
4	Isolasi dan Potensi Enzim Amilase dari Kecambah Biji Durian Sebagai Penghidrolisis Dalam Pembuatan Sirup Glukosa	Talenta USU 2019	2019

5	Pembuatan dan Karakterisasi Film Penutup Luka Berbasis Rumput Laut-Kitosan-Kolagen	Talenta USU 2020	2020
6	Pembuatan Biofilm Berbasis Rumput Laut Gracilaria dan Hidrolisat Protein Ikan Sebagai <i>Active Food Packaging</i>	Talenta USU 2021	2021

**Pengabdian Kepada Masyarakat**

No	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Penyandang Dana	Tahun
1	Meningkatkan Minat Belajar Siswa Melalui Percobaan Sederhana di Laboratorium pada Satuan Pendidikan Dasar di Kota Medan	BPPTN USU	2018
2	Pembuatan <i>Handwash</i> dengan Penambahan Kitosan sebagai Antimikroba Di sekolah Yayasan Almujaahidah Sumatera Utara	BPPTN USU	2019
3	Pemanfaatan Ampas Tahu Terfermentasi Sebagai Pakan Ternak Pada Peternakan Kambing Di Desa Deli tua Kecamatan Namorambe	BPPTN USU	2020
4	Pembuatan Pupuk Cair Organik Berbasis Limbah Rumah Tangga Di Desa Ujung Sampun Kabupaten Karo	BPPTN USU	2021

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-RE.

Medan, 14-2-2023  
Dosen Pendamping



Muhammad Zulham Efendi Sinaga

**Lampiran 2. Justifikasi Anggaran Kegiatan**

No	Jenis Pengeluaran	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Belanja Bahan			
	<i>Aquadest</i>	18 L	5.000	90.000
	Sekam padi	4 Kg	15.000	60.000
	<i>Natrium Bisulfit</i>	400 gram	4.500	18.000
	Asam sulfat	1 L	30.000	30.000
	<i>Ferric Chloride</i>	50 gram	6.000	300.000
	Besi(II) Sulfat Heptahidrat	40 gram	6.000	240.000
	<i>Trifeniltetrazolium klorida (TTC)</i>	5 gram	171.000	855.000
	<i>Natrium Hidroksida</i>	10 gram	1.000	10.000
	Alkohol 96%	1 L	25.000	25.000
	<i>Eosin methylene-blue (EMB)</i>	50 gram	10.000	500.000
	<i>Peptone</i>	100 gram	7.500	750.000
	<i>Plate Count Agar (PCA)</i>	50 gram	6.000	300.000
	Kerosin	3 L	20.000	60.000
	<i>Lactose broth</i>	50 gram	9.500	475.000
	<i>Briliant Green Lactose Broth</i>	50 gram	10.000	500.000
	pH meter	1 kotak	48.000	48.000
	Ayakan 44 <i>mesh</i>	1 buah	180.000	180.000
	Ayakan 60 <i>mesh</i>	1 buah	200.000	200.000
	Wadah sampel 5 mL	50 pcs	700	35.000
	Tabung Durham	20 pcs	2.000	40.000
	<i>Aluminium foil</i>	10 m	3.000	30.000
	Termometer Digital	1	30.000	30.000
	Kertas Saring	30 lembar	7.000	210.000
	Tisu	4 kotak	11.000	44.000
	Sarung Tangan Lateks	2 kotak	150.000	300.000
	Masker	5 kotak	40.000	200.000
	Kertas	1 rim	50.000	50.000
	ATK	1 set	30.000	30.000
	SUB TOTAL			5.610.000
2	Belanja Sewa			
	Sewa Lab Kimia Anorganik FMIPA USU	3 bulan	250.000	750.000

	Sewa Lab Mikrobiologi Fakultas Teknik USU	3 bulan	250.000	750.000
SUB TOTAL				1.500.000
3	Perjalanan lokal			
	Pengambilan sampel	3 kali	200.000	600.000
	Biaya transportasi pembelian bahan dan peralatan	4 kali	250.000	1.000.000
	Kegiatan pengujian	3 kali	120.000	360.000
SUB TOTAL				1.960.000
4	Lain-lain			
	<i>Particle size analyzer</i>	1 sampel	60.000	600.000
	Uji Karakterisasi FTIR	1 sampel	120.000	120.000
	Uji XRD	1 sampel	380.000	380.000
	Biaya Adsense Media Sosial	5 postingan	95.000	475.000
SUB TOTAL				1.575.000
GRAND TOTAL				10.645.000
GRAND TOTAL (Terbilang Sepuluh Juta Enam Ratus Empat Puluh Lima Ribu Rupiah)				

**Lampiran 3. Susunan Organisasi Tim Pelaksana dan Pembagian Tugas**

<b>No</b>	<b>Nama/NIM</b>	<b>Program Studi</b>	<b>Bidang Ilmu</b>	<b>Alokasi Waktu (jam/minggu)</b>	<b>Uraian Tugas</b>
1	Josua Pandiangan 200802079	S-1	Kimia	9 jam/minggu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Persiapan alat, bahan dan sampel</li> <li>- Sintesis ferrofluid</li> <li>- Uji efektivitas ferrofluid</li> <li>- Penulisan artikel ilmiah</li> </ul>
2	Ica Lamriyani Gultom 200802078	S-1	Kimia	8 jam/minggu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Studi literatur</li> <li>- Sintesis ferrofluid</li> <li>- Karakterisasi ferrofluid</li> <li>- Penulisan laporan akhir</li> </ul>
3	Dewi Novita Waruwu 200405065	S-1	Teknik Kimia	8 jam/minggu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Karakterisasi ferrofluid</li> <li>- Uji efektivitas ferrofluid</li> <li>- Posting konten sosial media</li> <li>- Penulisan laporan kemajuan</li> </ul>
4	Angelica Febby Julianti Simanjuntak 210802089	S-1	Kimia	7 jam/minggu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sintesis Natrium Lignosulfonat</li> <li>- Pengumpulan data</li> <li>- Posting konten sosial media</li> <li>- Penulisan artikel ilmiah</li> </ul>

5	Ferdianto Sihotang 210802019	S-1	Kimia	7 jam/ minggu	<ul style="list-style-type: none"><li>- Studi literatur</li><li>- Persiapan alat, bahan, dan sampel</li><li>- Sintesis NaLS</li><li>- Pengumpulan data</li></ul>
---	------------------------------------	-----	-------	---------------	--

#### Lampiran 4. Surat Pernyataan Ketua Pelaksana

##### SURAT PERNYATAAN KETUA TIM PELAKSANA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Ketua Tim	: Josua Pandiangan
Nomor Induk Mahasiswa	: 200802079
Program Studi	: S-I Kimia
Nama Dosen Pendamping	: M. Zulham Efendi Sinaga, S.Si., M.Si.
Perguruan Tinggi	: Universitas Sumatera Utara

Dengan ini menyatakan bahwa proposal PKM-RE saya dengan judul **Potensi Ferrofluid dengan Surfaktan dari Sekam Padi sebagai Antibakteri Air Sungai dalam Upaya Mewujudkan Akses Air Layak Minum Berkelanjutan** yang diusulkan untuk tahun anggaran 2023 adalah asli karya kami dan belum pernah dibiayai oleh lembaga atau sumber dana lain.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya yang sudah diterima ke kas negara.

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

Medan, 14-2-2023

Yang menyatakan,



Josua Pandiangan

NIM. 200802079