

**PEMANFAATAN BIJI ASAM JAWA SEBAGAI BIOKOAGULAN
PENJERNIHAN AIR PADA PRAKTIKUM SISTEM KOLOID**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai gelar S1

Dosen Pembimbing: Laili Nailul Muna, M.Sc



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Disusun Oleh :

DHI AYU WULAN SEPTIYA

20104060018

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA**

2024

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 513056 Fax. (0274) 586117 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-107/Un.02/DT/PP.00.9/01/2024

Tugas Akhir dengan judul : Pemanfaatan Biji Asam Jawa sebagai Biokoagulan Penjernihan Air pada Pratikum Sistem Koloid

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : DHI AYU WULAN SEPTIYA
Nomor Induk Mahasiswa : 20104060018
Telah diujikan pada : Minggu, 31 Desember 2023
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Laili Nailul Muna, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 65a8f58314c6c



Penguji I
Muhammad Zamhari, S.Pd.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 65a9f41169796



Penguji II
Retno Aliyatul Fikroh, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 659f58c6d0098



Yogyakarta, 31 Desember 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Hj. Sri Sumarni, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 65a8f7d4571ad

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dhi Ayu Wulan Septiya
Nomor Induk Mahasiswa : 20104060018
Program Studi : Pendidikan Kimia
Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul "Pemanfaatan Biji Asam Jawa sebagai Biokoagulan Penjernihan Air pada Praktikum Sistem Koloid" merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 2 Januari 2024

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Penulis,



Dhi Ayu Wulan Septiya
NIM. 20104060018

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudari:

Nama : Dhi Ayu Wulan Septiya
NIM : 20104060018
Judul Skripsi : Pemanfaatan Biji Asam Jawa sebagai Biokoagulan Penjernihan Air pada Praktikum Sistem Koloid

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Pendidikan Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudari tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu 'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 31 Desember 2023
Pembimbing



Laili Nailul Muna, M.Sc.

NIP. 19910820 201903 2 018

NOTA DINAS KONSULTAN I

Hal: Skripsi Dhi Ayu Wulan Septiya

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr.wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudari:

Nama : Dhi Ayu Wulan Septiya

NIM : 20104060018

Judul skripsi : Pemanfaatan Biji Asam Jawa sebagai Biokoagulan Penjernihan
Air pada Praktikum Sistem Koloid

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Pendidikan Kimia.

Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr.wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 31 Desember 2023
Konsultan I



Muhammad Zamhari, S.Pd.Si., M.Sc.
NIP. 19860702 201101 1 014

NOTA DINAS KONSULTAN II

Hal: Skripsi Dhi Ayu Wulan Septiya

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr.wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudari:

Nama : Dhi Ayu Wulan Septiya
NIM : 20104060018
Judul skripsi : Pemanfaatan Biji Asam Jawa sebagai Biokoagulan Penjernihan Air pada Praktikum Sistem Koloid

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Pendidikan Kimia. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 31 Desember 2023
Konsultan II



Retno Aliyatul Fikroh, M.Sc.
NIP. 19920427 20190 2 018

ABSTRAK
PEMANFAATAN BIJI ASAM JAWA SEBAGAI BIOKOAGULAN
PENJERNIHAN AIR PADA PRAKTIKUM SISTEM KOLOID

Oleh:

Dhi Ayu Wulan Septiya

NIM: 20104060018

Pembuangan langsung air limbah ke lingkungan dapat berdampak buruk bagi makhluk hidup di sekitarnya. Upaya meningkatkan kesadaran lingkungan terutama air limbah dapat dimulai dengan kegiatan edukasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keterkaitan materi kimia dengan penjernihan air menggunakan biokoagulan biji asam jawa dan kelayakannya sebagai desain eksperimen pembelajaran kimia di sekolah. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif deskriptif yang mencakup studi literatur, observasi, eksperimen, dan wawancara. Wawancara melibatkan dua guru kimia SMA dan dua peserta didik sebagai responden. Eksperimen dan observasi dilakukan saat proses pembuatan biokoagulan, sementara studi literatur digunakan sebagai acuan dalam menganalisis potensi biokoagulan dalam pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan hubungan materi koloid dengan percobaan meliputi penentuan jenis produk yang termasuk sistem koloid dan pengaplikasian sifat-sifat koloid. Hasil uji menunjukkan adanya penurunan pH terhadap sampel air limbah sungai, laundry, dan batik dengan hasil terbaik diperoleh limbah pewarnaan batik sebesar 7,5%. Hasil uji organoleptik terhadap warna, bau, dan endapan terhadap sampel menunjukkan perubahan signifikan terbaik pada air limbah pewarnaan batik. Kandungan protein pada biji asam jawa dapat mendestabilisasi zat-zat yang menyebabkan kekeruhan dan mengurangi bau tidak sedap. Berdasarkan hasil studi literatur dan wawancara, pemanfaatan biokoagulan biji asam jawa layak dijadikan sebagai bahan ajar praktikum kimia materi koloid.

Kata kunci: Biji Asam Jawa, Biokoagulan, Koloid, Penjernihan Air, Praktikum

HALAMAN MOTTO

Cukuplah Allah bagi kami sebagai penolong dan sebaik-baiknya pelindung
(Q.S Ali-Imran: 173)

Maka bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah itu benar
(Q.S Ar-Rum: 60)

Pentingnya memahami bahwa “kendali” bukan hanya soal kemampuan kita
“memperoleh” tetapi juga “mempertahankan”
(filosofi teras)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT segala kelimpahan rahmat dan hidayah-Nya serta shalawat dan salam penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW yang kita nantikan syafa'atnya di yaumul akhir, Aamiin.

Skripsi ini penulis persembahkan kepada:
Bapak dan Ibu tercinta **Samsu** dan **Samini**

Almamater Tercinta
Segenap teman-teman **Chemistvid 2020**



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa selalu penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, Tuhan semesta alam yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia kepada setiap makhluk-Nya sehingga skripsi dengan judul “Pemanfaatan Biji Asam Jawa Sebagai Biokoagulan Penjernihan Air Pada Praktikum Sistem Koloid” dapat penulis selesaikan. Shalawat serta salam tak pernah lupa terhaturkan kepada baginda Rasulullah SAW yang telah menghantarkan kita ke zaman yang terang benderang.

Tidak lupa penulis ucapkan terima kasih penulis kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan materi maupun moril sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan. Tanpa bantuan, kerjasama, serta dukungan mustahil skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan hormat, ucapan banyak terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin. S.Ag., M.A, selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah mengizinkan penulis untuk menulis skripsi ini.
2. Bapak Dr. Hj. Sri Sumarni M.Pd., selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah mengizinkan penulis untuk menulis skripsi ini.
3. Bapak Khamidinal, M.Si., selaku Ketua Prodi Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang senantiasa memberikan dukungan dalam menempuh studi.
4. Ibu Laili Nailul Muna, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan ilmu, waktu, perhatian, dukungan, dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Laili Nailul Muna, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan dukungan dan arahan selama menempuh studi.
6. Bapak dan Ibu tercinta, Samsu dan Samini yang selalu memberikan do'a, nasihat, dan dukungan bagi penulis.
7. Keluarga besar Pendidikan Kimia 2020 (Chemistivid 2020), terima kasih untuk kebersamaan, motivasi, pembelajaran, pengalaman, dan segala hal berharga lainnya.

8. Keluarga KKN 111 Gunung Kukusan, terima kasih atas pengalaman berharga dan banyak pelajaran yang diberikan.
9. Keluarga PLP SMAN 1 Sewon, terima kasih atas kebersamaan dan pelajaran berharga yang diberikan.
10. Sahabat seperjuangan, Muhammad Aditya Hidayah, Ulfa Nur Latifah, Alfandi Ahmad, Ahmat Dani, Teguh Iman Nugraha, Yahya, Isna Fakhrusina Salsabila, Gerda Pintoko Tunjungsari, Syarifatun Nisa, dan Fradhika Maulidina terima kasih atas segala pengalaman yang telah diberikan.
11. Sahabatku tercinta, Rohmah Isnaeni dan Ahmad Royhan Anwar, terima kasih atas segala doa, dukungan, waktu, perhatian, dan segala hal yang diberikan. Semoga Allah selalu melindungi kalian.
12. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT memberikan ganjaran yang setimpal atas segala dorongan, bantuan, dukungan, semangat dan segala hal yang telah diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, penulis dengan senang hati menerima saran dan kritik yang membangun dari pembaca.

Yogyakarta, 2 Januari 2024

Penulis,

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iv
NOTA DINAS KONSULTAN I.....	ii
NOTA DINAS KONSULTAN II	ii
ABSTRAK	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	4
BAB II KAJIAN TEORI	6
A. Kajian Teori.....	6
1. Tanaman Asam Jawa.....	6
2. Penjernihan Air	8

3. Biokoagulan	9
4. Sistem Koloid.....	10
5. Praktikum Kimia	10
B. Kajian Penelitian Relevan	11
BAB III METODE PENELITIAN	13
A. Jenis Penelitian	13
B. Tempat dan Waktu Penelitian	13
C. Subjek Penelitian.....	13
D. Sumber Data	13
E. Teknik Pengumpulan Data.....	14
F. Teknik Analisis Data	15
G. Prosedur Penelitian	16
1. Eksperimen Potensi Biji Asam Jawa sebagai Biokoagulan	16
2. Analisis Potensi Biji Asam Jawa sebagai Biokoagulan dalam Pembelajaran Koloid	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
A. Karakteristik Kimia-Fisika Air Limbah	20
a. Karakteristik Kimia Air Limbah Sebelum dan Sesudah Penambahan Biokoagulan... ..	20
b. Karakteristik Fisik Air Limbah Sebelum dan Sesudah Penambahan Biokoagulan.....	21
B. Analisis Keterkaitan Materi Koloid dengan Praktikum Penjernihan Air Menggunakan Biji Asam Jawa	24
C. Analisis Praktikum Penjernihan Air Menggunakan Biokoagulan Biji Asam Jawa sebagai Bahan Ajar	26
1) Pelaksanaan Praktikum Kimia di Kelas XI	26
2) Penggunaan Bahan Alam dalam Kegiatan Praktikum Kimia.....	27
3) Relevansi Praktikum Penjernihan Air Menggunakan Biokoagulan Biji Asam Jawa dengan Konten Kimia.....	28
4) Ketertarikan Peserta Didik terhadap Praktikum Penjernihan Air Menggunakan Biokoagulan Biji Asam Jawa	29

BAB V PENUTUP	30
A. Kesimpulan	30
B. Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.
Pedoman Wawancara Guru	Error! Bookmark not defined.
Proses Penjernihan Air Menggunakan Biokoagulan Biji Asam Jawa ...	Error! Bookmark not defined.
CURRICULUM VITAE	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tanaman Asam Jawa.....	6
Gambar 4.2. Struktur Tanin pada Biji Asam Jawa.	8
Gambar 3.3. Proses Analisis Data Kualitatif	16
Gambar 3.4. Susunan Alat Filtrasi	18
Gambar 2.5. Mekanisme Koagulasi pada Koagulan.....	23



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi Kimia yang Terdapat dalam Biji Asam Jawa.....	7
Tabel 4.2. Hasil Pengamatan Kimia Sampel Air Limbah Sebelum dan Sesudah Pemberian Biokoagulan Biji Asam Jawa	20
Tabel 4.3. Hasil Pengamatan Fisik Air Limbah Sebelum diberi Koagulan.....	21
Tabel 4.4. Identifikasi Materi Koloid	24
Tabel 4.5. Keterkaitan Desain Eksperimen Dengan Materi Koloid	26



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Beberapa dekade terakhir, kualitas air telah menurun tajam akibat aktivitas penduduk, terutama di bidang industri. Indonesia belum mencapai Skor Indeks Kualitas Air (IKA) pada tahun 2022 dengan poin yang tercatat sebesar 53,88 dari poin yang ditargetkan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) yaitu 55,03 poin (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2022). Limbah yang dihasilkan dari industri tidak diolah terlebih dahulu dan langsung dibuang ke sungai, sehingga menyebabkan penurunan kualitas air (Zainol dkk., 2021). Umumnya, air limbah mengandung padatan tersuspensi, koloid, dan terlarut (mineral dan organik), bersifat asam atau basa berlebih, serta dapat mengandung bahan berwarna dengan beragam konsentrasi (Ronke dkk., 2016). Air yang tercemar limbah tidak layak untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena mengandung bahan berbahaya serta patogen yang dapat menyebabkan iritasi kulit, gangguan pencernaan, serta dapat meningkatkan risiko kanker (Raju dkk., 2018).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kualitas air yang memburuk adalah dengan menambahkan koagulan, baik yang berasal dari bahan dari alam (biokoagulan) maupun koagulan yang berasal dari bahan kimia atau koagulan sintesis (Kristianto dkk., 2020). Akan tetapi, penggunaan koagulan sintesis dapat berdampak negatif bagi lingkungan apabila digunakan secara terus menerus (Martini dkk., 2020). Penggunaan koagulan sintetik untuk menjernihkan air limbah dinilai kurang ramah lingkungan karena masih mengandung senyawa aluminium sulfat yang cukup tinggi, yaitu lebih dari 0,2 mg/L (Saputroh dkk., 2020). Dengan demikian, telah dikembangkan koagulan dari bahan alam yang diperoleh dari ekstrak hewan, mikroorganisme, dan tumbuhan untuk mengatasi bahaya koagulan sintetik (Anggorowati, 2021).

Tanaman yang dapat digunakan sebagai koagulan alami adalah biji asam jawa (*Tamarindus Indica L.*). Biji asam jawa masih belum dimanfaatkan dengan baik dan hanya dibuang begitu saja. (Ulwia & Soumena, 2017). Senyawa tanin pada biji asam jawa berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai biokoagulan dalam proses

koagulasi (Riyandini & Iqbal, 2020). Selain itu, protein yang terdapat dalam biji asam berfungsi sebagai polielektrolit alami yang memiliki peran serupa dengan koagulan sintetik (Martina dkk., 2018). Penelitian sebelumnya juga mencatat bahwa pemanfaatan biji asam jawa sebagai koagulan alami memiliki kemampuan dalam mengurangi tingkat kekeruhan dan menurunkan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada limbah cair dari industri deterjen (Ronke dkk., 2016). Serbuk biji asam jawa dapat difungsikan sebagai koagulan alami yang dapat mengurangi tingkat kekeruhan pada limbah cair tempe, dengan tingkat efektivitas mencapai 94,76% (Hayati dkk., 2016). Penelitian lainnya juga mengungkapkan pada dosis koagulan sebesar tiga gram per satu liter dari sampel limbah perikanan (Ningsih, 2021). Gugus amino yang terkandung dalam biji asam jawa dapat mengikat partikel koloid bermuatan negatif, yang kemudian menjadi tidak stabil dan membentuk partikel lebih besar, sehingga di akhir proses, partikel-partikel tersebut akan mengendap (Afrianisa & Ningsih, 2021).

Hasil wawancara yang dilakukan terhadap salah satu guru kimia mengemukakan bahwa pembelajaran kimia lebih didominasi oleh guru daripada siswa. Hasil studi literatur juga menemukan bahwa kegiatan praktikum masih jarang dilakukan (Rahmawati & Khamidinal, 2019). Hal tersebut bertentangan dengan kompetensi dasar kurikulum pada materi koloid yang semestinya peserta didik tidak hanya dikenalkan dengan konsep teoritis akan tetapi juga pengalaman langsung untuk mengasah keterampilan proses sains (Ghozali, 2017). Terbatasnya pengetahuan pendidik mengenai potensi sumber daya lokal di lingkungan sekitar, sarana dan prasarana, sumber daya manusia, biaya, waktu, dan kendala non teknis lainnya menjadi penyebab praktikum jarang dilakukan (Candra & Hidayati, 2020). Selain itu, kegiatan praktikum di sekolah umumnya menghasilkan limbah dari penggunaan bahan-bahan kimia yang jika tidak ditangani dengan baik membahayakan makhluk hidup dan merusak lingkungan (Rizkiana et al., 2020).

Upaya meningkatkan kepedulian terhadap lingkungan dapat dilakukan dengan memberikan edukasi tentang pentingnya sikap peduli lingkungan dengan menghadirkan suasana pembelajaran berbasis pendekatan lingkungan (Sitti Hasnidar, 2019). Melimpahnya bahan alam di sekitar menjadi salah satu alasan perlunya memanfaatkan bahan alam untuk membantu meningkatkan pemahaman

tentang fungsi kimia secara luas (Baunsele dkk., 2020). Kegiatan praktikum yang memanfaatkan bahan alam dapat diintegrasikan pada materi pembelajaran untuk meningkatkan kepedulian peserta didik terhadap lingkungan (Fitriati et al., 2019). Kegiatan praktikum juga dapat meningkatkan minat dan rasa ingin tahu, berpikiran kritis, terbuka, kreatif, dan peka terhadap lingkungan (Puspita Sari & Sudiana, 2019).

Pemanfaatan bahan alam dapat diintegrasikan dengan kegiatan praktikum untuk mendukung pembelajaran, seperti penelitian Wijayadi dalam pembuatan indikator untuk praktikum titrasi asam basa dari bunga telang (Wijayadi dkk., 2020). Penelitian tersebut belum menunjukkan hasil penemuan jika diterapkan dalam pembelajaran. Oleh karena itu, peneliti melakukan penelitian serupa dengan memanfaatkan bahan alam biji asam jawa sebagai biokoagulan pada sistem koloid. Potensi biji asam jawa sebagai biokoagulan penjernihan air belum serta pemanfaatannya dalam pembelajaran kimia belum diteliti dan dipelajari sehingga penelitian ini penting dilakukan untuk memanfaatkan potensi biji asam jawa dari hasil pengolahan makanan atau minuman (Nur Fahima dkk., 2022). Penjernihan air dengan memanfaatkan biji asam jawa dapat diimplementasikan dalam pembelajaran Kimia SMA/SMK, yakni pada materi sifat koagulasi koloid. Materi koloid merupakan salah satu materi kimia yang memiliki keterkaitan dengan kehidupan sehari-hari (Novilia dkk., 2017). Materi pembelajaran yang dihubungkan dengan kehidupan nyata akan menjadi lebih bermakna dan tersimpan lama dalam memori peserta didik sehingga tidak mudah dilupakan (Jumalia & Suryelita, 2022).

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan identifikasi masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Minimnya pemanfaatan bahan alam dalam pembelajaran kimia terutama untuk kegiatan praktikum
2. Kurangnya inisiatif guru dalam melaksanakan pembelajaran kimia yang variatif
3. Adanya kesulitan peserta didik dalam memahami materi yang bersifat teoritis

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka batasan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Analisis praktikum kimia sederhana dengan memanfaatkan bahan alam sekitar.
2. Analisis potensi praktikum penjernihan air menggunakan biokoagulan biji asam jawa dalam pembelajaran kimia.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat diambil beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana keterkaitan antara materi koloid dengan eksperimen yang dilakukan?
2. Bagaimana analisis yang dilakukan terhadap proses percobaan biokoagulan dari biji asam jawa?
3. Bagaimana potensi penggunaan biokoagulan biji asam jawa sebagai bahan praktikum penjernihan air materi koloid?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui keterkaitan antara materi koloid dengan eksperimen yang dilakukan.
2. Mengetahui analisis yang dilakukan terhadap proses penjernihan air menggunakan biokoagulan biji asam jawa.
3. Mengetahui potensi penggunaan biokoagulan biji asam jawa sebagai bahan praktikum penjernihan air materi koloid.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilaksanakan adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti
Mengetahui cara pembuatan biokoagulan dari biji asam jawa yang disesuaikan dengan kondisi dan karakteristik eksperimen di SMA/MA.
2. Bagi Pendidik

Menambah pengetahuan dan cara penggunaan biokoagulan biji asam jawa sebagai alternatif bahan ajar pelaksanaan praktikum sistem koloid.

3. Bagi Mahasiswa Lain

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil peneliiian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil analisis capaian pembelajaran kurikulum, praktikum penjernihan air biokoagulan biji asam jawa dikaitkan dengan materi sistem koloid koagulasi.
2. Analisis yang dilakukan terhadap proses percobaan biokoagulan dari biji asam jawa meliputi analisis karakter fisik dan kimia. Dari hasil analisis fisik secara organoleptik, penggunaan biokoagulan biji asam jawa dapat menjernihkan air limbah sungai, laundry, dan pewarnaan batik. Hasil analisis secara kimia menunjukkan penurunan pH dengan hasil paling signifikan pada sampel air limbah pewarnaan batik dengan penurunan pH sebesar 7%.
3. Penjernihan air menggunakan biokoagulan berpotensi sebagai bahan ajar dan sesuai dengan karakteristik eksperimen di sekolah menengah atas. Hal tersebut didukung dengan respon guru dan peserta didik bahwa praktikum penjernihan air menggunakan biokoagulan biji asam jawa relevan dengan materi koagulasi dan diminati peserta didik.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah dipaparkan, maka saran yang dapat diberikan yaitu selama praktikum sebaiknya menggunakan alat-alat laboratorium yang lebih akurat agar hasil praktikum yang didapatkan lebih jelas dan tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianisa, R. D., & Ningsih, E. (2021). Efektivitas Penambahan Biji Asam Jawa sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Perikanan. *Journal of Industrial Process and Chemical Engineering (JOICHE)*, 1(2), 64–69. <https://doi.org/10.31284/j.joiche.2021.v1i2.2454>
- Agustian, H. Y., & Seery, M. K. (2017). Reasserting the role of pre-laboratory activities in chemistry education: a proposed framework for their design. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 518–532.
- Agustin, D., Rustanti, Pratiwi, & Narwati. (2021). Application of Tamarindus indica seed extract as bio-coagulant to removal suspended solids and colors. *International Journal of Public Health Science (IJPHS)*, 10(2), 324–329. <https://doi.org/10.11591/ijphs.v10i2.20686>
- Agustini, D., & Fitriah, L. (2021). Serbuk Biji Asam Jawa (Tamarin Dusindica L) untuk Pengelolaan Limbah Industri Cair Tempe (Studi Kasus Mataram): Tamarind Seed Powder (Tamarindusindica, L) to Treatment the Liquid Waste Industrial of Tempe (Mataram case study). *JURNAL SAINS TEKNOLOGI & LINGKUNGAN*, 7(2), 272–279.
- Alazaiza, M., Albahnasawi, A., Ali, G., Bashir, M., Nassani, D., Al Maskari, T., Amr, S., & Abujazar, M. (2022). Application of Natural Coagulants for Pharmaceutical Removal from Water and Wastewater: A Review. *Water*, 14(2), 140. <https://doi.org/10.3390/w14020140>
- Andre, A., Wardana, I. W., & Sutrisno, E. (2015). Penggunaan Tepung Biji Asam Jawa (Tamarindus Indica) Sebagai Biokoagulan Untuk Menurunkan Kadar Fosfat Dan Cod Pada Air Limbah USAha Laundry. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(4), 1–5.
- Anggorowati, A. A. (2021). Serbuk Biji Buah Semangka dan Pepaya sebagai Koagulan Alami dalam Penjernihan Air. *CAKRA KIMIA (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 9(1), 18–23. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/cakra/article/view/76759>

- Ashari, T. M., Harahap, M. R., & Badri, H. (2021a). Efektivitas Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica L.*) sebagai Biokoagulan Menggunakan Metode Kombinasi Koagulasi-Flokulasi dan Filtrasi terhadap Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan Ud. Nagata Tuna. *Lingkar: Journal of Environmental Engineering*, 2(1), 59–86.
- Ashari, T. M., Harahap, M. R., & Badri, H. (2021b). Efektivitas Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica L.*) sebagai Biokoagulan Menggunakan Metode Kombinasi Koagulasi-Flokulasi dan Filtrasi terhadap Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan UD. Nagata Tuna. *Lingkar: Journal of Environmental Engineering*, 2(1), 59–86. <https://doi.org/10.22373/ljee.v2i1.1887>
- Bachtiar, M. N., Syafrudin, S., & Nugraha, W. D. (2016). Penurunan Turbidity, Tss, Dan Cod Menggunakantepung Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) Sebagai Nano Biokoagulan Dalam pengolahan Air Limbah Domestik(grey Water). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(4), 1–6.
- Badawi, A. K., Salama, R. S., & Mostafa, M. M. M. (2023). Natural-based coagulants/flocculants as sustainable market-valued products for industrial wastewater treatment: a review of recent developments. *RSC Advances*, 13(28), 19335. <https://doi.org/10.1039/D3RA01999C>
- Bagul, M. B., Sonawane, S. K., & Arya, S. S. (2018). Bioactive characteristics and optimization of tamarind seed protein hydrolysate for antioxidant-rich food formulations. *3 Biotech*, 8(4), 218. <https://doi.org/10.1007/S13205-018-1240-0>
- Baunsele, A. B., Tukan, M. B., Kopon, A. M., Boelan, E. G., Komisia, F., Leba, M. A. U., & Lawung, Y. D. (2020). Peningkatan Pemahaman terhadap Ilmu Kimia melalui Kegiatan Praktikum Kimia Sederhana di Kota Soe. *Aptekmas Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 3(4). <https://doi.org/10.36257/APTS.V3I4.2959>
- Biswas, B., & Sit, N. (2020). Effect of ultrasonication on functional properties of tamarind seed protein isolates. *Journal of Food Science and Technology*, 57(6), 2070. <https://doi.org/10.1007/S13197-020-04241-8>
- Candra, R., & Hidayati, D. (2020). Penerapan Praktikum dalam Meningkatkan Keterampilan Proses dan Kerja Peserta Didik di Laboratorium IPA. *Eduagama:*

Jurnal Kependidikan dan Sosial Keagamaan, 6(1), 26–37.
<https://doi.org/10.32923/edugama.v6i1.1289>

Cardoso Lima Reis, P. M., Dariva, C., Barroso Vieira, G. Â., & Hense, H. (2016). Extraction and evaluation of antioxidant potential of the extracts obtained from tamarind seeds (*Tamarindus indica*), sweet variety. *Journal of Food Engineering*, 173, 116–123. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2015.11.001>

Chen, Y., Dai, G., & Gao, Q. (2020). Preparation and properties of granular cold-water-soluble porous starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 144, 656–662. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.12.060>

Elfrida, D. (2017). *Penurunan Salinitas Air Payau Menggunakan Filter Media Zeolit Teraktivasi dan Arang Aktif*.

Elpani, S. E., Gunawan, M. J., Aviventi, E., & Sabila, R. A. (2020). Utilization of Natural Coagulant Substance (Tamarind and Winged Bean Seed) on the Quality of Tofu Wastewater in Muntilan, Magelang. *Indonesian Journal of Chemistry and Environment*, 2(1), 25–32. <https://doi.org/10.21831/ijce.v2i1.30294>

Fanesa, B., Kusuma, R., Hakim, A., Arian, Y., Anwar, S., & Junaidi, E. (2021). Pengembangan Modul Praktikum Mandiri Terintegrasi Green Chemistry Pada Pokok Bahasan Asam Basa. *Chemistry Education Practice*, 4(3), 250–255. <https://doi.org/10.29303/CEP.V4I3.2701>

Ferreira Junior, W. N., Resende, O., Pinheiro, G. K. I., Silva, L. C. de M., Souza, D. G., & de Sousa, K. A. (2020). Modeling and thermodynamic properties of the drying of tamarind (*Tamarindus indica*L.) seeds. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 25(1), 37–43. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/AGRIAMBI.V25N1P37-43>

Ghozali, I. (2017). Pendekatan Scientific Learning dalam Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa. *PEDAGOGIK: Jurnal Pendidikan*, 4(1). <https://ejournal.unuja.ac.id/index.php/pedagogik/article/view/5>

- Halimah, M., Langitasari, I., & Solfarina, S. (2019). Application of PDEODE Learning Model to Increase Student's KPS in Buffer Solution. *Jurnal Profesi Keguruan*, 5(1), 15–22.
- Hambali, M., Wijaya, E., & Reski, A. (2017). Pembuatan Kitosan dan Pemanfaatannya sebagai Agen Koagulasi-Flokulasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(2), 104–113. <http://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/JTK/article/view/748>
- Harackiewicz, J. M., Smith, J. L., & Priniski, S. J. (2016). Interest Matters: The Importance of Promoting Interest in Education. *Policy insights from the behavioral and brain sciences*, 3(2), 220. <https://doi.org/10.1177/2372732216655542>
- Hasan, M., Harahap, T. K., Hasibuan, S., Rodliyah, I., Thalhah, S. Z., Rakhman, C. U., Ratnaningsih, P. W., Mattunruang, A. A., Silalahi, D. E., & Hasyim, S. H. (2023). Metode penelitian kualitatif. *Penerbit Tahta Media*.
- Hayati, E. I., Susatyo, E. B., & Sunarto, W. (2016). Pemanfaatan Serbuk Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica L*) untuk Pengolahan Limbah Cair Tempe. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 5(1). <https://doi.org/10.15294/ijcs.v5i1.9167>
- Hermida, L., Agustian, J., & Kurniasari, B. (2021). Penggunaan Ekstrak Biji Kelor sebagai Biokoagulan pada Pengolahan Limbah Cair Laundry. *Jurnal Teknologi dan Inovasi Industri (JTII)*, 2(2). <https://doi.org/10.23960/JTII.V2I2.35>
- Iwuozor, K. O. (2019). Prospects and Challenges of Using Coagulation-Flocculation method in the treatment of Effluents. *Advanced Journal of Chemistry-Section A*, 2(2), 105–127. <https://doi.org/10.29088/SAMI/AJCA.2019.2.105127>
- Jumalia, R., & Suryelita, S. (2022). Pengembangan LKPD Terintegrasi Praktikum Berbasis Kontekstual dengan Komponen REACT pada Materi Sistem Koloid untuk Kelas XI SMA/ MA. *Entalpi Pendidikan Kimia*, 3(1), 66–76. <https://doi.org/10.24036/EPK.V3I1.241>
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan. (2022). *Capaian Pembelajaran*. <https://kurikulum.kemdikbud.go.id/kurikulum-merdeka/capaian-pembelajaran>
- Khyade, V. B., & Swaminathan, M. S. (2016). Water: the pacemaker for life of Earth. *World Sci News*, 44, 93–125.

- Kristianto, H., Jennifer, A., Kleopas Sugih, A., & Prasetyo Jurusan Teknik Kimia, S. (2020). Potensi Polisakarida dari Limbah Buah-buahan sebagai Koagulan Alami dalam Pengolahan Air dan Limbah Cair: Review. *Jurnal Rekayasa Proses*, 14(2), 108–127. <https://doi.org/10.22146/JREKPROS.57798>
- Kriswandana, F., Ratmansyah, A. A., & Marlik, M. (2020). *Efficiency in Reducing Turbidity and TSS (Total Suspended Solid) Level Using Biocoagulant of Tamarind Seeds by Adjusting Raw Water pH* / Kriswandana / *Aloha International Journal of Health Advancement (AIJHA)*. Aloha International Journal of Health Advancement (AIJHA). <https://journal.aloha.academy/index.php/aijha/article/view/aijha30702/30702>
- Kuo, M., Barnes, M., & Jordan, C. (2019). Do Experiences With Nature Promote Learning? Converging Evidence of a Cause-and-Effect Relationship. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00305>
- 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>
- Lafiyah, I. (2018). Pemanfaatan Biji Asam Jawa sebagai Koagulan untuk Menurunkan Kadar BOD dan TSS Limbah Cair Rumah Makan. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 5(1). <https://doi.org/10.26418/jtllb.v5i1.23888>
- Ledo, S., & Seran, W. (2019). Keanekaragaman Tumbuhan Obat Taman Wisata Alam Baumata Kabupaten Kupang serta Pemanfaatannya oleh Masyarakat Lokal. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 12(2), 299–310. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.12.2.299-310>
- Lichtfouse, E., Morin-Crini, N., Fourmentin, M., Zemmouri, H., do Carmo Nascimento, I. O., Queiroz, L. M., Tadza, M. Y. M., Picos-Corrales, L. A., Pei, H., Wilson, L. D., & Crini, G. (2019). Chitosan for direct bioflocculation of wastewater. *Environ Chem Lett*, 17(4), 1603–1621. <https://doi.org/10.1007/s10311-019-00900-1>

- Mahardiko, Y. J. (2019). *Penggunaan biji asam jawa (Tamarindus indica L.) sebagai koagulan alami dalam proses penanganan limbah cair industri tahu.*
- Martina, A., Effendy, D. S., & Soetedjo, J. N. M. (2018). Aplikasi Koagulan Biji Asam Jawa dalam Penurunan Konsentrasi Zat Warna Drimaren Red pada Limbah Tekstil Sintetik pada Berbagai Variasi Operasi. *Jurnal Rekayasa Proses*, 12(2), 40. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.38948>
- Martini, S., Yuliwati, E., & Kharismadewi, D. (2020). Pembuatan Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri. *Jurnal Distilasi*, 5(2), 26. <https://doi.org/10.32502/jd.v5i2.3030>
- Mashadi, A., Surendro, B., Rakhmawati, A., & Amin, M. (2018). Peningkatan Kualitas Ph, Fe Dan Kekeruhan Dari Air Sumur Gali Dengan Metode Filtrasi. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(2), 105.
- Mathuram, M., Meera, R., & Vijayaraghavan, G. (2018). Application of locally sourced plants as natural coagulants for dye removal from wastewater: a review. *J. Mater. Environ. Sci*, 2508, 2058–2070.
- Munandar, H., Tarbiyah, F., Uin, K., Banda, A.-R., & Jofrishal, A. (2017). Analisis Pelaksanaan Pembelajaran Kimia Di Kelas Homogen (Studi Kasus Pembelajaran Kimia di SMA Negeri 11 Banda Aceh). *Lantanida Journal*, 4(2), 98–110. <https://doi.org/10.22373/LJ.V4I2.1882>
- Naeem, N., Nadeem, F., Azeem, M. W., & Dharmadasa, R. M. (2017). Tamarindus indica—A review of explored potentials. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*, 12(2017), 98–106.
- Nafira, A. (2023). Pengembangan Alat Peraga Penjernihan Air Sederhana Materi Koloid berbasis Green Chemistry. *Journal of Tropical Chemistry Research and Education*, 5(1), 7–18.
- Ningsih, E. (2021). Efektivitas Penambahan Biji Asam Jawa sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Perikanan. *Journal of Industrial Process and Chemical Engineering (JOICHE)*, 1(2), 64–69.

- Novilia, L., Iskandar, S. M., & Fajaroh, F. (2017). Pengembangan Modul Pembelajaran dengan Pendekatan Inkuiri Terbimbing pada Materi Koloid di SMA. *Jurnal Pendidikan Sains*, 4(3), 95–101. <http://journal.um.ac.id/index.php/jps/article/view/8188>
- Nur Fahima, S. S., Hayati, A., & Zayadi, H. (2022). Ethnobotanical Study of Tamarind (*Tamarindus indica* L.) in Lebakrejo Village, Purwodadi District, Pasuruan Regency. *Berkala Ilmiah Biologi*, 13(1), 24–33. <https://doi.org/10.22146/bib.v13i1.4073>
- Nurhidayah, N., & Solikha, D. F. (2017). Evaluasi Kinerja Unit Koagulasi dan Flokulasi Waste Water Treatment Limbah Pond C-304 di Laboratorium Unit Sintesis. *Jurnal Migasian*, 1(2), 5. <https://doi.org/10.36601/jurnal-migasian.v1i2.9>
- Nurhidayanti, N., Ilyas, N. I., & Lazuardini, D. P. (2022). Studi Pengolahan Limbah Cair Laundry menggunakan Serbuk Biji Asam Jawa sebagai Biokoagulan. *Jurnal Tekno Insentif*, 16(1), 16–27. <https://doi.org/10.36787/jti.v16i1.453>
- Pellegrino, J. W., & Hilton, M. L. (2012). Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century. *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*, 1–242. <https://doi.org/10.17226/13398>
- Pembayun, S. W. R., & Rahmayanti, M. (2020). Efektivitas Biji Asam Jawa sebagai Koagulan Alami dalam Menurunkan Konsentrasi Zat Warna Remazol Red dan Nilai COD. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 9(2), 162–169. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v9i2.28171>
- Poerwanto, D. D., Hadisantoso, E. P., & Isnaini, S. (2015). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) sebagai Koagulan Alami dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Farmasi. *al-Kimiya*, 2(1), 24–29. <https://doi.org/10.15575/ak.v2i1.349>
- Poh, P. E., Ong, W. Y. J., Lau, E. V., & Chong, M. N. (2014). Investigation on micro-bubble flotation and coagulation for the treatment of anaerobically treated palm oil mill effluent (POME). *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2(2), 1174–1181. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2014.04.018>

- Prayunisa, F. (2022). Analisa Kesulitan Siswa Kelas XI dalam Pembelajaran Kimia di Sman 1 Masbagik. *Journal of Classroom Action Research*, 4(3), 147–150. <https://doi.org/10.29303/JCAR.V4I3.2095>
- Puspita Sari, N. P. N., & Sudiana, I. K. (2019). Penilaian Sikap sebagai Dampak Pengiring Pembelajaran Praktikum Kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 3(2), 68. <https://doi.org/10.23887/jjpk.v3i2.21143>
- Rahim, A. R., Salmiah, & Ihsan, E. A. (2023). Antibacterial Activity Test of Roll on Deodorant Extract Ethanol Tamarind Seed Coat. *Ad-Dawaa' Journal of Pharmaceutical Sciences*, 6(1), 33–45. <https://doi.org/10.24252/DJPS.V6I1.37568>
- Rahmawati, S., & Khamidinal. (2019). Buku Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry untuk SMA/MA Kelas XI. *Journal of Tropical Chemistry Research and Education*, 1(1), 8–14. <https://doi.org/10.37079/jtcre.v1i1.14>
- Raju, T. D., Reji, A. K., Raheem, N., Sasikumar, S., Vikraman, V., CP, S., & KM, S. (2018). Role of Moringaoleifera and Tamarind Seed in Water Treatment. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 7(04), 454–462.
- Rasanzani, D., Rosilawati, I., & Kadaritna, N. (2017). Pengembangan Media Animasi Pada Materi Teori Tumbukan. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 5(1), 139568.
- Renninger, K., & Hidi, S. (2016). *The Power of Interest for Motivation and Engagemet*. <https://doi.org/10.4324/9781315771045>
- Riyandini, V. L., & Iqbal, M. (2020). Pengaruh Koagulan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) Terhadap Efisiensi Penurunan Zat Organik Pada Air Gambut. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(3). <https://doi.org/10.32672/jse.v5i3.2145>
- Rizkiana, F., Apriani, H., Khairunnisa, Y., Kalimantan, I., Arsyad, M., & Banjari, A. (2020). Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry untuk Siswa SMA Kelas XI Semester 2. *Lantanida Journal*, 8(1), 73–82. <https://doi.org/10.22373/LJ.V8I1.7180>

- Ronke, R. A., Saidat, O. G., & Abdulwahab, G. (2016). Coagulation-Flocculation Treatment of Industrial Wastewater Using Tamarind Seed Powder. *International journal of ChemTech research*, 9(5), 771–780. [https://sphinxsai.com/2016/ch_vol9_no5/3/\(771-780\)V9N5CT.pdf](https://sphinxsai.com/2016/ch_vol9_no5/3/(771-780)V9N5CT.pdf)
- Saputroh, A., Suryo, A., Priscilla, M. V., & Susilowati, T. (2020). Kajian Efektifitas Bioflokulan dari Pati Biji Asam Jawa terhadap terhadap Penurunan Kadar COD pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Chempro*, 1(01), 22–28. <https://media.neliti.com/media/publications/301242-kajian-efektifitas-bioflokulan-dari-pat-00fe644a.pdf>
- Setyawati, N. A. A. (2021). *Analisis Desain Praktikum Kimia Sederhana Berbasis Bahan Alam untuk SMA/MA bagi Pembelajaran Kimia Kontekstual*. UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA.
- Shana, Z., & Abulibdeh, E. S. (2020). Science practical work and its impact on students' science achievement. *Journal of Technology and Science Education*, 10(2), 199. <https://doi.org/10.3926/jotse.888>
- Silalahi, M. (2021). *Gnetum gnemon L. Gnetaceae* (hlm. 1–7). https://doi.org/10.1007/978-3-030-14116-5_121-2
- Simarmata, N. I. P., Hasibuan, A., Rofiki, I., Sukarman, P., Tasnim, T., Sitorus, E., Silitonga, H. P., Sutrisno, E., Purba, B., & Makbul, R. (2021). *Metode Penelitian Untuk Perguruan Tinggi*. Yayasan Kita Menulis.
- Sitti Hasnidar, S. H. (2019). Pendidikan Estetika dan Karakter Peduli Lingkungan Sekolah. *JURNAL SERAMBI ILMU*, 20(1), 97. <https://doi.org/10.32672/si.v20i1.997>
- Sofia, S., Edi, R., Sari, D. K., Haryani, M. E., & Ad'hiya, E. (2022). Pelatihan Praktikum Sederhana Berbasis Kimia Hijau untuk Guru-Guru Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan. *ABDIKARYA: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 4(1), 54–63. <https://ejournal.lppm-unbaja.ac.id/index.php/abdikarya/article/view/1858/1014>

- Sofiavizhimalar, A., Sunithajasmine, B., Rajalakshmi, B. S., Thamaraiselvi, C., SumathiJones, C., Pandey, S., Alfarhan, A., Muthusamy, K., Chang, S. woong, & Ravindran, B. (2022). Utilization of natural polysaccharide from *Tamarindus indica* L. seeds for the effective reduction of pollutants in cheese processed wastewater. *Chemosphere*, 305, 135241. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2022.135241>
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R\&D*. Alfabeta.
- Sukmadinata, N. S. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan*. PT Remaja Rosdakarya.
- Suryadi, L., Somantri, E. B., & Kurniawan, R. A. (2017). Implementasi Metode Praktikum Berbasis Lingkungan Pada Materi Reaksi Kimia Siswa Kelas X Madrasah Aliyah Al Jihad Nanga Tepuai Kapuas Hulu. *AR-RAZI Jurnal Ilmiah*, 5(1). <https://doi.org/10.29406/arz.v5i1.653>
- Tetteh, E. K., & Rathilal, S. (2019). Application of organic coagulants in water and wastewater treatment. *Org. Polym.*
- Ulwia, U., & Soumena, R. (2017). Pengaruh Dosis Koagulan Serbuk Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica* L.) terhadap Penurunan Kadar BOD dan COD pada Limbah Cair Industri Tahu. *GLOBAL HEALTH SCIENCE*, 2(4), 332–335. <http://jurnal.csdforum.com/index.php/GHS/article/view/161>
- Wang, Y., Zhang, X., Zhang, H., & Sasaki, K. (2019). Effects of temperature gradient and particle size on self-ignition temperature of low-rank coal excavated from inner Mongolia, China. *Royal Society Open Science*, 6(9). <https://doi.org/10.1098/RSOS.190374>
- Wijayadi, A. W., Fitriyah, L. A., & Hayati, N. (2020). Pemanfaatan Potensi Lokal Jombang Berupa Bunga Pacar Air Sebagai Indikator Alami. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 8(2), 116. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v8i2.3124>
- Williams, L. C., & Reddish, M. J. (2018). Integrating Primary Research into the Teaching Lab: Benefits and Impacts of a One-Semester CURE for Physical Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 95(6), 928–938.

https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.7B00855/ASSET/IMAGES/MEDIUM/ED-2017-00855Y_0005.GIF

Yushananta, P., Putri, G. C., Widyawati, S., & Sari, A. P. (2022). Aplikasi Sistem Monitoring Kualitas Fisik Air Berbasis Internet Of Things Pada Pdam. *LINK*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:249249063>

Zainol, N. A., & Nasuha Mohd Fadli, N. (2020). Surface Water Treatment Using Tamarind Seed as Coagulants via Coagulation Process. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 864(1), 012172. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/864/1/012172>

Zainol, N. A., Othman, I. S., Zailani, S. N., Ghani, A. A., & Abdullah, S. (2021). Treatment of Synthetic Turbid Water by using Natural Tamarind Seeds. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 765(1), 12110. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/765/1/012110>

