

**PENGOLAHAN AIR GAMBUT DENGAN METODE
BIOKOAGULASI MENGGUNAKAN EKSTRAKSI BIJI
KELOR (*Moringa oleifera*)**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam mencapai
gelar Sarjana Sains (S.Si.) Program Studi Kimia
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta**



Diajukan oleh :

DWI ANANDA

No. Mhs: 19612140

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2023

**PENGOLAHAN AIR GAMBUT DENGAN METODE
BIOKOAGULASI MENGGUNAKAN EKSTRAKSI BIJI
KELOR (*Moringa oleifera*)**

SKRIPSI

yang diajukan oleh:

DWI ANANDA
No. Mhs: 19612140

telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi Program Studi Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia

Tanggal: 24 Oktober 2023

Dewan Penguji:

1. Prof. Rudy Syah Putra, S.Si., M.Si., Ph.D.
2. Febi Indah Fajarwati, S.Si., M.Sc.
3. Dr. Habibi Hidayat, S.Pd., M.Si.

Tanda Tangan



Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia



Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dwi Ananda

NIM : 19612140

Program Studi : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengolahan Air Gambut Dengan Metode Biokoagulasi Menggunakan Ekstrak Biji Kelor (*Moringa oleifera*)” bersifat asli dan tidak berisi material yang telah diterbitkan sebelumnya kecuali yang disebutkan di dalam skripsi ini. Apabila terdapat kontribusi dari penulis lain, maka penulis tersebut secara eksplisit telah disebutkan dalam skripsi ini. Apabila kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan penuh tanggung jawab

Yogyakarta, 17 Oktober 2023



(Dwi Ananda)

19612140

KATA PENGANTAR
Bismillahirrohmanirrohim

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur atas kahadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“Pengolahan Air Gambut Dengan Metode Biokoagulasi Menggunakan Ekstraksi Biji Kelor (*Moringa oleifera*)”**. Shalawat serta salam kepada junjungan alam Nabi besar Muhammad SAW yang telah membawa manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang penuh ilmu pengetahuan ini. Semoga kita semua diberikan syafaat olehnya di akhirat nanti. Amin ya Rabbal Alamin.

Meskipun terdapat beberapa kendala, penulis berharap tetap mendapatkan ilmu baru yang sangat berharga terutama bagi diri penulis sendiri. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Allah SWT, atas limpahan rezeki berupa kesempatan dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Penelitian dengan baik.
2. Orang tua yang memberikan doa, motivasi, bantuan, dan dukungan dalam penyusunan skripsi
3. Bapak Prof. Riyanto, Ph.D. selaku Dekan Fakultas MIPA, Universitas Islam Indonesia
4. Bapak Gani Purwiandono, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas MIPA, Universitas Islam Indonesia
5. Bapak Prof. Rudy Syah Putra, S.Si, M.Si., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing skripsi
6. Seluruh kawan-kawan yang dekat dan yang jauh yang telah memberikan dukungannya kepada penulis dan pihak-pihak terkait lainnya yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah banyak membantu baik penyelesaian penelitian dan penulisan skripsi ini

Penulis juga menyadari bahwa dalam pelaksanaan maupun penyusunan skripsi ini terdapat banyak kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun, agar kedepannya dapat menjadi lebih baik. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 17 Oktober 2023

Penulis,

Dwi Ananda

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
INTISARI.....	ix
ABSTRACT	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Manfaat Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Metode Umum Pengolahan Air Gambut	5
2.2 Aplikasi Koagulan Alami dalam Pengolahan Air Gambut	6
2.3 Ekstraksi Koagulan Alami	6
BAB III DASAR TEORI	7
3.1 Karakteristik Air Gambut.....	7
3.2 Biokoagulasi	8
3.3 <i>Zeta Potential</i> dan <i>pH Point of Zero Charge (PZC)</i>	10
3.4 <i>Sludge Mass Index (SVI)</i> dan <i>Sludge Mass (SM)</i>	11
3.5 <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i>	11
3.6 <i>Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)</i>	12
3.7 Hipotesis	13
BAB IV METODE PENELITIAN	14
4.1 Alat dan Bahan.....	14
4.1.1 Alat.....	14
4.1.2 Bahan.....	14
4.2 Cara Kerja.....	14
4.2.1 Preparasi Air Gambut Sintetik	14

4.2.2	Penentuan pH pada <i>Point Zero Charge (PZC)</i>	15
4.2.3	Preparasi Ekstrak Kelor dengan NaCl 1 M dan Aquades	15
4.2.4	Karakterisasi Kelor.....	15
4.2.5	Aplikasi Ekstrak Koagulan terhadap Air Gambut.....	16
4.2.6	Pengamatan Distribusi Ukuran Flok	16
4.2.7	Analisis Parameter	17
4.2.8	Evaluasi Kinerja Ekstrak Koagulan	18
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		20
5.1	Karakterisasi Air Gambut	20
5.2	Karakteristik Koagulan	21
5.2.1	Analisis Proksimat	21
5.2.2	Analisis FTIR.....	21
5.3	Penentuan pH ekstrak koagulan pada keadaan PZC.....	23
5.4	Proses Koagulasi.....	24
5.4.1	Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap Flok.....	24
5.4.2	Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap Turbiditas.....	26
5.4.3	Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap pH	27
5.4.4	Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap TDS.....	27
5.4.5	Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap Transmittansi Cahaya	28
5.4.6	Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap Kadar Besi	30
5.4.7	Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap TOC	31
5.4.8	SM dan SVI.....	32
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		32
6.1	Kesimpulan	32
6.2	Saran	32
DAFTAR PUSTAKA		33
LAMPIRAN		42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur asam humat (de Melo <i>et al.</i> , 2016).....	8
Gambar 2. Tahapan proses koagulasi-flokulasi (Kurniawan <i>et al.</i> , 2020)	9
Gambar 3. Skema dasar instrumen FTIR (Fadlelmoula <i>et al.</i> , 2022)	12
Gambar 4. Skema instrumen AAS (Abidin <i>et al.</i> , 2021)	12
Gambar 5. Lembar kalibrasi CS20 Dino-Lite	16
Gambar 6. Rangkaian mikroskop digital	17
Gambar 7. Ilustrasi pengukuran intensitas cahaya.....	18
Gambar 8. Flok air gambut sebelum diolah	20
Gambar 9. Peak FTIR bubuk biji kelor (a), ekstrak kelor dengan NaCl 1 M (b), dan ekstrak kelor dengan aquades (c).	22
Gambar 10. Grafik pH PZC koagulan ekstrak kelor dengan NaCl 1 M	23
Gambar 11. Flok pada pengolahan air gambut menggunakan koagulan ekstrak kelor dengan NaCl 1 M.	24
Gambar 12. Distribusi ukuran flok pada pengolahan air gambut menggunakan koagulan ekstrak kelor dengan NaCl 1 M.....	24
Gambar 13. Flok pada pengolahan air gambut menggunakan koagulan ekstrak kelor dengan NaCl 1 M	25
Gambar 14. Distribusi ukuran flok pada pengolahan air gambut menggunakan koagulan ekstrak kelor dengan aquades.	25
Gambar 15. Hasil pengolahan air gambut menggunakan ekstrak koagulan dengan NaCl 1 M. Air gambut awal (a), pengadukan lambat 20 menit (b), pengadukan lambat 25 menit (c), dan pengadukan lambat 30 menit (d).....	29
Gambar 16. Hasil pengolahan air gambut menggunakan ekstrak koagulan dengan aquades. Air gambut awal (a), pengadukan lambat 20 menit (b), pengadukan lambat 25 menit (b), dan pengadukan lambat 30 menit (c)	29

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik air gambut.....	7
Tabel 2. Karakteristik air gambut.....	20
Tabel 3. Kandungan proksimat biji kelor.....	21
Tabel 4. Hasil penurunan turbiditas variasi pengadukan lambat.....	26
Tabel 5. Hasil perubahan pH variasi pengadukan lambat.....	27
Tabel 6. Hasil penurunan TDS variasi pengadukan lambat.....	28
Tabel 7. Hasil penurunan kadar besi variasi pengadukan lambat.....	30
Tabel 8. Hasil penurunan TOC variasi pengadukan lambat.....	31
Tabel 9. Hasil SM dan SVI variasi pengadukan lambat.....	32

**PENGOLAHAN AIR GAMBUT DENGAN METODE BIOKOAGULASI
MENGUNAKAN EKSTRAKSI BIJI KELOR (*Moringa oleifera*)**

INTISARI

Dwi Ananda
19612140

Proses koagulasi menggunakan koagulan alami merupakan metode pengolahan air permukaan seperti air gambut yang ramah lingkungan. Pada penelitian ini biji kelor (*Moringa oleifera*) diekstraksi menggunakan larutan NaCl 1 M dan air suling untuk pengolahan air gambut sintetik. Pengolahan air gambut dengan dosis 5 ml ekstrak biji kelor dilakukan dengan waktu pengadukan lambat selama 20, 25, dan 30 menit dan pengadukan cepat selama 5 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dengan ekstrak koagulan NaCl 1 M menurunkan TDS dan kekeruhan serta meningkatkan transmitansi cahaya masing-masing sebesar 78%, 98,67% dan 92,33%. Sedangkan pengolahan air gambut dengan ekstrak koagulan dengan air suling menurunkan TDS sebanyak 80,33%, kekeruhan sebanyak 93%, dan meningkatkan transmitansi cahaya sebanyak 91%. Kesimpulan singkat menunjukkan bahwa ekstraksi biji kelor dengan NaCl 1 M mampu menurunkan kekeruhan dan TDS, serta meningkatkan pH air gambut dan transmisi cahaya yang lebih baik dibandingkan ekstraksi koagulan dengan air deionisasi.

Kata Kunci: Koagulan, Ekstraksi NaCl, *Moringa oleifera*, Air Gambut

**PEAT WATER PROCESSING BY BIOCOAGULATION METHOD USING
Moringa (Moringa oleifera) SEED EXTRACTION**

ABSTRACT

Dwi Ananda
19612140

The coagulation process using natural coagulants is an environmentally friendly method for treating surface water such as peat water. In this study, *Moringa* seeds (*Moringa oleifera*) were extracted using 1 M NaCl solution and distilled water for synthetic peat water treatment. Peat water treatment with a dose of 5 ml of moringa seed extract was carried out with slow stirring time of 20, 25, and 30 minutes and rapid stirring for 5 minutes. The results showed that the treatment with coagulant extract by 1 M NaCl reduced the TDS and turbidity and increased the light transmittance by 78%, 98.67% and 92.33%, respectively. Meanwhile, the treatment of peat water with coagulant extract by distilled water reduced the TDS as much as 80.33%, turbidity as much as 93%, and increased the light transmittance as much as 91%. Briefly conclusion showed that the extraction of moringa seed by 1 M NaCl was able to reduce the turbidity and TDS, and increased the peat water pH and light transmittance which was better than the extraction of coagulant by deionized water.

Keywords: Coagulant, NaCl extraction, *Moringa oleifera*, Peat water

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki lahan gambut dengan luas sekitar 21 juta ha, mewakili 70% wilayah gambut di Asia Tenggara dan 36% lahan gambut tropis dunia. Lahan gambut ini tersebar di tiga pulau besar yaitu Sumatra, Kalimantan, dan Papua (Warren *et al.*, 2017). Lahan gambut merupakan ekosistem lahan basah yang dicirikan oleh terdapatnya akumulasi bahan organik yang berlangsung dalam waktu yang lama. Formasi gambut pada suatu ekosistem hutan tropis umumnya terletak pada daerah topografi yang relatif datar dengan curah hujan yang tinggi. Akumulasi bahan organik disebabkan rendahnya laju dekomposisi akibat genangan air dan kekurangan oksigen (Salim *et al.*, 2021). Gambut didefinisikan sebagai bahan organik yang terbentuk dari dekomposisi tumbuhan yang tidak sempurna pada daerah yang basah dan kondisi yang sangat lembab serta kekurangan oksigen (Rusdianasari *et al.*, 2019). Wilayah yang memiliki lahan gambut umumnya sulit untuk mendapatkan air bersih dikarenakan lahan gambut didominasi oleh air gambut (Suherman & Sumawijaya, 2013).

Air gambut merupakan salah satu air permukaan yang tidak memenuhi syarat kesehatan. Sebagian masyarakat di daerah lahan gambut terpaksa menggunakan air gambut dikarenakan keadaan yang tidak mendukung masyarakat untuk memperoleh air bersih yang layak (Suhendra *et al.*, 2013). Air gambut memiliki karakteristik warna gelap yang pekat dan keasaman air disebabkan oleh asam humat terlarut, yaitu molekul organik yang terbentuk secara alami melalui penguraian bahan hewani dan nabati. Molekul kompleks ini terbawa oleh air hujan melalui tanah sehingga akhirnya sampai di anak sungai, sungai, dan waduk (Daifullah *et al.*, 2004). Air gambut memiliki pH yang rendah (pH 3-5). Sifat asam ini menyebabkan tingkat kelarutan logam yang tinggi, seperti besi (Fe), sehingga air gambut memiliki kandungan besi yang tinggi (Khayan *et al.*, 2022). Kandungan Fe dalam air gambut yaitu 1,94-4,63 mg/L dengan turbiditas 7,50-55,0 NTU (A'idah *et al.*, 2018). Selain itu air gambut juga memiliki nilai TDS dan COD yang besar

yaitu 81,8-567 mg/L dan 16-81 mg/L (Zahar *et al.*, 2019). Berdasarkan kandungan dan karakteristiknya, air gambut tidak memenuhi syarat air bersih menurut PERMENKES No. 32/2017. Penggunaan air gambut yang bersifat asam dapat merusak gigi. Selain itu kadar organik yang tinggi juga menyebabkan air menjadi bau sementara kadar besi dan mangan dalam air gambut dapat merusak organ jika dikonsumsi terus menerus (Ali *et al.*, 2021).

Air gambut di Indonesia memiliki jumlah yang melimpah sehingga berpotensi sebagai sumber air yang dapat diolah menjadi air bersih ataupun air minum (Zein *et al.*, 2016) namun karena belum memenuhi persyaratan air bersih, maka air gambut perlu diolah sebelum layak digunakan. Salah satu metode yang sudah umum digunakan dalam pengolahan air permukaan adalah koagulasi. Pada metode koagulasi, koagulan anorganik seperti *Polyaluminium chloride* (PAC) ataupun tawas sudah sangat umum digunakan. Penggunaan koagulan tawas pada pengolahan air gambut dapat menurunkan turbiditas dari 33,8 NTU menjadi 1,9 NTU dengan pH yang meningkat dari 3,19 menjadi 6,8 serta menurunkan kadar besi hingga 98,6% (Mulyadi *et al.*, 2020). Namun penggunaan aluminium sebagai koagulan dalam pengolahan air limbah dapat menyebabkan beberapa efek buruk pada kesehatan manusia (Saravanan J *et al.*, 2017). Penggunaan garam aluminium untuk mengolah air dikhawatirkan menghasilkan residu dalam air yang diolah, potensi penyakit alzheimer dan sifat karsinogenik yang kuat (Birima *et al.*, 2013; Muyibi & Alfugara, 2003). Selain itu limbah sekunder yaitu residu lumpur dan logam berat dari koagulan kimia berpotensi beracun bagi ekosistem sehingga penanganannya membutuhkan biaya yang besar (Sibiya *et al.*, 2021). Koagulasi menggunakan koagulan kimia pada instalasi pengolahan besar menghasilkan sekitar 60.000 ton lumpur beracun setiap tahunnya dan membutuhkan biaya besar serta pengolahan lanjutan yang tepat agar dipastikan tidak terjadi pencemaran lebih lanjut pada lingkungan sekitar (Zaidi *et al.*, 2019). Oleh sebab itu, pengembangan koagulan alami cukup diminati sebagai alternatif dari koagulan kimia. Koagulan alami memiliki keunggulan ramah lingkungan, murah (hemat biaya), proses pengerjaan yang sederhana serta mampu mengurangi alkalinitas air limbah secara

signifikan dibandingkan koagulan kimia dan tidak menghasilkan limbah sekunder yang beracun (Desta & Bote, 2021).

Pengolahan air gambut pada prinsipnya adalah proses pemisahan air dari senyawa atau zat terlarut dan tersuspensi di dalam air yang dapat membahayakan kesehatan manusia jika dikonsumsi. Agar air gambut dapat dimanfaatkan oleh masyarakat pedesaan untuk air minum, perlu dicari cara yang sederhana dan murah untuk mengolah air gambut. Salah satu alternatifnya adalah pemanfaatan potensi koagulan alami yang tersedia secara lokal (Ardiansyah *et al.*, 2016). Salah satu koagulan alami yang paling banyak digunakan dan dipelajari serta efektif dalam pengolahan air adalah *Moringa oleifera* dari genus *Moringa*. Biji kelor merupakan polimer alami yang mengandung protein kationik (Nascimento *et al.*, 2020) yang terbukti mengurangi kekeruhan air sebesar 50-99,5% tergantung pada kekeruhan awal (Al-Jadabi *et al.*, 2021). Penggunaan biokoagulan berbentuk bubuk tidak memberikan efisiensi yang lebih baik dibandingkan penggunaan ekstrak. Hal ini disebabkan kemampuan pembentukan ion zwitter pada bubuk tidak merata dibandingkan ekstrak sehingga kemampuan mengikat flok rendah dan mengurangi sedimen (Kusumawati *et al.*, 2020). Koagulan alami berbentuk bubuk dapat digunakan langsung untuk memurnikan air, namun diperlukan ekstraksi lebih lanjut untuk hasil yang lebih baik (El-Gaayda *et al.*, 2021). Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan ekstraksi terhadap biji kelor untuk mendapatkan hasil koagulasi yang efektif.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik koagulan ekstrak biji kelor dengan NaCl 1M dan aquades?
2. Bagaimana pengaruh waktu pengadukan terhadap distribusi ukuran flok dalam proses koagulasi air gambut menggunakan koagulan ekstrak biji kelor dengan NaCl 1M dan aquades?
3. Bagaimana efektivitas koagulan ekstrak biji kelor dengan NaCl 1M dan aquades dalam memperbaiki parameter turbiditas, TDS, konsentrasi DOC

dan Fe, warna, peningkatan transmitansi cahaya dan pH dalam pengolahan air gambut?

1.3 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui karakteristik koagulan ekstrak biji kelor dengan NaCl 1M dan aquades
2. Mengetahui pengaruh waktu pengadukan terhadap distribusi ukuran flok dalam proses koagulasi air gambut menggunakan koagulan ekstrak biji kelor dengan NaCl 1M dan aquades
3. Mengetahui efektivitas koagulan ekstrak biji kelor dengan NaCl 1M dan aquades dalam memperbaiki parameter turbiditas, TDS, konsentrasi DOC dan Fe, warna, peningkatan transmitansi cahaya dan pH dalam pengolahan air gambut

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait efektivitas penggunaan koagulan ekstrak biji kelor dengan NaCl 1 M dan aquades dalam pengolahan air gambut

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metode Umum Pengolahan Air Gambut

Pengolahan terhadap air gambut sudah banyak dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah adsorpsi menggunakan karbon aktif. Karbon aktif dari kulit kerang mampu menaikkan pH air gambut mendekati pH netral serta menurunkan kadar material organik hingga 91,92% (Naswir & Lestari, 2014). Namun pengolahan menggunakan metode ini membutuhkan pemanasan temperatur tinggi yaitu 800° C. Metode nanofiltrasi membran dalam pengolahan air gambut menjadi air bersih ditemukan dapat mereduksi TSS 91,89%, Fe 70%, Mn 93%, Zn 95%, NH₃-N 68,6%, NO₂⁻ 70%, PO₄⁻³ 38,14% dan BOD₅ 91,99% (Sisnayanti *et al.*, 2022). Penelitian oleh Nugrahadi *et al.*, (2022) menunjukkan pengolahan air gambut dengan membran filtrasi dapat juga menurunkan turbiditas dari 30 NTU menjadi 3,44 NTU, TSS 522 mg/l menjadi 352 mg/l, dan COD 31,9 mgO₂/l menjadi 6,09 mgO₂/l. Kekurangan dari metode ini adalah proses yang memakan waktu lama serta tidak ekonomis karena membutuhkan banyak peralatan sehingga tidak menjangkau seluruh lapisan masyarakat (Asward *et al.*, 2019)

Metode lain yang sangat umum digunakan adalah koagulasi karena prosesnya yang mudah dan sederhana. Koagulan yang banyak digunakan adalah koagulan kimia seperti gabungan kalsium oksida dan aluminium sulfat dimana koagulan tersebut mampu menurunkan besi sebesar 98,6% dan menurunkan turbiditas hingga 94% (Mulyadi *et al.*, 2020). Penelitian oleh Sudoh *et al.*, (2015) menunjukkan bahwa penggunaan *Polyaluminium Chloride* (PAC) mampu menurunkan asam humat dalam air sebesar 86,6%. Meskipun kinerja koagulan kimia cukup efektif dan umum digunakan, terdapat dampak samping dari penggunaannya dalam koagulasi yaitu lumpur yang dihasilkan berjumlah banyak sehingga menaikkan biaya pengelolaan serta berdampak pada kesehatan manusia dimana aluminium dikaitkan menjadi penyebab alzheimer pada manusia (Sohrabi *et al.*, 2018).

2.2 Aplikasi Koagulan Alami dalam Pengolahan Air Gambut

Kelemahan dari koagulan kimia menyebabkan pencarian koagulan alami yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam penggunaan dan produksinya (Nimesha *et al.*, 2022). Koagulan alami yang banyak diteliti oleh (Landang & Razif, 2020) menggunakan biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) mampu menurunkan parameter warna (99%), TDS (52%), TSS (66%), dan Fe (99%) pada pengolahan air gambut. Selain itu asam jawa juga mampu menurunkan kadar zat organik pada 200 mL air gambut sebesar 50% dengan dosis 2 gram dan pH 4 (Mawaddah *et al.*, 2014). Koagulan alami belimbing wuluh (*Averrhoa blimbi*) juga ditemukan menurunkan zat warna dan zat organik air gambut sebesar 95,61% dan 71,18% pada dosis 27,5 mL dan pH 4 (Asmiyarna *et al.*, 2021). Biji kelor merupakan salah satu koagulan alami yang telah banyak digunakan dalam pengolahan air. Pada penjernihan air sungai, bubuk biji kelor dengan konsentrasi 25 mg/l efektif untuk menurunkan TDS 92,32%, konsentrasi 50 mg/l efektif untuk menurunkan kekeruhan dan TSS sebesar 70,70% dan 42,93%, sedangkan konsentrasi 100 mg/l efektif untuk menurunkan kesadahan 37,50%, klorin 28%, nitrat 87,27 dan *E. Coli* 99,63% (Mali *et al.*, 2023). Serbuk biji kelor mampu menurunkan kadar zat organik dari 428 mg/L menjadi 107,1 mg/L (74,97%) dan penurunan warna dari kondisi awal 910 Pt-Co menjadi 76 Pt-Co (91,64%) pada air gambut dengan massa terbaik 0,5 gram (Rehansyah *et al.*, 2017).

2.3 Ekstraksi Koagulan Alami

Sebagai alternatif koagulan kimia, ekstrak koagulan alami yang berasal dari tumbuhan banyak digunakan. Koagulan alami ini termasuk protein yang berasal dari tumbuhan (Shamsnejati *et al.*, 2015). Kacang-kacangan merupakan salah satu koagulan alami yang sering digunakan karena mengandung dominan fraksi protein yang mudah larut air dan larut garam sehingga umumnya protein kacang diekstrak menggunakan larutan garam NaCl 0,5-1 M (Kristianto, 2017). Ekstrak koagulan biji kelor (*Moringa oleifera*) menggunakan NaCl konsentrasi optimum 1 M. Hasil yang diperoleh yaitu koagulan dalam dosis 80 mL/L dapat menurunkan nilai kekeruhan limbah cair sebesar 80,7% (Aslamiah *et al.*, 2013).

BAB III DASAR TEORI

3.1 Karakteristik Air Gambut

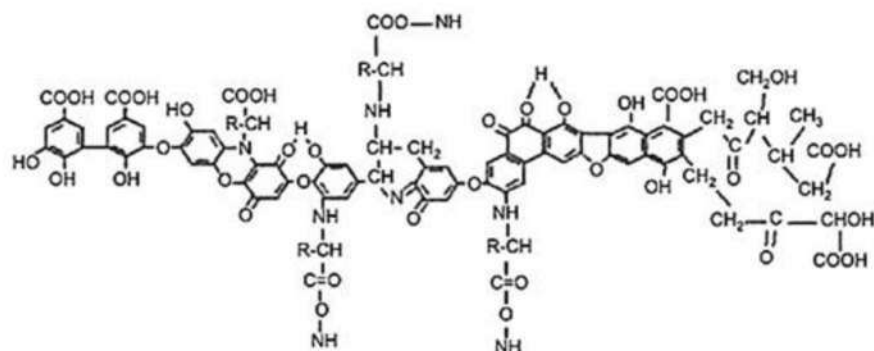
Wilayah lahan gambut umumnya didominasi oleh air gambut sehingga sulit untuk mendapatkan air bersih (Suherman & Sumawijaya, 2013) Air gambut adalah air permukaan atau air tanah yang terdapat di daerah pasang surut, rawa, dan dataran rendah, berwarna merah kecoklatan, bersifat asam, dan memiliki kandungan organik yang tinggi. Air gambut memiliki karakter yaitu pH asam, tinggi kandungan Fe, berwarna serta memiliki turbiditas yang tinggi (Wardono *et al.*, 2022). Sifat asam dan warna gelap pada air gambut disebabkan oleh terdapatnya senyawa organik terlarut asam humat yang memiliki berat molekul tinggi dan berwarna coklat sampai kehitaman (Wardono *et al.*, 2022). Karakteristik air gambut dapat dilihat pada Tabel 1. Kandungan besi yang tinggi pada air gambut dapat menyebabkan diare, muntah, keracunan serta kerusakan usus (Harivram *et al.*, 2022) sedangkan pH asam dapat merusak gigi (Ali *et al.*, 2021). Tingginya turbiditas disebabkan banyaknya materi suspensi seperti endapan sehingga semakin tinggi turbiditas, semakin banyak material tersuspensinya (A'idah *et al.*, 2018).

Tabel 1. Karakteristik air gambut

Parameter	pH	Turbiditas (NTU)	TDS (mg.L)	Fe (mg/L)	Intensitas Cahaya (Lux)
^a Ogan Ilir, South Sumatera	5,59	-	49,8	1,25	-
^b Talang Keramat, South Sumatera	3,14	33,8	209	3,5	-
PERMENKES N0.32/2017	6,5-8,5	25	1000	1	1320 (aquades)
Reference : ^a (Rusdianasari <i>et al.</i> , 2019), ^b (Mulyadi <i>et al.</i> , 2020)					

Kandungan bahan organik yang tinggi juga menyebabkan air menjadi bau, berwarna keruh, dan terasa asam (Landang & Razif, 2020). Asam humat merupakan

salah satu komponen utama air gambut yang memiliki gugus fungsi yaitu $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$ fenolat serta $-\text{OH}$ alkoholat (Zulkarnaini *et al.*, 2021). Asam humat utamanya terdiri dari gugus fungsi fenolik, asam karboksilat, enolat, kuinon, dan eter tetapi mungkin juga termasuk gula dan peptida. Namun, gugus fenolik dan karboksilat lebih banyak terdapat pada struktur asam humat. Struktur besar molekul asam humat terdiri dari bagian hidrofilik, yang terdiri dari gugus OH , dan bagian hidrofobik, yang terdiri dari rantai alifatik dan cincin aromatik (de Melo *et al.*, 2016).



Gambar 1. Struktur asam humat (de Melo *et al.*, 2016).

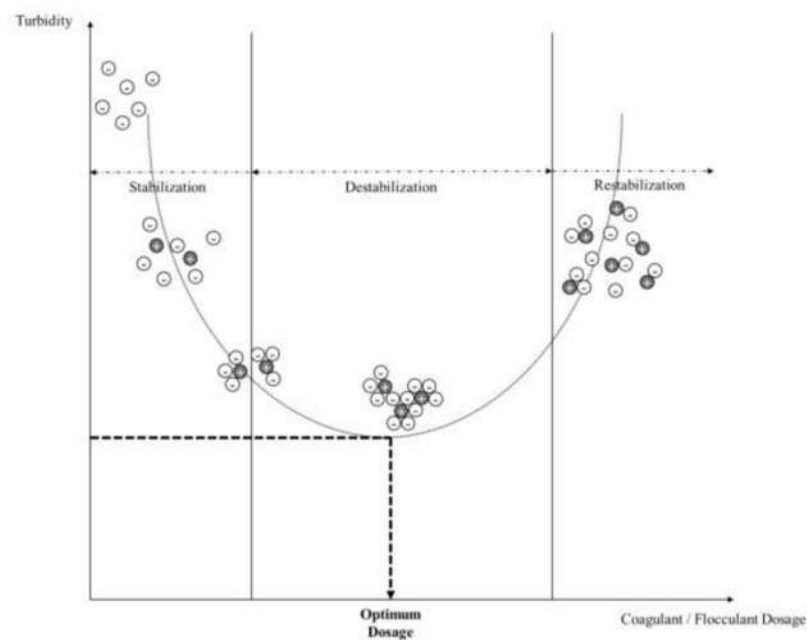
Asam humat memberikan warna coklat atau kuning pada air gambut dan menimbulkan masalah lingkungan yang serius, khususnya dalam pengolahan air karena rasa dan baunya. Selain itu asam humat juga cenderung bereaksi dengan berbagai oksidan dan disinfektan yang digunakan untuk pemurnian air minum sehingga membentuk *disinfection by-product* (DBP) atau hasil produk sampingan yang bersifat karsinogenik seperti trihalometana dan asam haloasetat (Zulfikar *et al.*, 2013).

3.2 Biokoagulasi

Koagulan kimia sudah banyak digunakan karena efisiensinya namun koagulan ini dapat membahayakan lingkungan dan menimbulkan masalah kesehatan. Biokoagulan atau koagulan alami menjadi alternatif karena lebih ramah lingkungan sehingga meminimalkan risiko yang disebabkan oleh koagulan kimia. Biokoagulan dapat diperoleh dari sumber daya alam makhluk hidup yang bersifat organik, *biodegradable*, dan memiliki efisiensi tinggi dalam pengolahan air (S. B.

Kurniawan *et al.*, 2022). Koagulan alami sebagian besar berupa protein (Mathuram *et al.*, 2018).

Koagulasi merupakan proses penghilangan partikel tersuspensi, koloid, dan material terlarut dalam air dengan cara penambahan koagulan yang kemudian diproses lebih lanjut dengan flokulasi. Tahapan dari proses ini yaitu destabilisasi partikel kecil tersuspensi dan koloid, kemudian adsorpsi koloid material organik dan terlarut menjadi partikel, serta pembentukan endapan flokulan yang membersihkan air, menjerat partikel-partikel kecil tersuspensi, koloid, dan partikel terlarut saat mengendap. Flokulasi adalah agregasi partikel yang tidak stabil dan hasil pengendapan yang diperoleh dengan menambahkan koagulan ke partikel yang lebih besar atau biasa disebut flok (Sheng *et al.*, 2023). Tahapan dari proses koagulasi-flokulasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan proses koagulasi-flokulasi (Kurniawan *et al.*, 2020)

Biokoagulan yang umum digunakan adalah protein yang dapat diperoleh dari biji-bijian tumbuhan. Biji kelor (*Moringa oleifera*) merupakan salah satu biokoagulan yang banyak diteliti karena kandungan proteinnya yang tinggi. Protein yang terkandung dalam biji kelor adalah polielektrolit kation yang dapat

meningkatkan kualitas air (Rompegading *et al.*, 2023). Efektivitas biji kelor sebagai koagulan terletak pada adanya protein kationik yang larut dalam air di dalam biji. Hal ini menunjukkan bahwa dalam air, asam amino basa yang terdapat dalam protein kelor akan menerima proton dari molekul air, sehingga terjadi pelepasan gugus hidroksil. Dengan demikian, ekstrak kelor pada tingkat konsentrasi apa pun, menjaga air dalam keadaan netral (Olanrewaju *et al.*, 2018). Dalam pemisahan fraksi protein pada biji kelor, albumin dan globulin merupakan protein yang mampu berperan sebagai koagulan alami dan dapat diekstraksi menggunakan air (H_2O) dan larutan ($NaCl$). Protein ini dapat berikatan dengan ion negatif dan bertindak sebagai buffer pH (Kusumawati *et al.*, 2020). Ekstrak kelor menggunakan garam ($NaCl$, KNO_3 , KCl , dan $NaNO_3$) secara efektif menghilangkan kekeruhan 95% pada kaolin dimana ekstrak kelor dengan aquades hanya dapat menghilangkan kekeruhan kaolin yang sama sebesar 78%. Tidak ada perbedaan dalam efisiensi koagulasi dari setiap ekstrak yang menggunakan salah satu dari keempat garam tersebut (Okuda *et al.*, 1999). Ketika koagulasi dengan adanya garam, ukuran agregat menjadi relatif kecil—dalam hal ini, setelah ukurannya meningkat sebentar, keadaan stabil akan segera tercapai. Flokulasi dengan senyawa makromolekul umumnya menghasilkan agregat yang lebih besar, dan setelah mencapai ukuran maksimalnya, terjadi penurunan tertentu yang disebabkan oleh restrukturisasi partikel atau kerusakan permanen (Maćczak *et al.*, 2020).

Kecepatan dan waktu pengadukan merupakan faktor penting yang mempengaruhi efisiensi proses koagulasi. Pengadukancepat digunakan selama penambahan koagulan untuk meningkatkan distribusi koagulan secara merata melalui air limbah dan mendestabilisasi partikel tersuspensi, sedangkan pengadukan lambat diperlukan untuk meningkatkan tumbukan antar partikel untuk membentuk flok makro (Gautam & Saini, 2020)

3.3 Zeta Potential dan pH Point of Zero Charge (PZC)

Zeta potensial merupakan ukuran muatan permukaan partikel yang tersebar dalam medium pendispersi (Abdassah, 2017). Pengukuran zeta potensial dilakukan untuk mengetahui kestabilan suspensi dengan menunjukkan parameter muatan ideal dari suspensi agar tidak terjadi agregasi (Mardiyanto *et al.*, 2019). Partikel

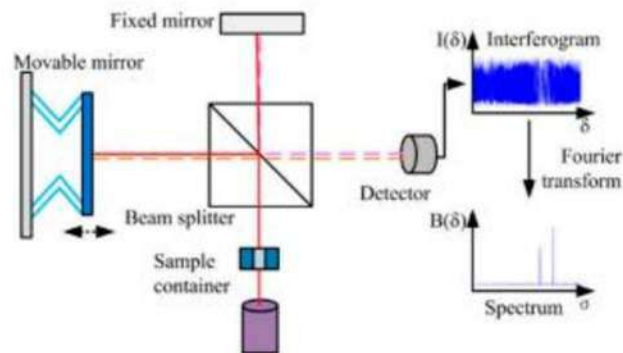
dengan ukuran kurang dari -30 mV dan lebih besar dari +30 mV dianggap stabil karena gaya toloak menolak antar partikel yang bermuatan sama dapat menghindari terjadinya agregasi sehingga tidak akan menyatu menjadi partikel yang lebih besar (Wu *et al.*, 2019). *pH Point Zero Charge (PZC)* adalah nilai pH di mana komponen muatan permukaan sama dengan nol yaitu muatan negatif dan positif memiliki jumlah sama pada kondisi suhu, tekanan, dan komponen larutan berair tertentu (Al-Maliky *et al.*, 2021). Proses koagulasi yang dilakukan pada pH PZC akan meningkatkan kinerja proses koagulasi (Cao *et al.*, 2010).

3.4 *Sludge Mass Index (SVI) dan Sludge Mass (SM)*

Pembentukan lumpur dievaluasi pada proses pengolahan dengan menghitung *sludge mass* (massa lumpur) untuk mengetahui efektivitas koagulasi. Semakin rendah massa lumpur, semakin baik pengendapan lumpur (Putra *et al.*, 2021). Untuk menganalisis sedimentasi, digunakan *Sludge Volume Index (SVI)* yang dikembangkan oleh Mohman. Nilai SVI di bawah 80 mL/g adalah sangat baik dan antara 80 dan 150 mL/g sedang, sementara nilai SVI antara 76 dan 80 mL/g dapat dianggap sebagai indikator pengendapan yang baik. SVI antara 100 dan 150 mL/g menunjukkan pengendapan yang baik. Sedangkan nilai SVI di atas 150 mL/g bukan berarti menunjukkan pengendapan yang buruk (Grady *et al.*, 2011).

3.5 *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

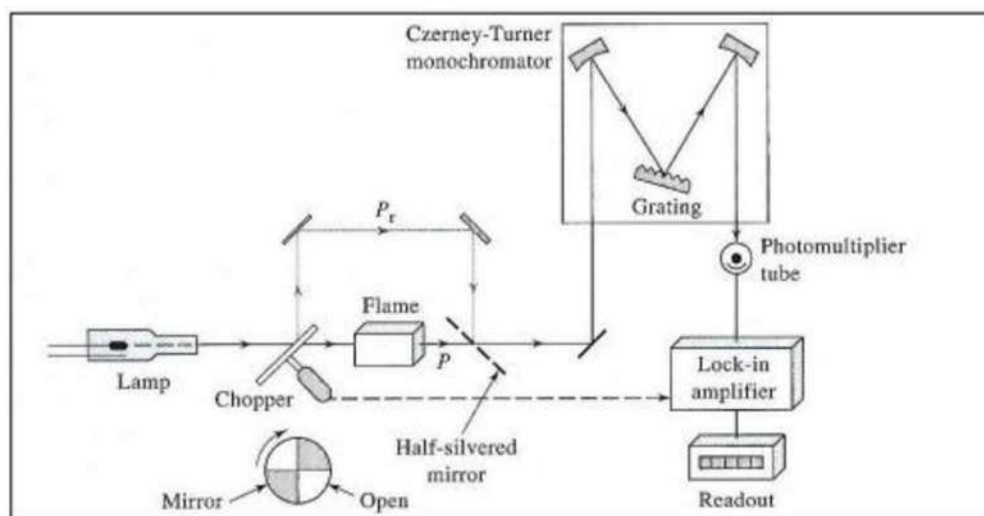
Metode spektrofotometri *Fourier Transform Infrared (FTIR)* adalah teknik analisis yang umum digunakan untuk analisis berbagai jenis sampel seperti produk farmasi, makanan, cairan biologis maupun sampel lingkungan (Baker *et al.*, 2014). Analisis kuantitatif komponen dalam larutan dengan FTIR dapat memberikan pita yang sesuai dalam spektrum komponen target (analit) (Nerdy *et al.*, 2021).



Gambar 3. Skema dasar instrumen FTIR (Fadlelmoula *et al.*, 2022)

3.6 Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

Atomic Absorption Spectrophotometry AAS merupakan metode yang tepat untuk mengukur kadar logam. Metode ini memiliki pengukuran yang sensitif, akurat, serta teliti dalam analisis dan cepat. Pengerjaannya pun relatif sederhana dan tidak perlu dilakukan pemisahan unsur logam dalam pelaksanaannya (Rahmawati *et al.*, 2015).



Gambar 4. Skema instrumen AAS (Abidin *et al.*, 2021)

Atom menyerap sinar ultraviolet atau cahaya tampak dan melakukan transisi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Metode serapan atom mengukur jumlah energi dalam bentuk foton cahaya yang diserap oleh sampel. Detektor mengukur panjang gelombang cahaya yang ditransmisikan oleh sampel, dan membandingkannya dengan panjang gelombang yang awalnya melewati sampel. Prosesor sinyal kemudian mengintegrasikan perubahan panjang gelombang yang diserap, yang

muncul dalam pembacaan sebagai puncak penyerapan energi pada panjang gelombang diskrit. Energi yang dibutuhkan elektron untuk meninggalkan atom dikenal sebagai energi ionisasi dan spesifik untuk setiap unsur kimia. Ketika sebuah elektron bergerak dari satu tingkat energi ke tingkat energi lainnya di dalam atom, sebuah foton dipancarkan dengan energi E . Atom suatu unsur memancarkan garis spektral karakteristik (García & Báez, 2012)

3.7 Hipotesis

Berdasarkan dasar teori yang telah dijelaskan dapat di bentuk beberapa hipotesis yaitu:

1. Proses koagulasi dengan koagulan alami ekstrak kelor dengan NaCl 1 M dan aquades dapat terjadi karena kandungan polielektrolit berupa protein pada biji kelor
2. Perbedaan larutan pengekstrak yang digunakan pada biji kelor pada proses koagulasi yang dilakukan akan menghasilkan ukuran flok yang berbeda serta efisiensi penurunan kandungan DOC, warna, kekeruhan, TDS, logam berat dan intensitas cahaya pada air gambut yang berbeda
3. Proses koagulasi yang dilakukan pada berbagai variasi waktu pengadukan lambat dan pH PZC akan menghasilkan ukuran flok berbeda, efisiensi penurunan kandungan TOC, warna, kekeruhan, TDS, logam berat dan intensitas cahaya pada air gambut yang berbeda

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Alat dan Bahan

4.1.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi blender 550 watt (AQUA AB KF815G, Jepang), pengaduk magnet (Huang Faithful Instrument SH-2B, China), corong Inhoff (DWK Life Sciences DURANTM 2140154), ayakan 250 mesh, oven (Memmert UN55, Jerman), corong buchner, pompa vakum, multi tester pH dan TDS meter (HI 9813- 5, Romania), turbidimeter (Waterproof Portable TN 100, Eutech, Netherland), lux meter (Lutron Electronic, LX-103, Taiwan), spektrofotometer serapan atom (Perkin Elmer PinAACle 900T, USA), temperature meter (Hanna HI 9813-5, Romania) FT-IR (PerkinElmer L1600301 Spectrum Two, Lliantrisant, UK), neraca analitik (KERN EMB 200-03, Jerman), mikroskop digital (AF4515-FIT Dino-Lite Edge, Anmo Electronics Corporation, Taiwan) peralatan gelas (Iwaki Pyrex, Jepang), gelas arloji, sendok sungu, dan botol sampel.

4.1.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan meliputi biji kelor (*Moringa oleifera*), NaCl 99,99% (EMerck, CAS-7647-14-5, Germany), HCl (EMerck, Germany)), akuades, Fe(NO₃)₃ (EMerck CAS 7782-61-8, Germany), HNO₃ (EMerck, CAS 7692-37-2, Germany), NaOH 99,99% (EMerck, CAS 1310-73-2, Germany), kertas saring selulosa 0,45 mikrometer (Advanced Microdevice (MDI), India), kertas saring standar, asam humat, sampel air gambut sintetik.

4.2 Cara Kerja

4.2.1 Preparasi Air Gambut Sintetik

Stok air gambut sintetik 1000 ppm disiapkan dengan melarutkan 1 g asam humat ke dalam 1 M NaOH 1000 mL kemudian diaduk menggunakan pengaduk magnet selama 24 jam (Sudoh *et al.*, 2015). Fe(NO₃)₃.9H₂O sebanyak 0,25 g kemudian ditambahkan ke dalam air gambut sintetik untuk mendapatkan konsentrasi besi 69 ppm (Borgatta & Navea, 2015). Selanjutnya diatur pH air gambut sintetik

menggunakan larutan HCl atau NaOH 0,1 M hingga diperoleh pH larutan 5. Sampel lalu dianalisis dengan parameter pH, turbiditas (NTU), TDS (mg/L), intensitas cahaya (lux), konsentrasi logam Fe (mg/L), sludge mass (SM) (mg/g), SVI (ml/g) dan TOC (mg/L).

4.2.2 Penentuan pH pada *Point Zero Charge* (PZC)

pH PZC ekstrak biji kelor dengan NaCl 1 M diukur menggunakan analisis zeta potensial pada kisaran pH 3-11 menggunakan NanoParticle Size Analyzer (Horiba Scientific, Nano Particle Analyzer SZ-100, USA). Ekstrak kelor ditambahkan kedalam vial dan diatur pHnya menggunakan larutan HCl atau NaOH 0,1 M. Sampel kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit untuk menghilangkan endapan. Supernatan selanjutnya dianalisis dengan NanoParticle Size Analyzer (Lester-Card *et al.*, 2023).

4.2.3 Preparasi Ekstrak Kelor dengan NaCl 1 M dan Aquades

Bubuk biji kelor sebanyak 10 g ditambahkan dengan 100 mL larutan NaCl 1 M kemudian diaduk menggunakan *magnetic* stirrer selama 80 menit pada suhu ruangan. Filtrat dan endapan dipisahkan menggunakan kertas saring standar. Filtrat yang diperoleh digunakan sebagai koagulan (Bouchareb *et al.*, 2021). Proses yang sama dilakukan untuk ekstrak koagulan dengan aquades yaitu dengan cara bubuk biji kelor sebanyak 10 g ditambahkan dengan 100 mL aquades kemudian diaduk menggunakan *magnetic* stirrer selama 80 menit pada suhu ruangan. Filtrat dan endapan dipisahkan menggunakan kertas saring standar. Filtrat yang diperoleh digunakan sebagai koagulan. Bubuk biji kelor dan filtrat yang diperoleh kemudian dianalisis dengan FTIR.

4.2.4 Karakterisasi Kelor

Instrumen FTIR-ATR digunakan untuk menganalisis gugus fungsi dari suatu sampel. Sampel serbuk biji kelor sebanyak $\pm 0,1$ g diletakkan diatas sampel holder, kemudian dilakukan pengepresan sampai nilai *force gauge* pada tekanan 60 newton untuk memastikan kontak yang baik antara sampel dengan kristal. Pengujian dilakukan dalam rentang bilangan gelombang 4000 cm^{-1} sampai 400 cm^{-1} .

Spektrum IR yang dihasilkan kemudian dianalisis untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung dalam sampel.

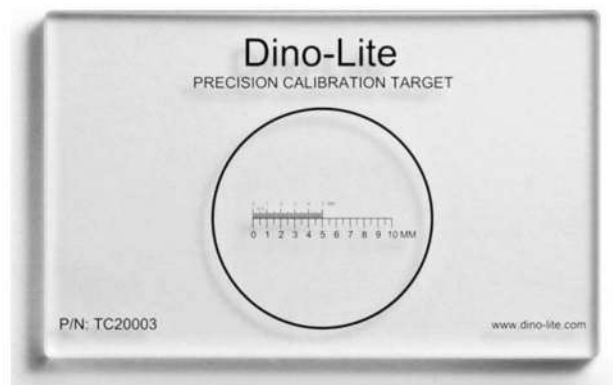
4.2.5 Aplikasi Ekstrak Koagulan terhadap Air Gambut

Ekstrak koagulan sebanyak 5 mL ditambahkan kedalam 500 mL air gambut sintetik kemudian masing-masing campuran diaduk dengan pengadukan cepat 5 menit dan dilanjutkan dengan pengadukan lambat selama 20, 25, dan 30 menit. Setelah pengadukan selesai, campuran dipindahkan ke dalam corong imhoff dan didiamkan selama 1 jam untuk proses sedimentasi.

4.2.6 Pengamatan Distribusi Ukuran Flok

4.2.6.1 Kalibrasi Mikroskop Digital Dinolite

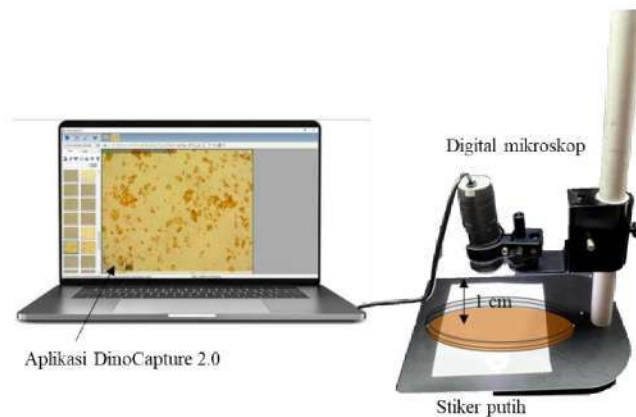
Mikroskop digital terlebih dahulu dikalibrasi sebelum mengambil citra flok secara manual menggunakan lembaran kalibrasi CS20 (Gambar 5)



Gambar 5. Lembar kalibrasi CS20 Dino-Lite

4.2.6.2 Pengambilan citra flok

Flok diambil dari corong imhoff dengan pipet mulut lebar dan dimasukkan ke dalam cawan petri setelah pengadukan dihentikan. Flok yang terbentuk diamati menggunakan mikroskop digital (AF4515-FIT Dino-Lite Edge, Anmo Electronics Corporation, Taiwan) yang telah dikalibrasi dengan perbesaran 25,9x. Jarak antara sampel dan mikroskop digital adalah 1 cm seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian mikroskop digital

4.2.6.3 Pengukuran Flok

Pengukuran luas area flok dilakukan dengan cara mengklik ikon lasso dan mengarahkan kursor pada flok yang akan di ukur. Agar flok dapat terlihat lebih jelas, dapat digunakan fitur kaca pembesar dengan mengklik ikon kaca pembesar pada *toolbar*. Selanjutnya kursor lasso digerakkan sesuai dengan bentuk flok untuk memperoleh luas area flok. Hasil data dapat dilihat dengan cara klik ikon *measurement and properties*. Data diekspor ke *Microsoft Excel* dengan cara klik ekspor pada tampilan *measurement*.

4.2.7 Analisis Parameter

4.2.7.1 pH

Pengukuran pH dilakukan untuk mengukur derajat keasaman dari sampel sebelum diolah dan setelah diolah. pH meter terlebih dahulu dikalibrasi menggunakan larutan buffer pH 4, 7, dan 10. Pengukuran pH dilakukan dengan cara memasukkan pH meter kedalam ± 50 mL larutan sampel. Data pH dicatat dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

4.2.7.2 Turbiditas

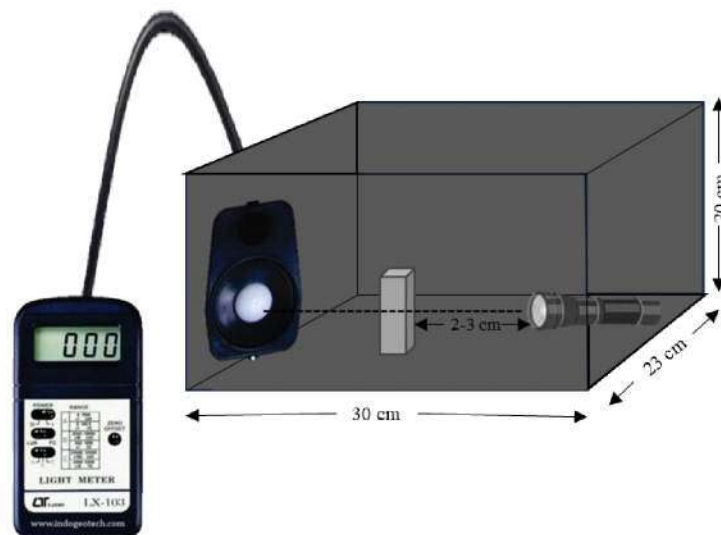
Kekeruhan atau turbiditas diukur menggunakan alat turbidimeter yang dikalibrasi menggunakan larutan standar kalibrasi 800, 100, 20, dan 0,02 NTU. Vial diisi dengan sampel hingga tanda batas dan dimasukkan kedalam turbidimeter untuk pembacaan. Pengukuran diulang sebanyak 3 kali.

4.2.7.3 TDS

TDS meter dikalibrasi menggunakan larutan standar 1382 mg/L. Pengukuran dilakukan dengan cara memasukkan elektroda TDS meter kedalam ± 50 mL larutan sampel. Pengukuran diulang sebanyak 3 kali.

4.2.7.4 Transmittansi cahaya

Analisis transmittansi cahaya dilakukan dengan meletakkan kuvet yang berisi sampel kedalam kotak gelap kemudian kuvet disinari oleh senter LED. Kotak ditutup dan intensitas cahaya diukur oleh sensor lux meter. Pengulangan diulang sebanyak 3 kali. Ilustrasi pengukuran transmittansi cahaya ditunjukkan pada Gambar 7



Gambar 7. Ilustrasi pengukuran intensitas cahaya

4.2.8 Evaluasi Kinerja Ekstrak Koagulan

4.2.8.1 Sludge Volume Index (SVI)

Sludge volume index ditentukan cara mengendapkan hasil proses koagulasi kedalam corong imhoff 1 L dan didiamkan selama 1 jam. Nilai SVI ditentukan menggunakan persamaan 1 (Chethana *et al.*, 2016)

$$SVI \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{\text{volume lumpur yang mengendap} \left(\frac{mL}{L} \right)}{\text{lumpur tersuspensi} \left(\frac{mg}{L} \right)} \times 1000 \quad (1)$$

4.2.8.2 Sludge Mass (SM)

Pembentukan lumpur setiap pengolahan dievaluasi dengan menghitung massa lumpur untuk mengetahui efektivitas proses koagulasi. Pengukuran SM ditunjukkan oleh persamaan 2 (Putra *et al.*, 2021)

$$\text{Sludge mass (\%)} = \frac{\text{endapan basah (mg)} - \text{endapan kering (mg)}}{\text{endapan basah (mg)}} \times 100 \quad (2)$$

4.2.8.3 Efisiensi

Efisiensi dari pengolahan dievaluasi menggunakan persamaan 3

$$\text{Removal Efficiency (\%)} = \left[\frac{C_0 - C_t}{C_0} \right] \times 100\% \quad (3)$$

Dimana C_0 adalah konsentrasi awal dan C_t adalah konsentrasi akhir.

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Karakterisasi Air Gambut

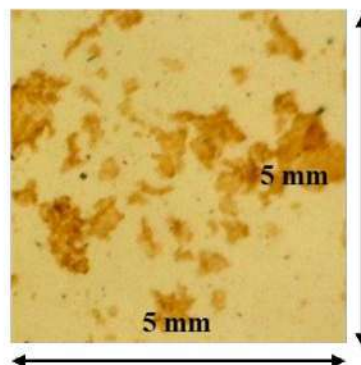
Karakteristik air gambut sintetik yang digunakan pada penelitian ini serta parameter standar baku berdasarkan PERMENKES No. 32/2017 mengenai air minum dapat dilihat pada tabel 1. Karakteristik ini meliputi pH, *Total Dissolved Solid* (TDS), turbiditas, *Dissolved Organic Carbon* (DOC), kadar besi (Fe), serta transmitansi cahaya.

Tabel 2. Karakteristik air gambut

Parameter	Tabel 2. Karakteristik air gambut				
	pH	Turbiditas (NTU)	TDS (mg.L)	Fe (mg/L)	Intensitas Cahaya (Lux)
Air gambut sintetik	5	46,67	865	44,62	100
^a Ogan Ilir, Sumatera Selatan	5,59	-	49,8	1,25	-
^b Talang Keramat, Sumatera Selatan	3,14	33,8	209	3,5	-
PERMENKES NO.32/2017	6,5-8,5	25	1000	1	1320 (aquades)

Referensi : ^a(Rusdianasari *et al.*, 2019), ^b(Mulyadi *et al.*, 2020)

Gambar 8 merupakan flok pada air gambut yang belum diolah menggunakan ekstrak koagulan. Flok memiliki struktur yang besar, memadat, sedikit cabang serta tidak beraturan.



Gambar 8. Flok air gambut sebelum diolah

5.2 Karakteristik Koagulan

5.2.1 Analisis Proksimat

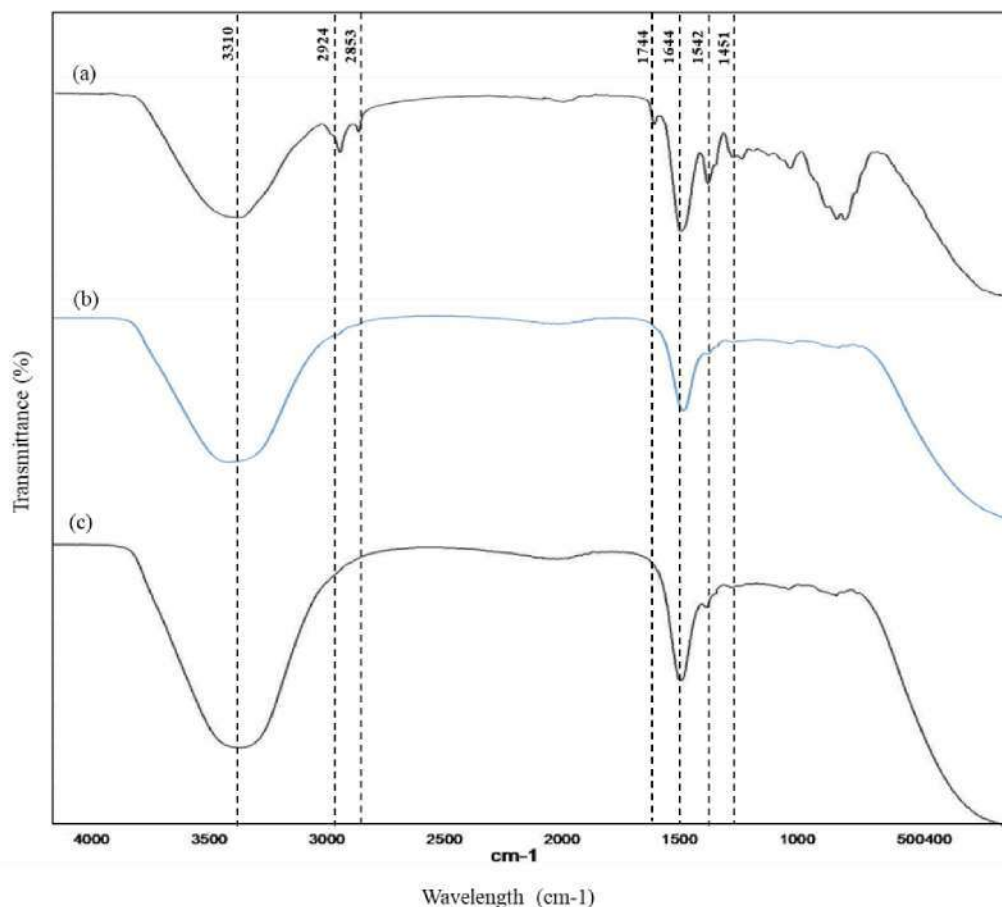
Kandungan proksimat dari biji kelor dapat dilihat pada Tabel 2. Kadar air biasanya digunakan untuk estimasi kualitas makanan. Namun, kadar air juga merupakan faktor utama dalam penyimpanan karena perkembangbiakan mikroorganisme seperti jamur (Ganogpichayagrai & Suksaard, 2020). Kadar air yang relatif rendah pada kelor dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme dan memperpanjang umur penyimpanan (Okiki *et al.*, 2015). Kelor memiliki kadar air sebesar 6,2479% sehingga dapat disimpan lebih lama. Kadar abu 4,2759% pada biji kelor menandakan banyaknya mineral anorganik yang terdapat dalam biji. Mineral yang terdapat dalam bijian dapat mempengaruhi nilai TDS dalam air (Kristianto, 2017). Kandungan lemak atau minyak dalam biji kelor akan mempengaruhi kinerja koagulan alami. Lemak akan mengurangi efisiensi koagulan dengan destabilisasi partikel yang tidak stabil sehingga mengurangi tempat pengikatan untuk koagulasi (Shan *et al.*, 2017). Kelor memiliki kandungan protein sebesar 35,140%. Protein pada biji kelor merupakan komponen aktif utama yang berfungsi sebagai koagulan pada pengolahan air (Nouhi *et al.*, 2019). Karbohidrat dapat meningkatkan konsentrasi zat organik ketika digunakan sebagai koagulan pada pengolahan air (Ang & Mohammad, 2020).

Tabel 3. Kandungan proksimat biji kelor

Parameter	(% w/w)
Air	6,25
Abu	4,27
Protein	35,14
Lemak	25,5 ^a
Karbohidrat	8,28 ^a
^a (Adesina <i>et al.</i> , 2019)	

5.2.2 Analisis FTIR

FTIR dilakukan untuk mengamati gugus fungsi protein atau asam amino yang terdapat dalam biji kelor. Hasil FTIR terhadap bubuk biji kelor, ekstrak kelor dengan NaCl 1 M, dan ekstrak kelor dengan aquades dapat diamati pada gambar 9.



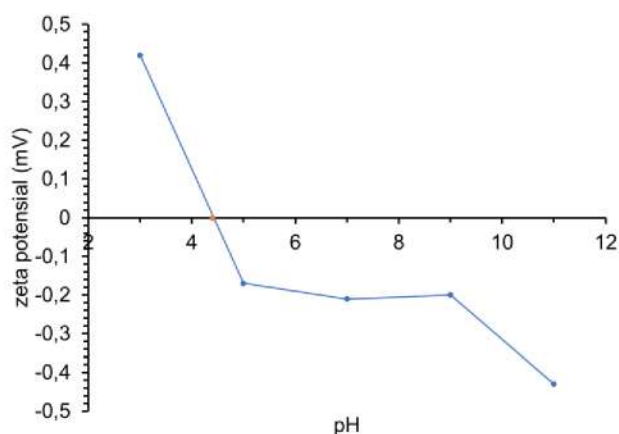
Gambar 9. Peak FTIR bubuk biji kelor (a), ekstrak kelor dengan NaCl 1 M (b), dan ekstrak kelor dengan aquades (c).

Serapan inframerah pada bilangan gelombang 4000-2500 cm⁻¹ merupakan daerah serapan gugus fungsi OH, CH, dan NH (Hong *et al.*, 2021). Spektrum pita lebar pada panjang gelombang 3301,16 cm⁻¹ menandakan terdapatnya gugus O-H. Serapan yang lemah pada panjang gelombang 2924,24 cm⁻¹ dan 2853,92 cm⁻¹ menunjukkan terdapatnya gugus fungsi N-H (amina primer). Gugus karbonil C=O menyerap inframerah pada panjang gelombang 1800-1650 cm⁻¹ (Amertaningtyas *et al.*, 2017). C=O ditunjukkan oleh serapan pada puncak 1744,28 cm⁻¹ serta 1644,48 cm⁻¹. Pita amida II dan III memanjang dari 1480-1580 cm⁻¹ dan dari 1300-1450 cm⁻¹ (Mallamace *et al.*, 2015). Gugus fungsi N-H amida ditandai dengan serapan pada puncak 1542,35 cm⁻¹. Serapan pada panjang gelombang 1451,79 cm⁻¹ dapat menunjukkan terdapatnya regangan C-N atau deformasi N-H (Bouchareb *et al.*, 2021). Keberadaan gugus-gugus fungsi ini mengonfirmasi terdapatnya protein.

Pada hasil FTIR ekstrak kelor dengan NaCl 1 M terdapat dua serapan lemah pada daerah panjang gelombang 3000-2500 cm^{-1} (2924 dan 2853 cm^{-1}) namun serapan tersebut tidak muncul pada ekstrak kelor dengan aquades. Hal ini menandakan NaCl meingkatkan konsentrasi protein pada ekstrak.

5.3 Penentuan pH ekstrak koagulan pada keadaan PZC

pH PZC ekstrak koagulan dengan NaCl 1 M pada percobaan ini dianalisis menggunakan zeta potensial. Hasil analisis dibuat grafik dengan sumbu x adalah pH dan sumbu y adalah zeta potensial. Perbedaan antara pH awal dan kesetimbangan diplot terhadap pH awal larutan. Titik di mana grafik memotong sumbu x dicatat sebagai nilai pH_{zpc} (El Nemr *et al.*, 2022) pH di mana kurva melintasi garis pH (akhir) = pH (awal) diambil sebagai pH muatan titik nol (pH_{zp}) (Boumediene *et al.*, 2018). Hasil analisis menunjukkan zeta potensial pada pH 3, 5, 7, 9, dan 11 masing-masing yaitu 0,42 mV, -0,17 mV, -0,21 mV, -0,2 mV serta -0,43 mV. Sehingga dari data tersebut diperoleh pH_{pzc} koagulan ekstrak NaCl 1 M adalah 4,4. Pada pH rendah ($\text{pH} < \text{pH}_{\text{pzc}}$), muatan permukaan menjadi positif sedangkan pada pH lebih tinggi ($\text{pH} > \text{pH}_{\text{pzc}}$), material biopolimer dapat menjadi bermuatan negatif (Al-Maliky *et al.*, 2021) sehingga akan terjadi gaya tolak menolak antara koagulan dengan koloid yang bermuatan positif menyebabkan flok yang terbentuk sedikit (Sitorus, 2023).

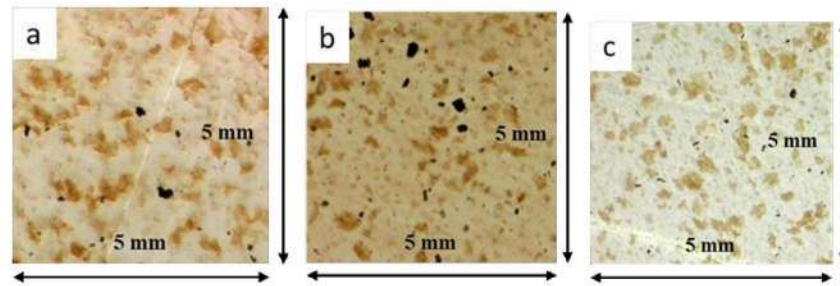


Gambar 10. Grafik pH PZC koagulan ekstrak kelor dengan NaCl 1 M

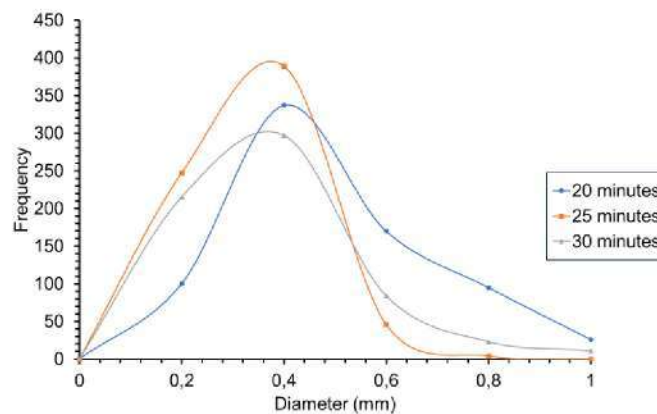
5.4 Proses Koagulasi

5.4.1 Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap Flok

Gambar 11a, 11b dan 11c menunjukkan hasil flok yang terbentuk pada proses koagulasi menggunakan koagulan ekstrak kelor dengan NaCl pada pengadukan lambat selama 20, 25, dan 25 menit.



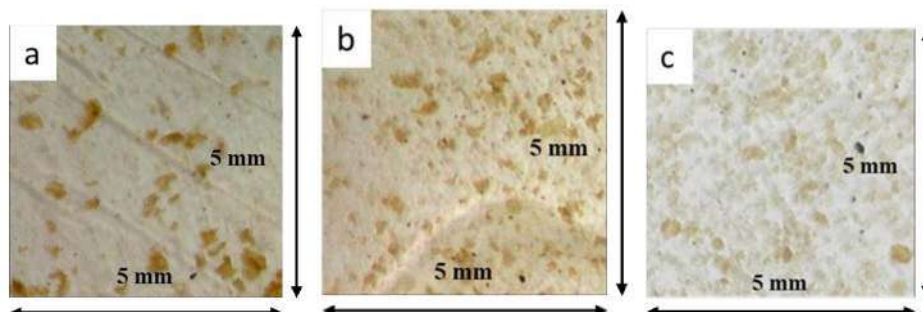
Gambar 11. Flok pada pengolahan air gambut menggunakan koagulan ekstrak kelor dengan NaCl 1 M.



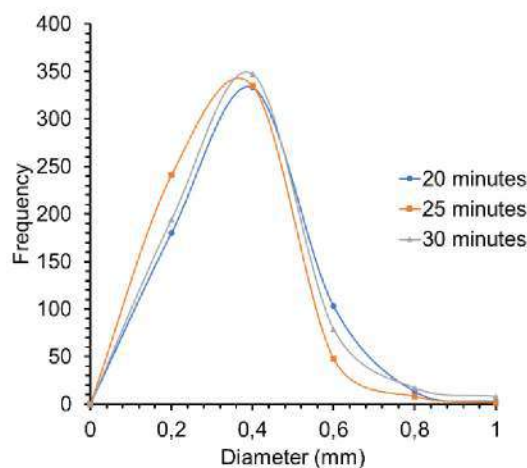
Gambar 12. Distribusi ukuran flok pada pengolahan air gambut menggunakan koagulan ekstrak kelor dengan NaCl 1 M.

Pengadukan perlahan selama 20 menit, rata-rata diameter flok adalah 0,40 mm dengan jumlah flok 744. Sementara itu pengadukan perlahan selama 25 menit, rata-rata diameter flok menjadi lebih kecil yaitu 0,24 mm dengan jumlah 686 flok. Sedangkan pada pengadukan lambat selama 30 menit, rata-rata diameter flok sebesar 0,29 mm (634 flok). Distribusi ukuran flok ditunjukkan pada Gambar 12. Sumbu y merupakan frekuensi atau jumlah flok yang dihitung sedangkan sumbu x merupakan diameter atau rata-rata ukuran flok dari jumlah flok yang dihitung.

Flok yang terbentuk pada pengadukan lambat selama 20, 25, dan 30 menit berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 13a, 13b, dan 13c.



Gambar 13. Flok pada pengolahan air gambut menggunakan koagulan ekstrak kelor dengan NaCl 1 M



Gambar 14. Distribusi ukuran flok pada pengolahan air gambut menggunakan koagulan ekstrak kelor dengan aquades.

Pengadukan menghasilkan diameter flok rata-rata masing-masing 0,28 mm (631 flok), 0,24 mm (633 flok), dan 0,29 mm (645 flok). Berdasarkan flok yang diamati, semakin lama pengadukan maka struktur flok semakin terpecah. Pengadukan lambat diperlukan agar partikel memiliki waktu untuk membentuk flok yang lebih besar. Namun, waktu pengadukan yang terlalu lama dapat memecah agregat yang telah terbentuk dan mempengaruhi hasil flokulasi (Zeng *et al.*, 2011). Distribusi ukuran flok pada pengolahan air gambut menggunakan koagulan ekstrak kelor dengan aquades dapat dilihat pada Gambar 14.

Bentuk flok yang dihasilkan pada penelitian ini bersifat terbuka dan memiliki sedikit cabang yang menandakan mekanisme yang terjadi pada proses

koagulasi adalah netralisasi muatan (Lee *et al.*, 2014). Waktu terbentuknya flok merupakan salah satu hal penting yang perlu diperhatikan dalam proses koagulasi-flokulasi. Pada proses koagulasi, pengadukan cepat berfungsi untuk menyebarkan koagulan ke seluruh air yang keruh. Dalam proses flokulasi, pengadukan perlahan merupakan bagian penting untuk mendapatkan performa terbaik. Waktu yang cukup perlu disediakan untuk memungkinkan produksi partikel dengan ukuran yang cukup besar agar pengendapan lebih efisien selama sedimentasi (Saritha *et al.*, 2017).

5.4.2 Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap Turbiditas

Turbiditas atau kekeruhan adalah ukuran sejauh mana air keilangan transparansi karena adanya partikel tersuspensi (Singh & Choubey, 2014). Kekeruhan pada perairan disebabkan oleh padatan tersuspensi, baik zat organik maupun anorganik. Zat anorganik meliputi retakan batuan, pasir, lumpur, dan logam terlarut (Hendrawati *et al.*, 2016). Penurunan turbiditas pada air gambut setelah diolah menggunakan ekstrak koagulan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil penurunan turbiditas variasi pengadukan lambat

Parameter	Waktu pengadukan (cepat/lambat, menit)	Turbiditas (NTU)
Awal	-	46,77
Ekstrak kelor 1 M NaCl	5/20	0,26
Ekstrak kelor 1 M NaCl	5/25	0,58
Ekstrak kelor 1 M NaCl	5/30	0,24
Ekstrak kelor aquades	5/20	1,89
Ekstrak kelor aquades	5/25	1,55
Ekstrak kelor aquades	5/30	0,51
Ekstrak kelor NaCl 1 M keadaan pH PZC	5/30	0,53

Proses koagulasi menggunakan ekstrak koagulan dengan NaCl 1 M mampu menurunkan turbiditas berturut-turut 0,26 NTU (99,44%), 0,58 NTU (98,75%), dan 0,24 NTU (99,48%). Penurunan turbiditas oleh ekstrak koagulan dengan aquades juga menunjukkan penurunan yang signifikan yaitu 1,89 NTU (95,95%), 1,55 NTU (96,68%), dan 0,51 NTU (98,90%) sedangkan penggunaan koagulan ekstrak kelor dengan NaCl 1 M pada pH PZC diperoleh hasil penurunan turbiditas menjadi 0,53 NTU (98,86%). Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat pengadukan lambat yang

menurunkan turbiditas lebih besar untuk ekstrak koagulan dengan NaCl 1 M maupun akuades adalah 30 menit. Penurunan kekeruhan pada air gambut disebabkan adanya zwitter ion positif yang dapat menghasilkan ikatan hidrogen dengan partikel suspensi dalam air. Zwitter ion positif akan menstabilkan koloid tersuspensi yang cenderung bermuatan negatif sehingga membentuk flok dan mengendap (Kusumawati *et al.*, 2020).

5.4.3 Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap pH

Perubahan pH pada air gambut setelah diolah menggunakan ekstrak koagulan dengan NaCl M dan akuades variasi pengadukan lambat dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil perubahan pH variasi pengadukan lambat

Parameter	Waktu pengadukan (cepat/lambat, menit)	pH
Awal	-	3~5
Ekstrak kelor NaCl 1 M	5/20	6,4
Ekstrak kelor NaCl 1 M	5/25	6,2
Ekstrak kelor NaCl 1 M	5/30	6,5
Ekstrak kelor aquades	5/20	5,7
Ekstrak kelor aquades	5/25	6,6
Ekstrak kelor aquades	5/30	6,4
Ekstrak kelor NaCl 1 M keadaan pH PZC	5/30	6

Kenaikan pH pada proses koagulasi pengadukan lambat 20, 25, dan 30 menit menggunakan ekstrak koagulan dengan NaCl 1 M berturut-turut yaitu 6,4; 6,2; dan 6,5 serta 5,7; 6,6; dan 6,4 untuk ekstrak koagulan dengan aquades sedangkan penggunaan koagulan ekstrak kelor dengan NaCl 1 M pada pH PZC diperoleh hasil kenaikan pH menjadi 6. Asam amino yang terdapat dalam protein kelor bertindak sebagai akseptor proton dan mengakibatkan pelepasan gugus hidroksil sehingga larutan menjadi basa (Dehghani & Alizadeh, 2016).

5.4.4 Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap TDS

Total Dissolved Solid (TDS) merupakan salah satu parameter air bersih. TDS adalah jumlah total ion bermuatan bergerak termasuk mineral, garam, atau logam yang terlarut dalam volume air tertentu dan dinyatakan dalam satuan mg/L. Kadar TDS berhubungan langsung dengan kemurnian air dan kualitas sistem pemurnian air. Hal ini mencakup segala sesuatu yang ada dalam air selain molekul

air murni dan padatan tersuspensi (Singh & Choubey, 2014). Penurunan TDS pada pengolahan air gambut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil penurunan TDS variasi pengadukan lambat

Parameter	Waktu pengadukan (cepat/lambat, menit)	TDS (mg/L)
Awal	-	865
Ekstrak kelor NaCl 1 M	5/20	180,33
Ekstrak kelor NaCl 1 M	5/25	174,67
Ekstrak kelor NaCl 1 M	5/30	175,33
Ekstrak kelor aquades	5/20	168,67
Ekstrak kelor aquades	5/25	164,33
Ekstrak kelor aquades	5/30	161,33
Ekstrak kelor NaCl 1 M keadaan pH PZC	5/30	146,33

Dengan TDS awal 865 mg/L, pengolahan dengan ekstrak koagulan dengan NaCl pengadukan lambat 20, 25, dan 30 menit masing-masing mampu menurunkan TDS 180,33 mg/L (78,90%), 174,67 mg/L (79,57%), dan 175,33 (79,49%) mg/L. Ekstrak koagulan dengan aquades dengan variasi waktu pengadukan lambat yang sama mampu menurunkan hingga 168,67 mg/L (80,27%), 164,33 mg/L (80,78%), dan 161,33 mg/L (80,78%). Sementara itu penggunaan koagulan ekstrak kelor dengan NaCl 1 M pada pH PZC diperoleh hasil penurunan TDS menjadi 146,33 (83,08%). Penurunan TDS dapat terjadi disebabkan oleh terdapatnya protein bermuatan positif pada biji kelor yang akan mengikat muatan negatif pada limbah cair (Merdana *et al.*, 2020). Berdasarkan hasil yang diperoleh, ekstrak kelor dengan NaCl memiliki TDS lebih tinggi dibandingkan dengan aquades. Hal ini dikarenakan NaCl merupakan senyawa ionik terlarut yang dapat meningkatkan TDS dalam air (Putra *et al.*, 2022).

5.4.5 Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap Transmittansi Cahaya

Perbandingan visual air gambut sebelum ditambahkan ekstrak koagulan kelor dengan NaCl 1 M ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Hasil pengolahan air gambut menggunakan ekstrak koagulan dengan NaCl 1 M. Air gambut awal (a), pengadukan lambat 20 menit (b), pengadukan lambat 25 menit (c), dan pengadukan lambat 30 menit (d).

Nilai transmitansi cahaya air gambut awal adalah 100 Lux. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ekstrak koagulan dengan NaCl 1 M menghasilkan transmitansi cahaya yang tinggi masing-masing sebesar 1301, 1329, dan 1319 Lux untuk waktu pengadukan lambat 20, 25 dan 30 menit. Sedangkan perbandingan visual air gambut sebelum ditambahkan ekstrak koagulan kelor dengan aquades ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Hasil pengolahan air gambut menggunakan ekstrak koagulan dengan aquades. Air gambut awal (a), pengadukan lambat 20 menit (b), pengadukan lambat 25 menit (b), dan pengadukan lambat 30 menit (c)

Air yang diperoleh dari hasil koagulasi menggunakan ekstrak koagulan dengan aquades diperoleh transmitansi cahayanya adalah 1150, 1146, dan 1156 Lux dengan variasi waktu pengadukan lambat yang sama. Tingginya hasil transmisi cahaya pada proses koagulasi menggunakan NaCl 1 M disebabkan karena NaCl meningkatkan kelarutan protein yang berperan sebagai zat koagulan sehingga menyebabkan

konsentrasinya dalam larutan semakin besar sehingga efisiensi penghilangan kekeruhan air menjadi lebih baik (Bouchareb *et al.*, 2021).

5.4.6 Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap Kadar Besi

Air gambut mempunyai kandungan besi yang tinggi karena sifatnya yang asam sehingga meningkatkan kelarutan logam dalam air gambut. Kandungan zat besi yang tinggi dapat menyebabkan diare, muntah, keracunan dan kerusakan usus (Amran *et al.*, 2021). Hasil penurunan kadar besi terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil penurunan kadar besi variasi pengadukan lambat

Parameter	Waktu pengadukan (cepat/lambat, menit)	Fe (mg/L)
Awal	-	44,62
Ekstrak kelor NaCl 1 M	5/20	0,672
Ekstrak kelor NaCl 1 M	5/25	0,539
Ekstrak kelor NaCl 1 M	5/30	0,464
Ekstrak kelor aquades	5/20	2,636
Ekstrak kelor aquades	5/25	3,083
Ekstrak kelor aquades	5/30	2,662
Ekstrak kelor NaCl 1 M keadaan pH PZC	5/30	1,211

Ekstrak koagulan dengan NaCl 1 M mampu menurunkan kandungan besi masing-masing sebesar 0,672 mg/L (98,59%), 0,539 mg/L (98,79%), dan 0,464 mg/L (98,91%) pada waktu pengadukan lambat. 20, 25, dan 30 menit sedangkan koagulan ekstrak dengan air deionisasi dengan waktu pengadukan lambat yang sama hanya mampu mereduksi sebesar 2,636 mg/L (94,09%), 3,083 mg/L (93,09%) dan 2,662 mg/L (94,03%). Sementara itu penggunaan koagulan ekstrak kelor dengan NaCl 1 M pada pH PZC diperoleh hasil penurunan kadar besi yaitu 1,211 mg/L (97,28%). Penurunan ini disebabkan adanya protein kationik pada kelor. Gugus hidroksil pada koagulan dapat menghilangkan logam berat seperti Fe karena lebih positif sedangkan logam berat lebih elektronegatif. Sehingga kedua ion tersebut berikatan dan dapat menurunkan konsentrasi Fe dalam air (Fajar, 2020). Konsentrasi Fe setelah diolah dengan air deionisasi masih belum memenuhi standar PERMENKES No.32/2017 yang menyatakan jumlah simpanan Fe untuk air bersih adalah 1 mg/L. Oleh karena itu ekstrak koagulan dengan NaCl 1 M lebih efektif untuk pengolahan air gambut.

5.4.7 Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap TOC

Total Organic Carbon (TOC) mengacu pada kandungan bahan organik terlarut atau tersuspensi dalam air (dinyatakan dalam konsentrasi massa), termasuk karbon organik terlarut (DOC) dan karbon organik partikulat (POC) (Volk *et al.*, 2002).

Tabel 8. Hasil penurunan TOC variasi pengadukan lambat

Parameter	Waktu pengadukan (cepat/lambat, menit)	TOC (mg/L)
Awal	-	6,163
Ekstrak kelor NaCl 1 M	5/20	67,66
Ekstrak kelor NaCl 1 M	5/25	70,31
Ekstrak kelor NaCl 1 M	5/30	63,41
Ekstrak kelor aquades	5/20	48,95
Ekstrak kelor aquades	5/25	54,69
Ekstrak kelor aquades	5/30	51,14
Ekstrak kelor NaCl 1 M keadaan pH PZC	5/30	52,99

Hasil pengolahan air gambut menggunakan ekstrak kelor pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 8. Penggunaan koagulan ekstrak kelor dengan NaCl 1 M pada variasi pengadukan lambat 20 menit, 25 menit, dan 30 menit diperoleh hasil TOC sebesar 67,66 mg/L, 70,31 mg/L, dan 63,41 mg/L sedangkan hasil yang diperoleh dengan menggunakan koagulan ekstrak kelor dengan aquades yaitu 48,95 mg/L, 54,69 mg/L, dan 51,14 mg/L. Penggunaan koagulan ekstrak kelor dengan NaCl 1 M pada pH PZC diperoleh hasil TOC yaitu 52,99 mg/L. Dari perolehan ini, koagulan ekstrak kelor dengan aquades menunjukkan hasil nilai TOC yang lebih kecil dibandingkan ekstrak kelor dengan NaCl 1 M. Hal ini dapat disebabkan karena terdapatnya NaCl yang juga terlarut pada air yang telah diolah dengan ekstrak kelor dengan NaCl 1 M. Pada penelitian ini hasil TOC yang diperoleh pada pengolahan air gambut menggunakan koagulan ekstrak kelor dengan NaCl 1 M dan aquades sama-sama memiliki nilai TOC yang lebih tinggi dibandingkan nilai TOC awal yaitu 6,163 mg/L. Kenaikan yang signifikan ini dapat disebabkan karena penggunaan ekstrak kelor yang merupakan bahan organik sehingga menaikkan nilai TOC (Assmann *et al.*, 2017). Kecilnya konsentrasi awal air gambut sintetik dapat dipengaruhi oleh faktor kurangnya homogenisasi pada sampel air gambut yang memiliki kandungan karbon organik partikulat tinggi sehingga menjadi kendala saat menganalisis kadar TOC pada sampel (Lee *et al.*, 2020) selain itu yang air

gambut merupakan material organik dan memiliki karbon yang dapat teroksidasi pada saat keadaan analisis TOC (Albert, 2015).

5.4.8 SM dan SVI

Pembentukan lumpur dievaluasi dalam proses pengolahan dengan menghitung massa lumpur untuk mengetahui efektivitas koagulasi. Semakin rendah massa lumpur maka pengendapan lumpur semakin baik (Putra *et al.*, 2021). Untuk mengukur sedimentasi, digunakan indeks volume lumpur (SVI). Nilai SVI di bawah 80 mL/g adalah sangat baik dan antara 80 dan 150 mL/g adalah sedang, sedangkan nilai SVI antara 76 dan 80 mL/g dapat dianggap sebagai indikator curah hujan yang baik. SVI antara 100 dan 150 mL/g menunjukkan curah hujan yang baik. Sedangkan nilai SVI di atas 150 mL/g bukan berarti curah hujan buruk (Grady *et al.*, 2011). Tabel 9 menunjukkan hasil SM dan SVI dari pengolahan air gambut dengan ekstrak kelor.

Tabel 9. Hasil SM dan SVI variasi pengadukan lambat

Parameter	Waktu pengadukan (cepat/lambat, menit)	SM (%)	SVI (mL/g)
Ekstrak kelor NaCl 1 M	5/20	85,698	33,29
Ekstrak kelor NaCl 1 M	5/25	82,781	44,23
Ekstrak kelor NaCl 1 M	5/30	82,019	33,24
Ekstrak kelor aquades	5/20	86,086	45,75
Ekstrak kelor aquades	5/25	81,91	68,90
Ekstrak kelor aquades	5/30	85,795	50,75
Ekstrak kelor NaCl 1 M keadaan pH PZC	5/30	85,06%	29,41

Persentase SM untuk kedua jenis koagulan berada pada kisaran 81,91%-86,086% menunjukkan massa lumpur yang dihasilkan masih cukup besar. Sedangkan SVI pengolahan air gambut menggunakan koagulan ekstrak dengan aquades dan NaCl 1 M sebesar 29,41-44,23 mL/g menunjukkan bahwa volume lumpur yang dihasilkan sangat baik karena jumlahnya sedikit sehingga menonjolkan keunggulan ekstrak koagulan alami yaitu menghasilkan volume lumpur 20-30% lebih sedikit dibandingkan koagulan lain (Mathuram *et al.*, 2018).

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Ukuran flok dan hasil pengolahan yang diperoleh dipengaruhi oleh waktu pengadukan lambat saat pengolahan air gambut. Pengadukan lambat optimum adalah 30 menit dan cepat 5 menit.
2. Penggunaan NaCl 1 M sebagai larutan pengeskrak biji kelor memberikan hasil yang lebih baik dari koagulan ekstrak biji kelor dengan aquades. Menandakan NaCl 1 M mampu mengekstrak protein dari biji kelor.
3. Proses koagulasi menggunakan koagulan ekstrak kelor dengan NaCl 1 M mampu menurunkan turbiditas, TDS, dan konsentrasi Fe masing-masing 98,75%, 79,49%, dan 98,91% serta mampu menaikkan transmitansi cahaya sebesar 92,41% sedangkan koagulan ekstrak kelor dengan aquades mampu menurunkan turbiditas, TDS, dan konsentrasi Fe masing-masing 98,90%, 81,13%, dan 94,03% serta menaikkan transmitansi cahaya sebesar 91,34%

6.2 Saran

Perlu dilakukan pengolahan air gambut alami terhadap koagulan ekstrak biji kelor dengan NaCl 1 M dan aquades sehingga efektivitasnya dapat diketahui. Selain itu pemurnian hasil ekstrak seperti penghilangan lemak dapat ditinjau lebih lanjut agar hasil yang diperoleh optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdassah, M. (2017). Nanopartikel dengan Gelasi Ionik. *Farmaka*, 15(145), 45–52.
- Abidin, N. A. Z., Kassim, N. S. A. K., Izzadin, S. A., Ghazali, S. M., Pungot, N. H., & Kamni, S. S. (2021). Evaluation of Heavy Metals Concentration in Milk Products by using Atomic Absorption Spectroscopy. *EKSAKTA: Journal of Sciences and Data Analysis*, 136–141. <https://doi.org/10.20885/EKSAKTA.vol2.iss2.art7>
- Adesina, O. A., Abdulkareem, F., Yusuff, A. S., Lala, M., & Okewale, A. (2019). Response surface methodology approach to optimization of process parameter for coagulation process of surface water using *Moringa oleifera* seed. *South African Journal of Chemical Engineering*, 28, 46–51. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2019.02.002>
- A'idah, E., Destiarti, L., & Idiawati, N. (2018). Penentuan Karakteristik Air Gambut Di Kota Pontianak Dan Kabupaten Kuburaya. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7(3), 91–96.
- Albert, E. D. (2015). Methods for Verifying Medical Device Cleanliness. In *Developments in Surface Contamination and Cleaning Contamination Sources, Measurement, Validation, and Regulatory Aspects* (pp. 109–128). William Andrew Publishing.
- Ali, F., Lestari, D. L., & Putri, M. D. (2021a). Peat Water Treatment as an Alternative for Raw water in Peatlands Area. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1144(1), 012052. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1144/1/012052>
- Ali, F., Lestari, D. L., & Putri, M. D. (2021b). Peat Water Treatment as an Alternative for Raw water in Peatlands Area. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1144(1), 012052. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1144/1/012052>
- Al-Jadabi, N., Laaouan, M., Mabrouki, J., Fattah, G., & El Hajjaji, S. (2021). Comparative study of the coagulation efficacy of *Moringa oleifera* seeds extracts to alum for domestic wastewater treatment of Ain Aouda City, Morocco. *E3S Web of Conferences*, 314. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131408003>
- Al-Maliky, E. A., Gzar, H. A., & Al-Azawy, M. G. (2021). Determination of Point of Zero Charge (PZC) of Concrete Particles Adsorbents. *IOP Conference*

Series: Materials Science and Engineering, 1184(1), 012004.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1184/1/012004>

- Amertaningtyas, D., Erwanto, Y., Bachruddin, Z., & Jamhari. (2017). Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectra, Amino Acid Profile and Microstructure of Gelatin from Madura and Crossbred Ongole Cattle Hides. *The 7th International Seminar on Tropical Animal Production (ISTAP)*, 939–943.
- Amran, A. H., Zaidi, N. S., Muda, K., Bahrodin, M. B., & Liew, W. L. (2021). Deshelled Carica papaya Seeds as Natural Coagulant for Improvement Quality of River Water. *Sains Malaysiana*, 50(6), 1521–1529.
<https://doi.org/10.17576/jsm-2021-5006-02>
- Ang, W. L., & Mohammad, A. W. (2020). State of the art and sustainability of natural coagulants in water and wastewater treatment. *Journal of Cleaner Production*, 262, 121267. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121267>
- Ardiansyah, Bahri, S., Saryono, & Wawan. (2016). Peat Water Treatment with Natural Inorganic Coagulant. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 5(8), 389–394. <https://doi.org/10.21275/art2016833>
- Aslamiah, S. S., Yulianti, E., & Jannah, A. (2013). Aktivitas Koagulasi Ekstrak Biji Kelor (*Moringa oleifera* L.) Dalam Larutan NaCl Terhadap Limbah Cair Ipal PT. Sier Pier Pasuruan. *ALCHEMY*, 2(3), 178–183.
<https://doi.org/10.18860/al.v0i0.2891>
- Asmiyarna, L., Daud, S., & Darmayanti, L. (2021). Penyisihan Warna dan Zat Organik pada Air Gambut secara Koagulasi-Flokulasi dengan Koagulan Belimbing Wuluh. *Jurnal Teknik*, 10(1), 53–58.
- Assmann, C., Scott, A., & Biller, D. (2017). Online total organic carbon (TOC) monitoring for water and wastewater treatment plants processes and operations optimization. *Drinking Water Engineering and Science*, 10(2), 61–68.
<https://doi.org/10.5194/dwes-10-61-2017>
- Asward, M., Elystia, S., & Yenie, E. (2019). Pengaruh Kecepatan dan Waktu Pengadukan dalam Pengolahan Air Gambut menggunakan Serbuk Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L) sebagai Biokoagulan. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*, 6(1), 1–8.
- Baker, M. J., Trevisan, J., Bassan, P., Bhargava, R., Butler, H. J., Dorling, K. M., Fielden, P. R., Fogarty, S. W., Fullwood, N. J., Heys, K. A., Hughes, C., Lasch, P., Martin-Hirsch, P. L., Obinaju, B., Sockalingum, G. D., Sulé-Suso, J., Strong, R. J., Walsh, M. J., Wood, B. R., ... Martin, F. L. (2014). Using Fourier

- transform IR spectroscopy to analyze biological materials. *Nature Protocols*, 9(8), 1771–1791. <https://doi.org/10.1038/nprot.2014.110>
- Birima, A. H., Hammad, H. A., Desa, M. N. M., & Muda, Z. C. (2013). Extraction of natural coagulant from peanut seeds for treatment of turbid water. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 16(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/16/1/012065>
- Borgatta, J., & Navea, J. G. (2015). Fate of aqueous iron leached from tropospheric aerosols during atmospheric acidic processing: a study of the effect of humic-like substances. *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, 155–166. <https://doi.org/10.2495/AIR150131>
- Bouchareb, R., Derbal, K., & Benalia, A. (2021). Optimization of active coagulant agent extraction method from *Moringa oleifera* seeds for municipal wastewater treatment. *Water Science and Technology*, 84(2), 393–403. <https://doi.org/10.2166/wst.2021.234>
- Boumediene, M., Benaïssa, H., George, B., Molina, S., & Merlin, A. (2018). Effects of pH and ionic strength on methylene blue removal from synthetic aqueous solutions by sorption onto orange peel and desorption study. *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 9(6), 1700–1711.
- Cao, B., Gao, B., Xu, C., Fu, Y., & Liu, X. (2010). Effects of pH on coagulation behavior and floc properties in Yellow River water treatment using ferric based coagulants. *Chinese Science Bulletin*, 55(14), 1382–1387. <https://doi.org/10.1007/s11434-010-0087-5>
- Chethana, M., Sorokhaibam, L. G., Bhandari, V. M., Raja, S., & Ranade, V. V. (2016). Green Approach to Dye Wastewater Treatment Using Biocoagulants. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 4(5), 2495–2507. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.5b01553>
- Daifullah, A. A. M., Girgis, B. S., & Gad, H. M. H. (2004). A study of the factors affecting the removal of humic acid by activated carbon prepared from biomass material. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 235(1–3), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2003.12.020>
- de Melo, B. A. G., Motta, F. L., & Santana, M. H. A. (2016). Humic acids: Structural properties and multiple functionalities for novel technological developments. *Materials Science and Engineering: C*, 62, 967–974. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2015.12.001>
- Dehghani, M., & Alizadeh, M. H. (2016). The effects of the natural coagulant *Moringa oleifera* and alum in wastewater treatment at the Bandar Abbas Oil

- Refinery. *Environmental Health Engineering and Management*, 3(4), 225–230. <https://doi.org/10.15171/ehem.2016.24>
- Desta, W. M., & Bote, M. E. (2021). Wastewater treatment using a natural coagulant (*Moringa oleifera* seeds): optimization through response surface methodology. *Heliyon*, 7(11), e08451. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08451>
- El Nemr, A., Aboughaly, R. M., El Sikaily, A., Ragab, S., Masoud, M. S., & Ramadan, M. S. (2022). Microporous nano-activated carbon type I derived from orange peel and its application for Cr(VI) removal from aquatic environment. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 12(11), 5125–5143. <https://doi.org/10.1007/s13399-020-00995-5>
- El-Gaayda, J., Titchou, F. E., Oukhrib, R., Yap, P.-S., Liu, T., Hamdani, M., & Ait Akbour, R. (2021). Natural flocculants for the treatment of wastewaters containing dyes or heavy metals: A state-of-the-art review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(5), 106060. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.106060>
- Fadlelmoula, A., Pinho, D., Carvalho, V. H., Catarino, S. O., & Minas, G. (2022). Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy to Analyse Human Blood over the Last 20 Years: A Review towards Lab-on-a-Chip Devices. *Micromachines*, 13(2), 187. <https://doi.org/10.3390/mi13020187>
- Fajar, M. (2020). Analyzing the Rapid Mixing Time Effect on Coagulation – Flocculation Process using *Moringa oleifera*. *Journal of Multidisciplinary Academic*, 4(3), 139–144.
- Ganogpichayagrai, A., & Suksaard, C. (2020). Proximate composition, vitamin and mineral composition, antioxidant capacity, and anticancer activity of *Acanthopanax trifoliatum*. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*, 11(4), 179–183. https://doi.org/10.4103/japtr.JAPTR_61_20
- García, R., & Báez, A. P. (2012). Atomic Absorption Spectrometry (AAS). In *Atomic Absorption Spectroscopy*. InTech. <https://doi.org/10.5772/25925>
- Gautam, S., & Saini, G. (2020). Use of Natural Coagulants for Industrial Wastewater Treatment. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 6(4), 553–478.
- Grady, C. P. L., Daigger, G. T., & Lim, H. C. (2011). *Biological Wastewater Treatment*.

- Hariyram, A. S. K., Syauqiah, I., Elma, M., Rampun, E. L. A., Putri, D. A. C., & Safitri, N. G. (2022). Iron Adsorption In Peat Water By Sago Waste Activated Carbon. *Konversi*, 11(2). <https://doi.org/10.20527/k.v11i2.13752>
- Hendrawati, H., Yuliasri, I. R., Nurhasni, Rohaeti, E., Effendi, H., & Darusman, L. K. (2016). The use of *Moringa oleifera* Seed Powder as Coagulant to Improve the Quality of Wastewater and Ground Water. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 31(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/31/1/012033>
- Hong, T., Yin, J.-Y., Nie, S.-P., & Xie, M.-Y. (2021). Applications of infrared spectroscopy in polysaccharide structural analysis: Progress, challenge and perspective. *Food Chemistry*: X, 12, 100168. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2021.100168>
- Khayan, K., Sutomo, A. H., Rasyid, A., Puspita, W. L., Hariyadi, D., Anwar, T., Wardoyo, S., Sahknan, R., & Aziz, A. (2022). Integrated Water Treatment System for Peat Water Treatment. *Clean - Soil, Air, Water*, 50(2). <https://doi.org/10.1002/clen.202100404>
- Kristianto, H. (2017). The Potency of Indonesia Native Plants as Natural Coagulant: a Mini Review. *Water Conservation Science and Engineering*, 2(2), 51–60. <https://doi.org/10.1007/s41101-017-0024-4>
- Kristianto, H., Prasetyo, S., & Sugih, A. K. (2019). Pemanfaatan Ekstrak Protein dari Kacang-kacangan sebagai Koagulan Alami: Review. *Jurnal Rekayasa Proses*, 13(2), 65. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.46292>
- Kurniawan, S., Abdullah, S., Imron, M., Said, N., Ismail, N., Hasan, H., Othman, A., & Purwanti, I. (2020). Challenges and Opportunities of Biocoagulant/Bioflocculant Application for Drinking Water and Wastewater Treatment and Its Potential for Sludge Recovery. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(24), 9312. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249312>
- Kurniawan, S. B., Imron, M. F., Chik, C. E. N. C. E., Owodunni, A. A., Ahmad, A., Alnawajha, M. M., Rahim, N. F. M., Said, N. S. M., Abdullah, S. R. S., Kasan, N. A., Ismail, S., Othman, A. R., & Hasan, H. A. (2022). What compound inside biocoagulants/bioflocculants is contributing the most to the coagulation and flocculation processes? *Science of The Total Environment*, 806, 150902. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150902>
- Kusumawati, E., Widyanti, E. M., & Waluya, F. (2020). *Production of Powdered Bio-coagulant from Moringa oleifera Seeds Using Vacuum Drying Method*.

- Landang, Y. K., & Razif, M. (2020). Pengolahan Air Gambut menggunakan Asam Jawa dengan Variabel Konsentrasi Air Gambut dan Ukuran Koagulan Asam Jawa. *Jurnal Envirotek*, 12(1), 72–79.
- Lee, H.-S., Hur, J., Hwang, Y.-H., & Shin, H.-S. (2020). A Novel Procedure of Total Organic Carbon Analysis for Water Samples Containing Suspended Solids with Alkaline Extraction and Homogeneity Evaluation by Turbidity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), 3901. <https://doi.org/10.3390/ijerph17113901>
- Maćczak, P., Kaczmarek, H., & Ziegler-Borowska, M. (2020). Recent Achievements in Polymer Bio-Based Flocculants for Water Treatment. *Materials*, 13(18), 3951. <https://doi.org/10.3390/ma13183951>
- Mali, M. I., Kolo, M. M., & Djue Tea, M. T. (2023). Pemanfaatan Tanaman Lokal Biji Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Biokoagulan pada Proses Penjernihan Mata Air di Desa Maurisu Kabupaten Timor Tengah Utara. *Jurnal Saintek Lahan Kering*, 5(2), 30–33. <https://doi.org/10.32938/slk.v5i2.1988>
- Mallamace, F., Corsaro, C., Mallamace, D., Vasi, S., Vasi, C., & Dugo, G. (2015). The role of water in protein's behavior: The two dynamical crossovers studied by NMR and FTIR techniques. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 13, 33–37. <https://doi.org/10.1016/j.csbj.2014.11.007>
- Mardiyanto, M., Herlina, H., Fithri, N. A., & Rahmi, Y. (2019). Formulasi dan Evaluasi Sediaan Submikro Partikel Gelasi-Ionik Pembawa Ekstrak Daun *Pluchea indica* Sebagai Antibakteri pada Kulit Tikus Putih Jantan Galur Wistar. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 6(2), 171. <https://doi.org/10.25077/jfsfk.6.2.171-179.2019>
- Mathuram, M., Meera, R., & Vijayaraghavan, G. (2018). Application of Locally Sourced Plants as Natural Coagulants For Dye Removal from Wastewater: A Review. *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 9(7), 2058–2070.
- Mawaddah, D., Zaharah, T. A., & Gusrizal. (2014). Penurunan Bahan Organik Air Gambut menggunakan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* Linn). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 3(1), 27–31.
- Merdana, I. M., Suada, I. K., & Putra, I. P. A. S. (2020). Reducing Total Dissolved Solid of Livestock Wastewater with Moringa Seed Powder. *Advances in Tropical Biodiversity and Environmental Sciences*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.24843/atbes.2020.v04.i01.p01>
- Mulyadi, D., Haryati, S., & Said, M. (2020). The Effect of Calcium Oxide and Aluminum Sulfate on Iron, Manganese and Color Removal at Peat Water

- Treatment. *Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry*, 5(2), 42–48. <https://doi.org/10.24845/ijfac.v5.i2.42>
- Muyibi, S., & Alfugara, A. (2003). Treatment of surface water with *Moringa oleifera* seed extract and alum – a comparative study using a pilot scale water treatment plant. *International Journal of Environmental Studies*, 60(6), 617–626. <https://doi.org/10.1080/723032000087925>
- Nascimento, A. C. S., Oliveira, A. F. G. de, Lavôr, M. B. de, Pereira, E. C., & Amorim, M. C. C. de. (2020). Low turbidity water treated with seeds of *Moringa oleifera* Lam. *REGET*, 24(41), 1–15.
- Naswir, M., & Lestari, I. (2014). Characterization Active Carbon and Clum Shell In Reducing pH, Color, COD, Fe and Organic Matter On Peat Water. *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering*. www.ijirae.com
- Nerdy, N., Putra, E. D. L., Zebua, N. F., Surbakti, C. I. S., & Safira, J. (2021). Development of Fourier transform infrared spectrophotometric method for identification and determination of marketed metamizole tablet preparation. *Jurnal Natural*, 21(1). <https://doi.org/10.24815/jn.v21i1.18318>
- Nimesha, S., Hewawasam, C., Jayasanka, D. J., Murakami, Y., Araki, N., & Maharjan, N. (2022). Effectiveness of natural coagulants in water and wastewater treatment. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 8(1), 101–116. <https://doi.org/10.22034/gjesm.2022.01.08>
- Nouhi, S., Kwaambwa, H. M., Gutfreund, P., & Rennie, A. R. (2019). Comparative study of flocculation and adsorption behaviour of water treatment proteins from *Moringa peregrina* and *Moringa oleifera* seeds. *Scientific Reports*, 9(1), 17945. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54069-2>
- Nugrahadi, D. T., Wijayanto, T., Wahyono, S. R., Arrahimi, A. R., & 'Afif, S. (2022). Teknologi Membran Filtrasi Air Rawa/Gambut berbasis Panel Surya UKM Pengolah Ikan Asin Desa Muning Biru. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat MEDITEG*, 7(1), 45–52.
- Okiki, P. A., Osibote, I. A., Balogun, O., Oyinloye, B. E., Idris, O., Olufunke, A., Asoso, S. O., & Olagbemide, P. T. (2015). Evaluation of Proximate, Minerals, Vitamins and Phytochemical Composition of *Moringa oleifera* Lam. Cultivated in Ado Ekiti, Nigeria. *Advances in Biological Research*, 9(6), 436–443. <https://doi.org/10.5829/idosi.abr.2015.9.6.96112>
- Okuda, T., Baes, A. U., Nishijima, W., & Okada, M. (1999). Improvement of extraction method of coagulation active components from *Moringa oleifera*

- seed. *Water Research*, 33(15), 3373–3378. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(99\)00046-9](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(99)00046-9)
- Olanrewaju, O. O., Jegede, O. J., & Adeoye, I. A. (2018). Comparison of the Coagulating Efficiency of *Moringa oleifera* (Linnaeus) on Wastewater at Lower and Higher Concentration Levels. *International Journal Of Engineering Science And Application*, 2(3), 1–8.
- Putra, R. S., Nasriyanti, D., & Sarkawi, M. (2022). Coagulation activity of liquid extraction of *Leucaena leucocephala* and *Sesbania grandiflora* on the removal of turbidity. *Open Chemistry*, 20(1), 1239–1249. <https://doi.org/10.1515/chem-2022-0230>
- Putra, R. S., Putri, C. I., & Tyagustin, N. S. (2021). The combination of electroflotation-biocoagulation process using Aloe vera for river water treatment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1087(1), 012047. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1087/1/012047>
- Rahmawati, E., Dewi, D. C., Fasya, A. G., & Fauziyah, B. (2015). Analysis of Metal Copper Concentration at Candy using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). In *ALCHEMY* (Vol. 4, Issue 1).
- Rehansyah, M. A., HS Edward, & Elystia, S. (2017). Penyisihan Zat Organik dan Warna pada Air Gambut dengan Koagulan Alami Campuran (Biji Jagung, Biji Kelor dan Biji Semangka). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*, 4(2), 1–9.
- Rompegading, A. B., Hamza, Arafah, M., Akbar, H., Tolinggi, S., Yani, A., Nur, M., Rijal, S., Fudholi, A., & Irfandi, R. (2023). The Use of Moringa Seed (*Moringa oleifera*) Extract as a Natural Coagulant to Reduce the Turbidity Level of Worongnge Village River Water. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 18(1), 169–174. <https://doi.org/10.18280/ijdne.180120>
- Rusdianasari, Bow, Y., & Dewi, T. (2019). Peat Water Treatment by Electrocoagulation using Aluminium Electrodes. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 258(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/258/1/012013>
- Salim, A., Narendra, B., Dharmawan, I. W., & Pratiwi, P. (2021). Chemical and Hydro-Physical Peat Characteristics under Agricultural Peat Land Management in Central Kalimantan, Indonesia. *Polish Journal of Environmental Studies*, 30(5), 4647–4655. <https://doi.org/10.15244/pjoes/134541>

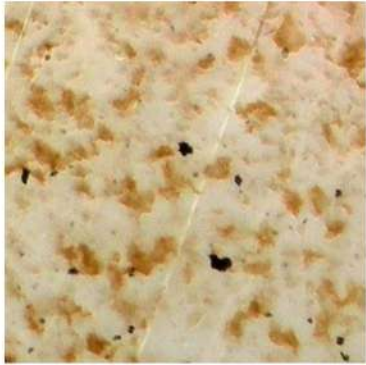
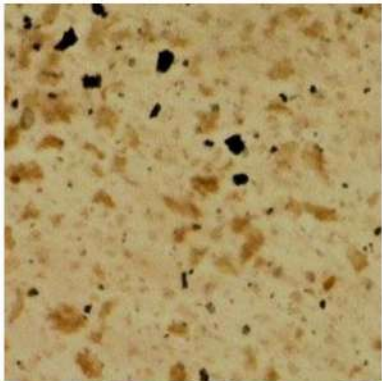
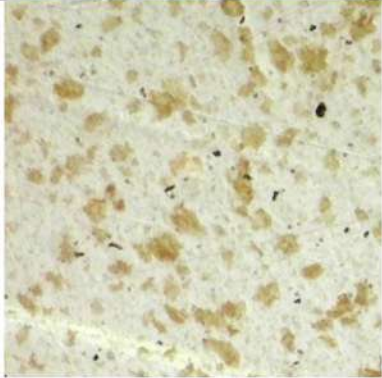
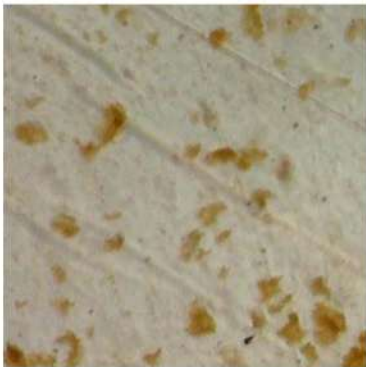
- Saravanan J, Priyadarshini D, Soundammal A, Sudha G, & Suriyakala K. (2017). Wastewater Treatment using Natural Coagulants. In *SSRG International Journal of Civil Engineering (SSRG-IJCE)* (Vol. 4). www.internationaljournalsssrg.org
- Shamsnejati, S., Chaibakhsh, N., Pendashteh, A. R., & Hayeripour, S. (2015). Mucilaginous seed of *Ocimum basilicum* as a natural coagulant for textile wastewater treatment. *Industrial Crops and Products*, 69, 40–47. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.01.045>
- Shan, T. C., Matar, M. Al, Makky, E. A., & Ali, E. N. (2017). The use of *Moringa oleifera* seed as a natural coagulant for wastewater treatment and heavy metals removal. *Applied Water Science*, 7(3), 1369–1376. <https://doi.org/10.1007/s13201-016-0499-8>
- Sheng, D. P. W., Bilad, M. R., & Shamsuddin, N. (2023). Assessment and Optimization of Coagulation Process in Water Treatment Plant: A Review. *ASEAN Journal of Science and Engineering*, 3(1), 79–100.
- Sibiya Precious, N., Rathilal, S., & Kweiyor Tetteh, E. (2021). Coagulation Treatment of Wastewater: Kinetics and Natural Coagulant Evaluation. *Molecules*, 26(3), 698. <https://doi.org/10.3390/molecules26030698>
- Singh, S., & Choubey, S. (2014). *Assessment of coagulation efficiency of Moringa oleifera and Okra for treatment of turbid water*. www.scholarsresearchlibrary.com
- Sisnayanti, Aprianti, T., Komala, R., Yusya, M. K., & Faizal, M. (2022). Pengolahan Air Gambut menjadi Air Bersih menggunakan Teknologi Nanofiltrasi Membran Keramik. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 33(1), 90–101.
- Sitorus, A. S. (2023). Potensi Biji Pepaya (*Carica papaya*) Sebagai Biokoagulan Untuk Penyisihan Kekeruhan Pada Air Gambut. In *Repository of Riau University* (pp. 1–8).
- Sohrabi, Y., Rahimi, S., Nafez, A. H., Mirzaei, N., Baghri, A., Ghadiri, S. K., Rezaei, S., & Charganeh, S. S. (2018). Chemical Coagulation Efficiency in Removal of Water Turbidity. *International Journal of Pharmaceutical Research*, 10(03). <https://doi.org/10.31838/ijpr/2018.10.03.071>
- Sudoh, R., Saiful Islam, M., Sazawa, K., Okazaki, T., Hata, N., Taguchi, S., & Kuramitz, H. (2015). *Removal of dissolved humic acid from water by coagulation method using polyaluminium chloride (PAC) with calcium carbonate as neutralizer and coagulant aid*. <http://www.elsevier.com/open-access/userlicense/1.0/1>



- Suhendra, D. S., Marsaulina, I., & Santi, D. N. (2013). Analisis Kualitas Air Gambut dan Keluhan Kesehatan pada Masyarakat di Dusun Pulo Gambut Desa Suka Rame Kecamatan Kuala Hulu Kabupaten Labuhan Batu Utara Tahun 2012. *Jurnal Lingkungan Dan Kesehatan Kerja*, 2(3), 1–10.
- Suherman, D., & Sumawijaya, N. (2013). Menghilangkan Warna Dan Zat Organik Air Gambut Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Suasana Basa. *Jurnal Riset Geologi Dan Pertambangan*, 23(2), 125. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2013.v23.75>
- Volk, C., Wood, L., Johnson, B., Robinson, J., Zhu, H. W., & Kaplan, L. (2002). Monitoring dissolved organic carbon in surface and drinking waters. *Journal of Environmental Monitoring*, 4(1), 43–47. <https://doi.org/10.1039/b107768f>
- Wardono, H. R. I., Cahyono, T., Hilal, N., & Putri, K. A. (2022). Automatic Peat Water Treatment Method with Electrocoagulation and Salt Addition Techniques to Improve Chemical Quality to Drinking Water. *ISET (2022) Universitas Negeri Semarang International Conference on Science, Education and Technology*, 704–708. <https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/iset704>
- Warren, M., Hergoualc'h, K., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., & Kolka, R. (2017). An appraisal of Indonesia's immense peat carbon stock using national peatland maps: uncertainties and potential losses from conversion. *Carbon Balance and Management*, 12(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s13021-017-0080-2>
- Wu, P.-S., Li, Y.-S., Kuo, Y.-C., Tsai, S.-J., & Lin, C.-C. (2019). Preparation and Evaluation of Novel Transfersomes Combined with the Natural Antioxidant Resveratrol. *Molecules*, 24(3), 600. <https://doi.org/10.3390/molecules24030600>
- Zahar, W., Said, Y. M., Achnopa, Y., & Wibowo, Y. G. (2019). Physical And Chemical Characterization Of Peat Water At Tanjung Jabung Barat, Jambi Province. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 11(2), 132–142. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol11.iss2.art5>
- Zaidi, N. S., Muda, K., Abdul Rahman, M. A., Sgawi, M. S., & Amran, A. H. (2019). Effectiveness of Local Waste Materials as Organic-Based Coagulant in Treating Water. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 636(1), 012007. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/636/1/012007>
- Zein, R., Swesti, N., Novita, L., Novrian, E., Ningsih, S., & Syukri. (2016). Peat Water Treatment by Using Multi Soil Layering (MSL) Method. *Der Pharma Chemica*, 8(12), 254–261. www.derpharmachemica.com

- Zeng, D., Hu, D., & Cheng, J. (2011). Study on a Composite Flocculant for Treating Papermaking Wastewater. *Journal of Environmental Protection*, 2, 1–6.
- Zulfikar, M. A., Novita, E., Hertadi, R., & Djajanti, S. D. (2013). Removal of humic acid from peat water using untreated powdered eggshell as a low cost adsorbent. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 10(6), 1357–1366. <https://doi.org/10.1007/s13762-013-0204-5>
- Zulkarnaini, A., Sanjaya, H., Yohandri, Nasra, E., & Nizar, U. K. (2021). Degradasi Asam Humat pada Air Rawa Gambut menggunakan Metode Fotosonolisis dengan Bantuan Katalis ZnO. *Periodic*, 11(1), 35–39.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan distribusi flok koagulasi

Parameter	Gambar flok	Diameter flok	Jumlah flok
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/20		0	0
		0,2	100
		0,4	337
		0,6	170
		0,8	95
		1	26
		>1	16
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/25		0	0
		0,2	241
		0,4	335
		0,6	48
		0,8	8
		1	1
		>1	0
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/30		0	0
		0,2	215
		0,4	297
		0,6	84
		0,8	23
		1	11
		>1	4
Ekstrak kelor aquades 5/20		0	0
		0,2	180
		0,4	333
		0,6	103
		0,8	13
		1	2
		>1	0

Ekstrak kelor aquades 5/25		0	0
		0,2	241
		0,4	335
		0,6	48
		0,8	8
		1	1
		>1	0
Ekstrak kelor aquades 5/30		0	0
		0,2	194
		0,4	347
		0,6	79
		0,8	17
		1	8
		>1	6

Lampiran 2. Perhitungan Penurunan Turbiditas

Parameter	Turbiditas (NTU)			Rata-Rata	Penurunan (%)
	I	II	III		
Awal	46,4	46,8	47,1	46,77±0,351	-
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/20	0,27	0,26	0,26	0,26±0,005	99,44
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/25	0,62	0,55	0,58	0,58±0,035	98,75
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/30	0,24	0,25	0,24	0,24±0,005	99,48
Ekstrak kelor aquades 5/20	1,88	1,88	1,90	1,89±0,011	95,95
Ekstrak kelor aquades 5/25	1,67	1,43	1,54	1,55±0,120	96,68
Ekstrak kelor aquades 5/30	0,66	0,60	0,57	0,51±0,045	98,9
Ekstrak kelor NaCl 1 M keadaan pH PZC	0,55	0,48	0,55	0,53±0,040	98,86

$$\% \text{ Penurunan Turbiditas} = \frac{T_i - T_f}{T_i} \times 100\%$$

T_i : Turbiditas awal (NTU)

T_f : Turbiditas akhir (NTU)

Lampiran 3. Perhitungan penurunan TDS

Parameter	TDS (mg/L)			Rata-Rata	Penurunan (%)
	I	II	III		
Awal	865	865	865	865	-
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/20	180	181	180	180,33±0,577	78,9
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/25	173	175	176	174,67±1,527	79,57
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/30	173	176	177	175,33±2,081	79,49
Ekstrak kelor aquades 5/20	169	168	169	168,67±0,577	80,27
Ekstrak kelor aquades 5/25	160	169	164	164,33±4,509	80,78
Ekstrak kelor aquades 5/30	160	164	160	161,33±2,309	81,13
Ekstrak kelor NaCl 1 M keadaan pH PZC	149	149	141	146,33±4,618	83,08

$$\% \text{ Penurunan TDS} = \frac{T_i - T_f}{T_i} \times 100\%$$

T_i : TDS awal (mg/L)

T_f : TDS akhir (mg/L)

Lampiran 4. Perhitungan penurunan transmitansi cahaya

Parameter	Trsanmitansi Cahaya (Lux)			Rata- Rata	Penuruna n (%)
	I	II	III		
Awal	101	100	99	100	-
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/20	1300	1301	1302	1301	92,31
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/25	1330	1329	1328	1329	92,47
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/30	1320	1319	1318	1319	92,41
Ekstrak kelor aquades 5/20	1149	1150	1151	1150	91,3
Ekstrak kelor aquades 5/25	1145	1146	1147	1146	91,27
Ekstrak kelor aquades 5/30	1155	1156	1157	1156	91,34
Ekstrak kelor NaCl 1 M keadaan pH PZC	1220	1221	1222	1221	91,80

$$\% \text{ Penurunan Turbiditas} = \frac{T_f - T_i}{T_f} \times 100\%$$

Ti : Transmitansi cahaya awal (Lux)

Tf : Transmitansi cahaya akhir (Lux)

Lampiran 5. Perhitungan penurunan Fe

Parameter	Fe (mg/L)	Penurunan (%)
Awal	44,62±0,04	-
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/20	0,672±0,043	98,59
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/25	0,539±0,051	98,79
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/30	0,464±0,059	98,91
Ekstrak kelor aquades 5/20	2,636±0,048	94,09
Ekstrak kelor aquades 5/25	3,083±0,060	93,09
Ekstrak kelor aquades 5/30	2,662±0,063	94,03
Ekstrak kelor NaCl 1 M keadaan pH PZC	1,211±0,227	93,11

$$\% \text{ Penurunan Fe} = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100\%$$

C_i : Konsentrasi besi awal (mg/L)

C_f : Konsentrasi besi akhir (mg/L)

Lampiran 7. Perhitungan pH

Parameter	pH			Rata-Rata
	I	II	III	
Awal	5	5	5	5
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/20	6,5	6,4	6,3	6,4±0,1
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/25	6,1	6,2	6,3	6,2±0,1
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/30	6,4	6,5	6,5	6,5±0,057
Ekstrak kelor aquades 5/20	5,6	5,7	5,8	5,7±0,1
Ekstrak kelor aquades 5/25	6,6	6,6	6,5	6,6±0,057
Ekstrak kelor aquades 5/30	6,4	6,4	6,4	6,4
Ekstrak kelor NaCl 1 M keadaan pH PZC	6	6	6	6

Lampiran 9. Perhitungan SM dan SVI

Parameter	Berat kertas saring (g)	Berat endapan basah (g)	Berat endapan kering (g)	Volume lumpur (mL)	SM (%)	SVI (mL/g)
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/20	0,075	2,734	0,391	78	85,698	33,29
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/25	0,073	2,294	0,395	84	82,781	44,23
Ekstrak kelor NaCl 1 M 5/30	0,074	2,347	0,422	64	82,019	33,24
Ekstrak kelor aquades 5/20	0,074	1,574	0,219	15	86,086	45,75
Ekstrak kelor aquades 5/25	0,072	1,382	0,25	78	81,91	68,90
Ekstrak kelor aquades 5/30	0,074	1,929	0,274	35	85,795	50,75
Ekstrak kelor NaCl 1 M keadaan pH PZC	0,075	2,176	0,325	66	85,06%	29,41

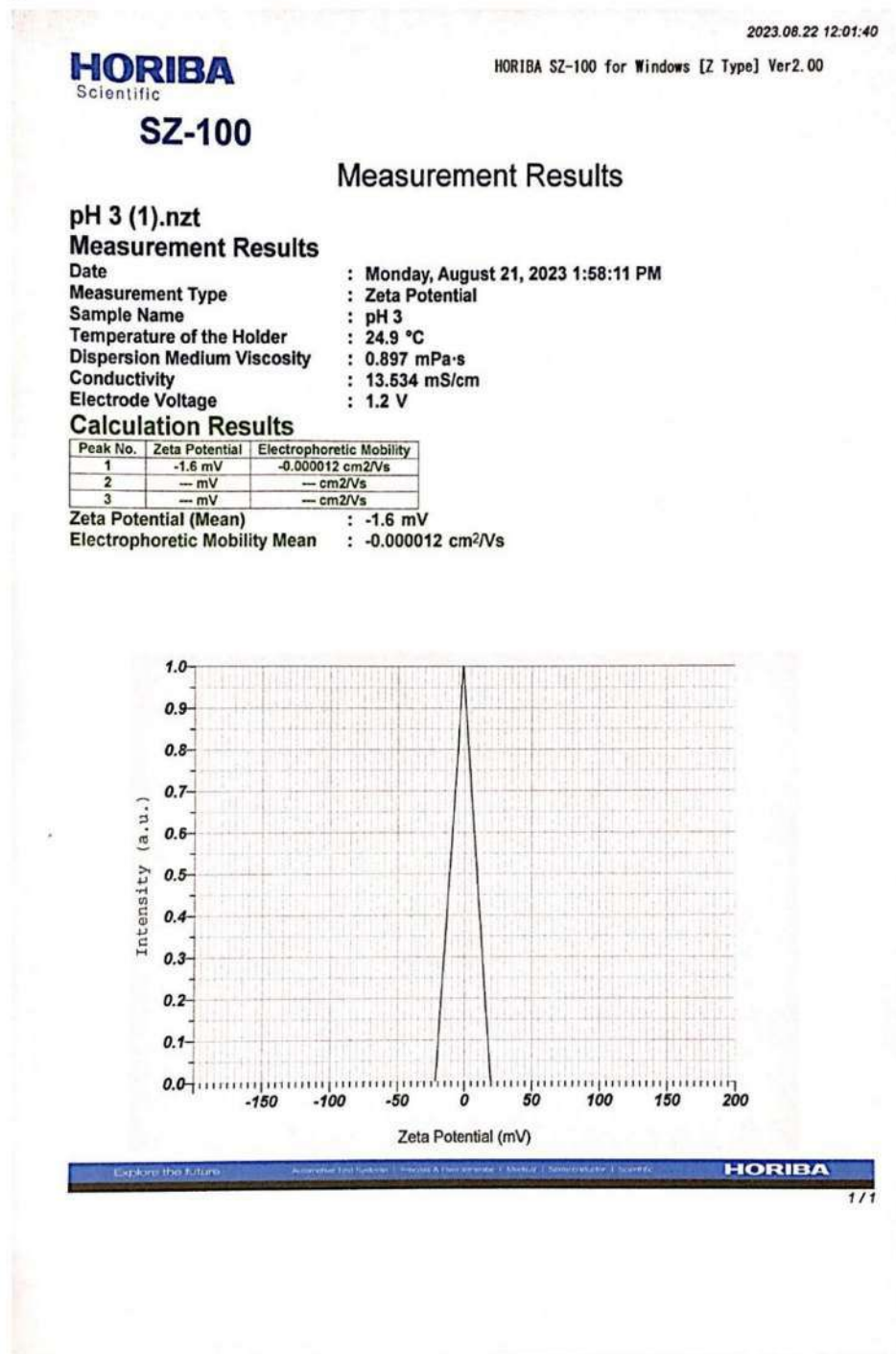
Sludge Mass (%)

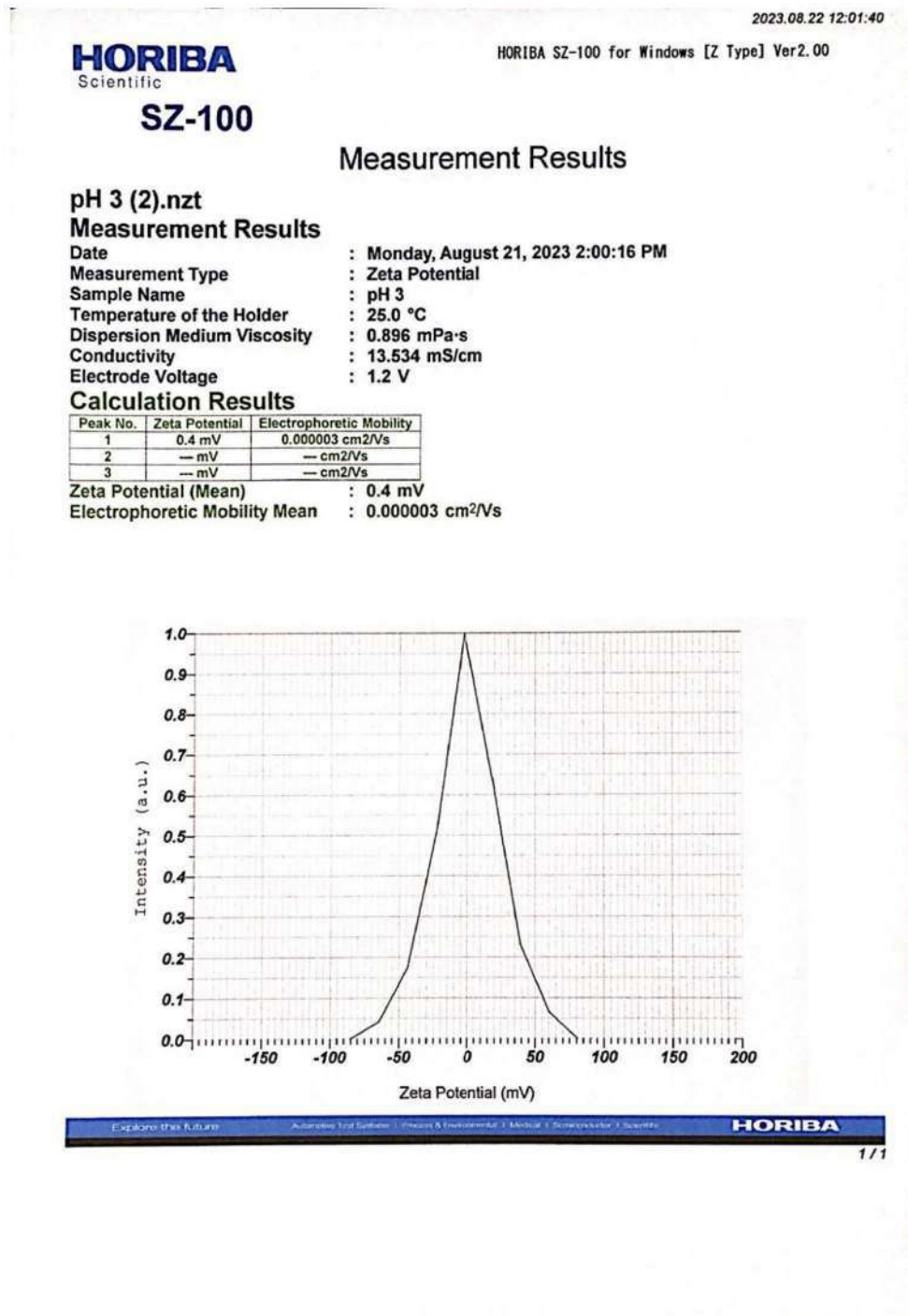
$$= \left[\frac{\text{endapan basah (mg)} - \text{endapan kering (mg)}}{\text{endapan basah (mg)}} \right] \times 100$$

Sludhe Volume Index (mL/g)

$$= \frac{\text{volume lumpur yang mengendap } \left(\frac{\text{mL}}{\text{L}} \right)}{\text{padatan tersuspensi } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right)} \times 1000$$

Lampiran 10. Penentuan Zeta Potensial





HORIBA
Scientific
SZ-100

2023.08.22 12:03:26

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

Measurement Results

pH 3 (3).nzt

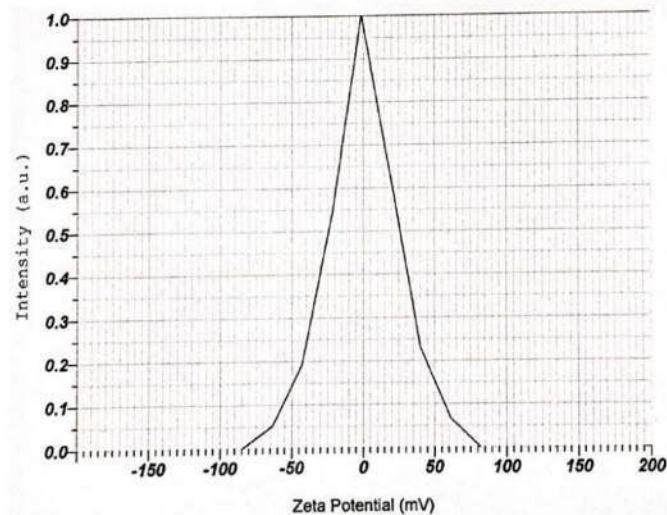
Measurement Results

Date : Monday, August 21, 2023 2:02:22 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 3
 Temperature of the Holder : 24.8 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.898 mPa·s
 Conductivity : 13.534 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	0.5 mV	0.000004 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : 0.5 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : 0.000004 cm²/Vs

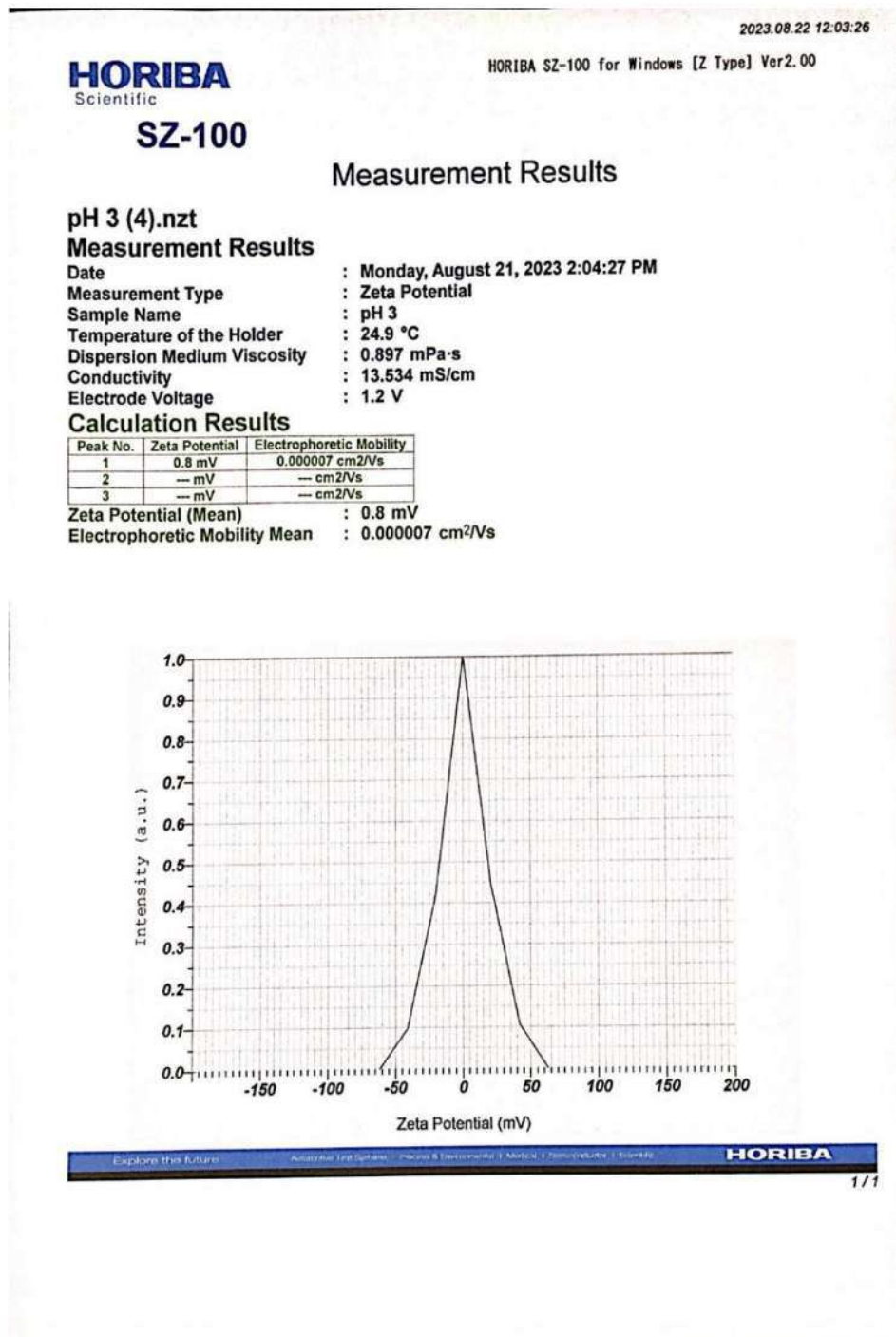


Explore the future

Analytical Instrumentation - Physics & Instrumentation - Model 1 - Sonoma State University

HORIBA

1/1



HORIBA
Scientific

SZ-100

2023.08.22 12:03:26

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

Measurement Results

pH 3 (5).nzt

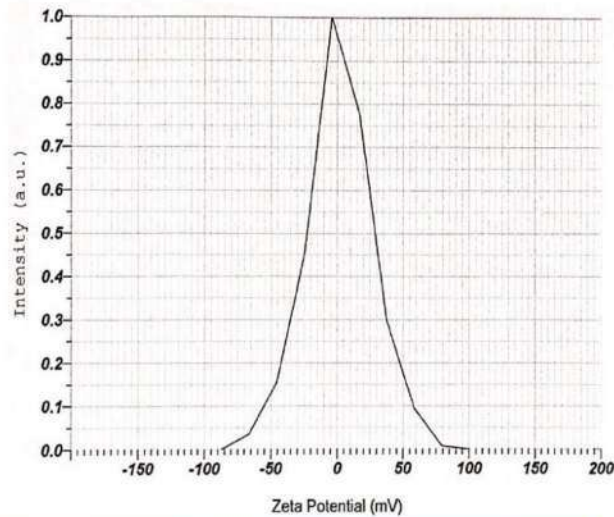
Measurement Results

Date : Monday, August 21, 2023 2:06:32 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 3
 Temperature of the Holder : 24.8 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.898 mPa·s
 Conductivity : 13.534 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	2.3 mV	0.000018 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : 2.3 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : 0.000018 cm²/Vs



Explains the Results | Address for Support | Product & Technical Support | Manual | Specifications | Service

HORIBA

1/1

HORIBA
Scientific

2023 08 22 12:03 27

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100**Measurement Results**

pH 3 (6).nzt

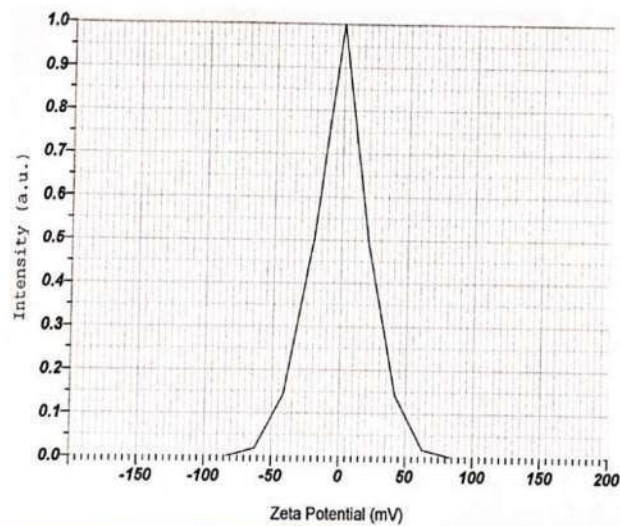
Measurement Results

Date : Monday, August 21, 2023 2:08:37 PM
Measurement Type : Zeta Potential
Sample Name : pH 3
Temperature of the Holder : 24.8 °C
Dispersion Medium Viscosity : 0.899 mPa·s
Conductivity : 13.534 mS/cm
Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	0.0 mV	0.000000 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : 0.0 mV
Electrophoretic Mobility Mean : 0.000000 cm²/Vs



Explore the Future

Advanced Analytical Solutions | Precision & Reliability | Analytical Instruments | Quality & Compliance | Support

HORIBA

1/1

HORIBA
Scientific

SZ-100

2023 08 22 12:03 27

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

Measurement Results

pH 3 (7).nzt

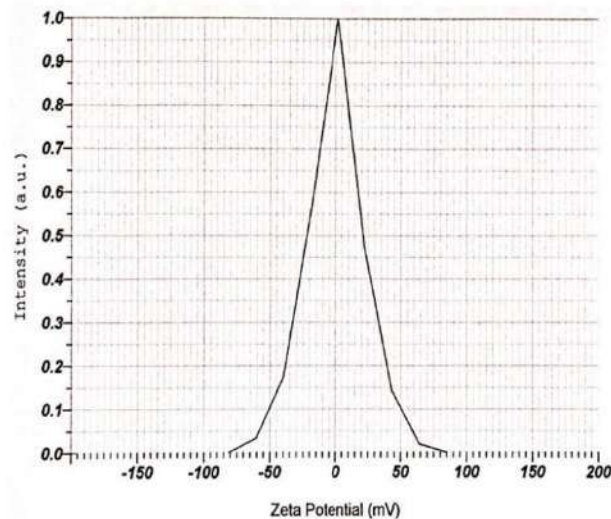
Measurement Results

Date : Monday, August 21, 2023 2:10:42 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 3
 Temperature of the Holder : 24.8 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.899 mPa·s
 Conductivity : 13.534 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	0.1 mV	0.000001 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : 0.1 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : 0.000001 cm²/Vs



HORIBA
Scientific**SZ-100**

2023.08.22 12:03:27

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

Measurement Results

pH 3 (8).nzt

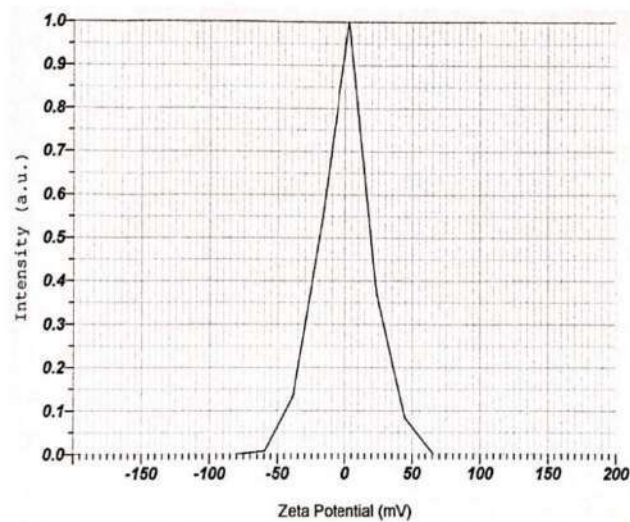
Measurement Results

Date : Monday, August 21, 2023 2:12:48 PM
Measurement Type : Zeta Potential
Sample Name : pH 3
Temperature of the Holder : 24.9 °C
Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
Conductivity : 13.534 mS/cm
Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	0.1 mV	0.000001 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : 0.1 mV
Electrophoretic Mobility Mean : 0.000001 cm²/Vs



HORIBA
Scientific

SZ-100

2023.08.22 12:03:27

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

Measurement Results

pH 3 (9).nzt

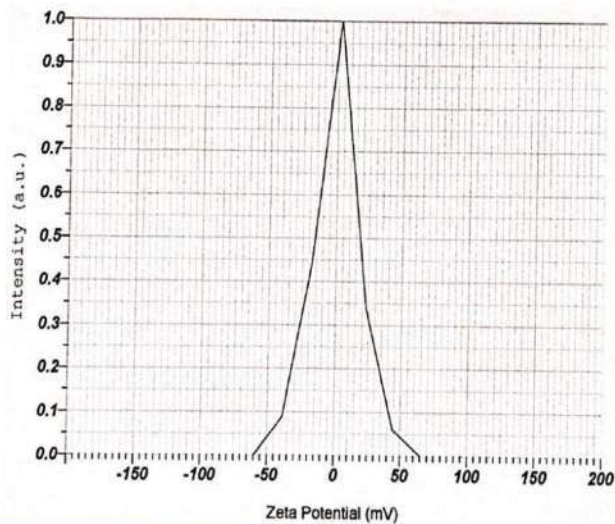
Measurement Results

Date : Monday, August 21, 2023 2:14:53 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 3
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
 Conductivity : 13.534 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	0.7 mV	0.000006 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : 0.7 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : 0.000006 cm²/Vs



HORIBA
Scientific

2023.08.22 12.03.27

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

Measurement Results

pH 3 (10).nzt

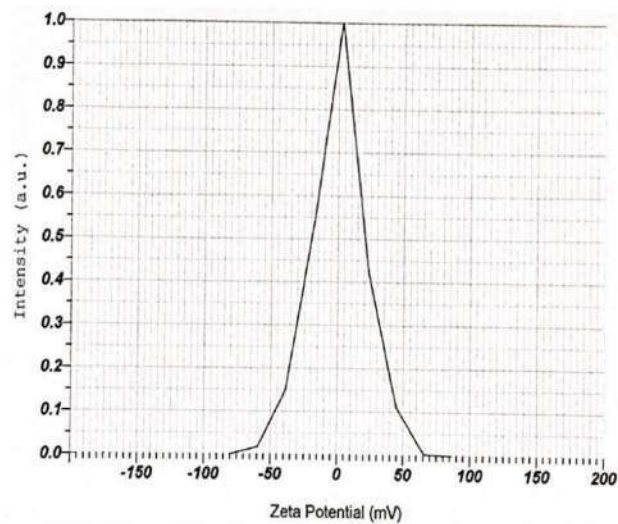
Measurement Results

Date : Monday, August 21, 2023 2:17:15 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 3
 Temperature of the Holder : 24.8 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.899 mPa·s
 Conductivity : 13.534 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	0.9 mV	0.000007 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : 0.9 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : 0.000007 cm²/Vs



E-ZetaPlus (TM) Software

HORIBA Scientific Ltd. Software & Instrumentation | Medical & Biotechnology | Scientific

HORIBA

1/1

SZ-100
Measurement Results

pH 5 (1).nzt

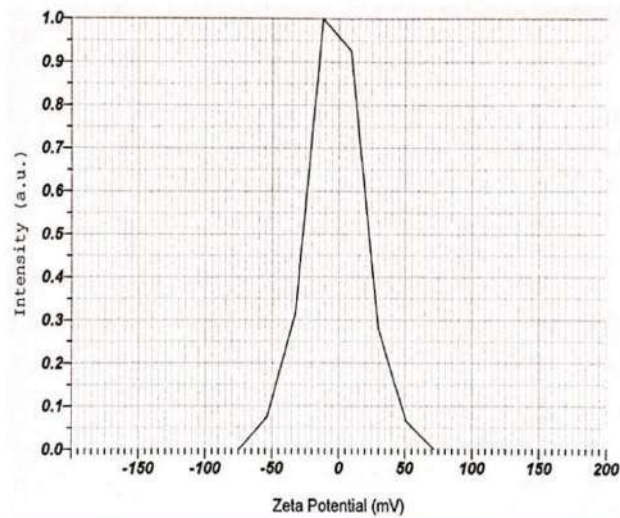
Measurement Results

Date : Monday, August 21, 2023 2:28:43 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 5
 Temperature of the Holder : 24.8 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.898 mPa·s
 Conductivity : 13.024 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-2.2 mV	-0.000017 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -2.2 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : -0.000017 cm²/Vs



HORIBA
Scientific

SZ-100

2023.08.22 12:17:23

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

Measurement Results

pH 5 (2).nzt

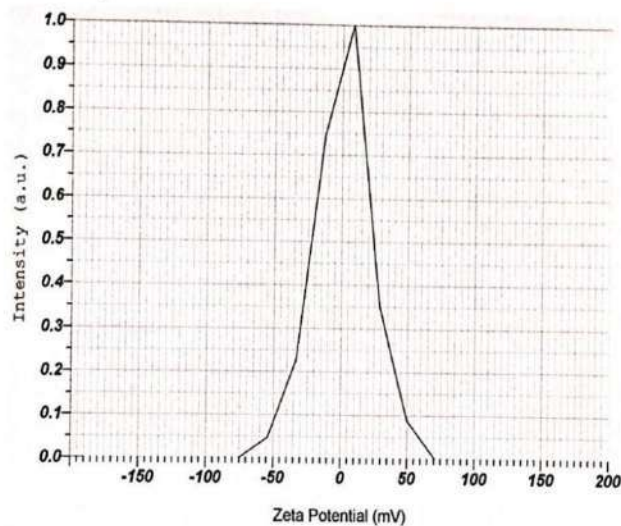
Measurement Results

Date : Monday, August 21, 2023 2:30:48 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 5
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
 Conductivity : 13.024 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	1.4 mV	0.000011 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : 1.4 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : 0.000011 cm²/Vs



Exploring the future. HORIBA Scientific. HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00. HORIBA

1/1

HORIBA
Scientific

SZ-100

2023.08.22 12:17:24

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

Measurement Results

pH 5 (3).nzt

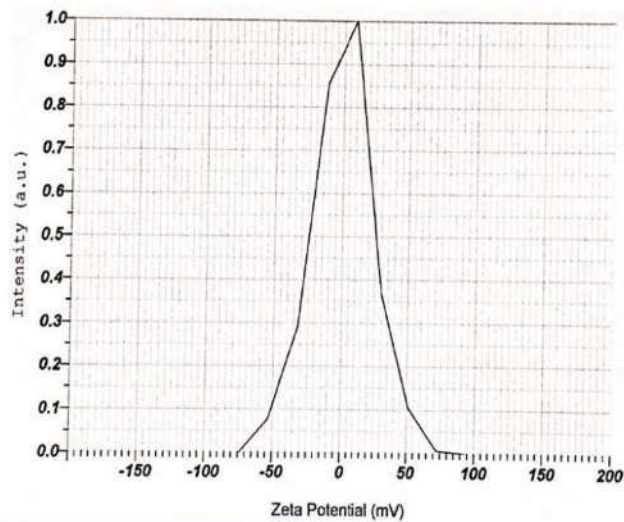
Measurement Results

Date : Monday, August 21, 2023 2:32:54 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 5
 Temperature of the Holder : 24.8 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.899 mPa·s
 Conductivity : 13.024 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	1.2 mV	0.000009 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : 1.2 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : 0.000009 cm²/Vs



HORIBA
Scientific

SZ-100

2023.08.22 12:17:24

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

Measurement Results

ph 5 (4).nzt

Measurement Results

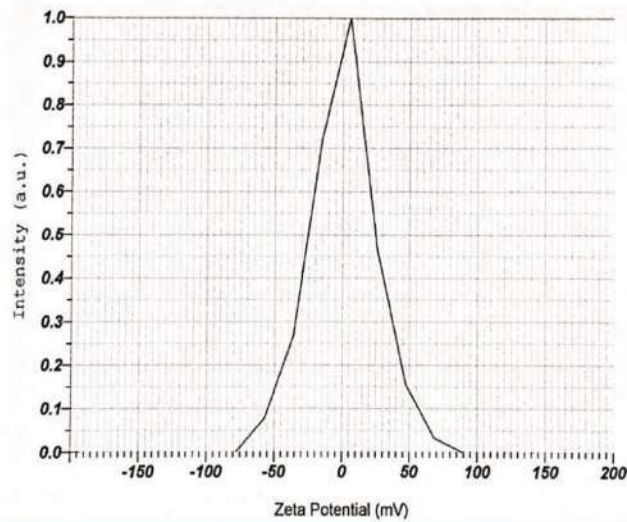
Date : Monday, August 21, 2023 2:34:59 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 5
 Temperature of the Holder : 24.8 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.900 mPa·s
 Conductivity : 13.024 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	0.6 mV	0.000005 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : 0.6 mV

Electrophoretic Mobility Mean : 0.000005 cm²/Vs



Explore the future

Industrial Cell Culture | Medical & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific

HORIBA

1/1

2023.08.22 12:17:24

HORIBA
 Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

Measurement Results

pH 5 (5).nzt

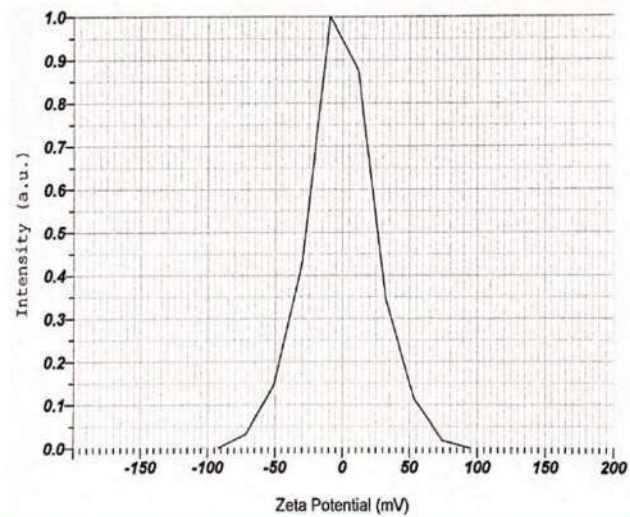
Measurement Results

Date : Monday, August 21, 2023 2:37:05 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 5
 Temperature of the Holder : 24.8 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.898 mPa·s
 Conductivity : 13.024 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-0.9 mV	-0.000007 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -0.9 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : -0.000007 cm²/Vs



HORIBA
Scientific

SZ-100

2023 08 22 12 17 24

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

Measurement Results

pH 5 (6).nzt

Measurement Results

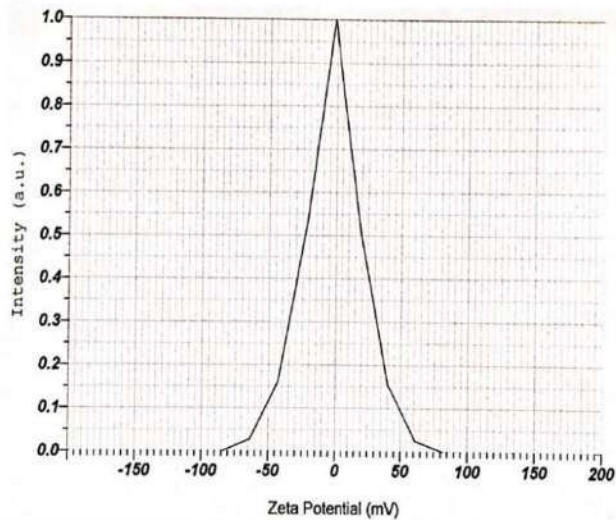
Date : Monday, August 21, 2023 2:39:11 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 5
 Temperature of the Holder : 25.0 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.896 mPa·s
 Conductivity : 13.024 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-1.6 mV	-0.000012 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -1.6 mV

Electrophoretic Mobility Mean : -0.000012 cm²/Vs



Expanding the future

Advanced Analytics | Online & Laboratory | Mobile | Connected | Scientific

HORIBA

1/1

2023 08 22 12:17:25

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100**Measurement Results**

pH 5 (7).nzt

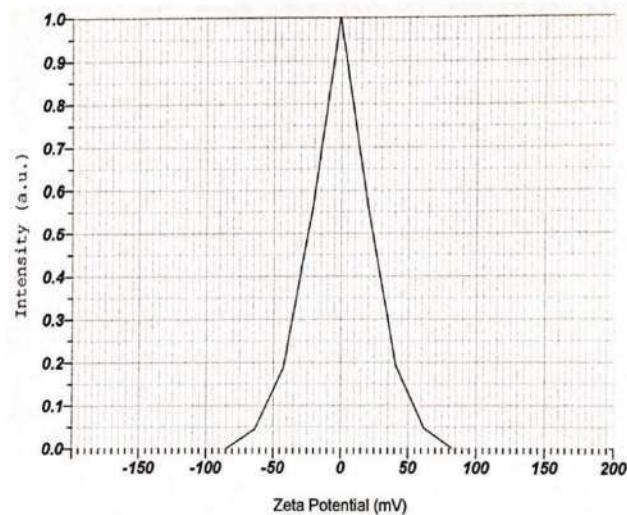
Measurement Results

Date : Monday, August 21, 2023 2:41:17 PM
Measurement Type : Zeta Potential
Sample Name : pH 5
Temperature of the Holder : 24.7 °C
Dispersion Medium Viscosity : 0.902 mPa·s
Conductivity : 13.024 mS/cm
Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-0.6 mV	-0.000005 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -0.6 mV
Electrophoretic Mobility Mean : -0.000005 cm²/Vs



Explore the Future | Analytical Line Systems | Process & Environmental | Medical & Biotechnology | Scientific

HORIBA

1/1

2023 08 22 12:17:25

HORIBA
 Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

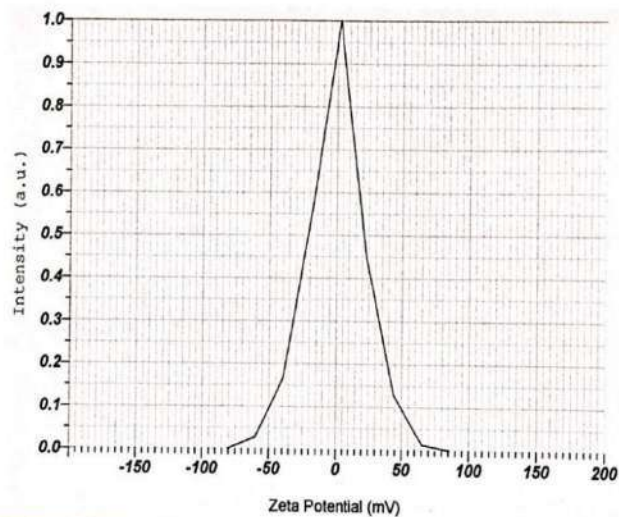
SZ-100
Measurement Results
pH 5 (8).nzt
Measurement Results

Date : Monday, August 21, 2023 2:43:23 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 5
 Temperature of the Holder : 24.8 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.899 mPa·s
 Conductivity : 13.024 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	0.5 mV	0.000003 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : 0.5 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : 0.000003 cm²/Vs



HORIBA Scientific
 1/1

HORIBA
Scientific

2023.08.22 12:17:25

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

Measurement Results

ph 5 (9).nzt

Measurement Results

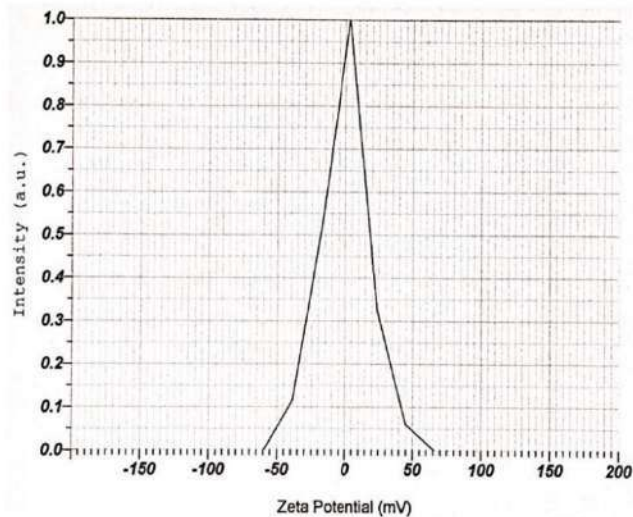
Date : Monday, August 21, 2023 2:45:29 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 5
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
 Conductivity : 13.024 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-0.4 mV	-0.000003 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -0.4 mV

Electrophoretic Mobility Mean : -0.000003 cm²/Vs



Exploring the Future

Addressing Your Options | Proven & Proven | Analytical | Environmental | Scientific

HORIBA

1/1

2023 08 22 12:17:25

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

Measurement Results

pH 5 (10).nzt

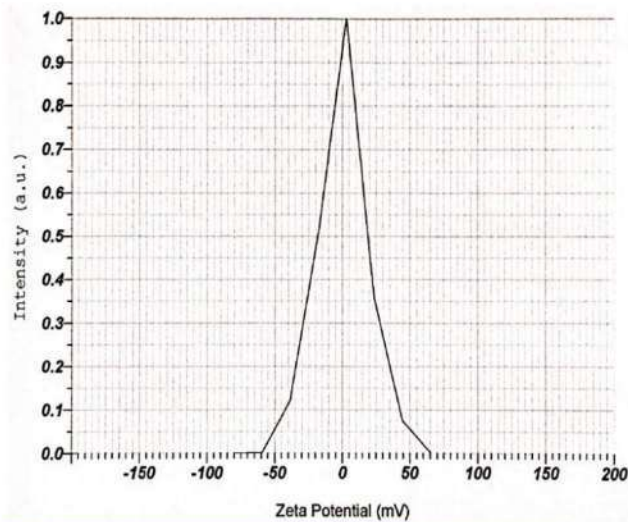
Measurement Results

Date : Monday, August 21, 2023 2:47:52 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 5
 Temperature of the Holder : 24.8 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.898 mPa·s
 Conductivity : 13.024 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	0.3 mV	0.000002 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : 0.3 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : 0.000002 cm²/Vs



Explore the Future

Advanced Test Solution - Process & Environment - Micro & Nanotechnology - Scientific

HORIBA

1/1

HORIBA
Scientific

SZ-100

2023.08.22 12:22:40

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

Measurement Results

pH 7 (1).nzt

Measurement Results

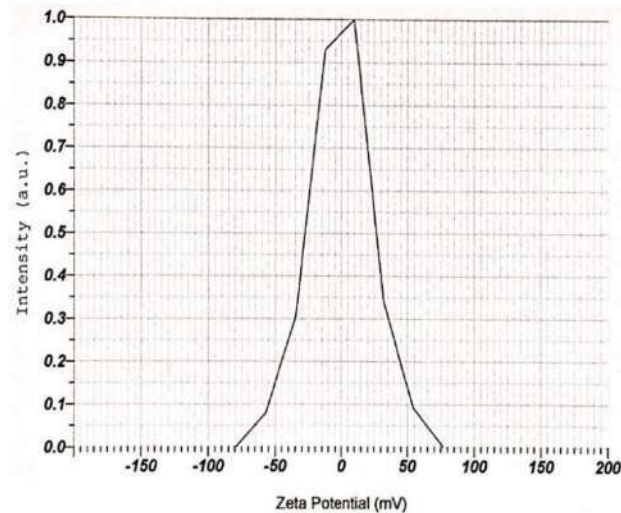
Date : Monday, August 21, 2023 3:33:56 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 7
 Temperature of the Holder : 24.8 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.900 mPa·s
 Conductivity : 64.187 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.1 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-0.3 mV	-0.000002 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -0.3 mV

Electrophoretic Mobility Mean : -0.000002 cm²/Vs



Explore the Future Analytical Tool Software Precision & Environmental Protection | HORIBA Scientific

HORIBA

1/1

HORIBA
Scientific

SZ-100

2023 08 22 12:22:40

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

Measurement Results

pH 7 (2).nzt

Measurement Results

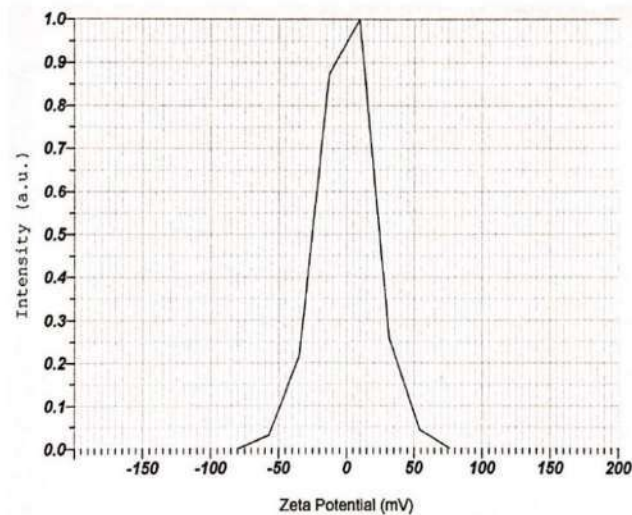
Date : Monday, August 21, 2023 3:36:02 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 7
 Temperature of the Holder : 24.8 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.899 mPa·s
 Conductivity : 64.187 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.1 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-0.2 mV	-0.000002 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -0.2 mV

Electrophoretic Mobility Mean : -0.000002 cm²/Vs



Explore the future. Analytical Test Solutions. Process & Environmental. Medical & Pharmaceutical. Scientific. **HORIBA**

1/1

HORIBA
Scientific

SZ-100

2023.08.22 12:22:40

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

Measurement Results

pH 7 (3).nzt

Measurement Results

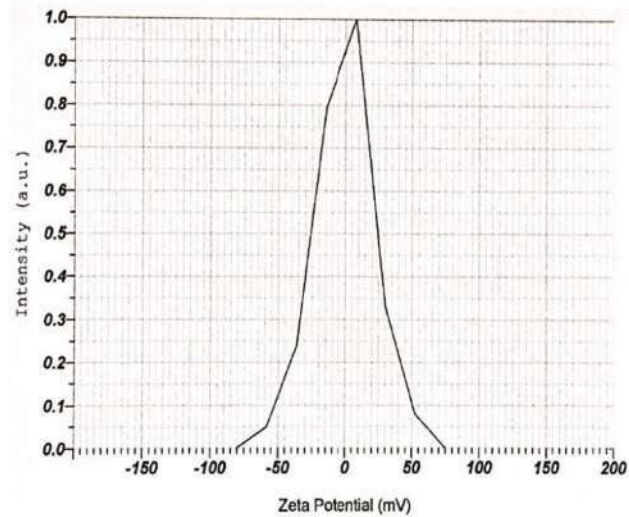
Date : Monday, August 21, 2023 3:38:07 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 7
 Temperature of the Holder : 25.0 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.896 mPa·s
 Conductivity : 64.187 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.1 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-0.2 mV	-0.000002 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -0.2 mV

Electrophoretic Mobility Mean : -0.000002 cm²/Vs



Explore the future
 Analytical and System | Process & Environmental | Medical & Biotechnology | Scientific

HORIBA

1/1

2023.08.22 12:22:40

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

Measurement Results

pH 7 (4).nzt

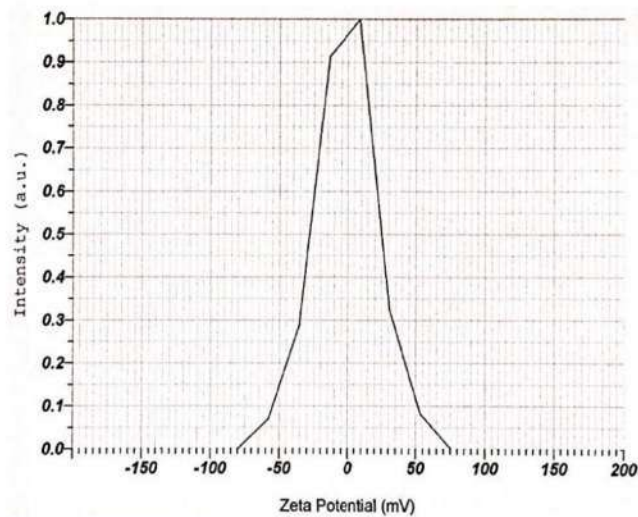
Measurement Results

Date : Monday, August 21, 2023 3:40:12 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 7
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
 Conductivity : 64.187 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.1 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-1.2 mV	-0.000009 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -1.2 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : -0.000009 cm²/Vs



Exploring the Future

Analytical and Instrumentation Science & Technology, Module 2: Instrumentation & Science

HORIBA

1/1

2023.08.22 12:22:41

HORIBA
 Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

Measurement Results

pH 7 (5).nzt

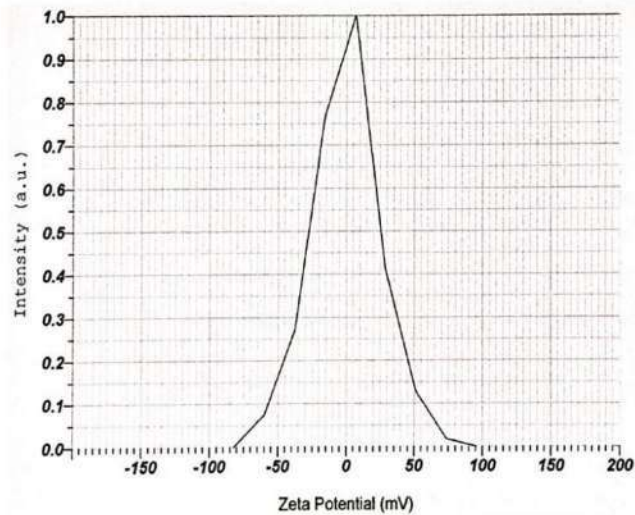
Measurement Results

Date : Monday, August 21, 2023 3:42:17 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 7
 Temperature of the Holder : 24.8 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.900 mPa·s
 Conductivity : 64.187 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.1 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-0.1 mV	-0.000001 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -0.1 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : -0.000001 cm²/Vs



Explore the Future

Automated Lab System | Pharma & Biotechnology | Medical | Diagnostic | Scientific

HORIBA

1/1

2023.08.22 12:22:41

HORIBA
 Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

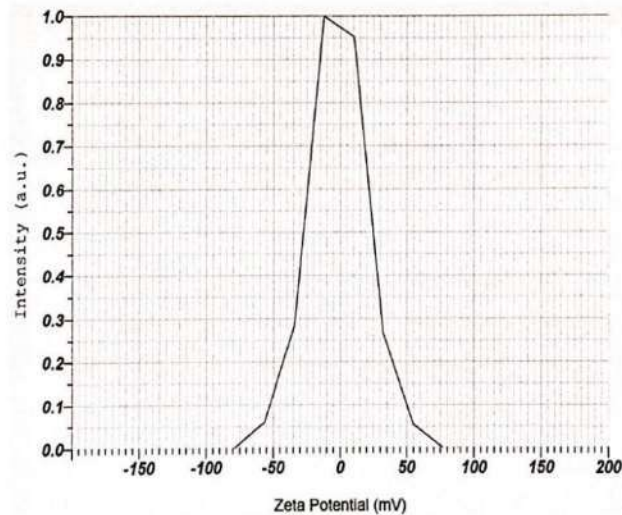
SZ-100
Measurement Results
pH 7 (6).nzt
Measurement Results

Date : Monday, August 21, 2023 3:44:22 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 7
 Temperature of the Holder : 24.7 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.902 mPa·s
 Conductivity : 64.187 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.1 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-1.5 mV	-0.000011 cm ² /Vs
2	— mV	— cm ² /Vs
3	— mV	— cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -1.5 mV

 Electrophoretic Mobility Mean : -0.000011 cm²/Vs


2023.08.22 12:22:41

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

Measurement Results

pH 7 (7).nzt

Measurement Results

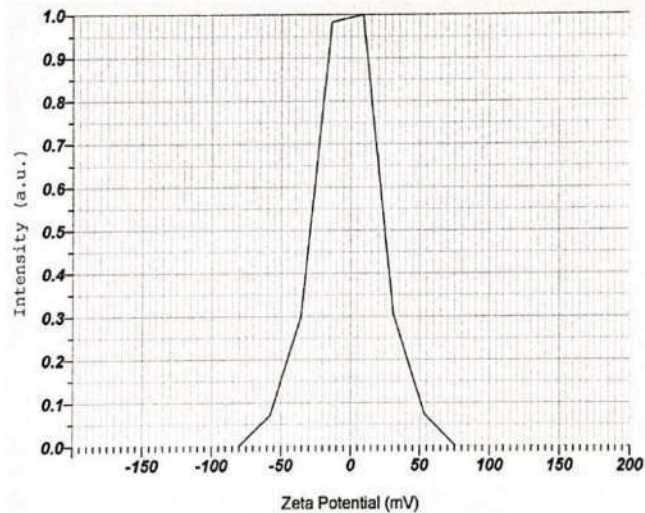
Date : Monday, August 21, 2023 3:46:28 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 7
 Temperature of the Holder : 24.8 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.899 mPa·s
 Conductivity : 64.187 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.1 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-2.0 mV	-0.000016 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -2.0 mV

Electrophoretic Mobility Mean : -0.000016 cm²/Vs



Expand the Future HORIBA

1/1

2023.08.22 12:22:41

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

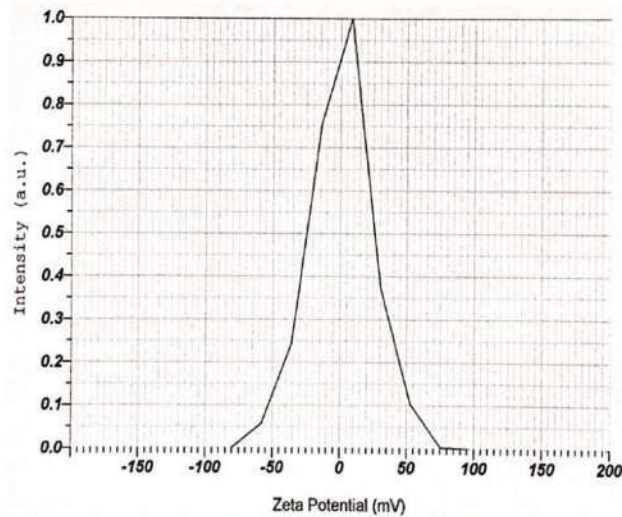
SZ-100**Measurement Results****pH 7 (8).nzt****Measurement Results**

Date : Monday, August 21, 2023 3:48:33 PM
Measurement Type : Zeta Potential
Sample Name : pH 7
Temperature of the Holder : 24.9 °C
Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
Conductivity : 64.187 mS/cm
Electrode Voltage : 1.1 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	1.4 mV	0.000010 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : 1.4 mV

Electrophoretic Mobility Mean : 0.000010 cm²/VsExplore the Future Autonomous Test Platform | Channel 8 Port | Laser Light | Sensor | Smart Control | Support **HORIBA**

1/1

2023.08.22 12:22:42

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

Measurement Results

pH 7 (9).nzt

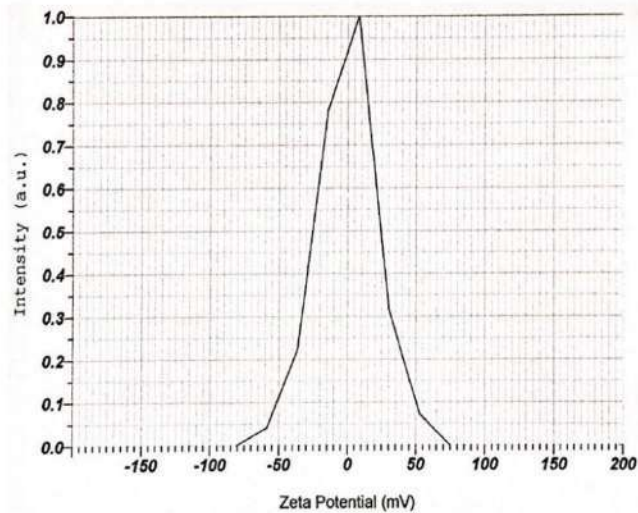
Measurement Results

Date : Monday, August 21, 2023 3:50:38 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 7
 Temperature of the Holder : 24.8 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.899 mPa·s
 Conductivity : 64.187 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.1 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	0.0 mV	0.000000 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : 0.0 mV

Electrophoretic Mobility Mean : 0.000000 cm²/Vs

Explore the Future

Analytical Instruments | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific

HORIBA

1/1

2023 08 22 12:22:42

HORIBA
 Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

Measurement Results

pH 7 (10).nzt

Measurement Results

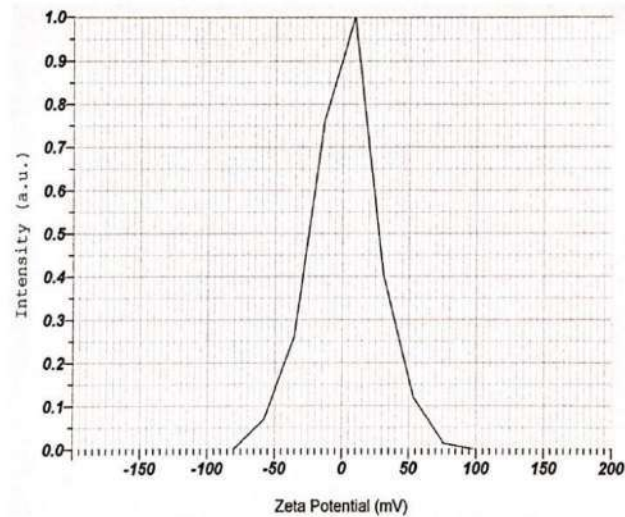
Date : Monday, August 21, 2023 3:53:00 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 7
 Temperature of the Holder : 24.7 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.902 mPa·s
 Conductivity : 64.187 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.1 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	2.0 mV	0.000015 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

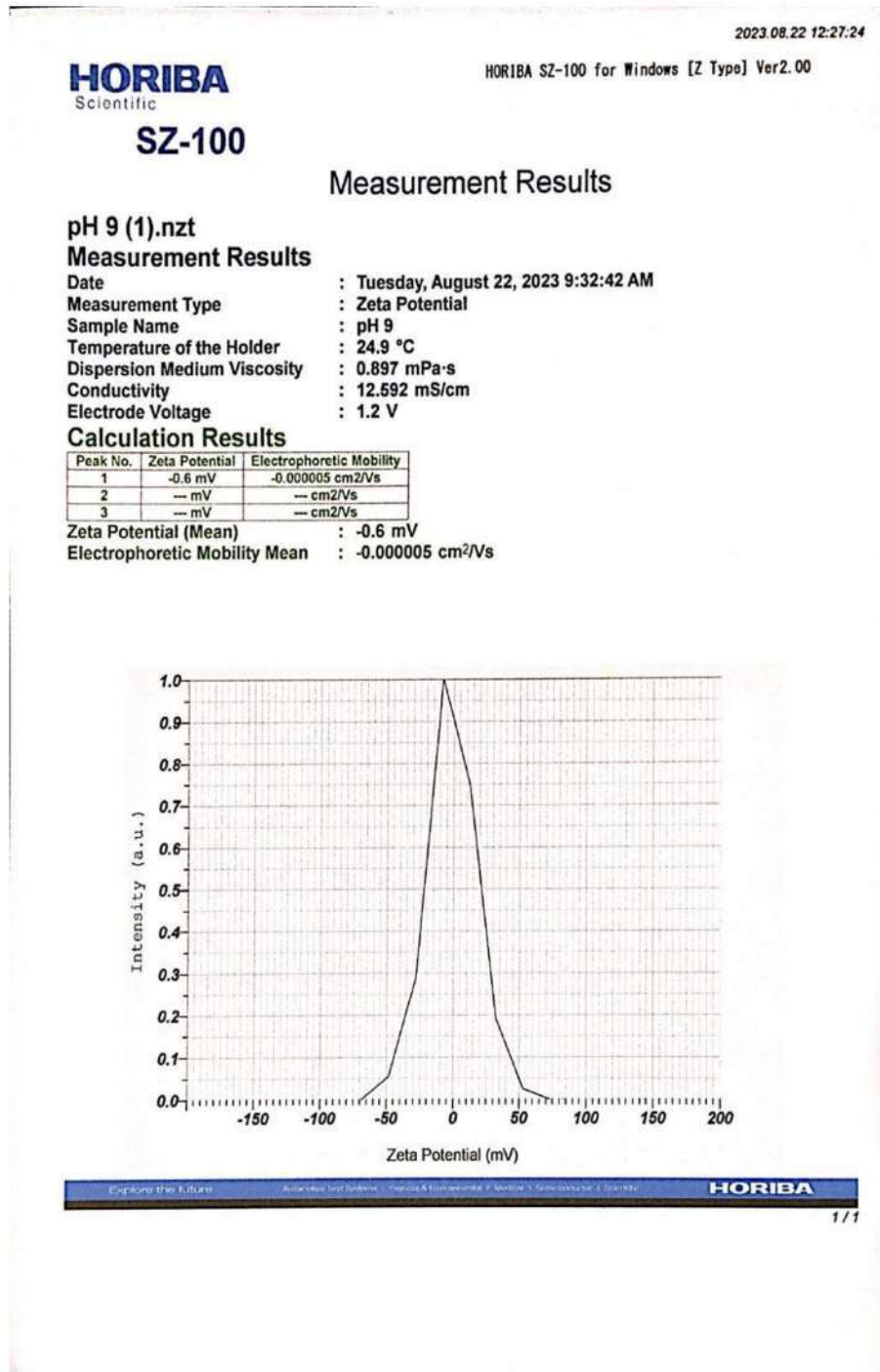
Zeta Potential (Mean) : 2.0 mV

Electrophoretic Mobility Mean : 0.000015 cm²/Vs



Explore the Future Analyze and Measure Precision & Reliability Manual 1 ZetaPotential Scientific **HORIBA**

1/1



HORIBA
Scientific

2023.08.22 12:27:24

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

Measurement Results

pH 9 (2).nzt

Measurement Results

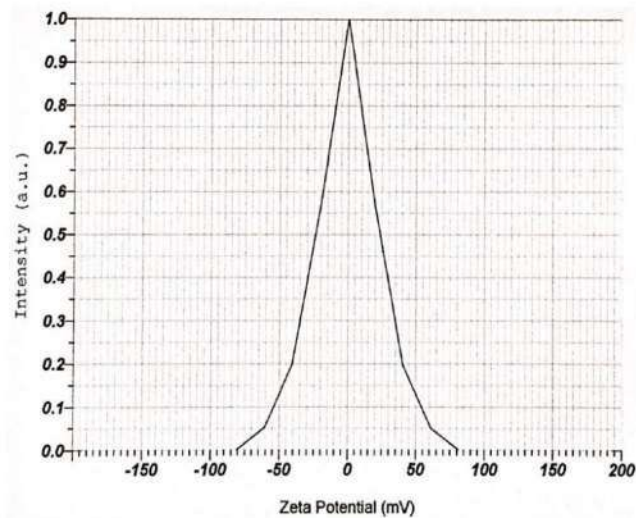
Date : Tuesday, August 22, 2023 9:34:47 AM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 9
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
 Conductivity : 12.592 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	0.0 mV	0.000000 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : 0.0 mV

Electrophoretic Mobility Mean : 0.000000 cm²/Vs

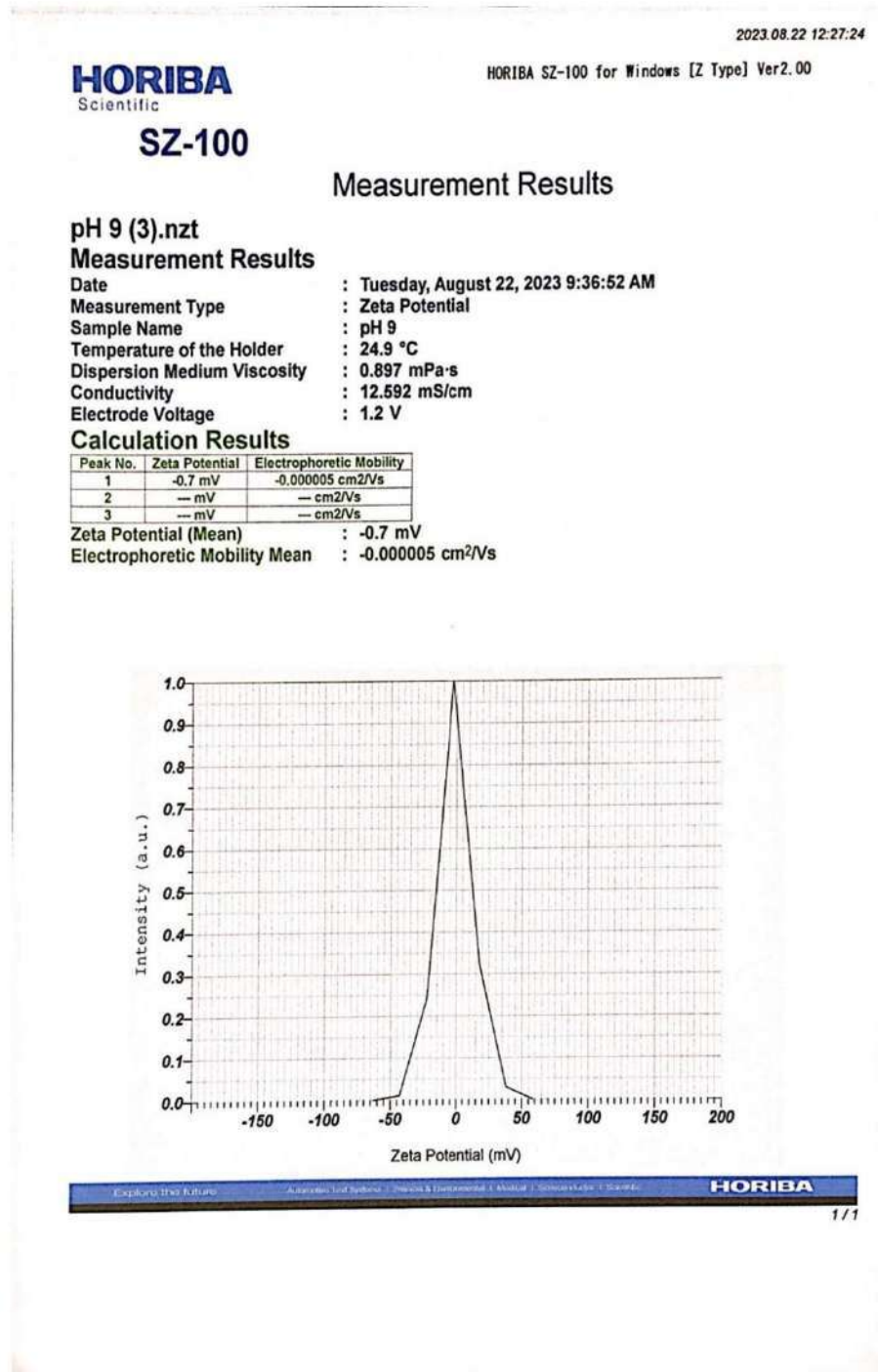


Explore the future

Automation for Systems, Process & Environmental, Medical & Semiconductor, Scientific

HORIBA

1/1



HORIBA
Scientific

SZ-100

2023.08.22 12:27:24

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

Measurement Results

pH 9 (4).nzt

Measurement Results

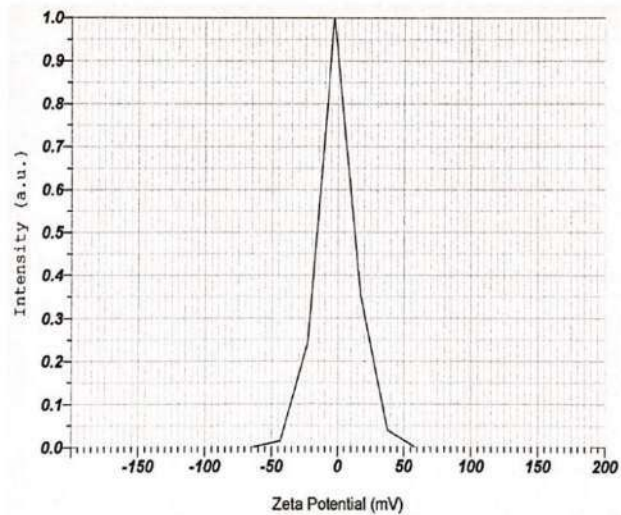
Date : Tuesday, August 22, 2023 9:38:57 AM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 9
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
 Conductivity : 12.592 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-0.7 mV	-0.000005 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -0.7 mV

Electrophoretic Mobility Mean : -0.000005 cm²/Vs



Explore the future

Advanced Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific

HORIBA

1/1

2023.08.22 12:27:25

HORIBA
 Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

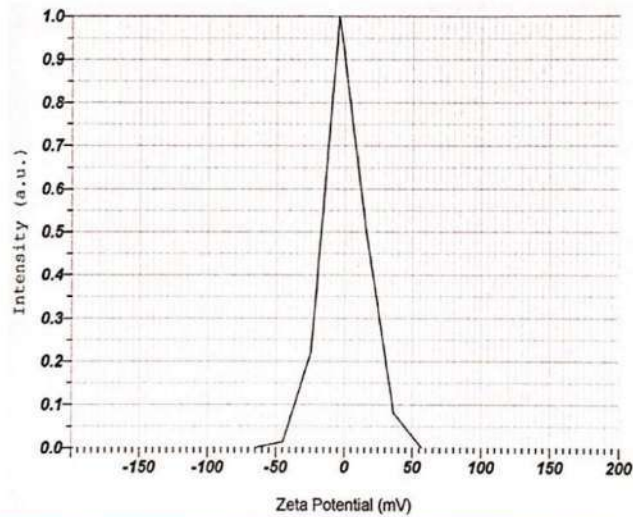
SZ-100
Measurement Results
pH 9 (5).nzt
Measurement Results

Date : Tuesday, August 22, 2023 9:41:02 AM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 9
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
 Conductivity : 12.592 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	0.8 mV	0.000006 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : 0.8 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : 0.000006 cm²/Vs



Exploring the Future | Analytical Tool Software | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Sports

HORIBA

1/1

2023.08.22 12:27:25

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

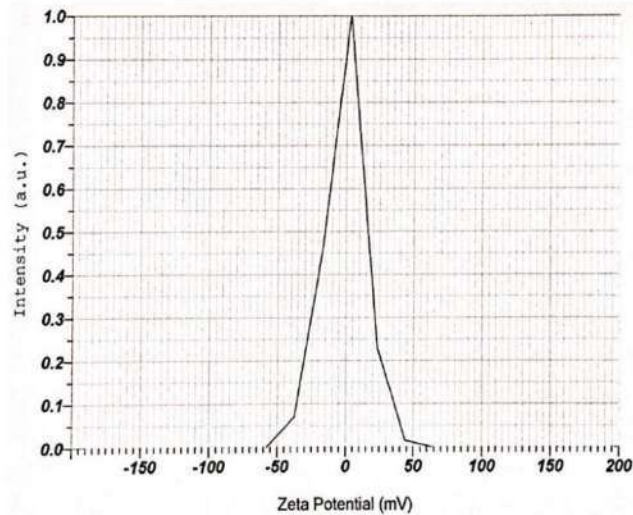
SZ-100
Measurement Results
pH 9 (6).nzt
Measurement Results

Date : Tuesday, August 22, 2023 9:43:07 AM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 9
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
 Conductivity : 12.692 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-1.0 mV	-0.000008 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -1.0 mV

 Electrophoretic Mobility Mean : -0.000008 cm²/Vs
 

Explore the Future

Address: Endo Avenue, Tachikawa, Tokyo, Japan | Phone: +81-426-86-1111 | E-mail: info@horiba.com

HORIBA

1/1

2023 08 22 12:27:25

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

Measurement Results

pH 9 (7).nzt

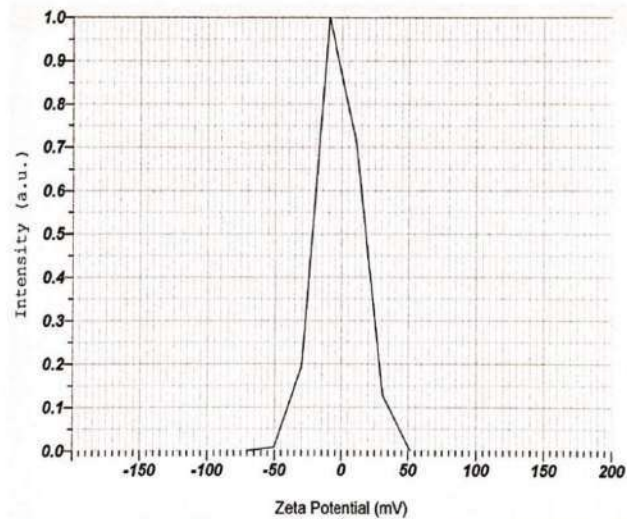
Measurement Results

Date : Tuesday, August 22, 2023 9:45:12 AM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 9
 Temperature of the Holder : 24.8 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.898 mPa·s
 Conductivity : 12.592 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-1.7 mV	-0.000013 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -1.7 mV

Electrophoretic Mobility Mean : -0.000013 cm²/Vs

HORIBA
Scientific

2023.08.22 12:27:25

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

Measurement Results

pH 9 (8).nzt

Measurement Results

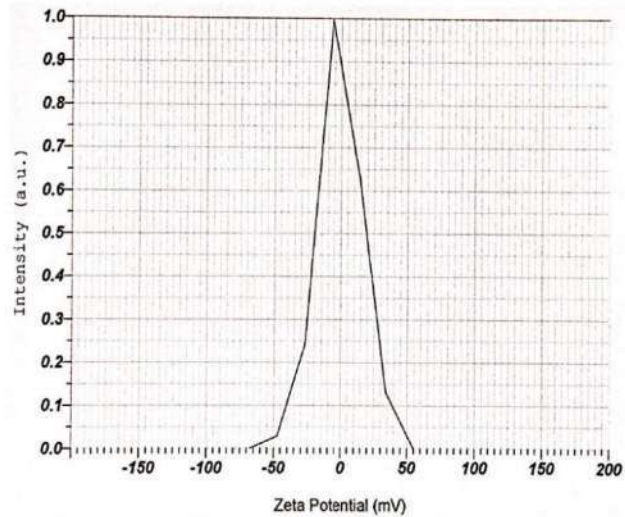
Date : Tuesday, August 22, 2023 9:47:17 AM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 9
 Temperature of the Holder : 24.7 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.902 mPa·s
 Conductivity : 12.592 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-0.1 mV	-0.000001 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -0.1 mV

Electrophoretic Mobility Mean : -0.000001 cm²/Vs



Explore the future. Advancing Life Sciences, Energy & Environmental, Medical, Computers & IT, Sports. **HORIBA**

1/1

2023.08.22 12:27:26

HORIBA
 Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

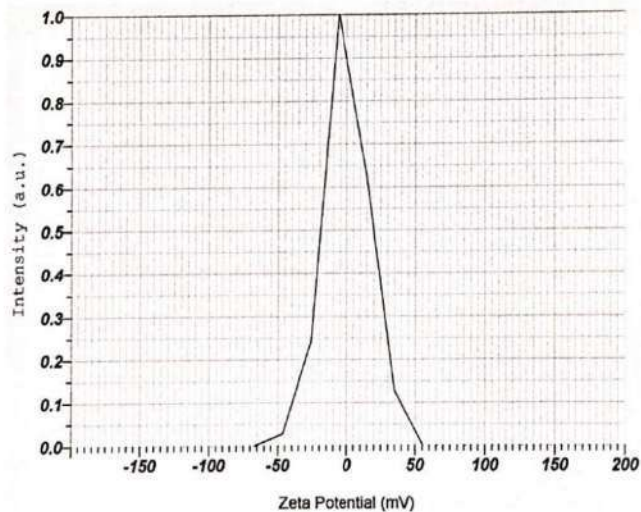
SZ-100
Measurement Results
pH 9 (9).nzt
Measurement Results

Date : Tuesday, August 22, 2023 9:49:22 AM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 9
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
 Conductivity : 12.592 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	0.6 mV	0.000005 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : 0.6 mV

 Electrophoretic Mobility Mean : 0.000005 cm²/Vs


Explore the future

Analytical Instrument Division | HORIBA Scientific

HORIBA

1/1

2023.08.22 12:27:26

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

Measurement Results

pH 9 (10).nzt

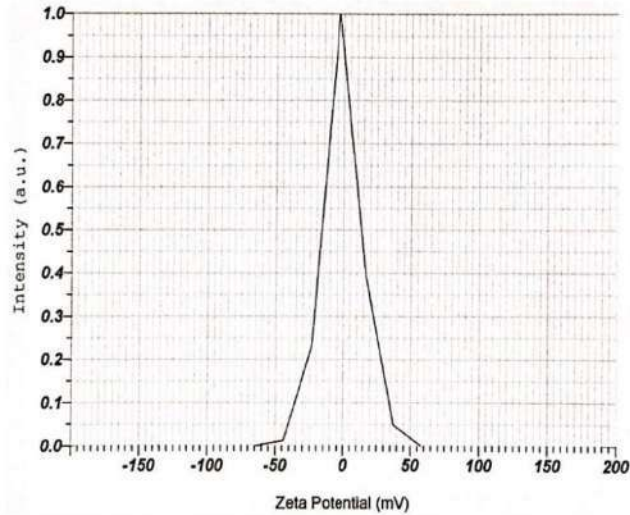
Measurement Results

Date : Tuesday, August 22, 2023 9:51:44 AM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 9
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
 Conductivity : 12.592 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-0.2 mV	-0.000002 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -0.2 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : -0.000002 cm²/Vs





SZ-100

Measurement Results

pH 11 (1).nzt

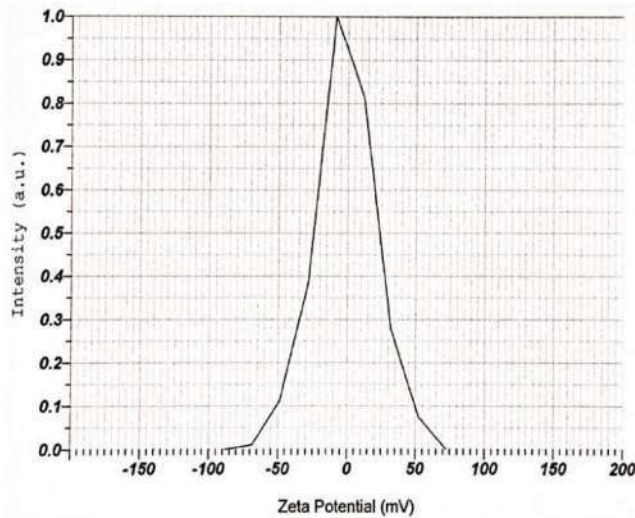
Measurement Results

Date : Tuesday, August 22, 2023 10:33:59 AM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 11
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
 Conductivity : 11.783 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-1.0 mV	-0.000007 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -1.0 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : -0.000007 cm²/Vs





SZ-100

Measurement Results

pH 11 (1).nzt

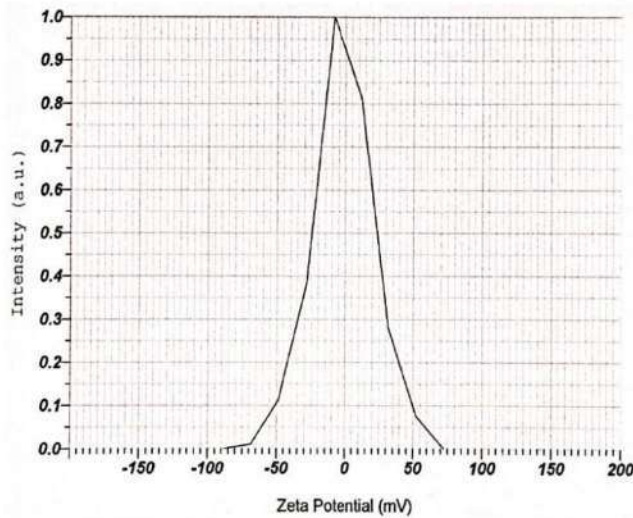
Measurement Results

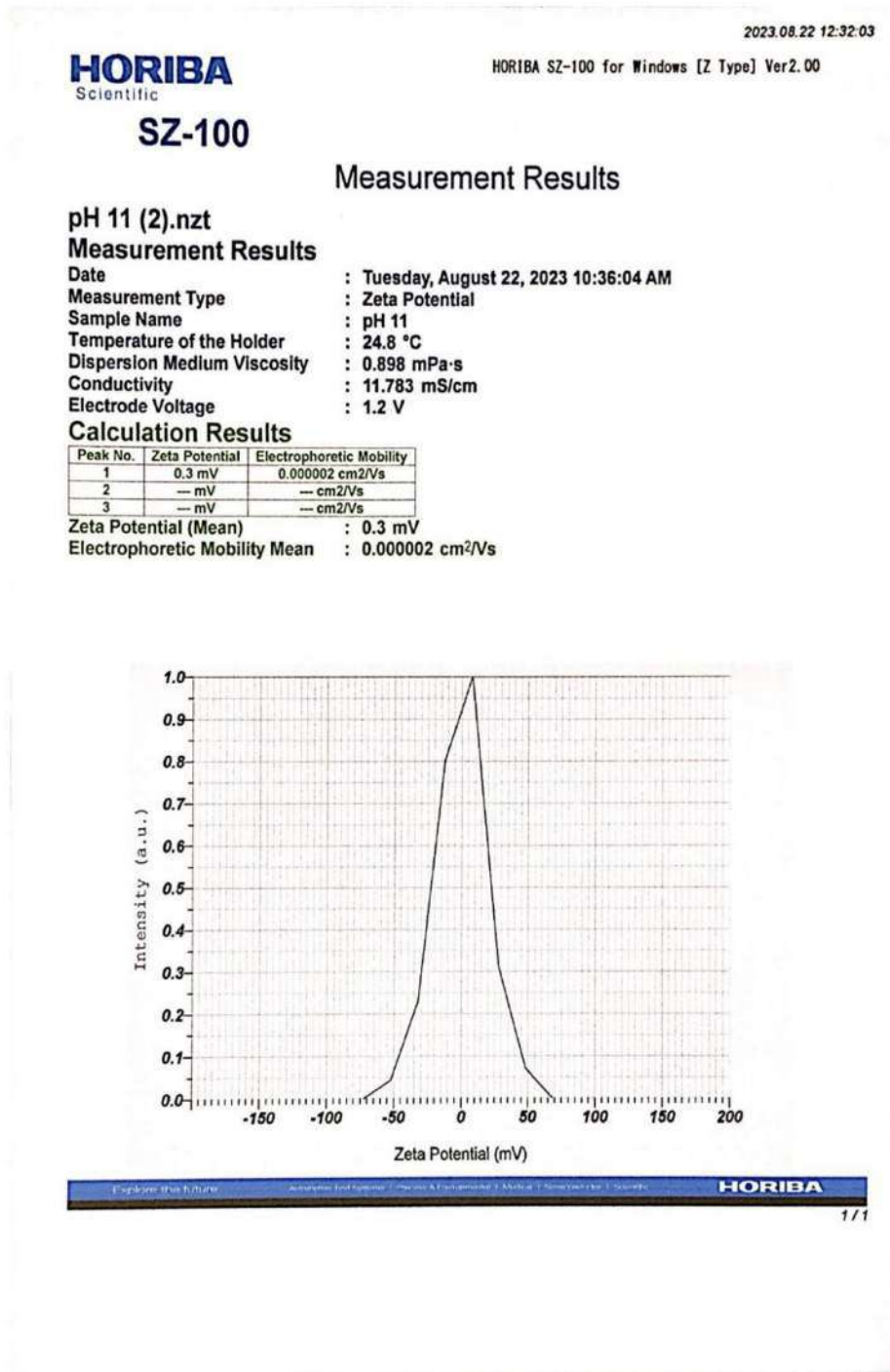
Date : Tuesday, August 22, 2023 10:33:59 AM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 11
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
 Conductivity : 11.783 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-1.0 mV	-0.000007 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -1.0 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : -0.000007 cm²/Vs





2023.08.22 12:32:03

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

Measurement Results

pH 11 (3).nzt

Measurement Results

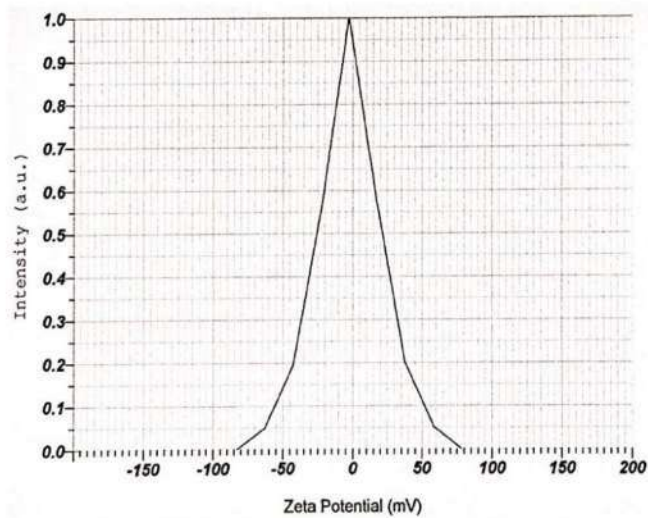
Date : Tuesday, August 22, 2023 10:38:09 AM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 11
 Temperature of the Holder : 24.8 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.899 mPa·s
 Conductivity : 11.783 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-2.1 mV	-0.000016 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -2.1 mV

Electrophoretic Mobility Mean : -0.000016 cm²/Vs



SZ-100

Measurement Results

pH 11 (4).nzt

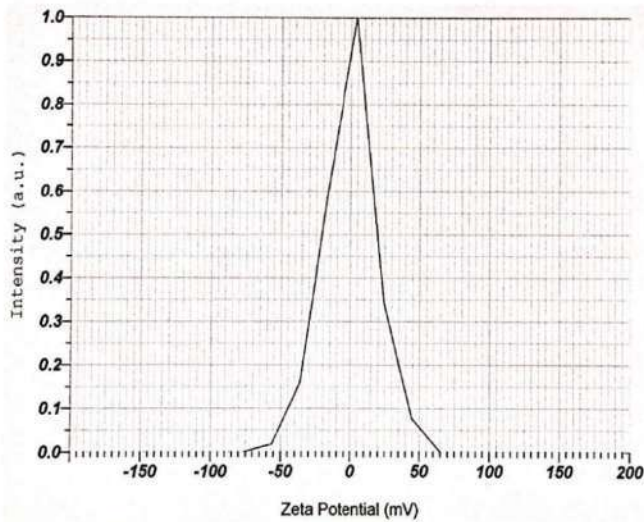
Measurement Results

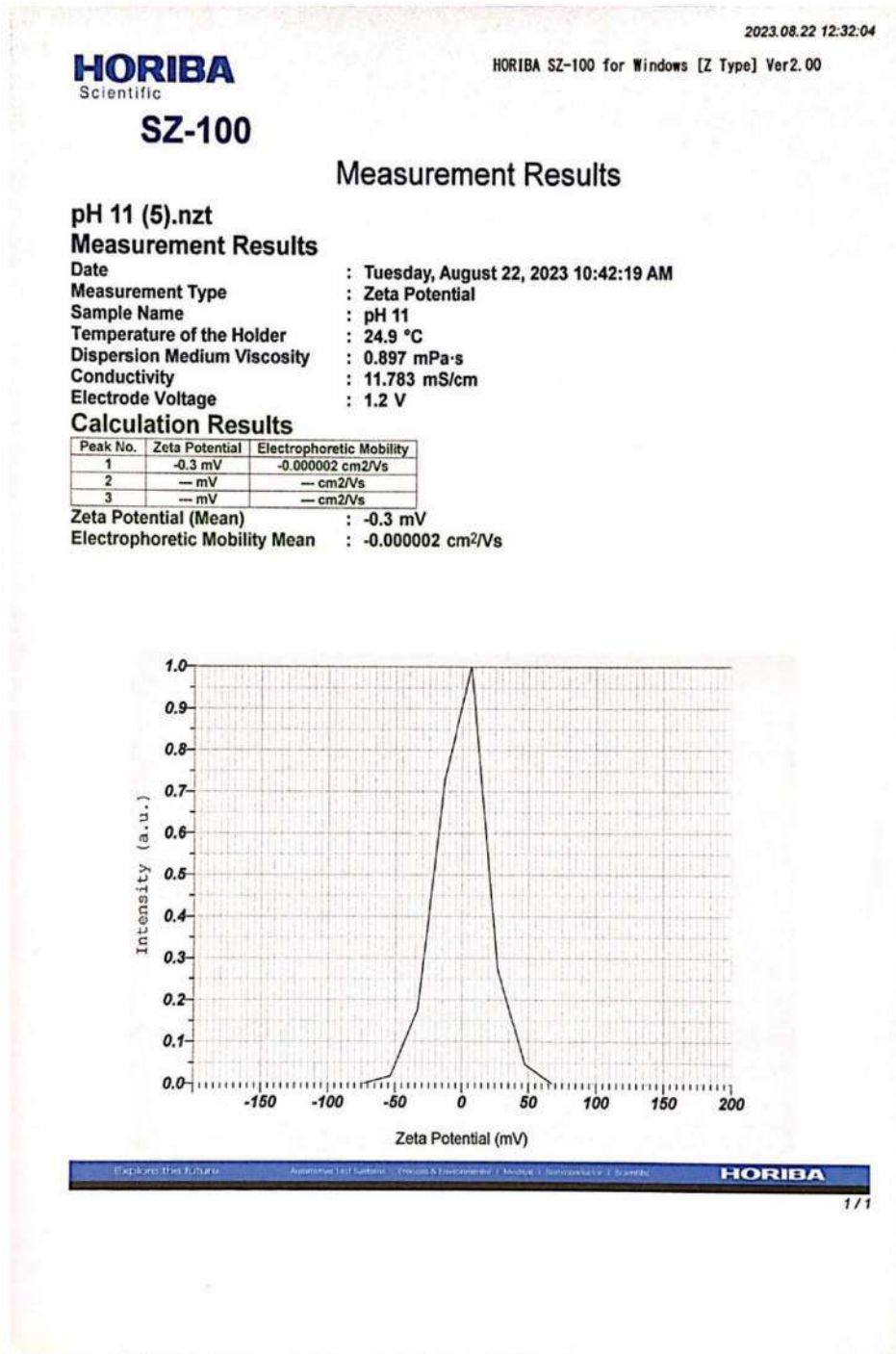
Date : Tuesday, August 22, 2023 10:40:14 AM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 11
 Temperature of the Holder : 24.8 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.898 mPa·s
 Conductivity : 11.783 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-0.4 mV	-0.000003 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -0.4 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : -0.000003 cm²/Vs





2023.08.22 12:32:04

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

Measurement Results

pH 11 (6).nzt

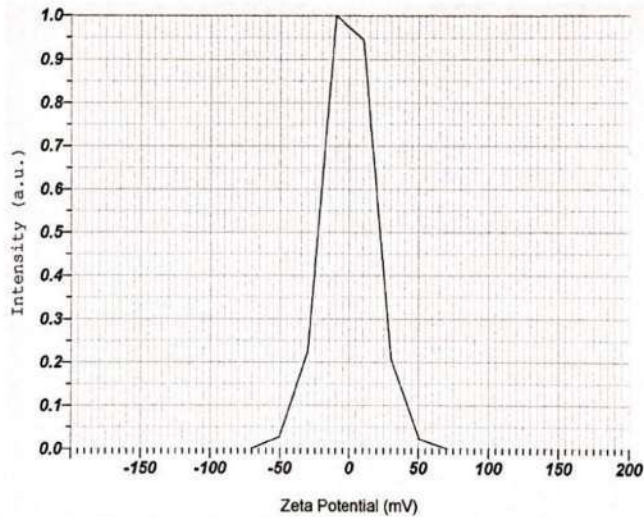
Measurement Results

Date : Tuesday, August 22, 2023 10:44:24 AM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 11
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
 Conductivity : 11.783 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-0.3 mV	-0.000002 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -0.3 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : -0.000002 cm²/Vs



SZ-100

Measurement Results

pH 11 (7).nzt

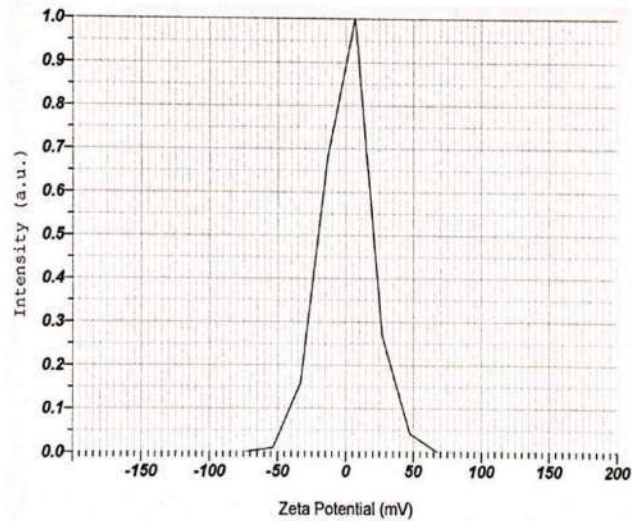
Measurement Results

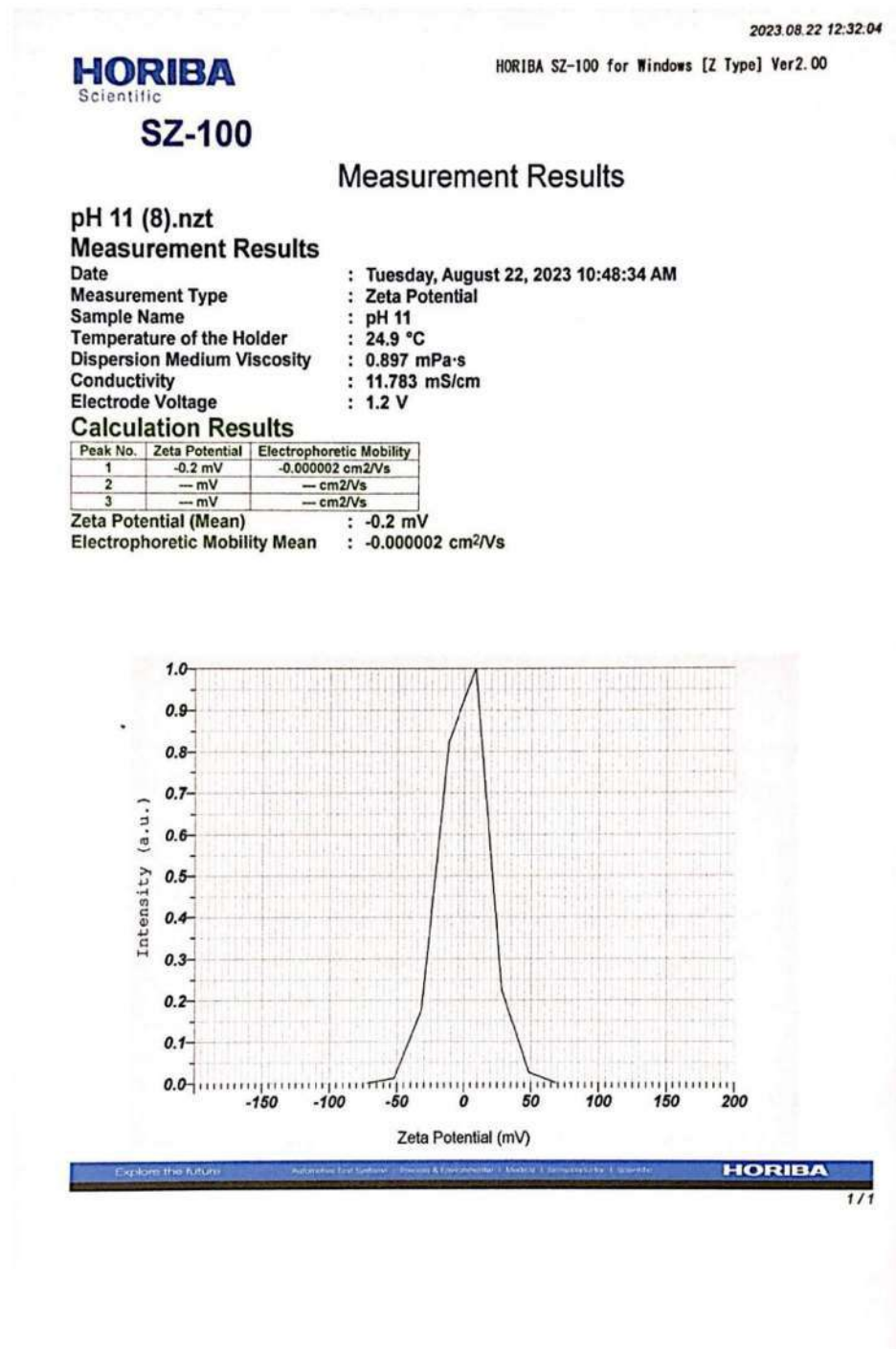
Date : Tuesday, August 22, 2023 10:46:29 AM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 11
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
 Conductivity : 11.783 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	0.4 mV	0.000003 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : 0.4 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : 0.000003 cm²/Vs





SZ-100

Measurement Results

pH 11 (9).nzt

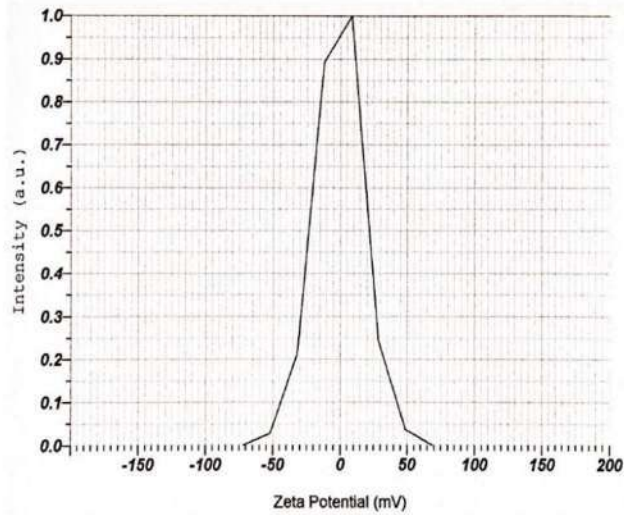
Measurement Results

Date : Tuesday, August 22, 2023 10:50:39 AM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 11
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
 Conductivity : 11.783 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-0.7 mV	-0.000005 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -0.7 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : -0.000005 cm²/Vs



2023.08.22 12:32:05

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

Measurement Results

pH 11 (10).nzt

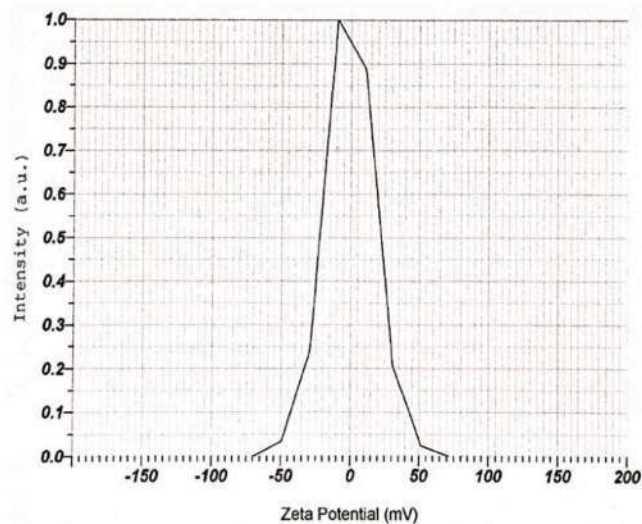
Measurement Results

Date : Tuesday, August 22, 2023 10:53:00 AM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : pH 11
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
 Conductivity : 11.783 mS/cm
 Electrode Voltage : 1.2 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-0.0 mV	-0.000000 cm ² /Vs
2	-- mV	-- cm ² /Vs
3	-- mV	-- cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -0.0 mV
 Electrophoretic Mobility Mean : -0.000000 cm²/Vs

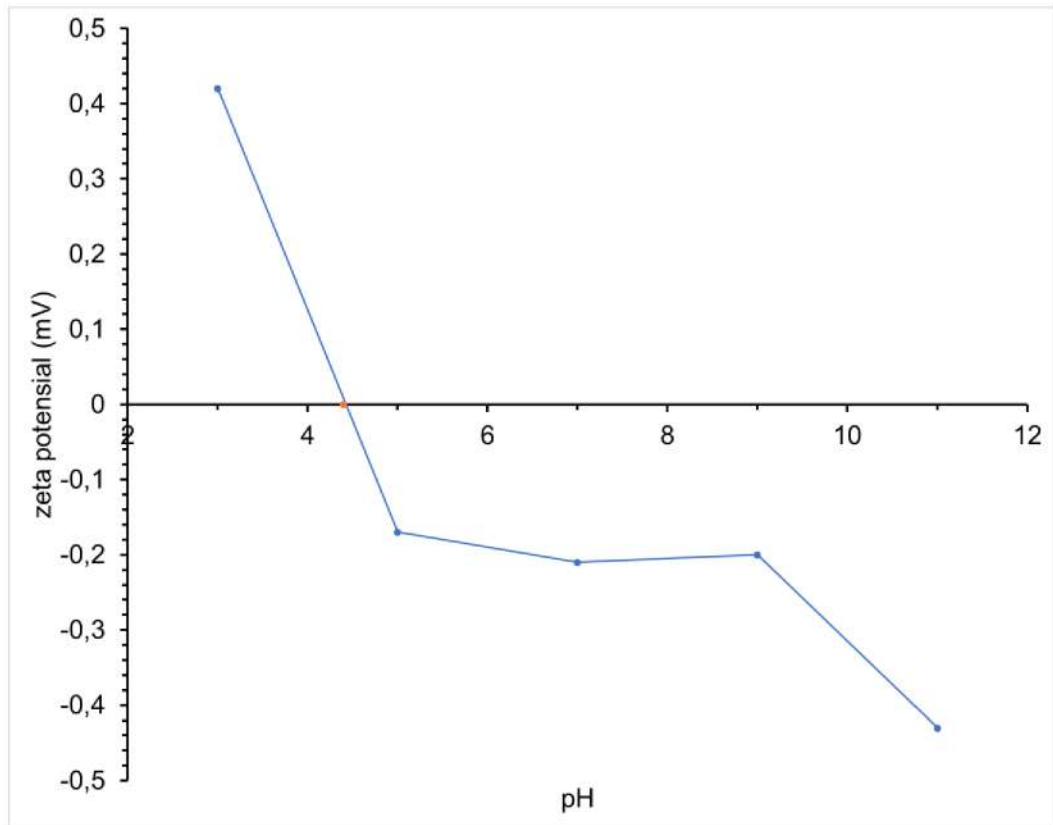


Explore the future

Address: 1st Floor, Plaza & Environmental, Medical & Scientific, Loka 1, Surabaya

HORIBA

1/1

Grafik zeta potensial ekstrak kelor NaCl 1 M

Lampiran 11. Hasil FTIR bubuk biji kelor

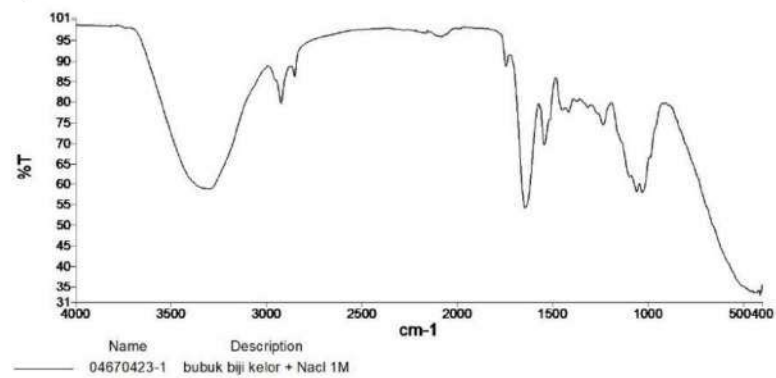
PerkinElmer Spectrum IR 10.7.2

06/04/2023 14:33:25

Sample Details

Filename	D:\Data Spectra\Data Spectra\04670423_P_IR (UATR)\04670423-1.sp
Creation Date	06/04/2023 09:57:16
Analyst	DE
X-Axis Units	cm-1
X-Axis start value	4000
X-Axis end value	400
Data interval	-1
Number of points	3601
Y-Axis Units	%T
Z-Axis Units	
Description	bubuk biji kelor + NaCl 1M

Spectrum



Search Results

Result Spectrum

Lampiran 12. Hasil analisis Fe



**LABORATORIUM TERPADU
PENGUJIAN DAN KALIBRASI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Gedung Lab Terpadu
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta
(0274)898444 ext. 4027
<http://labterpadu.uii.ac.id>
lab.terpadu@uui.ac.id

Nomor : 07490623B/LT-UII/VII/2023
Number

HASIL PENGUJIAN TEST RESULT

No	Label Pelanggan	Label Lab. Terpadu	Parameter	Hasil Uji	Satuan	Metode
1	Kelor 5/20	07490623-1	Fe	0,672 ±0,043	mg/L	Spektrofotometri Serapan Atom
2	Kelor 5/25	07490623-2	Fe	0,539 ±0,051	mg/L	Spektrofotometri Serapan Atom
3	Kelor 5/30	07490623-3	Fe	0,464 ±0,059	mg/L	Spektrofotometri Serapan Atom
4	Kelor 5/20	07490623-4	TOC (TC-IC)	67,66	mg/L	Total Organic Carbon
5	Kelor 5/25	07490623-5	TOC (TC-IC)	70,31	mg/L	Total Organic Carbon
6	Kelor 5/30	07490623-6	TOC (TC-IC)	63,41	mg/L	Total Organic Carbon


 Yogyakarta, 11 Juli 2023
 Koordinator Teknis

 Thorikul Huda, S.Si., M.Sc.
 NIP. 052316003

Catatan : 1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji
The results are available exclusively to the tested samples
Notes: 2. Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak/digandakan tanpa izin dari Manajer Teknis Laboratorium
The certificate shall not be reproduced (copied) without written permission from the laboratory Technical Manager
 3. Pengambilan sampel diluar tanggung jawab Laboratorium Terpadu UII
The Integrated Laboratory of UII disclaims all responsibility for the sampling

Lampiran 13. Hasil analisis TOC

TOC-Control L Report

03-07-2023 16:22

Instr. Information

Instrument Options
Catalyst

TOC/IC Unit/
Regular Sensitivity

Cal. Curve

Sample Name:
Sample ID:
Cal. Curve:
Status

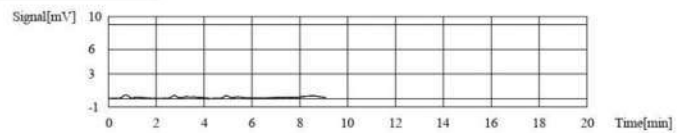
Std TC
Std TC
Std TC 03-07-2023_2023_07_03_09_17_12.cal
Completed

Type	Area
Standard	IC

Conc: 0,000mg/L.

No.	Area	Inj. Vol.	Aut. DI	Rem.	Ex.	Date / Time
1	1,162	50ul	1,000	*****		03-07-2023 09:20:07
2	1,239	50ul	1,000	*****		03-07-2023 09:22:33
3	1,703	50ul	1,000	*****	E	03-07-2023 09:27:42

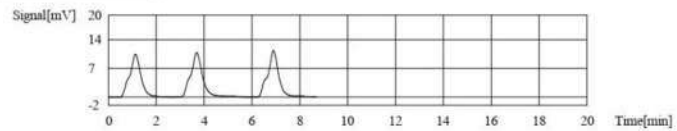
Acid Add. 0,000%
Mean Area 1,201



Conc: 10,00mg/L.

No.	Area	Inj. Vol.	Aut. DI	Rem.	Ex.	Date / Time
1	33,90	50ul	20,00	*****	E	03-07-2023 09:34:46
2	37,33	50ul	20,00	*****		03-07-2023 09:38:11
3	36,37	50ul	20,00	*****		03-07-2023 09:41:23

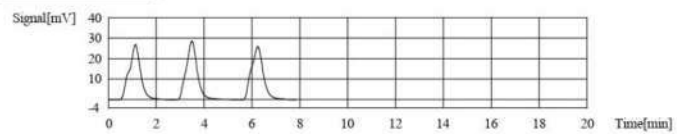
Acid Add. 0,000%
Mean Area 36,85



Conc: 25,00mg/L.

No.	Area	Inj. Vol.	Aut. DI	Rem.	Ex.	Date / Time
1	87,46	50ul	8,000	*****	E	03-07-2023 09:48:07
2	89,71	50ul	8,000	*****		03-07-2023 09:51:06
3	88,53	50ul	8,000	*****		03-07-2023 09:54:02

Acid Add. 0,000%
Mean Area 89,12



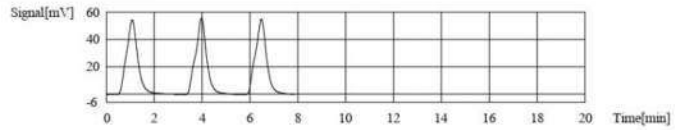
TOC-Control L Report

03-07-2023 8x

Conc: 50,00mg/L

No.	Area	Inj Vol	Aut. DI	Rem.	Ex.	Date / Time
1	174.6	50ul	4.000	*****		03-07-2023 10:09:51
2	175.6	50ul	4.000	*****	E	03-07-2023 10:07:46
3	174.5	50ul	4.000	*****		03-07-2023 10:10:30

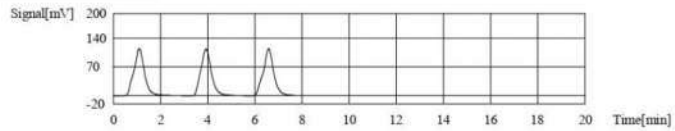
Acid Add. 0.000%
Mean Area 174.6



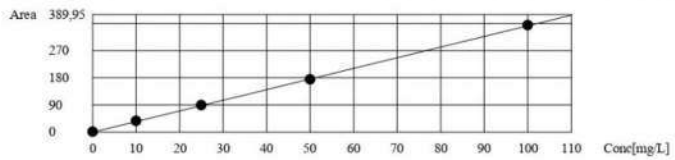
Conc: 100,0mg/L

No.	Area	Inj Vol	Aut. DI	Rem.	Ex.	Date / Time
1	354.3	50ul	2.000	*****		03-07-2023 10:19:32
2	352.9	50ul	2.000	*****	E	03-07-2023 10:22:27
3	354.7	50ul	2.000	*****		03-07-2023 10:25:30

Acid Add. 0.000%
Mean Area 354.5



Slope: 3.526
Intercept: 0.000
r²: 0.9999
r: 0.9999
RSE(%): N/A
Zero Shift: Yes



Cal. Curve

Sample Name: Std IC
Sample ID: Std IC
Cal. Curve: Std IC 03-07-2023_2023_07_03_10_42_21.cal
Status: Completed

Type	Anal
Standard	IC

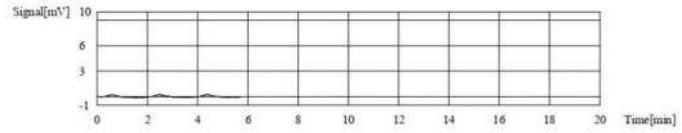
Conc: 0,000mg/L

No.	Area	Inj Vol	Aut. DI	Rem.	Ex.	Date / Time
1	0.4093	50ul	1.000	*****	E	03-07-2023 10:46:10
2	0.4694	50ul	1.000	*****		03-07-2023 10:48:21
3	0.4960	50ul	1.000	*****		03-07-2023 10:50:33

TOC-Control L Report

03-07-2023 8x

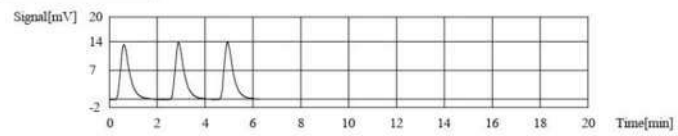
Mean Area 0,4797



Conc: 10,00mg/L

No.	Area	Inj. Vol.	Aut. DI	Rem.	Ex.	Date / Time
1	35,46	50nl	20,00	*****		03-07-2023 10:57:44
2	36,02	50nl	20,00	*****	E	03-07-2023 11:01:43
3	35,81	50nl	20,00	*****		03-07-2023 11:05:30

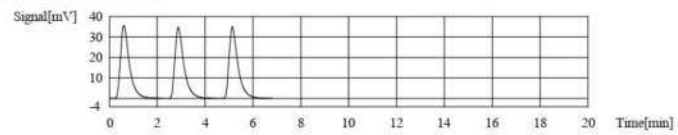
Mean Area 35,53



Conc: 25,00mg/L

No.	Area	Inj. Vol.	Aut. DI	Rem.	Ex.	Date / Time
1	91,31	50nl	8,000	*****		03-07-2023 11:13:44
2	91,15	50nl	8,000	*****		03-07-2023 11:16:43
3	90,25	50nl	8,000	*****	E	03-07-2023 11:19:42

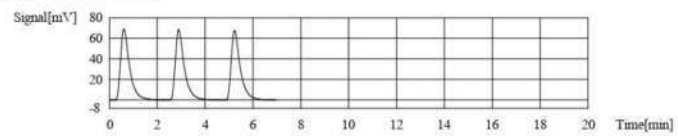
Mean Area 91,33



Conc: 50,00mg/L

No.	Area	Inj. Vol.	Aut. DI	Rem.	Ex.	Date / Time
1	179,2	50nl	4,000	*****		03-07-2023 11:39:31
2	178,2	50nl	4,000	*****		03-07-2023 11:42:32
3	177,1	50nl	4,000	*****	E	03-07-2023 11:45:31

Mean Area 178,7



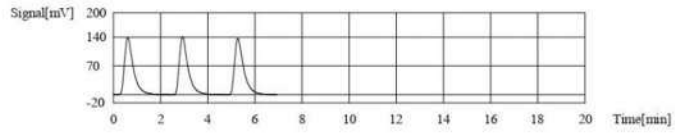
Conc: 100,0mg/L

No.	Area	Inj. Vol.	Aut. DI	Rem.	Ex.	Date / Time
1	362,7	50nl	2,000	*****	E	03-07-2023 11:56:34
2	365,3	50nl	2,000	*****		03-07-2023 11:59:34
3	364,7	50nl	2,000	*****		03-07-2023 12:02:27

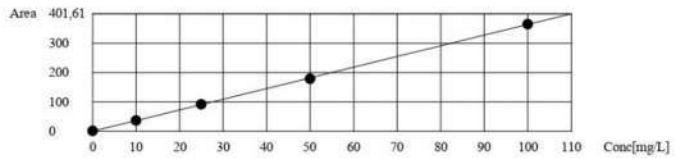
TOC-Control L Report

03-07-2023 dx

Mean Area 365.1



Slope: 3.644
 Intercept: 0.000
 r²: 0.9999
 r: 0.9999
 RSE(%): N/A
 Zero Shift: Yes



Sample

Sample Name: 07490623_C_TOC
 Sample ID: 07490623-4
 Origin: 07490623-1.met
 Status: Completed
 Chk. Result:

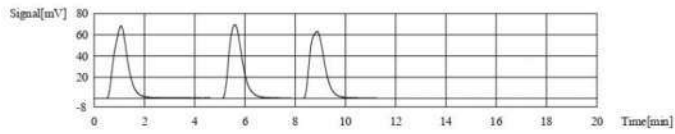
Type	Anal.	Manual Dilution	Result
Labware	TOC	1.000	TOC: 68.03mg/L TC: 72.97mg/L IC: 4.936mg/L

1. Det

Anal.: TC

No.	Area	Conc.	Inj. Vol.	Aut. Dil.	Ex.	Cal. Curve	Date / Time
1	257.7	73.08mg/L	50ul	1.000	E	Std TC 03-07-2023 2023_07_03_09_17_12.cal	03-07-2023 09:36:43
2	256.9	72.85mg/L	50ul	1.000	E	Std TC 03-07-2023 2023_07_03_09_17_12.cal	03-07-2023 09:30:15
3	254.5	72.17mg/L	50ul	1.000	E	Std TC 03-07-2023 2023_07_03_09_17_12.cal	03-07-2023 09:34:00

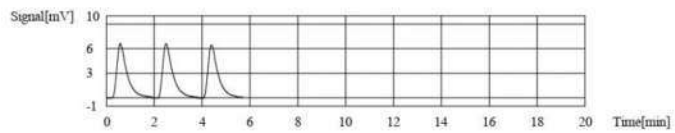
Mean Area 257.3
 Mean Conc. 72.97mg/L



Anal.: IC

No.	Area	Conc.	Inj. Vol.	Aut. Dil.	Ex.	Cal. Curve	Date / Time
1	18.35	5.047mg/L	50ul	1.000	E	Std IC 03-07-2023 2023_07_03_10_42_21.cal	03-07-2023 09:38:01
2	18.69	4.976mg/L	50ul	1.000	E	Std IC 03-07-2023 2023_07_03_10_42_21.cal	03-07-2023 09:40:11
3	17.80	4.896mg/L	50ul	1.000	E	Std IC 03-07-2023 2023_07_03_10_42_21.cal	03-07-2023 09:42:27

Mean Area 17.95
 Mean Conc. 4.936mg/L



TOC-Control L Report

03-07-2023 8x

Sample

Sample Name: 07-490623_C_TOC
 Sample ID: 07-490623-5
 Origin: 07-490623-5.met
 Status: Completed
 Chk. Result

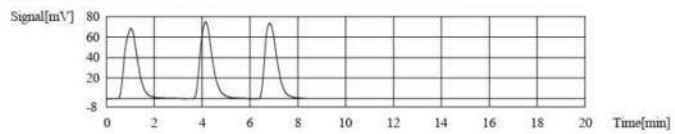
Type	Anal.	Manual Dilution	Result
Unknown	TOC	1.000	TOC:70.65mg/L,TC:73.19mg/L,C:2504mg/L

1. Det.

Anal.: TC

No.	Area	Conc.	Inj. Vol.	Aut. Dil.	Ex.	Cal. Curve	Date / Time
1	219.5	73.59mg/L	50ul	1.000	E	Std TC 03-07-2023 2023_07_03_09_17_12.cal	05-07-2023 09:18:52
2	262.7	74.50mg/L	50ul	1.000	E	Std TC 03-07-2023 2023_07_03_09_17_12.cal	05-07-2023 10:01:56
3	256.7	72.80mg/L	50ul	1.000	E	Std TC 03-07-2023 2023_07_03_09_17_12.cal	05-07-2023 10:04:51

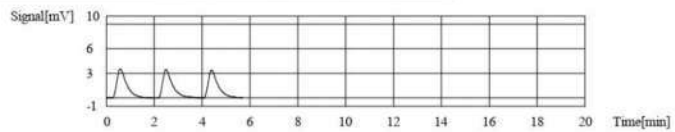
Mean Area: 258.1
 Mean Conc.: 73.19mg/L



Anal.: IC

No.	Area	Conc.	Inj. Vol.	Aut. Dil.	Ex.	Cal. Curve	Date / Time
1	9.595	2.639mg/L	50ul	1.000	E	Std IC 03-07-2023 2023_07_03_10_42_31.cal	05-07-2023 10:08:51
2	9.289	2.555mg/L	50ul	1.000	E	Std IC 03-07-2023 2023_07_03_10_42_31.cal	05-07-2023 10:11:02
3	8.916	2.432mg/L	50ul	1.000	E	Std IC 03-07-2023 2023_07_03_10_42_31.cal	05-07-2023 10:13:18

Mean Area: 9.102
 Mean Conc.: 2.504mg/L



Sample

Sample Name: 07-490623_C_TOC
 Sample ID: 07-490623-6
 Origin: 07-490623-6.met
 Status: Completed
 Chk. Result

Type	Anal.	Manual Dilution	Result
Unknown	TOC	1.000	TOC:63.53mg/L,TC:74.00mg/L,C:10.25mg/L

1. Det.

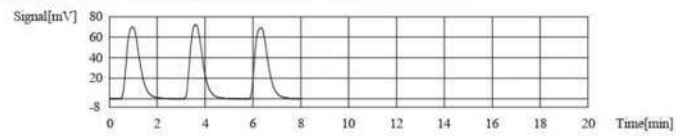
Anal.: TC

TOC-Control L Report

03-07-2023 dx

No.	Area	Conc.	Inj. Vol.	Aut. Dil.	Ex.	Cal. Curve	Date / Time
1	261.8	74.24mg/L	50ul	1.000		Std TC 03-07-2023_2023_07_03_09_17_12.cal	03-07-2023 10:20:06
2	260.1	73.76mg/L	50ul	1.000		Std TC 03-07-2023_2023_07_03_09_17_12.cal	03-07-2023 10:23:00
3	258.7	73.36mg/L	50ul	1.000	E	Std TC 03-07-2023_2023_07_03_09_17_12.cal	03-07-2023 10:26:03

Mean Area: 261.0
Mean Conc.: 74.00mg/L



Anal.: IC

No.	Area	Conc.	Inj. Vol.	Aut. Dil.	Ex.	Cal. Curve	Date / Time
1	37.14	10.22mg/L	50ul	1.000		Std IC 03-07-2023_2023_07_03_10_42_21.cal	03-07-2023 16:30:05
2	37.72	10.38mg/L	50ul	1.000		Std IC 03-07-2023_2023_07_03_10_42_21.cal	03-07-2023 16:32:22
3	37.28	10.25mg/L	50ul	1.000		Std IC 03-07-2023_2023_07_03_10_42_21.cal	03-07-2023 16:34:40

Mean Area: 37.38
Mean Conc.: 10.28mg/L

