

Pemanfaatan Limbah Aluminium Foil (ALUFO) Sebagai Koagulan Tawas Dalam Pengolahan Air Rawa

Rara Eka Dyla Putri⁽¹⁾, Debi Anggun Sari⁽²⁾, Melati Ireng Sari⁽³⁾, Erlina Zanita⁽⁴⁾
(1),(2),(3),(4)
Politeknik Negeri Sriwijaya

raradyla@polsri.ac.id, (1), debianggun@polsri.ac.id, (2) melatiirengsari@polsri.ac.id, (3)
erlinazanita@polsri.ac.id, (4)

ABSTRAK

Ketersediaan air bersih di daerah rawa Indonesia bermasalah karena sumber air, seperti air gambut, memiliki pH rendah dan kandungan kimia tinggi. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan penjernihan air rawa menggunakan koagulan tawas $Al_2(SO_4)_3$ yang disintesis dari limbah aluminium foil kemasan makanan (AL). Tawas AL memiliki Rendemen 45% dan persentase konversi 80%. Tawas AL dan Tawas komersil (TK) diuji pada konsentrasi 5 g/L hingga 25 g/L. Secara organoleptik, baik TK maupun AL efektif menghilangkan bau dan membentuk endapan hijau, menandakan keberhasilan koagulasi. Pengolahan sangat efektif menurunkan Total Dissolved Solids (TDS) air baku dari 713,5 ppm menjadi 74 hingga 215 ppm, sehingga memenuhi baku mutu. Parameter oksigen terlarut menunjukkan sedikit penurunan seiring dengan peningkatan dosis tawas yaitu nilai DO dan %DO air baku sebesar 4,23 mg/L dan 46,9%, meskipun nilai DO terendah yaitu 4,09 mg/L masih tergolong rendah. Penurunan ini diyakini terkait dengan konsumsi oksigen selama reaksi kimia koagulasi atau proses oksidasi zat-zat yang diikat flok. Namun, penambahan tawas menyebabkan penurunan pH ekstrem dari pH 6 menjadi pH 4 di seluruh konsentrasi, sehingga tidak memenuhi baku mutu.

Kata Kunci: Air Rawa, Koagulasi, Tawas, Limbah Aluminium Foil, Kualitas Air.

ABSTRACT

The purification of swamp water in Indonesia is challenging due to low pH and high chemical content, particularly in peat water sources. This study aims to optimize swamp water purification using $Al_2(SO_4)_3$ alum coagulant synthesized from aluminum foil waste (AL). AL alum has a yield of 45% and a conversion percentage of 80%. AL alum and commercial alum (TK) were tested at concentrations of 5 g/L to 25 g/L. Organoleptically, both TK and AL effectively removed odors and formed green deposits, indicating successful coagulation. The treatment was very effective in reducing the Total Dissolved Solids (TDS) of raw water from 713.5 ppm to 74 to 215 ppm, thus meeting the quality standard. Dissolved oxygen parameters showed a slight decrease along with the increase in alum dosage, namely the DO and %DO values of raw water were 4.23 mg/L and 46.9%, although the lowest DO value of 4.09 mg/L was still considered low. This decrease is believed to be related to oxygen consumption during the coagulation chemical reaction, or the oxidation of the floc-bound substances. However, the addition of alum caused an extreme decrease in pH from pH 6 to pH 4 at all concentrations, thus not meeting the requirements.

Keywords: Swamp Water, Coagulation, Alum, Aluminum Foil Waste, Water Quality

..

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Ketersediaan air bersih merupakan kebutuhan esensial yang tidak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari dan penentu utama derajat kesehatan masyarakat. Penggunaan air dengan kualitas yang buruk secara terus-menerus dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, baik penyakit menular (*water borne diseases*) maupun penyakit tidak menular akibat kontaminasi zat berbahaya yang berefek kumulatif pada tubuh (Agustina et al., 2021). Kebutuhan minimum air per orang tidak kurang dari 2 liter per hari untuk konsumsi, ditambah keperluan mandi, mencuci, dan rumah tangga lainnya. Oleh karena itu, pemenuhan kebutuhan air harus sesuai dengan standar baku kualitas air bersih yang ditetapkan oleh pemerintah. Di Indonesia, pemenuhan kebutuhan air bersih masih menjadi masalah yang sangat umum dan belum teratasi di sebagian besar wilayah, terutama di pedesaan dan daerah terpencil. Saat ini, persentase penduduk Indonesia yang telah mendapatkan pelayanan air bersih dari badan atau perusahaan air hanya sekitar 36% (Mardiansyah et al., 2021). Kondisi ini diperparah dengan fakta bahwa sebagian besar masyarakat, khususnya di daerah rawa, masih bergantung pada air gambut atau air rawa sebagai sumber utama. Air gambut memiliki karakteristik yang secara signifikan tidak memenuhi syarat kesehatan, ditandai dengan tingkat keasaman (pH) yang rendah dan kandungan zat kimia tinggi (organik dan anorganik), termasuk logam berat seperti Fe dan Mn, serta kekeruhan (*turbidity*) yang disebabkan oleh partikel terlarut, plankton, dan mikroorganisme berbahaya (Agnestisia et al., 2022). Selain masalah kualitas fisik dan kimia, studi juga menunjukkan adanya kandungan yang melebihi baku mutu pada air sumur gali dan sumur bor, seperti warna, kesadahan total, mangan, pH, sulfat, dan zat organik, yang menggarisbawahi pentingnya pengukuran kualitas air secara berkala sebagai upaya pencegahan penyakit. Meskipun sudah terdapat upaya penyediaan sistem pengolahan air gambut, sistem yang ada sering kali tidak berhasil karena air yang dihasilkan masih berbau dan berwarna, sehingga tidak dimanfaatkan oleh masyarakat karena kurangnya kepedulian dan kesadaran terhadap dampak kesehatan jangka panjang. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi pengolahan air gambut yang mampu menghasilkan air bersih yang benar-benar sesuai dengan standar PERMENKES, yang dapat mengatasi permasalahan bau, warna, dan kandungan kimia berbahaya. Salah satu metode yang efektif dan aplikatif dalam pengolahan air adalah koagulasi, yang membutuhkan bahan kimia berupa koagulan. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan potensi pemanfaatan limbah aluminium dari kemasan bekas pakai (seperti *blister foil* obat) untuk disintesis menjadi aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) atau tawas (B. P. Sari et al., 2024). Pemanfaatan limbah ini tidak hanya berfungsi sebagai koagulan yang efektif, tetapi juga menawarkan solusi pengelolaan sampah anorganik yang berkelanjutan. Berdasarkan latar belakang dan kesenjangan masalah di atas, penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan proses penjernihan air rawa menggunakan koagulan yang disintesis dari limbah *aluminium foil* (Alufo) dengan metode koagulasi. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas koagulan hasil daur ulang limbah dalam mencapai standar baku mutu air bersih, dengan sistem yang mampu beroperasi pada kapasitas yang memadai. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi nyata dalam inovasi pengolahan air rawa berbasis bahan daur ulang yang aplikatif, berkelanjutan, dan relevan sesuai kebutuhan masyarakat untuk pemenuhan air bersih.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan kualitas air rawa dan minimnya kajian perbandingan koagulan yang telah dipaparkan, maka penelitian ini merumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja koagulan tawas berbahan baku aluminium foil (ALUFO) dibandingkan dengan koagulan komersial dalam pengolahan air rawa?

Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi koagulan tawas aluminium foil (ALUFO) dan koagulan komersial terhadap peningkatan kualitas air rawa berdasarkan parameter pH, konduktivitas, TDS, dan DO?

3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja kedua jenis koagulan tersebut dalam pengolahan air rawa serta menganalisis pengaruh variasi konsentrasi koagulan tawas berbasis baku aluminium foil (ALUFO) dan koagulan komersial terhadap peningkatan kualitas air rawa berdasarkan parameter pH, konduktivitas, TDS, dan DO.

4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah yang signifikan dalam pengembangan dan inovasi teknologi pengolahan air rawa melalui pemanfaatan limbah aluminium foil (ALUFO) sebagai bahan baku koagulan tawas alternatif yang efektif, efisien, dan ekonomis, yang tidak hanya berpotensi meningkatkan kualitas air berdasarkan parameter pH, konduktivitas, TDS, dan DO, tetapi juga mendukung upaya pengelolaan serta pengurangan limbah aluminium foil melalui pendekatan daur ulang yang berkelanjutan, mendorong penerapan konsep sistem ekonomi berkelanjutan berbasis daur ulang, memperkuat aspek pelestarian lingkungan, serta memberikan dasar pertimbangan ilmiah dan praktis bagi masyarakat, industri kecil, maupun pemangku kebijakan dalam pengambilan keputusan terkait pemanfaatan limbah aluminium foil sebagai koagulan alternatif dalam sistem pengolahan air rawa.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dalam pembuatan tawas atau Kalium Aluminium Sulfat $KAl((SO_4)_2 \cdot 12H_2O)$ ini dilakukan dengan melakukan preparasi awal pada limbah Aluminium Foil (Alufo) pembungkus makanan, kemudian dibersihkan dengan pencucian berulang menggunakan air bertujuan untuk menghilangkan kotoran makanan yang masih menempel pada Alufo. Bahan tersebut kemudian diperkecil ukurannya agar semakin mudah bereaksi pada saat proses pelarutan. Limbah aluminium foil yang telah dipotong kemudian ditimbang sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 40% KOH dengan volume 60 ml kemudian dipanaskan pada suhu 70°C hot plate sambil diaduk hingga gelembung gas keluar. Sampai semua aluminium meleleh, hasil proses pelarutan kemudian didinginkan hingga suhu ruang dan selanjutnya disaring menggunakan kertas saring. Filtrat yang diperoleh pada poin c ditambahkan 50 ml larutan H_2SO_4 dengan konsentrasi 6M secara perlahan dan dipanaskan pada suhu 70°C hingga diperoleh larutan jernih dan disaring menggunakan kertas saring Whatman 41. Didapatkan kristal putih pada suhu 30°C. Proses pencucian dilakukan dengan menggunakan 50 ml etanol 50% yang bertujuan untuk mempercepat pengeringan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C, kemudian ditimbang, dan dihitung rendemennya. Kemudian menghitung % rendemen tawas dengan persamaan berikut:

$$\% \text{ rendemen} = (\text{berat rendemen} / \text{berat teoritis}) \times 100\%$$

$$\text{Berat teoritis} = \text{berat bahan baku W\% Al} \times \text{Mr} [KAl((SO_4)_2 \cdot 12H_2O)] / \text{Mr Al.}$$

Selanjutnya melakukan pengujian mutu kadar Aluminium pada air tawas menggunakan metode AAS. Selain itu juga menguji kualitas air yang telah diberi perlakuan dengan tawas dari limbah Alufo dan tawas komersil melalui parameter pH berdasarkan ASTM D1293, Total Dissolved Solid (TDS) berdasarkan ASTM D1125-14, Konduktivitas berdasarkan SNI 6989.1:2019, DO, dan %DO

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Karakteristik Bahan Baku Limbah Alufo dan Tahap Preparasi

Alufo Kemasan Makanan (AL) menunjukkan beberapa karakteristik fisik yang menarik, yaitu sulit dipotong dan sulit dibentuk dikarenakan bahannya yang sangat ringan. Dalam tahap Preparasi, limbah alufo dikumpulkan, dicuci, dikeringkan, dan dipotong kecil-kecil. Selanjutnya, pada Tahap Pelarutan, sebanyak 2 gram alufo dilarutkan dalam 60 ml larutan KOH 40% dan dipanaskan pada suhu 70°C. Proses pelarutan ini diamati sebagai berhasil dan menunjukkan hasil kualitatif yang khas. Selama proses pelarutan, AL teramati melarut secara cepat, menghasilkan asap putih dan gelembung gas yang lebih banyak. Setelah semua AL melarut sempurna, terbentuklah larutan berwarna abu tua. Karakteristik cepat larutnya AL dengan menghasilkan gas dan larutan berwarna abu tua mengindikasikan bahwa perlakuan awal, yaitu penggunaan KOH 40% pada suhu 70°C, efektif dalam melarutkan material alufo kemasan makanan. Proses pemisahan larutan AL tergolong sulit disaring. Meskipun terdapat pengotor abu tua pada kertas saring, filtrat yang dihasilkan sebanyak 52 mL dan memiliki karakteristik tidak berwarna dan bening. Setelah penyaringan, tidak ada filtrat yang tersisa, dan endapan yang dihasilkan berwarna putih. Endapan ini kemudian dicuci menggunakan 50 ml etanol 50% di mana larutan pencuci tetap bening, menegaskan bahwa endapan yang tersisa adalah putih.

3.2 Analisis Kuantitatif dan Kualitas Tawas dari Alufo Kemasan Makanan (AL)

Filtrat bening yang diperoleh kemudian diolah pada Tahap Tawas, yaitu penambahan 50 mL H₂SO₄ 6M dan pemanasan pada 70°C. Hasil dari proses ini adalah terbentuknya slurry putih yang bentuknya tidak tegas dan menghasilkan larutan suspensi putih keruh. Data kuantitatif untuk AL menunjukkan bahwa proses kristalisasi tawas menghasilkan berat rendemen sebesar 14,46 gram dari berat bahan baku sebesar 29,4 gram. Hal ini menghasilkan persentase Rendemen sebesar 45% dan persentase Konversi sebesar 80%. Berdasarkan data hasil pengujian kadar Aluminium terlarut dalam air tawas menunjukkan kadar Aluminium sebesar 0,2225 mg/L (Data hasil pengujian laboratorium di BSPJI Palembang). Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi KOH dan H₂SO₄ cukup mempengaruhi hasil dari produk tawas. Pengaruh konsentrasi KOH terhadap produk tawas alumunium yaitu KOH berperan dalam pengikatan alumunium dari bahan baku, sedangkan H₂SO₄ mempengaruhi terbentuknya kristal tawas (Rahmawati, 2022).

3.3 Analisis Organoleptik pada Pengolahan Air Rawa Menggunakan Tawas TK dan AL

Analisis organoleptik bertujuan untuk menguji perubahan sifat fisik air rawa setelah diberi perlakuan dengan tawas dari Alufo Kemasan Makanan (AL) dan tawas komersil (TK).

Tabel 1. Data Hasil Uji Organoleptik pada Pengolahan Air Rawa Menggunakan Tawas TK

Parameter	Baku Mutu	Air Rawa sebelum diberi tawas	Konsentrasi Tawas TK				
			5 g/l	10 g/l	15 g/l	20 g/l	25 g/l
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
Endapan	-	Tidak ada endapan	Ada endapan berwarna hijau	Ada endapan berwarna hijau	Ada endapan berwarna hijau	Ada endapan berwarna hijau	Ada endapan berwarna hijau

Pengujian organoleptik terhadap air rawa yang diolah menggunakan Tawas Komersil (TK) pada Tabel 5.1 menunjukkan hasil yang konsisten pada seluruh rentang konsentrasi yang diuji dengan konsentrasi tawas TK 5 g/l hingga 25 g/l. Untuk parameter Bau, air hasil olahan pada semua dosis tawas tetap tidak berbau, yang sesuai dengan baku mutu air bersih. Hasil ini mengindikasikan bahwa TK efektif dalam mempertahankan kriteria organoleptik bau air baku. Sementara itu, untuk parameter Endapan, air rawa yang semula "tidak ada endapan" mengalami perubahan signifikan. Pada semua dosis TK, terbentuk endapan berwarna hijau yang menandakan keberhasilan proses koagulasi-flokulasi. Endapan hijau ini kemungkinan besar merupakan flok $Al(OH)_3$ yang terbentuk dari reaksi hidrolisis tawas, mengikat partikel koloid, dan juga mengandung zat organik terlarut atau ion logam berat (seperti besi atau mangan) yang terkoagulasi dari air rawa (Kenea et al., 2023).

Tabel 2. Data Hasil Uji Organoleptik pada Pengolahan Air Rawa Menggunakan Tawas AL

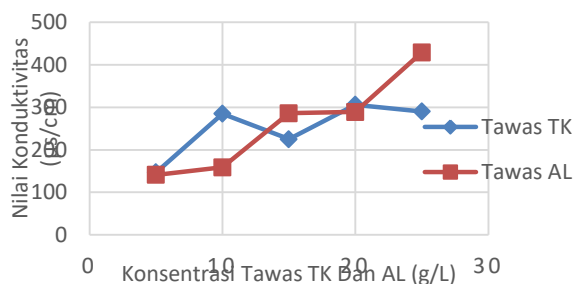
Parameter	Baku Mutu	Air Rawa sebelum diberi tawas	Konsentrasi Tawas AL				
			5 g/l	10 g/l	15 g/l	20 g/l	25 g/l
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
Endapan	-	Tidak ada endapan	Ada endapan berwarna hijau	Ada endapan berwarna hijau	Ada endapan berwarna hijau	Ada endapan berwarna hijau	Ada endapan berwarna hijau

Hasil uji organoleptik pada pengolahan menggunakan Tawas Aluminium (AL) pada Tabel 5.2 menunjukkan pola yang serupa dengan Tawas Komersil. Pada parameter Bau, seluruh konsentrasi AL yang diaplikasikan dengan konsentrasi sebesar 5 g/l hingga 25 g/l berhasil mempertahankan air hasil olahan dalam kondisi tidak berbau yaitu memenuhi baku mutu. Adanya AL sebagai koagulan tidak menimbulkan bau baru, bahkan dapat membantu menghilangkan senyawa volatil penyebab bau. Demikian pula pada parameter Endapan, semua variasi dosis AL menghasilkan endapan berwarna hijau. Terbentuknya endapan menunjukkan ion Al^{3+} dalam tawas AL bereaksi dengan alkalinitas air membentuk flok, yang kemudian mengendapkan kekeruhan dan warna dari air (M. P. Sari et al., 2025). Konsistensi hasil antara dosis rendah dan tinggi untuk pembentukan endapan menunjukkan efektivitas koagulasi sudah tercapai bahkan pada dosis terendah yang diuji.

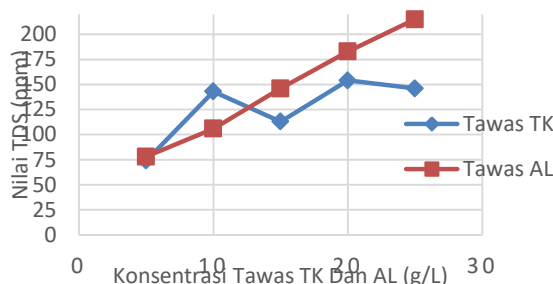
3.4 Analisis Pengaruh Konsentrasi Tawas TK dan AL terhadap Parameter Uji Kualitas Air

Pengolahan air rawa menggunakan Tawas memberikan dampak yang signifikan terhadap beberapa parameter fisika dan kimia air. Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas berbagai konsentrasi tawas yang dihasilkan terhadap perubahan signifikan pada parameter kualitas air yaitu pH, Total Dissolved Solid (TDS), Konduktivitas, serta Dissolved Oxygen (DO). Hasil perbandingan dari uji kualitas air yang telah diberi perlakuan ini ditunjukkan pada grafik 1 sampai grafik 4. Air rawa awal memiliki pH 6 yaitu sedikit asam. Setelah penambahan tawas AL dan TK pada dosis 2,5 g/l hingga 25 g/l, pH air turun drastis menjadi pH 4 membuatnya lebih asam dan menurunkan pH pada semua konsentrasi. Hal ini karena tawas memiliki kemampuan untuk menyerap anion (OH^-) dan menghilangkan H^+ dari air ketika digunakan dalam jangka waktu yang lama. Karena tawas mengandung sulfat, pencampurannya dengan air akan menurunkan pH air, dan ketika digunakan dengan flokulan, akan menghasilkan ion hidrogen, yang menurunkan pH yang

mengakibatkan air hasil olahan tidak memenuhi baku mutu pH yang dipersyaratkan (Jannah et al., 2024).



Grafik 1. Pengaruh Konsentrasi Tawas TK dan AL terhadap Nilai Konduktivitas



Grafik 2. Pengaruh Konsentrasi Tawas TK dan AL terhadap Nilai TDS

Konduktivitas air baku yaitu 784 $\mu\text{S}/\text{cm}$ juga menunjukkan penurunan drastis setelah diolah menjadi 147 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sampai 306 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Penurunan ini konsisten dengan penurunan TDS, karena TDS berhubungan langsung dengan konduktivitas ion dalam air. Air baku memiliki TDS yang sangat tinggi yaitu 713,5 ppm dan melebihi baku mutu sesuai Permenkes No. 32 Tahun 2017 (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2017). Setelah diolah, TDS menunjukkan penurunan signifikan pada semua dosis yaitu 74 ppm sampai 154 ppm, sehingga air hasil olahan memenuhi baku mutu TDS. Koagulasi efektif menghilangkan zat-zat terlarut yang berkontribusi pada TDS, seperti senyawa organik dan koloid, melalui proses flokulasi dan pengendapan (Yahya et al., 2025). Tawas AL juga menunjukkan efektivitas yang sangat baik dalam menurunkan TDS. Nilai TDS air baku 713,5 g/l berhasil diturunkan ke rentang 78 ppm sampai 215 ppm pada dosis tertinggi. Penurunan ini menjadikan air hasil olahan memenuhi baku mutu TDS 300 ppm, menunjukkan keberhasilan koagulasi dalam menghilangkan partikel tersuspensi dan terlarut yang tinggi dalam air rawa. Dengan terjadinya penurunan TDS, nilai konduktivitas air juga menurun drastis dari 784 $\mu\text{S}/\text{cm}$ menjadi rentang 141 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sampai 429 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Fluktuasi kecil pada dosis tinggi 429 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pada konsentrasi AL 25 g/l mungkin disebabkan oleh peningkatan ion sulfat SO_4^{2-} dari tawas yang berlebihan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada air rawa menggunakan dengan perbandingan kogulan konsentrasi yang bervariasi, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Tawas AL dan Tawas TK menunjukkan efektivitas yang baik dalam proses koagulasi-flokulasi pada pengolahan air rawa, yang ditunjukkan oleh kemampuan keduanya dalam menurunkan parameter kualitas air, khususnya TDS dan konduktivitas, secara signifikan dibandingkan kondisi air baku.
- Konsentrasi optimum berdasarkan parameter TDS diperoleh pada dosis 5 g/L untuk masing-masing jenis tawas, di mana Tawas AL mampu menurunkan TDS hingga 78 ppm, sedangkan Tawas TK mencapai 74 ppm. Nilai pH air hasil pengolahan

pada seluruh variasi dosis berada pada pH 4 untuk kedua jenis tawas. Sementara itu, nilai konduktivitas dan oksigen terlarut (DO) pada penggunaan Tawas AL dan Tawas TK menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan dan berada pada kisaran yang relatif stabil serta di bawah ambang batas yang ditetapkan

DAFTAR PUSTAKA

- Agnestisia, R., Iqbal, R. M., Damsyik, A., & Nareyasa, W. A. (2022). Pelatihan Pembuatan Unit Pengolahan Air Gambut Bagi Masyarakat di Kelurahan Kalampangan, Kota Palangka Raya. *Logista; Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2).
- Agustina, N., Aquarista, M. F., Masyarakat, F. K., Islam, U., Uniska, K., & Banjarmasin, M. A. B. (2021). Kualitas Air Rawa terhadap Keluhan Kesehatan Masyarakat Desa. *Jurnal Kesehatan*, 12, 220–227.
- Jannah, R., Kurniawan, E., Jalaluddin, Zulnazri, & Kamar, I. (2024). Pengaruh Konsentrasi NaOH Pada Pembuatan Tawas Dari Aluminium Foil dan Kaleng Bekas. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 5(Oktober), 729–735.
- Kenea, D., Deneke, T., Bulti, R., Olani, B., Temesgen, D., Sefiw, D., Beyene, D., Ebba, M., & Mekonin, W. (2023). South African Journal of Chemical Engineering Investigation on surface water treatment using blended moringa oleifera seed and aloe vera plants as natural coagulants. 45(June), 294–304.
- Mardiansyah, D., Fathoni, A., & Febriani, Y. (2021). PKM Revitalisasi Sistem Penyediaan Air Rawa Menjadi Air Bersih Layak Konsumsi Di Desa Langkitin Dengan Menggunakan Teknologi Tepat Guna. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 14–19.
- Qrenawi, L. I., & Rabah, F. K. J. (2021). Sludge Management in Water Treatment Plants : Literature Review. *Int. J. Environment and Waste Management*, 27(1), 93–125.
- Rahmawati, A. (2022). Synthesis Kalium Aluminium Sulphate (ALUM) From Aluminium Foil Waste Using KOH and H₂SO₄. *Berkala Penelitian Teknologi Kulit, Sepatu, Dan Produk Kulit Politeknik ATK Yogyakarta*, 21, 45–51.
- Sari, B. P., Budijono, & Prianto, E. (2024). Pengaruh Pemberian Koagulan Kapur, Tawas, PAC (Poly Aluminium Chloride) untuk Penjernihan Air Sungai. *South East Asian Water Resources Managements (SEAWARM)*.
- Sari, M. P., Fadlilah, I., & Prasadi, O. (2025). Sintesis dan Karakteristik Aluminium Sulfat dari Limbah Foil Blister Obat. *Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses Dan Teknologi Tepat Guna*, 21(1), 21–28.
- Selakau, K., & Sambas, K. (2022). Analisis Kualitas Air Daerah Irigasi Rawa Selakau Kompleks Kecamatan Selakau Kabupaten Sambas. *Akselerasi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 3(2), 8–19.
- Yahya, P., Nanda, R., Putra, Y., Rekayasa, T., Dan, C., Dimensi, G., Grafika, T., Penerbitan, D., & Jakarta, P. N. (2025). Optimasi Dosis Koagulan Tawas untuk Mengolah Limbah Cair dari Proses Pencucian Plat pada Pencetakan Offset. *Seminar Nasional Inovasi Vokasi*, 4(1), 1243–1250.

Accepted Date	Revised Date	Decided Date	Accepted to Publish
08 Januari 2026	15 Januari 2026	22 Januari 2026	Ya