

**PENGEMBANGAN KIT INSTALASI AIR LIMBAH DOMESTIK SEBAGAI
ALTERNATIF PRAKTIKUM KIMIA DI SMA**



SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
Untuk memenuhi syarat guna memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu

Disusun Oleh:

Muslichatus Sa'diyah

22104060022

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

2026

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-2966/Un.02/DT/PP.00.9/08/2026

Tugas Akhir dengan judul : PENGEMBANGAN KIT INSTALASI AIR LIMBAH DOMESTIK SEBAGAI ALTERNATIF PRAKTIKUM KIMIA DI SMA

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MUSLICHATUS SA'DIYAH
Nomor Induk Mahasiswa : 22104060022
Telah diujikan pada : Rabu, 19 Agustus 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A/B

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Paed. Asih Widi Wisudawati, S.Pd., M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 6a8baacb22e4e



Penguji I

Laili Nailul Muna, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6a8ea13ca3af4



Penguji II

Ari Wahyu Saputro, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 6a8f8f976dc32



Yogyakarta, 19 Agustus 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.I., M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 6a8fb34c622ea

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muslichatus Sa'diyah
NIM : 22104060022
Program Studi : Pendidikan Kimia
Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul: PENGEMBANGAN KIT INSTALASI AIR LIMBAH DOMESTIK SEBAGAI ALTERNATIF PRAKTIKUM KIMIA DI SMA adalah 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 dipublikasikan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 05 Agustus 2026

Penulis



Muslichatus Sa'diyah

NIM. 22104060022

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

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

Assalamualaikum wr.wb.

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

Nama : Muslichatus Sa'diyah

NIM : 22104060022

Judul Skripsi : Pengembangan KIT Instalasi Air Limbah Domestik Sebagai Alternatif Praktikum Kimia di SMA

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 Pendidikan Kimia.

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

Yogyakarta, 22 Juli 2026
Pembimbing

Dr. Paed. Asih Widi Wisudawati, S.Pd., M.Pd.

NIP. 19840901 200912 2 004

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan kasih sayang-Nya dan memberikan kemudahan.

Skripsi ini penulis persembahkan kepada :

Bapak dan Ibu tercinta. Terimakasih atas segala do'a dan dukungan yang diberikan baik dukungan moril maupun material, serta kasih sayang yang tak terhingga untuk penulis.

Almamater tercinta :

Teman-teman PKIM 2022 Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Yogyakarta.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ABSTRAK

Minimnya pengetahuan manusia tentang pentingnya kualitas air bagi keberlangsungan kehidupan makhluk hidup di dunia ini. Salah satu penyebab pencemaran air adalah pencemaran yang bersumber dari limbah. Pada pembelajaran kimia materi *Green Chemistry* Fase E saat ini memiliki banyak keterbatasan pada media praktikum yang kontekstual, ekonomis, serta aman dari risiko bau busuk serta bakteri patogen di ruang kelas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas performa mekanis KIT Instalasi Air Limbah Domestik dalam meningkatkan kualitas fisikokimia limbah detergen serta menilai tingkat kepraktisan produk beserta perangkat pendukungnya (poster panduan praktikum) sebagai alternatif media praktikum kimia di SMA berdasarkan penilaian praktisi lapangan. Metode yang digunakan adalah *Design Based Research* (DBR) dengan model Reeves, yang dibatasi hingga tahap pengembangan produk validasi kepraktisan oleh guru kimia SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta tanpa dilakukan uji implementasi secara langsung kepada peserta didik di kelas. Sampel penelitian berupa limbah detergen buatan (artifisial) yang direkayasa secara terkontrol untuk menjaga higienitas dan keselamatan kerja di kelas. Hasil pengujian empiris-sains menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan berhasil mencapai standar kualitas lingkungan yang ditetapkan oleh Perda DIY No. 7 Tahun 2016. Derajat keasaman limbah berhasil diturunkan dari pH 10 menjadi pH 6, diikuti penurunan tajam kadar polutan organik dengan hasil akhir *Biological Oxygen Demand* (BOD) sebesar 29 mg/L (maks. 30 mg/L) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebesar 64 mg/L (maks. 100 mg/L). Secara organoleptik, limbah detergen berubah menjadi jernih dan kesat, meskipun terdapat reduksi volume alami menjadi 180 ml dari 200 ml akibat retensi matriks kapas. Validitas ekologis produk menjadi lebih kuat dengan adanya uji bioindikator, di mana ikan mas mampu bertahan hidup normal selama 5 hari pengamatan. Berdasarkan wawancara semiterstruktur dengan ahli praktisi, produk KIT beserta poster panduan praktikum ini dinyatakan sangat praktis, aman, dan aplikatif untuk pembelajaran kimia Fase E. Rekonstruksi desain poster juga telah dilakukan untuk mengoptimalkan tata letak visual demi meningkatkan keterbacaan instruksi kerja peserta didik di laboratorium.

Kata Kunci : KIT Instalasi Air Limbah, *Design Based Research* (DBR), *Green Chemistry*, Kualitas Fisikokimia, Media Praktikum.

HALAMAN MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۝

Maka, sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan. (QS. Al-Insyirah:5)

Semangatlah dalam hal yang bermanfaat untukmu, minta tolonglah kepada Allah SWT.
dan jangan patah semangat (HR. Muslim, No. 2664).



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah SWT. yang telah memberikan penulis karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengembangan KIT Instalasi Air Limbah Domestik Sebagai Alternatif Praktikum Kimia Di SMA”**. Penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam program strata satu (S1) pada Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan jurusan Pendidikan Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak penulisan skripsi ini tidak akan selesai, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.I., M.Pd., selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Paed. Asih Widi Wisudawati., S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia.
4. Bapak Muhammad Zamhari, S.Pd.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan waktunya dan sabar membimbing serta memberikan arahan kepada penulis.
5. Bapak Ari Wahyu Saputro, M.Pd., dan Ibu Laili Nailul Muna, M.Sc., selaku Dosen Penguji Skripsi, yang telah sabar membimbing serta memberikan masukan kepada penulis.
6. Seluruh Dosen Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta atas ilmu yang sudah diberikan selama masa perkuliahan.
7. Bapak H. Muhammad Bisri Mustofa dan Ibu Kurnia Agustin selaku orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan, kasih sayang, dan perhatian baik dari segi moril maupun materi kepada penulis.
8. Roudhotuel Mubarakah, S.M., dan Rahmad Bimawan Al Ayubi selaku kakak dan adik penulis yang telah memberikan motivasi dan dukungan untuk penulis.

9. Ibu Aryati Wibowo, M.Pd., Ibu Isrin Khoiriyah, S.Pd., Ibu Rani Wulandari, S.Pd., selaku narasumber yang telah meluangkan waktunya dalam penelitian ini.
10. Ananda Ayu Safitri, S.M., Illa Fajar Septiani, S.Gz., Perry Sinta Sihombing, A.Md.Par., Tanti Krisnaningsih, S.M., Tatsbita Sabrina, A.Md.RMIK., Khotijah Suki Zuhrowati, dan Herdina Suci Arta yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Seluruh keluarga besar Pendidikan Kimia 2022 dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis panjatkan doa semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat taufik dan hidayah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi peneliti sendiri maupun bagi peneliti selanjutnya apabila ingin melakukan penelitian yang sejenis. Aamiin ya rabbalalamin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 22 Juli 2026

Penulis

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
HALAMAN MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah:	5
C. Rumusan Masalah:	6
D. Tujuan Penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian.....	6
F. Manfaat Praktis.....	7
BAB II.....	8
KAJIAN PUSTAKA.....	8
A. Landasan Teori	8
1. KIT Instalasi Air Limbah Domestik (X)	8
2. Kualitas Air Limbah (Y)	11
3. Penelitian <i>Design Based Research</i> (DBR)	14
B. Penelitian Terdahulu.....	16
C. Kerangka Berfikir	21
BAB III	23
METODOLOGI PENELITIAN.....	23
A. Jenis Penelitian	23
B. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	24

C. Alat dan Bahan	25
D. Desains Eksperimen	25
1. Tahap persiapan.....	25
2. Tahap pelaksanaan.....	25
3. Tahap penyelesaian.....	26
E. Teknik Pengumpulan Data	26
1. Data Primer.....	27
2. Data Sekunder	28
F. Analisis Data	28
BAB IV	29
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
A. Identifikasi dan Analisis Masalah	29
B. Perancangan Solusi.....	30
1. Gambaran Umum dan Karakteristik Sampel Air Limbah Detergen Buatan ..	30
2. Hasil Pengembangan Produk KIT Instalasi Air Limbah Domestik	32
3. Hasil Pengujian Karakteristik Parameter Kimia (Uji Laboratorium).....	33
4. Hasil Pengembangan Media Pendukung Poster Panduan Praktikum.....	37
5. Hasil wawancara Guru Kimia	39
C. Siklus Berulang	41
D. Refleksi dan Hasil Revisi Produk.....	41
E. Pembahasan Keterkaitan KIT dengan Pendidikan	42
BAB V	44
PENUTUP	44
A. Kesimpulan.....	44
B. Keterbatasan Penelitian	45
C. SARAN.....	45
1. Bagi Penelitian Selanjutnya.....	45
2. Bagi Pihak Sekolah.....	46
Daftar Pustaka	47
LAMPIRAN	53
A. Lembar Observasi.....	53
B. Lembar Wawancara.....	54

C. Dokumentasi Percobaan	71
D. Poster Panduan Praktikum.....	76
E. Biodata Penulis	78



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Tahapan <i>Design Based Research</i> (DBR) dalam Penelitian Pengembangan KIT Instalasi Air Limbah Domestik.....	24
Gambar 4. 1 Gambar Limbah Buatan Sebelum Filtrasi	31
Gambar 4. 2 Susunan Komponen Filtrasi.....	33
Gambar 4. 3 Limbah Hasil Perendaman dengan Tawas.....	35
Gambar 4. 4 Limbah Hasil Proses Filtrasi.....	37
Gambar 4. 5 Poster Pendukung Praktikum.....	39
Gambar 4. 6 Cuplikan Perbandingan Desain Poster.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	18
Tabel 3. 1 Baku Mutu Air Limbah Dan Sesuai Dengan SNI	27
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Parameter Fisikokimia Sebelum dan Sesudah Filtrasi.....	34



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi semua makhluk hidup di dunia ini. Tanpa adanya air kehidupan makhluk hidup tidak dapat berlangsung. Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting untuk kehidupan dan memiliki fungsi yang sangat banyak untuk kehidupan yang tidak bisa digantikan dengan senyawa lainnya (Sarofah, 2021). Air diperlukan dalam kehidupan sehari-hari manusia seperti untuk minum, mandi, makan, peternakan, dan sebagainya (Wicaksono et al., 2019). Air yang dibutuhkan umumnya air yang berkualitas baik (Oktavia Ningrum, 2015). Oleh karena itu, dibutuhkan air yang memiliki kualitas yang baik. Kualitas air menjadi salah satu faktor utama dalam mengetahui apakah air tersebut sudah tercemar atau tidak. Menurut PP No. 20 Tahun 1990 dijelaskan bahwa kualitas air adalah kandungan makhluk hidup, zat, energi, dan komponen lain yang ada dalam air. Secara kimiawi air mengandung oksigen serta hidrogen. Air dikatakan bersih jika tidak memiliki warna, tidak menimbulkan bau, dan tidak berasa yang diperlukan untuk kehidupan makhluk hidup (Syuhada et al., 2021). Air bersih tidak hanya menjadi kebutuhan manusia untuk mempertahankan hidup, tetapi juga bagi hewan serta tumbuhan yang hidup dan berkembang di lingkungan perairan.

Salah satu penyebab pencemaran air adalah pencemaran yang bersumber dari limbah. Limbah merupakan suatu bahan yang dibuang atau terbuang dari suatu hasil aktivitas manusia maupun alam yang belum memiliki nilai ekonomi (Faizah et al., 2022). Limbah identik dengan kotor, menjijikan, sumber penyakit, serta bau (Purbaningsih et al., 2023). Manusia merupakan salah satu sumber utama penghasil limbah, terutama limbah domestik yang paling sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha atau kegiatan permukiman, rumah makan, perkantoran, apartemen, asrama, dan lain sebagainya (Pratamadina & Wikaningrum, 2022).

Sumber limbah domestik ialah seluruh buangan cair yang berasal dari buangan rumah tangga yang meliputi: limbah domestik cair yang berasal dari buangan air bekas pencucian pakaian, kamar mandi, dapur, dan lain-lainnya. Limbah domestik mengandung senyawa polutan organik yang cukup tinggi dan dapat diolah dengan proses pengolahan secara biologis (Sulistia & Cahaya Septisya, 2019). Adanya banyak aktivitas yang dilakukan oleh manusia dapat mengakibatkan sistem pembuangan limbah rumah tangga atau yang biasanya disebut sebagai limbah domestik seperti pembuang limbah kamar mandi dan dapur sehingga limbah tersebut dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran yang dapat mengakibatkan kerugian bagi manusia. Jenis limbah domestik yang paling sering dijumpai adalah limbah cair, terutama yang berasal dari aktivitas rumah tangga, seperti mencuci piring serta mencuci pakaian (Pangestu et al., 2017). Sedangkan air limbah domestik yang sering peneliti jumpai air limbah mencuci baju. Pada proses pencucian pakaian menghasilkan air kotor yang mengandung detergen dan kotoran dari pakaian. Mengingat karakteristik air limbah domestik asli di lapangan sangat fluktuatif dan tidak stabil zat polutannya, maka dalam penelitian ini peneliti menggunakan sampel limbah detergen buatan (artifisial). Limbah buatan ini direkayasa secara terkontrol menggunakan air bersih dan takaran detergen bubuk komersial tertentu agar konsentrasi awal polutan seperti pH, kekeruhan, dan surfaktannya homogen. Hal ini bertujuan agar pengujian performa mekanis KIT dapat diukur secara presisi dan konstan.

Limbah detergen yang dibuang secara langsung tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu maka dapat mencemari perairan sehingga bisa merusak kehidupan biota perairan, karena limbah cair deterjen mampu menaikkan pH air (Rahimah et al., 2018). Jika limbah detergen langsung dibuang ke tanah maka dapat merusak struktur tanah sebagai media penerima air limbah. Hal ini menyebabkan tanah menjadi tercemar, karena tidak mampu lagi menetralkan bahan-bahan polutan (Rusdianto et al., 2022). Maka dari itu limbah detergen lebih baik diolah terlebih dahulu sebelum dibuang. Karena kandungan detergen dalam air limbah domestik meningkatkan unsur hara terutama komponen fosfor dan nitrogen tinggi sehingga sering menyebabkan terjadinya eutrofikasi, keberadaan logam berat seperti timbal dapat meningkatkan resiko penurunan kesehatan akibat hilangnya kemampuan hemoglobin dalam mengikat zat penting seperti kalsium, timbulnya bau yang tidak sedap akibat bahan volatile, gas terlarut dan hasil samping dari pembusukan bahan organik seperti hidrogen sulfida (H_2S), serta kerugian lain apabila limbah domestik

dibuang ke badan sungai yaitu dapat berkurangnya keragaman biota air karena senyawa B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya) (Sabli & Zahrah, 2015).

Kelangsungan hidup biota yang ada dalam perairan sangatlah dipengaruhi oleh kualitas air. Jika kualitas air berubah, apabila ada bahan yang masuk, seperti bahan organik yang dapat mencemari lingkungan tersebut (Pagoray et al., 2021). Sebetulnya pencemarannya tidak hanya di sungai saja melainkan bisa di kehidupan masyarakat, dampaknya jika ke masyarakat itu bisa bau serta air yang ada di rumah masyarakat tersebut bisa keruh serta menimbulkan bau (Fitria Widiyanto & Yuniarno Kuswanto, 2015). Jika air yang ada di rumah masyarakat keruh serta bau maka bisa menimbulkan penyakit. Dikarenakan manusia membutuhkan air yang bersih serta jernih untuk seluruh proses hidupnya terutama untuk air yang diminum.

Permasalahan air limbah domestik di Indonesia sudah menjadi permasalahan yang serius. Sebagian besar masyarakat Indonesia membuang air limbah domestiknya langsung ke lingkungan atau ke jaringan *drainase* kemudian menuju ke sungai (Sugiyarto & Kunci, 2017). Di beberapa kota besar belum begitu banyak yang melakukan pengelolaan air limbah domestik secara komunal. Di Kota Jakarta sendiri hanya sekitar 20% limbah domestik yang terolah pada Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) secara komunal (Sulistia & Cahaya Septisya, 2019). Sedangkan di kota-kota besar lainnya mungkin kurang dari 20% atau bahkan tidak ada sama sekali limbah domestik yang diolah pada IPAL. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) merupakan suatu sistem yang digunakan untuk mengolah limbah domestik yang dilakukan pada suatu wilayah.

Pencemaran limbah dapat dihindari jika masing-masing pihak dapat menjaga serta melestarikan lingkungan. Di dalam kegiatan manusia serta teknologi air yang digunakan (air limbah) tidak boleh langsung dibuang begitu saja ke sungai karena dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, apabila telah melampaui ambang batas baku mutu lingkungan harus diproses kembali melalui teknologi agar bisa dikembalikan ke lingkungan (Adack Jessy, 2013). Oleh sebab itu, manusia dalam upaya memperoleh kualitas serta kenyamanan hidup yang lebih baik, maka perlu adanya memperhatikan hal-hal yang nantinya dapat merusak ekosistem perairan, penurunan kualitas baik air, penurunan tingkat estetika suatu wilayah. Maka perlu adanya alat untuk mengelola air limbah domestik. Kebanyakan air limbah domestik di olah dengan menggunakan *biosand filter*.

Biosand filter merupakan alternatif teknologi untuk pengolahan air limbah. Pengolahan dengan *biosand filter* sesuai untuk mengolah air limbah yang mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi. *Biosand filter* sesuai untuk digunakan dalam skala rumah tangga karena bentuknya lebih kecil. Reaktor biosand filter dapat menurunkan konsentrasi BOD dan TTS masing-masing adalah 62,92% dan 78,40% (Ratnawati & Ulfah, 2020). Biosand filter memiliki efisiensi untuk penurunan parasit serta virus hingga 90%, efisiensi penurunan besi dan mangan sebesar 0,75% (Kubare & Haarhoff, 2010).

Dalam pembelajaran SMA penelitian ini termasuk dalam pembelajaran *Green Chemistry*. *Green Chemistry* adalah cabang ilmu kimia yang berfokus pada desain dan proses kimia yang mengurangi atau menghilangkan penggunaan serta pembentukan zat kimia yang berbahaya bagi lingkungan dan manusia (Yustiqvar et al., 2019). Tujuan utama *Green Chemistry* adalah menciptakan produk atau proses kimia yang ramah terhadap lingkungan (Ulfah et al., 2013). Penelitian ini bisa digunakan sebagai alternatif praktikum untuk mencegah limbah. Karena kebanyakan orang masih minim pengetahuan tentang pengolahan limbah agar tidak terjadi pencemaran lingkungan.

Penelitian ini dapat digunakan sebagai alternatif praktikum pada kelas X/Fase E, yaitu pada bab pembelajaran tentang prinsip *Green Chemistry*. Pada kelas Fase E ini terdapat penjelasan tentang prinsip-prinsip *Green Chemistry* dan cara pencegahannya (Aulia & Haryani, 2025). Dalam proses pembelajaran praktikum tentang *Green Chemistry* ini dapat menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) (Audia et al., 2025). PjBL digunakan sebagai model pembelajaran kali ini karena menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis proyek yang menekankan pada eksplorasi masalah nyata, kolaborasi, dan penciptaan produk akhir yang bermakna (Eka Erlinawati et al., 2019). Maka dari itu peneliti memilih KIT sebagai salah satu produk akhir dari model pembelajaran PjBL karena KIT juga menekankan pada eksplorasi masalah nyata, kolaborasi, dan penciptaan produk akhir.

Penelitian yang dilakukan oleh Ratnawati & Ulfah. (2020), Widya Astuti & Suriani Sinaga. (2015), Puspitahati et al. (2012) berhasil dalam mengolah air limbah dengan menggunakan sistem *biosand filter*. Penelitian yang dilakukan Ratnawati & Ulfah. (2020) mengolah limbah domestik menggunakan sistem *biosand filter* dengan media karbon aktif memiliki nilai efisien penurunan konsentrasi BOD dan TTS sebesar 67,01% dan 81,99%. *Biosand filter* dalam penelitian yang dilakukan (Widya Astuti & Suriani

Sinaga, 2015) pengolahan air limbah *laundry* mampu menurunkan COD, Fosfat dan VSS dengan variasi perbandingan limbah cair *laundry* dan nutrisi sebesar 50%:50% serta menghasilkan COD, Fosfat dan VSS sebesar 105 mg/l, 4,3 mg/l dan 95,8 mg/l. Puspitahati et al. (2012) menggunakan *biosand filter* dalam mengolah limbah *laundry* untuk menurunkan konsentrasi fosfat yaitu sebesar 13,90%-19,80%.

Beberapa penelitian terdahulu di atas telah relevan dengan penelitian yang akan diteliti oleh peneliti. Sedangkan, peneliti mengembangkan penelitian agar mendapatkan keterbaruan dari penelitian kali ini, yaitu dalam pengujian hasil limbah akhir, peneliti menambahkan uji menggunakan ikan mas sebagai uji coba keberlangsungan hidup ikan dalam perairan. Keterbaruan lainnya dalam penelitian kali ini yaitu pada proses tahapan praktikumnya, di mana terdapat proses perendaman tawas terlebih dahulu sebelum masuk ke kompartemen filtrasi, serta sampel yang digunakan merupakan sampel limbah detergen buatan (artifisial) yang higienis, tidak berbau busuk, namun merepresentasikan parameter limbah asli (pH, kelucutan, serta kejernihan). Hal ini dirancang agar eksperimen pengolahan limbah ini tidak hanya valid secara ilmiah melalui uji parameter BOD, COD, pH, kelucutan, kejernihan, dan uji bioindikator (ikan mas), tetapi juga sangat aman, bersih, dan mudah direplikasi oleh siswa Fase E di dalam ruang kelas SMA.

B. Identifikasi Masalah:

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah dalam penelitian ini adalah .

1. Limbah detergen salah satu limbah domestik yang sering dijumpai di lingkungan sekitar yang dapat merusak perairan jika tidak diolah terlebih dahulu.
2. Minimnya edukasi KIT Instalasi limbah detergen.
3. Keterbatasan media pembelajaran praktikum kimia yang interaktif dan ramah lingkungan (*Green Chemistry*) di tingkat SMA.
4. Model pembelajaran kimia yang masih didominasi ceramah teoritis, sehingga siswa kurang terlatih dalam menyelesaikan masalah lingkungan secara nyata.

C. Rumusan Masalah:

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah.

1. Bagaimana efektivitas performa mekanis KIT Instalasi Air Limbah Domestik dalam memperbaiki kualitas fisikokimia limbah detergen berdasarkan parameter pH, kejernihan, kelicinan, BOD, COD, dan keberlangsungan hidup bioindikator (ikan mas)?
2. Bagaimana tingkat kepraktisan produk KIT Instalasi Air Limbah Domestik beserta perangkat pendukungnya (poster) sebagai alternatif media praktikum pembelajaran kimia di SMA berdasarkan sudut pandang dan penilaian Guru Kimia selaku praktisi lapangan?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah.

1. Menganalisis efektivitas performa mekanis KIT Instalasi Air Limbah Domestik dalam memperbaiki kualitas fisikokimia limbah detergen berdasarkan parameter pH, kejernihan, kelicinan, BOD, COD, dan keberlangsungan hidup bioindikator (ikan mas).
2. Mengetahui tingkat kepraktisan produk KIT Instalasi Air Limbah Domestik beserta perangkat pendukungnya (poster) sebagai alternatif media praktikum pembelajaran kimia di SMA berdasarkan sudut pandang dan penilaian Guru Kimia selaku praktisi lapangan.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan mampu mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya dalam ilmu pengetahuan alam di bidang kimia, serta sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

F. Manfaat Praktis

a. Bagi peneliti

Diharapkan hasil yang diperoleh akan menambah wawasan dan ilmu pengetahuan dalam bidang kimia.

b. Bagi masyarakat

Diharapkan dari hasil penelitian yang diperoleh akan menambah informasi yang bermanfaat tentang pengolahan limbah detergen sebelum dibuang ke perairan.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Secara empiris-sains, KIT Instalasi dengan sistem filtrasi berlapis (batu kerikil, kapas, dan sapu ijuk) terbukti memiliki performa mekanis yang valid dan efektif dalam memperbaiki kualitas air limbah. Alat ini berhasil menetralisasi derajat keasaman dari pH 10 menjadi pH 6 (telah memenuhi baku mutu Perda DIY No.7 Tahun 2016), mereduksi kadar polutan organik secara signifikan hingga mencapai angka BOD 29 mg/L, dan COD 64 mg/L, mengubah kondisi air secara organoleptik menjadi jernih visual dan tidak lagi terasa licin (kesat), serta teruji secara biologis aman bagi ekosistem air dengan bukti bioindikator ikan mas (*Cypinus carpio*) yang mampu bertahan hidup normal selama 5 hari masa pengamatan.
2. Berdasarkan hasil analisis kualitatif wawancara bersama 3 narasumber praktisi lapangan, produk KIT Instalasi beserta perangkat penunjangnya ini layak diposisikan sebagai media pembelajaran inovatif yang menjembatani teori kimia di kelas dengan mengaplikasikan secara nyata di lingkungan. Dapat dikatakan layak ini telah melalui kepraktisan media, kesesuaian rancangan praktikum dengan alokasi waktu (3x40 menit), keamanan alat bagi siswa kelas X, serta kelayakan ekonomis (*budgeting*) komponen praktikum di sekolah. Melalui analisis kebutuhan bahan ajar yang tepat, produk riset ini dapat diimplementasikan secara luas pada sekolah SMA Kelas X untuk mendukung pencapaian tujuan pendidikan nasional, khususnya dalam melahirkan generasi muda yang cerdas sains dan peduli terhadap kelestarian lingkungan hidup. Penelitian ini juga berhasil merealisasikan produk berupa KIT Instalasi air limbah domestik beserta perangkat pendukungnya berupa Poster Panduan Praktikum melalui platform Canva sebagai alternatif praktikum materi *Green Chemistry* Fase

E SMA. Karakteristik awal sampel yang digunakan yaitu limbah detergen buatan (artifisial) ber-pH ekstream 10, berwarna putih keruh, berbusa pekat, dan memiliki sifat fisik permukaan yang sangat licin pada kulit akibat kandungan surfaktan

B. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan dalam penelitian, yakni sebagai berikut :

1. Penelitian ini masih berada tahap pengembangan produk (*Design-Based Research*) dan belum dilakukan uji implementasi secara langsung kepada siswa di kelas.
2. Hasil KIT Instalasi Limbah domestik belum di uji validasi ke ahli media.

Dengan adanya keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan uji implementasi di kelas, serta pengujian KIT kepada ahli media.

C. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan, kesimpulan yang diperoleh, serta keterbatasan yang ditemukan selama proses penelitian KIT Instalasi Air Limbah Domestik ini, maka peneliti mengajukan beberapa saran konstruktif untuk pengembangan lebih lanjut sebagai berikut :

1. Bagi Penelitian Selanjutnya

- a. Peneliti selanjutnya disarankan untuk memperluas jangkauan validasi teoritis dengan melibatkan lebih banyak validator ahli, seperti ahli materi dari sektor praktisi industri pengolahan limbah cair murni atau ahli media di bidang multimedia interaktif. Langkah ini penting guna memperkaya perspektif masukan serta meningkatkan kualitas draf standarisasi produk KIT. Serta Peneliti selanjutnya disarankan untuk melanjutkan penelitian ini ke tahap uji coba lapangan (*field testing*) atau implementasi langsung kepada peserta didik SMA kelas X. Langkah ini penting untuk mengukur efektivitas media secara kuantitatif terhadap

peningkatan hasil belajar kognitif, keterampilan proses sains, maupun pembentukan sikap peduli lingkungan (*environmental awareness*) siswa.

- b. Mengingat parameter laboratorium dalam penelitian ini baru mencakup pH, kejernihan, kelucutan, BOD, COD, dan uji bioindikator (ikan mas), disarankan bagi penelitian berikutnya untuk mengukur kadar parameter spesifik limbah detergen lainnya, seperti uji *Total Suspended Solids* (TSS) demi kevalidan data kimia yang lebih menyeluruh.

2. Bagi Pihak Sekolah

- a. Guru kimia di sekolah disarankan menggunakan draf final Poster Panduan Praktikum yang telah direvisi secara ergonomis sebagai media instruksional di dinding laboratorium agar dapat memandu siswa secara mandiri.

Daftar Pustaka

- Adack Jessy. (2013). Dampak Pencemaran Limbah Pabrik Tahu Terhadap Lingkungan Hidup. *Lex Administratum* , 1(3), 78–87.
- Al Kholif, M., Pungut, & Indah Pratiwi, W. D. (2021). PENURUNAN KADAR *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) DAN FOSFAT PADA LIMBAH LAUNDRY DENGAN METODE ADSORPSI. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 13(2), 155–165.
- Atima, W. (2015). BOD DAN COD SEBAGAI PARAMETER PENCEMARAN AIR DAN BAKU MUTU AIR LIMBAH. *Jurnal Biology Science & Education* 2015, 4(1), 83–93.
- Audia, R. D., Miharti, I., & Asyhar, R. (2025). Penggunaan e-LKPD Berbasis PjBL untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa SMAN 3 Kota Jambi Melalui Pemanfaatan Limbah Organik Kulit Pisang dalam Materi *Green Chemistry*. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 3(4), 1727–1733. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.736>
- Aulia, P., & Haryani, M. E. (2025). Pengembangan Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis *Green Chemistry* pada materi Termokimia. *JIIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*, 8(8), 9728–9732. <http://jiip.stkipyapisdompu.ac.id>
- Aziz, T., Yahrinta Pratiwi, D., Rethiana, L., Raya Palembang Prabumulih Km, J., & Ogan Ilir, I. (2013). PENGARUH PENAMBAHAN TAWAS $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ DAN KAPORIT $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA AIR SUNGAI LAMBIDARO. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(3), 55–65.
- Bakkara, C. G., & Purnomo, A. (2022). Kajian Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Terpusat di Indonesia. *Jurnal Teknik ITS*, 11(3), D75–D81.
- Dwangga, M., Fajri Yasin, A., & Tursina, M. (2023). Pengaruh Penggunaan Media Filtrasi Terhadap Kualitas Air Sumur Gali di Kota Sorong. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(3), 628–642.
- Eka Erlinawati, C., Bektiarso, S., & Maryani. (2019). MODEL PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING* BERBASIS STEM PADA PEMBELAJARAN FISIKA. *Jurnal Penelitian Sains Dan Teknologi Indonesia (JPSTI)*, 4(1), 2527–5917.
- Fadila Hersita, A., Kusdiana, A., & Respati, R. (2020). Pengembangan Media Infografis sebagai Media Penunjang Pembelajaran IPS di SD. *PEDADIDAKTIKA: JURNAL ILMIAH PENDIDIKAN GURU SEKOLAH DASAR*, 7(4), 192–198. <http://ejournal.upi.edu/index.php/pedadidaktika/index>
- Faizah, M., Rizky, A., Zamroni, A., & Khasan, U. (2022). Pembuatan Briket sebagai Salah Satu Upaya Pemanfaatan Limbah Pertanian Bonggol Jagung di Desa Tampingmojo. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 65–68. <https://doi.org/https://doi.org/10.32764/abdimasper.v3i2.2863>

- Fansuri, S., & Nura Diana, A. I. (2018). KARAKTERISTIK KOMODITAS BATU KERIKIL DAN PASIR HITAM UNTUK BAHAN BANGUNAN DI KABUPATEN SUMENEP. *Jurnal Qua Teknika*, 8(2), 43–51.
- Fitria Widiyanto, A., & Yuniarno Kuswanto, S. (2015). POLUSI AIR TANAH AKIBAT LIMBAH INDUSTRI DAN LIMBAH RUMAH TANGGA. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(2), 246–254. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/kemas>
- Gafari, A., Ramadhanu, A., Padang, Y., Raya, J., Begalung, L., Xx, N., Lubuk, K., Kota, B., & Sumbar, P. (2025). KLASIFIKASI CITRA DIGITAL BATU KERIKIL DAN BATU KALI DENGAN METODE K-MEANS DAN TEKNIK PENGOLAHAN CITRA. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 9(2), 2646–2650.
- Harvyandha, A., Kusumawardani, M., & Rosyid, A. (2019). *TELEMETRI PENGUKURAN DERAJAT KEASAMAN SECARA REALTIME MENGGUNAKAN RASPBERRY PI*. *Jurnal JARTEL*, 9(4), 519–524.
- Haryo Basuki, K. (2021). Aplikasi Logaritma dalam Penentuan Derajat Keasaman (pH). *Prosiding Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika*, 7(1), 29–38.
- Iskandar, Y., Wahyuni, R. S., Rohmat, Darwis, R., & Oktaviani, I. (2022). Filtrasi Air dengan Menggunakan Alat Sederhana untuk Menghasilkan Air Bersih bagi Warga Desa Cikurutug Kecamatan Cireunghas. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(1), 74–79. <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v7i1.2301>
- Ismail, D., Badriyah, S., & Guntur. (2026). Design-Based Research (DBR): Integrasi Teori dan Praktik dalam Pengembangan Inovasi Pendidikan. *JDI (Jurnal Desain Indonesia)*, 8(1), 62–78.
- Juliawan, R., & Salahuddin, M. (2026). Pengembangan Model Pembelajaran Kontesktual Berbasis Etnomatematika Tradisi Weaving Bima untuk Meningkatkan Identitas Budaya dan Pemahaman Simetri. *JPPMS*, 10(1), 8–16. <http://journal.unesa.ac.id/index.php/jppms/>
- Karmilia, A., Halomoan, N., & Soewondo, P. (2024). MODIFIKASI TRIPIKON-S DENGAN BIOBALL DAN FILTER IJUK UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH ARTIFISIAL BLACK WATER DAN DOMESTIK TERCAMPUR. *Jurnal Reka Lingkungan*, 12(3), 327–339. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26760/rekalingkungan.v12i3.327-339>
- Kubare, M., & Haarhoff, J. (2010). *Rational Design Of Domestic Biosand Filters*. *Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA*, 59(1), 1–15. <https://doi.org/10.2166/aqua.2010.008>
- Kurniajati, S., Yusiana, M. A., & Lintang Utami, I. (2023). LITERATUR REVIEW: ANALISIS KUALITAS AIR LIMBAH RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN INDIKATOR BAKU MUTU BOD, COD, TSS. *Jurnal Penelitian Keperawatan*, 9(2), 243–250. <https://doi.org/https://doi.org/10.32660/jpk.v9i2.697>
- Kurniawati, L., Ganda, N., & Mulyadiprana, A. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Permainan Monopoli Pada Pelajaran IPS SD.

PEDADIDAKTIKA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar, 8(4), 860–873.
<http://ejournal.upi.edu/index.php/pedadidaktika/index>

- Latuconsina, H., Gadi, E. S., Isomudin, A., Berlian, H. L., Ubaidillah, Z., Azizah, P. N., Yaqin, A., Yuwasahin, F., Putra, T. A. H., Fitriani, V. A., Infant, M. A., & Infant, M. A. (2022). Filterisasi Air Bersih dan Penyelamatan Sumber Mata Air di Desa Mulyoasri, Kecamatan Ampelgading, Kabupaten Malang. *Junal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8(1), 120–128.
- Lisma Aspahani, E., Nugraha, A., & Giyartini, R. (2020). Rancangan Media E-Poster Berbasis Website Pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 7(2), 158–167.
<http://ejournal.upi.edu/index.php/pedadidaktika/index>
- Mariance Manullang, H., & Khairul. (2019). THE EFFECT OF POLLUTION OF DETERGENT WASTE ON THE DEGREES OF LIVING PULSE MAS FISH SEEDS (*Cyprinus carpio* Linn). *Jurnal Pendidikan Biologi Nukleus*, 5(1), 1–7.
- Nurlina, Anita Zahara, T., Dwi Kartika, I., & Gusrizal. (2015). EFEKTIVITAS PENGGUNAAN TAWAS DAN KARBON AKTIF PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU. *Jurnal Untan*, 690–699.
- Oktavia Ningrum, S. (2015). ANALISIS KUALITAS BADAN AIR DAN KUALITAS AIR SUMUR DI SEKITAR PABRIK GULA REJO AGUNG BARU KOTA MADIUN. *Jurnal Pembangunan Dan Alam Lestari*, 6(2), 1–12.
- Pagoray, H., Sulistyawati, S., & Fitriyani, F. (2021). Limbah Cair Industri Tahu dan Dampaknya Terhadap Kualitas Air dan Biota Perairan. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(1), 53–65. <https://doi.org/10.36084/jpt.v9i1.312>
- Pangestu, R., Riani, E., & Effendi, H. (2017). ESTIMASI BEBAN PENCEMARAN POINT SOURCE DAN LIMBAH DOMESTIK DI SUNGAI KALIBARU TIMUR PROVINSI DKI JAKARTA, INDONESIA. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 7(3), 219–226. <https://doi.org/10.29244/jpsl.7.3.219-226>
- Pratamadina, E., & Wikaningrum, T. (2022). Potensi Penggunaan *Eco Enzyme* pada Degradasi Deterjen dalam Air Limbah Domestik. *Serambi Engineering*, VII(1).
- Purbaningsih, Y., Helviani, H., Hasbiadi, H., Nursalam, N., Masitah, M., Kasmin, M. O., Bahari, D. I., Juliatmaja, A. W., & Amin, M. (2023). Peningkatan Kapasitas Para Pelaku Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) Melalui Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang di Kota Kendari. *Jurnal Pengabdian Multidisiplin*, 3(2). <https://doi.org/10.51214/japamul.v3i2.601>
- Purkuncoro, E. A., Djiwo, S., & Rahardjo, T. (2014). PEMANFAATAN KOMPOSIT HYBRID SEBAGAI PRODUK PANEL PINTU RUMAH SERAT BULU AYAM (*CHICKEN FEATHER*) DAN SERAT IJUK (*ARENGA PINATA*) TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN SIFAT THERMAL KOMPOSIT HYBRID MATRIK POLYESTER. *Jurnal Teknik Industri*, 4(2), 20–24.

- Puspitahati, C., Teknik, J., & Ftsp, L. (2012). *SEMINAR TUGAS AKHIR Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Studi Kinerja Biosand Filter dalam Mengolah Limbah Laundry dengan Parameter Fosfat*.
- Rahimah, Z., Heldawati, H., & Syauqiah, I. (2018). PENGOLAHAN LIMBAH DETERJEN DENGAN METODE KOAGULASI-FLOKULASI MENGGUNAKAN KOAGULAN KAPUR DAN PAC. *Konversi*, 5(2), 13. <https://doi.org/10.20527/k.v5i2.4767>
- Ramadani, R., Samsunar, S., & Utami, M. (2021). Analisis Suhu, Derajat Keasaman (pH), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Biologycal Oxygen Demand (BOD) dalam Air Limbah Domestik di Dinas Lingkungan Hidup Sukoharjo. *INDONESIAN JOURNAL OF CHEMICAL RESEARCH*, 6(2), 12–22. <https://doi.org/10.20885/ijcr.vol6.iss1.art2>
- Ratnawati, R., & Ulfah, S. L. (2020). Pengolahan Air Limbah Domestik menggunakan Biosand Filter. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(1), 8–14. <https://doi.org/10.14710/jil.18.1.8-14>
- Rizan, M., Ramadian, A., & Wahyu Handaru, A. (2022). *METODE PENELITIAN BISNIS* (A. Hawa Nadana, Ed.). Ahlimedia Press.
- Rosmayanti, R., Mulyana, E. H., & Elan. (2019). PENGEMBANGAN INSTRUMEN UNTUK MENGUKUR BERPIKIR KONSERVASI ANAK USIA 5-6 TAHUN. *Jurnal PAUD Agapedia*, 3(2), 191–202.
- Rukminasari, N., Khaerul, A., & Nadiarti. (2014). PENGARUH DERAJAT KEASAMAN (pH) AIR LAUT TERHADAP KONSENTRASI KALSIMUM DAN LAJU PERTUMBUHAN *HALIMEDA* SP. *Torani (Jurnal Ilmu Kelautan Dan Perikanan)*, 24(1), 28–34.
- Rusdianto, R., Akbari, T., & Fitriyah, F. (2022). EFISIENSI ADSORPSI ARANG TEMPURUNG KELAPA (*Cocos nucifera* L) DALAM MENURUNKAN KADAR BOD, COD, TSS DAN pH PADA LIMBAH CAIR DETERGEN RUMAH TANGGA. *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, 5(1), 73–83. <https://doi.org/10.47080/jls.v5i1.1758>
- Sabli, T. E., & Zahrah, S. (2015). REDUKSI KANDUNGAN FOSFAT DALAM AIR LIMBAH DETERJEN MENGGUNAKAN SISTEM RAWA BAMBU. *Jurnal Dinamika Pertanian*, 30(2), 101–108.
- Said, A. A., Lilis, & Rispanti, D. (2025). Pengolahan Air Bersih dengan Metode Filtrasi Sederhana untuk Kebutuhan Air Layak Konsumsi di Pulo Kampai. *IRA Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (IRAJPKM)*, 3(1), 54–59. <https://doi.org/10.56862/irajpkm.v3i1.208>
- Salma Prawiradilaga, D., Istiany, A., & Ariani, D. (2014). PENERAPAN PRINSIP DISAIN PEMBELAJARAN DAN *LEARNING OBJECT* UNTUK SITUS KELAS MAYA MATA KULIAH GIZI TERAPAN. *Jurnal Teknoduk*, 18(1), 94–112. www.unj.web-bali.net.
- Santoso, A. D. (2018). Keragaan Nilai DO, BOD dan COD di Danau Bekas Tambang Batu bara. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 89–96.

- Sari, Y. S. (2019). Mengolah COD Pada Limbah Laboratorium. *Jurnal Komunitas : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 22–31.
- Sarofah, A. K. (2021). PENGARUH LIMBAH TAHU TERHADAP KUALITAS AIR SUNGAI DI DESA MEJING KECAMATAN CANDIMULYO. *Nomor 1 Indonesian Journal of Natural Science Education*, 4(1), 400.
- Setyaningrum, D., Anisa, Z., & Prima Rasyda, H. (2022). Pengujian Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada Air Limbah Tinggi Kalsium Klorida Menggunakan Metode Refluks Terbuka. *Formosa Journal of Science and Technology (FJST)*, 1(4), 353–362. <https://journal.formosapublisher.org/index.php/fjst>
- Setyawati, H., Sinaga, J., Wulandari, L. S., Sandy, F., & Kunci, K. (2018). EFEKTIFITAS BIJI KELOR DAN TAWAS SEBAGAI KOAGULAN PADA PENINGKATAN MUTU LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU. *Jurnal Teknik Kimia*, 12(2), 47–51.
- Sisca, G., Sarinah, & Luhan, G. (2015). PEMANFAATAN IJUK DAN LIMBAH PARTIKEL KAYU ALAU SEBAGAI BAHAN BAKU PAPAN PARTIKEL. *Jurnal Hutan Tropika*, 10(2), 8–12.
- Sugiyarto, B., & Kunci, K. (2017). Kajian Jaringan Drainase Kampus UNNES Menuju Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, 19(2), 136–142. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jtsp/index>
- Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Manajemen* (Setiyawami, Ed.). ALFABETA.
- Sulistia, S., & Cahaya Septisya, A. (2019). ANALISIS KUALITAS AIR LIMBAH DOMESTIK PERKANTORAN. *JRL*, 12(1), 41–57.
- Susanti, Y., Hamdu, G., & Ramadhani Putri, A. (2024). VALIDITAS E-MODUL BERBASIS ESD TOPIK PENGOLAHAN LIMBAH RUMAH TANGGA UNTUK SEKOLAH DASAR. *Jurnal Pendidikan Dasar Flobamorata*, 5(1), 44–51. <https://e-journal.unmuhkupang.ac.id/index.php/jpdf>
- Syuhada, F. A., Pulungan, A. N., Sutiani, A., Nasution, H. I., Sihombing, J. L., & Herlinawati, H. (2021). Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) dalam Pengolahan Air Bersih di Desa Sukajadi. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) TABIKPUN*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.23960/jpkmt.v2i1.23>
- Ulfah, M., Rahayu, P., & Dewi, L. R. (2013). KONSEP PENGETAHUAN LINGKUNGAN *GREEN CHEMISTRY* PADA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 10(3), 61–65.
- Wicaksono, B., Iduwin, T., Mayasari, D., Putri, P. S., & Yuhanah, T. (2019). Edukasi Alat Penjernih Air Sederhana Sebagai Upaya Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih. *TERANG*, 2(1), 43–52. <https://doi.org/10.33322/terang.v2i1.536>
- Widayat, W. (2009). DAUR ULANG AIR LIMBAH DOMESTIK KAPASITAS 0,9 M³ PER JAM MENGGUNAKAN KOMBINASI REAKTOR BIOFILTER ANAEROB AEROB DAN PENGOLAHAN LANJUTAN Wahyu Widayat. *JAI*, 5(1).

- Widya Astuti, S., & Suriani Sinaga, M. (2015). PENGOLAHAN LIMBAH *LAUNDRY* MENGGUNAKAN METODE *BIOSAND FILTER* UNTUK MENDEGRADASI FOSFAT. In *Jurnal Teknik Kimia USU* (Vol. 4, Number 2).
- Wiratna Sujarweni, V. (2025). *METODOLOGI PENELITIAN*. PUSTAKA BARU PRESS.
- Yustiqvar, M., Hadisaputra, S., & Gunawan, G. (2019). ANALISIS PENGUASAAN KONSEP SISWA YANG BELAJAR KIMIA MENGGUNAKAN MULTIMEDIA INTERAKTIF BERBASIS *GREEN CHEMISTRY*. *J. Pijar MIPA*, 14(3), 135–140. <https://doi.org/10.29303/jpm.v14i3.1299>

