

Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam Penurunan Padatan Tersuspensi Air Limbah pada Kolam Pengendapan PT Antang Gunung Meratus

Sidiq Prasetya Nugroho^{1,a)}, Eni Muryani²⁾, dan Nuha Amiratul ‘Afifah³⁾

^{1, 2, 3)}Program Studi Teknik Lingkungan, UPN “Veteran” Yogyakarta

^{a)}Corresponding author: 114200058@upnyk.ac.id

ABSTRAK

PT Antang Gunung Meratus memproses air limbah yang berasal dari kombinasi air hujan dan air resapan yang terkumpul di *Sump/Pit*. Air tersebut kemudian dipompa dan dialirkan menuju kolam pengendapan. PT Antang Gunung Meratus mengelola air limbah tersebut menggunakan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) guna menurunkan kadar padatan tersuspensi (TSS) yang tinggi dalam air limbah. Penggunaan PAC sebagai koagulan mengeluarkan biaya yang besar dalam pengelolaan air limbah pertambangan. Dibutuhkan bahan lain yang lebih murah dan alami untuk menurunkan kadar padatan tersuspensi yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan PAC yang digunakan perusahaan untuk menurunkan kadar padatan tersuspensi, mengetahui efektivitas penggunaan eceng gondok dalam menurunkan kadar padatan tersuspensi, dan menganalisis perbandingan efektivitas penggunaan tanaman eceng gondok dan PAC dalam menurunkan konsentrasi padatan tersuspensi. Metode yang digunakan dalam penelitian berupa eksperimen skala laboratorium dengan menggunakan delapan perlakuan yang kemudian dihitung nilai efektivitasnya dari persentase perbandingan nilai awal dan nilai akhir. Percobaan fitoremediasi dengan eceng gondok menunjukkan peningkatan dalam pengurangan padatan tersuspensi, terutama ketika dikombinasikan dengan *Poly Aluminium Chloride* (PAC). Nilai efektivitas penurunan kadar padatan tersuspensi air limbah mencapai 100% pada waktu 36 jam dengan kombinasi 2 eceng gondok dan 20 ppm PAC.

Kata Kunci: Eceng Gondok, Fitoremediasi, PAC, Padatan Tersuspensi, *Settling Pond*

ABSTRACT

PT Antang Gunung Meratus processes wastewater originating from a combination of rainwater and infiltration water collected in the Sump/Pit. PT Antang Gunung Meratus manages the wastewater using Poly Aluminum Chloride (PAC) to reduce high levels of suspended solids (TSS) in wastewater. The use of PAC as a coagulant incurs large costs in mining wastewater management. Other materials that are cheaper and natural are needed to reduce existing suspended solids levels. This study aims to determine the effectiveness of using PAC used by companies to reduce suspended solids levels, determine the effectiveness of using water hyacinth in reducing suspended solids levels, and analyze the comparison of the effectiveness of using water hyacinth plants and PAC in reducing suspended solids concentrations. The method used in the study was a laboratory-scale experiment using eight treatments which then calculated the effectiveness value from the percentage comparison of the initial value and the final value. The phytoremediation experiment with water hyacinth showed an improvement in the reduction of suspended solids, especially when combined with Poly Aluminum Chloride (PAC). The effectiveness value of reducing wastewater suspended solids levels reached 100% at 36 hours with the combination of 2 water hyacinths and 20 ppm PAC.

Keywords: *Phytoremediation, PAC, Settling Pond, Total Suspended Solid, Water Hyacinth*

PENDAHULUAN

Kegiatan penambangan batu bara di Indonesia memiliki dampak positif dan negatif terhadap lingkungan. Dampak positifnya mencakup pembukaan lapangan kerja, sementara dampak negatifnya meliputi gangguan lingkungan akibat air limbah penambangan (Tandiarrang dkk., 2016). PT Antang Gunung Meratus merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang industri pertambangan batu bara dengan sistem tambang terbuka dan berada di Provinsi Kalimantan Selatan. Air limbah dari kegiatan penambangan, seperti yang ada di PT Antang Gunung Meratus, harus dikelola dengan baik agar tidak mencemari perairan (Towansiba & Pangkung, 2020). Terdapat lima parameter yang harus dipenuhi sebelum air limbah pertambangan dibuang ke badan air menurut Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan Nomor 36 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Penambangan, Pengolahan / Pencucian Batubara yaitu pH, Total Padatan Tersuspensi (TSS), kadar Fe, kadar Mn, dan kadar Cd.

Menurut data monitoring air limbah yang masuk ke kolam pengendapan induk perusahaan, hanya parameter TSS yang mengalami lonjakan jauh di atas baku mutu (200 ppm) yang ada mencapai ± 1000 ppm, sedangkan parameter lain masih berada di bawah ambang batas baku mutu. Saat ini, perusahaan menggunakan kolam pengendapan untuk memproses air limbah yang berasal dari air hujan dan resapan, dengan melakukan injeksi bahan kimia berupa *Poly Aluminium Chloride* (PAC) sebagai koagulan untuk menurunkan kadar TSS. Namun, karena biaya penggunaan PAC cukup tinggi, alternatif alami seperti eceng gondok menjadi solusi yang lebih murah dan efektif. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Maulida & Purwanti (2023), disebutkan bahwa tumbuhan eceng gondok dapat secara signifikan menurunkan kadar total padatan tersuspensi pada air limbah dengan efisiensi mencapai 92%. Hal tersebut mendorong penggunaan tumbuhan eceng gondok ini sebagai alternatif dalam pengelolaan air limbah di kolam pengendapan tambang batu bara PT Antang Gunung Meratus.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen skala laboratorium. Desain reaktor yang digunakan berupa ember plastik seperti yang dilakukan pada penelitian terdahulu oleh (Diah Wahyu dkk. (2015). Ember plastik yang digunakan berkapasitas 6 liter dengan sistem aliran batch yang mana volume air sampel pengujian selalu tetap tidak dalam kondisi mengalir (Romadhon dkk., 2016). Analisis perhitungan menggunakan metode analisis matematis guna menghitung efektivitas penurunan kadar padatan tersuspensi dalam air limbah.

Tahap Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah masa adaptasi untuk memastikan bahwa tanaman mampu beradaptasi dengan lingkungan baru dan kondisi eksperimental yang akan dihadapinya (Ananta & Tangahu, 2022). Proses aklimatisasi eceng gondok dilakukan selama 4 hari, dengan 2 hari menggunakan air bersih dan 2 hari menggunakan air limbah (Rismawati dkk., 2020). Sebelum aklimatisasi, tanaman dicuci untuk membersihkan akarnya dari kotoran. Tujuan aklimatisasi ini adalah untuk menyesuaikan tanaman dengan air limbah. Proses dimulai dengan air bersih untuk menetralkan tanaman, kemudian dilanjutkan dengan air limbah untuk membantu adaptasi. Aklimatisasi dilakukan di ember di area terbuka agar tanaman mendapat sinar matahari.

Pengambilan Sampel

Sampel yang diambil adalah air limbah dan eceng gondok yang akan digunakan untuk eksperimen/percobaan. Sampel air limbah diambil pada *inlet* kolam pengendapan induk PT Antang Gunung Meratus. Pengambilan sampel air dilakukan sesuai dengan ketentuan SNI 6989-59-2008 tentang metode pengambilan contoh air limbah. Pengambilan tanaman eceng gondok dilakukan di tempat yang berbeda namun masih berada dalam area pertambangan PT Antang Gunung Meratus dengan menggunakan peralatan seperti tongkat dan ember sebagai tempat tanaman eceng gondok.

Tahap Eksperimen

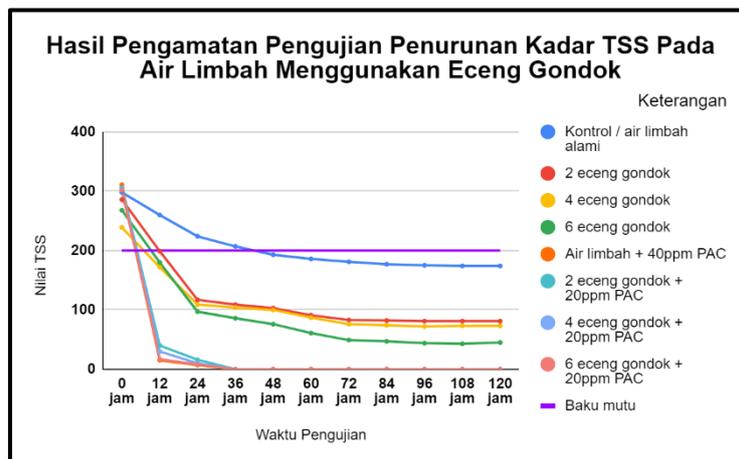
Tahap eksperimen dimulai dengan melakukan pengecekan awal pada parameter total padatan tersuspensi di air limbah yang telah diambil. Selanjutnya, dilakukan proses eksperimen fitoremediasi dengan menyiapkan ember dan eceng gondok yang telah diaklimatisasi. Eksperimen dilakukan selama lima hari waktu tinggal dengan delapan perlakuan berbeda. Desain reaktor pengujian menggunakan ember plastik berukuran diameter 19cm dengan tinggi 22cm. Volume air limbah yang digunakan pada pengujian yaitu 6 Liter. Volume air limbah tersebut menjadi perbandingan jumlah penggunaan tanaman yang digunakan pada kolam pengendapan di PT Antang Gunung Meratus. Persentase air limbah yang diuji adalah 100% dengan variasi jumlah tanaman yang digunakan yaitu tanpa tanaman (pengontrol), dua tanaman, empat tanaman, dan enam tanaman. Variasi jumlah tanaman didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Diah Wahyu dkk. (2015) Sampel air limbah diambil dan diuji setiap 12 jam sekali selama lima hari berturut-turut. Penentuan waktu tinggal selama 5 hari didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Ahmad & Adiningsih (2019) yang melakukan pengamatan terhadap penurunan kadar padatan tersuspensi air limbah selama 7 hari waktu tinggal didapatkan persentase efektivitas sebesar 83,7% pada variabel kontrol dan diasumsikan bahwa pada hari ke-5 telah mendapatkan persentase efektivitas >65%. Selain variasi jumlah tanaman eceng gondok, terdapat variasi campuran antara PAC (*Poly Aluminium Chloride*). PAC yang digunakan oleh perusahaan sebesar 40 ppm dikurangi 50% kadarnya menjadi 20 ppm saat dicampurkan dengan eceng gondok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksperimen skala laboratorium yang telah dilakukan memantau kadar padatan tersuspensi air limbah *inlet* PT Antang Gunung Meratus. Pengukuran kadar total padatan tersuspensi setiap 12 jam sekali pada jam 06.00 dan jam 18.00 WITA dilakukan untuk mengetahui penurunan kadar padatan tersuspensi pada air limbah. Pengukuran kadar padatan tersuspensi menggunakan alat portabel berupa *Multiparameter Portable Colorimeter DR900*. Hasil pengujian awal kadar padatan tersuspensi pada air limbah menunjukkan angka dalam rentang 200 hingga 300 mg/L. Berdasarkan hasil pengamatan nilai padatan tersuspensi yang diukur pada beberapa interval waktu 0 hingga 120 jam, menghasilkan penurunan secara bertahap. Pada ember kontrol terjadi penurunan nilai padatan tersuspensi dari 298 mg/L menjadi 174 mg/L selama 120 jam tanpa perlakuan. Dengan menggunakan 2 eceng gondok kadar mengalami penurunan nilai padatan tersuspensi yang lebih dibandingkan ember kontrol, yaitu dari 286 mg/L menjadi 81 mg/L. Berdasarkan pengamatan dan pengujian yang telah dilakukan penambahan jumlah eceng gondok membuat penurunan nilai padatan tersuspensi menjadi lebih besar, seperti penggunaan 4 eceng gondok menyebabkan penurunan nilai padatan tersuspensi dari 239 mg/L menjadi 80 mg/L, dengan 6 eceng gondok menyebabkan penurunan nilai padatan tersuspensi dari 268 mg/L menjadi 45 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak eceng gondok yang digunakan maka semakin cepat dan besar nilai penurunan kadar padatan tersuspensi. Menurut Alfarokhi (2016), eceng gondok memang berperan untuk menurunkan kadar padatan tersuspensi dalam air limbah. Eceng gondok berfungsi sebagai filter alami yang menangkap partikel-partikel padat dalam air. Akar dan daun tanaman ini dapat mengikat padatan tersuspensi, sehingga mengurangi konsentrasi padatan tersuspensi di dalam air limbah. Selain itu, eceng gondok juga dapat memperlambat laju aliran air, memberikan waktu lebih lama bagi partikel tersuspensi untuk mengendap ke dasar perairan. Sedangkan secara biologis, mikroorganisme yang hidup di akar eceng gondok berkontribusi dalam proses biodegradasi bahan organik, menguraikan partikel-partikel organik yang terkandung dalam padatan tersuspensi (Putri dkk., 2023).

Percobaan selanjutnya adalah percobaan dengan menambahkan bahan koagulan berupa PAC (*Poly aluminium Chloride*) ke dalam air limbah. Koagulan PAC ditambahkan guna melihat perbandingan penurunan kadar padatan tersuspensi yang ada pada air limbah antara penggunaan PAC dengan hanya mengandalkan tumbuhan eceng gondok saja. Selain itu, koagulan PAC memang sudah digunakan oleh PT Antang Gunung Meratus untuk mengolah limbah yang ada, sehingga dari percobaan dapat melihat apakah tumbuhan eceng gondok layak untuk menggantikan bahan koagulan yang sudah digunakan sebelumnya. Dilihat dalam **Tabel 1.**, dengan penambahan 40 ppm PAC menyebabkan nilai padatan

tersuspensi menurun drastis hanya dalam waktu 24 jam nilai padatan tersuspensi turun dari 360 mg/L menjadi 7 mg/L dan dalam waktu 36 jam turun hingga 0 mg/L. Hal ini menunjukkan keefektivitasan PAC dalam mengurangi kadar padatan tersuspensi dalam air limbah. Penggunaan 20 ppm PAC dan 2 eceng gondok juga efektif dalam menurunkan nilai padatan tersuspensi dari 306 mg/L menjadi 16 mg/L hanya dalam waktu 24 jam dan turun hingga 0 mg/L dalam waktu 36 jam. Menurut Barus dkk. (2023), PAC memiliki kadar Al_2O_3 yang aktif mengikat flok dan menurunkan zeta potensial koloid dengan cara melepaskan ion aluminium dan mengikat anion yang berada dalam air sungai sehingga gaya tolak menolak antar partikel koloid menjadi berkurang dan gaya tarik menarik meningkat sehingga flok yang terbentuk gumpalan lebih besar dan dapat lebih cepat mengendap secara gravitasi.



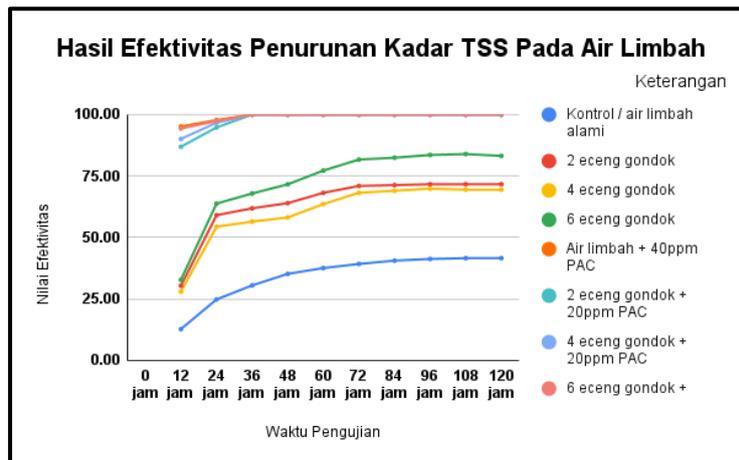
Gambar 1. Grafik Hubungan Antara Penurunan Kadar Padatan Tersuspensi dengan Lamanya Waktu Pengujian
Sumber: Hasil Olah Data, 2023

Penambahan jumlah eceng gondok menyebabkan penurunan nilai padatan tersuspensi lebih cepat dari sebelumnya, penggunaan 20 ppm PAC dan 4 eceng gondok menurunkan nilai padatan tersuspensi dari 303 mg/L menjadi 10 mg/L dalam waktu 24 jam dan turun hingga 0 mg/L dalam waktu 36 jam. Penggunaan 20 ppm PAC dan 6 eceng gondok dapat menurunkan TSS dari 302 mg/L menjadi 8 mg/L dalam waktu 24 jam dan turun hingga 0 mg/L dalam waktu 36 jam. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara PAC dengan lebih banyak eceng gondok sangat efektif dalam penurunan kadar padatan tersuspensi. Penggunaan kombinasi antara PAC 20 ppm dengan 6 eceng gondok menunjukkan penurunan nilai padatan tersuspensi yang paling mendekati dengan dosis 40 ppm PAC (dosis yang digunakan PT Antang Gunung Meratus).

Perhitungan efektivitas dari berbagai perlakuan dalam percobaan penurunan kadar padatan tersuspensi dalam air limbah, diukur dalam persentase pada berbagai interval waktu. Pada ember kontrol, menunjukkan efektivitas pengurangan kadar padatan tersuspensi yang meningkat perlahan, dari 12,75% pada 12 jam pertama menjadi 41,61% pada 120 jam setelahnya. Hal ini menunjukkan bahwa kadar padatan tersuspensi mengalami penurunan yang lambat pada kondisi normal (kontrol). Pada ember ET2, penambahan 2 eceng gondok dalam air limbah dapat meningkatkan efektivitas pengurangan kadar padatan tersuspensi yang ada. Dapat dilihat dalam 12 jam pertama efektivitas mencapai 30,42% dan terus meningkat hingga 71,68% pada 120 jam, yang menunjukkan bahwa eceng gondok mempengaruhi tingkat efektivitas dalam penyerapan partikel tersuspensi. Pada ember ET4 (air limbah dengan 4 eceng gondok) juga sama efektifnya dengan ET2 yang mana pada 12 jam pertama efektivitas mencapai 28,03% dan terus meningkat hingga 69,46% pada 120 jam. Ember ET6 (air limbah dengan 6 eceng gondok) menunjukkan peningkatan yang lebih besar, dengan efektivitas dari 32,84% pada 12 jam awal menjadi 83,21% pada 120 jam. Hal ini menunjukkan semakin banyak eceng gondok yang digunakan maka semakin efektif dalam pengurangan kadar padatan tersuspensi.

Efektivitas dalam penggunaan PAC terlihat sangat efektif, dengan efektivitas pengurangan kadar padatan tersuspensi yang mencapai 95,18% pada 12 jam pertama dan menjadi 100% pada 36 jam. PAC

mampu menghilangkan kadar padatan tersuspensi sepenuhnya dalam waktu yang cukup singkat. Pencampuran antara 20 mg/L PAC dan 2 eceng gondok juga efektif dalam penurunan kadar padatan tersuspensi, di mana efektivitasnya padat mencapai 86,93% pada 12 jam dan 100% dalam 36 jam. Pencampuran ini menunjukkan bahwa dengan adanya konsentrasi dari PAC yang lebih rendah, efektivitasnya masih sangat tinggi ketika dicampur dengan eceng gondok. Percobaan selanjutnya dengan konsentrasi dari 20 mg/L PAC yang sama seperti sebelumnya namun adanya penambahan jumlah pada eceng gondok, menjadi 4 eceng gondok, menunjukkan bahwa penambahan jumlah eceng gondok ini dapat mempercepat proses pengurangan pada kadar padatan tersuspensi, dengan efektivitas mencapai 100% dalam 36 jam. Pencampuran dengan konsentrasi 20 mg/L PAC dengan 6 eceng gondok menunjukkan hasil yang terbaik, dengan efektivitas mencapai 94,37% pada 12 jam awal dan mencapai 100% hanya dalam 36 jam. Hal ini dapat memperjelas bahwa pencampuran dari koagulan kimia (PAC) dengan jumlah eceng gondok yang banyak akan menjadi sangat efektif dalam mempercepat dan meningkatkan pengurangan kadar padatan tersuspensi.



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Efektivitas Penurunan Kadar Padatan Tersuspensi dengan Lamanya Waktu Pengujian
(Sumber: Hasil Olah Data, 2023)

KESIMPULAN

Setelah dilakukan eksperimen skala laboratorium, dapat disimpulkan bahwa penambahan eceng gondok dapat meningkatkan kecepatan dan efektivitas penurunan kadar padatan tersuspensi pada air limbah. Semakin banyak eceng gondok yang digunakan maka semakin cepat dan besar nilai penurunan kadar padatan tersuspensi. Pencampuran dari koagulan kimia (PAC) dengan jumlah eceng gondok yang banyak akan menjadi sangat efektif dalam mempercepat dan meningkatkan pengurangan kadar padatan tersuspensi. Kombinasi antara PAC 20 ppm dengan 6 eceng gondok dalam 6 liter air limbah menunjukkan penurunan nilai padatan tersuspensi yang paling mendekati dengan dosis 40 ppm PAC (dosis yang digunakan PT Antang Gunung Meratus).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT. Antang Gunung meratus selaku perusahaan yang telah memperbolehkan untuk melakukan penelitian dan mengambil data di wilayah pertambangan PT. Antang Gunung Meratus Site Ida Manggala. Tidak lupa terima kasih juga saya ucapkan untuk seluruh jajaran departemen enviro PT. Antang Gunung Meratus yang telah membantu dalam proses pengambilan data-data terkait penelitian yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, H. & Adiningsih, R. 2019. Efektivitas Metode Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok dan Kangkung Air dalam Menurunkan Kadar BOD dan TSS pada Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Farmasetis*, 8(2): 31–38.
- Alfarokhi, A.I. 2016. *Pemanfaatan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) Sebagai Tumbuhan Fitoremediasi dalam Proses Pengolahan Limbah Tambak Udang Vannamei*. Yogyakarta.
- Ananta, N.Y. & Tangahu, B.V. 2022. Uji Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) Sebagai Tumbuhan Polishing Treatment untuk Menyisihkan BOD, COD, dan TSS Pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan. *Jurnal Purifikasi*, 21(1): 28–37.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah*. SNI 6989-59:2008. Jakarta.
- Barus, A., Tarigan, K. & Kemit, P. 2023. Effect of Al₂O₃ Levels On Poly Aluminium Chloride Added To The Water Purification Process At Tirtanadi Deli Tua. *REPROKIMIA*, (27).
- Diah Wahyu, A., Syafrudin & Zaman, B. 2015. *Pengaruh Jumlah Eceng Gondok (Eichornia crassipes) dan Waktu Tinggal Terhadap penurunan Konsentrasi COD, BOD, dan Warna dalam Limbah Batik*. Semarang: Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Maulida, S.A. & Purwanti, I.F. 2023. Kajian Pengolahan Air Asam Tambang Industri Pertambangan Batu Bara dengan Constructed Wetland. *Jurnal Teknik ITS (SINTA: 4, IF: 1.1815)*, 12(1): D46–D51.
- Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan Nomor 36 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Penambangan, Pengolahan/Pencucian Batubara.
- Putri, W.N., Barus, L., Ahyanti, M., Prianto, N., Masra, F. & Indarwati, S. 2023. Kemampuan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Sebagai Fitoremediasi dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe. *MJ (Midwifery Journal)*, 3(3): 137–145.
- Rismawati, D., Thohari, I. & Rochmalia, F. 2020. Efektivitas Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes L.*) dalam Menurunkan Kadar BOD₅ dan COD Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Penelitian Kesehatan "Suara Forikes"*, 11(2): 186–190.
- Romadhon, M.A., Triwilaswandio W. P & Soejitno 2016. Studi Implementasi Batch Production System Pada Industri Manufaktur Kapal Untuk Menunjang Program Poros Maritim. *Jurnal teknik ITS*, 4(1): 1–6.
- Tandiarrang, J., Devy, S.D. & Trides, T. 2016. Studi perbandingan Penggunaan Tawas (Al₂(SO₄)₃) dan Kapur Padam (Ca(OH)₂) pada Pengolahan Air Asam Tambang di PT Kaltim Diamond Coal Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, 4(1): 23–30.
- Towansiba, N. & Pangkung, Y.G. 2020. Rancangan Setling Pond Terhadap Laju Endapan Sedimen pada Area Arafah dan Waste Dump pada Front Penambangan Pt. Gag Nikel Kab. Raja Ampat Provinsi Papua Barat. *Intan Jurnal Penelitian Tambang*, 3(1).