

Kombinasi Pengolahan Limbah Laboratorium IPA dengan Proses Koagulasi-Flokulasi, Fitoremediasi, Dan Filtrasi

Dina Najwa Camalia^{1*}, Maulidya Rohmatul Ulya^{2*}, Sulasfiana Alfi Raida^{3*}
^{1,2,3)} Tadris Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Tarbiyah Institut Agama Islam Negeri
*) Sulasfiana@iainkudus.ac.id

ABSTRAK

Limbah kimia adalah limbah yang di dalamnya terkandung zat-zat berbahaya dan memiliki dampak negatif jika dibuang ke lingkungan. Oleh sebab itu sebelum dilakukan pembuangan, limbah kimia harus diolah terlebih dahulu. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengolahan limbah kimia cair sehingga limbah dapat dibuang ke lingkungan dengan aman. Penelitian dilakukan pada tanggal 17 Mei hingga 8 Juni 2024 di laboratorium kimia IAIN Kudus. Pengolahan limbah dilakukan dengan tiga cara yakni pengolahan limbah secara kimia (koagulasi dan flokulasi), pengolahan limbah secara biologi (fitoremediasi), dan pengolahan limbah secara fisika (filtrasi). Teknik analisis data dalam penelitian ini adalah dengan metode deskriptif komperatif. Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa pengolahan limbah secara kimia (koagulasi dan flokulasi), pengolahan limbah secara biologi (fitoremediasi), dan pengolahan limbah secara fisika (filtrasi) cukup efektif untuk menetralkan pH limbah menjadi 7, menjernihkan warna limbah menjadi coklat jernih, menstabilkan suhu limbah menjadi 28°C dan menyusutkan volume limbah menjadi 700 ml. Namun dalam penelitian ini menunjukkan ketiga proses pengolahan limbah belum berhasil menurunkan TDS, sehingga TDS pada limbah tetap sama yakni 376. Dalam penelitian ini terdapat beberapa keterbatasan diantaranya adalah keterbatasan waktu penelitian dan alat yang digunakan. Penelitian ini dapat berkontribusi sebagai informasi untuk peneliti selanjutnya dalam pengolahan limbah secara kimia, biologi, dan fisika.

Kata kunci: Fitoremediasi, Filtrasi, Koagulasi-Flokulasi, Limbah Kimia, Pengolahan Limbah.

ABSTRACT

Chemical waste is waste that contains harmful substances and has a negative impact if disposed of into the environment. Therefore, before disposal, chemical waste must be treated first. In this study, liquid chemical waste will be processed so that waste can be safely disposed of into the environment. The research was conducted from May 17 to June 8, 2024 at the IAIN Kudus chemistry laboratory. Waste treatment is carried out in three ways, namely chemical waste treatment (coagulation and flocculation), biological waste treatment (phytoemidiation), and physical waste treatment (filtration). The data analysis technique in this study is by comparative descriptive method. This study obtained the results that chemical waste treatment (coagulation and flocculation), biological waste treatment (phytoemidiation), and physical waste treatment (filtration) are quite effective in reducing the pH of waste to 7, purify the color of the waste to clear brown, stabilize the temperature of the waste to 28oC and shrink the volume of waste to 700 ml. However, this study shows

that the three waste treatment processes have not succeeded in reducing TDS, so that the TDS in waste remains the same, namely 376. In this study, there are several limitations, including the limitation of research time and tools used. This research can contribute as information for future researchers in chemical, biological, and physical waste treatment.

Keywords: *Fitoemidiation, Filtration, Coagulation-Flocculation, Chemical Waste, Waste Treatment.*

PENDAHULUAN

Program studi Tadris IPA merupakan program studi yang sering mengadakan kegiatan praktikum dalam laboratorium. Kegiatan praktikum ini ditujukan untuk mengaplikasikan teori-teori yang telah didapatkan selama perkuliahan dengan praktik nyata di laboratorium. Namun seringkali kegiatan praktikum ini menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik.

Salah satu laboratorium yang digunakan untuk praktikum adalah laboratorium Kimia. Laboratorium Kimia Tadris IPA Institut Agama Islam Negeri Kudus seringkali menghasilkan limbah yang mengandung bahan kimia bersifat asam dan basa. Limbah tersebut dihasilkan dari bahan kimia yang sudah kadaluwarsa. Limbah cair bahan kimia yang sudah rusak dan kadaluwarsa kemudian dikumpulkan dalam suatu wadah dan belum dilakukan pengolahan, sehingga terjadi penumpukan. Berdasarkan zat yang terkandung di dalam limbah cair laboratorium secara kolektif dan dalam kurun waktu yang lama apabila dibuang langsung ke lingkungan akan mencemari lingkungan. Hal ini dikarenakan dalam limbah cair kimia terkandung senyawa organik yang tinggi nilai BOD, COD, TDS, TSS dan pH (indikator keamanan pembuangan limbah) ekstrim sehingga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan (Sulistiyanti dkk 2018). Kerusakan lingkungan yang timbul akibat pembuangan limbah kimia secara sembarangan diantaranya adalah merusak struktur tanah, mengancam kelangsungan hidup ekosistem air maupun darat, mencemari air serta berdampak bagi kesehatan manusia.

Berdasarkan peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor: 18 Tahun 1999, bahwa unsur yang terkandung dalam air limbah laboratorium termasuk bahan berbahaya dan beracun (B3). Limbah B3 sangat berbahaya, pada makhluk hidup limbah B3 dapat menimbulkan kerusakan syaraf, kerusakan pada kulit, kerusakan saluran pernafasan, mengakibatkan efek karsinogenik (mendorong terjadinya kanker), efek mutagenik (pendorong mutasi sel), dan efek teratogenik (pendorong terjadinya cacat bawaan). Penanganan dan pengelolaan limbah B3 sangat penting untuk diperhatikan, hal tersebut bertujuan untuk menghindari terjadinya dampak negatif yang akan ditimbulkan (Putra dkk., 2019). Oleh karena itu peneliti akan melakukan penelitian mengenai pengolahan limbah cair yang dihasilkan di Laboratorium Kimia Tadris IPA IAIN Kudus.

Dalam pengolahan limbah terdapat beberapa cara atau proses yang dapat dilakukan dalam pengolahan limbah diantaranya proses koagulasi-flokulasi, adsorpsi, sedimentasi, pertukaran ion dan membran sel, fitoremediasi, dan filtrasi. (Crittenden dkk. 2012). Pada penelitian ini penlitil melakukan pengolahan dengan 3 perlakuan yaitu secara kimia, biologi, dan fisika, dengan menggunakan proses Koagulasi-Flokulasi, Fitoremediasi, dan Filtrasi

dengan menggunakan bahan sederhana seperti garam (dalam proses Koagulasi-Flokulasi), eceng gondok (untuk proses Fitoremediasi), arang, pasir, kerikil, sabut kelapa dan spon (untuk proses filtrasi). Filtrasi merupakan proses pemisahan padatan-cairan dimana cairan akan melewati media berpori, sedangkan padatan akan tertahan. Filtrasi dalam pengolahan air limbah (*wastewater treatment*) digunakan untuk menyaring bahan-bahan kimia pengotor yang berukuran lebih besar. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis perubahan indicator keamanan pembuangan limbah menggunakan teknik Koagulasi-Flokulasi, Fitoremediasi, dan Filtrasi yang dilakukan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Kimia Tadris IPA IAIN Kudus pada tanggal 17 Mei hingga 8 Juni 2024. Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pemilihan limbah yang akan diolah berdasarkan MSDS dan pengolahan limbah secara kimia, biologi serta fisika.

a. Pemilahan dan pemilihan limbah

Pencampuran dan pemilihan limbah yang akan diolah ini disesuaikan dengan sifat limbah yang sudah ditetapkan dalam MSDS. Pencampuran suatu bahan kimia ini tidak bisa dilakukan begitu saja sehingga perlu di lakukan analisis dan pengelompokan dengan acuan msds agar ketika bahan kimia dicampurkan tidak akan menimbulkan dampak negatif, seperti menimbulkan kebakaran, ledakan, dan lain sebagainya.

Setelah melaksanakan analisis beberapa sifat limbah yang ada penelitian memilih limbah silver nitrat (AgNO_3) dan CH_3COOH . Karena jika dilihat dalam MSDS limbah cair asam asetat (CH_3COOH) memiliki sifat iritan dan korosif, sedangkan AgNO_3 bersifat korosif dan berbahaya bagi lingkungan hidup, dan ketika dilakukan analisis kedua limbah ini aman atau cocok jika di campurkan. Penetapan atau pencampuran yang peneliti lakukan didasari pada ketentuan kompatibilitas karakteristik limbah B3 berikut

Kompabilitas Karakteristik Limbah B3

Limbah B3	Cairan Beracun	Padatan Beracun	Reaktif	Meledak	Beracun	Zat Beracun	Merusak Lingkungan
Cairan Beracun	C	C	C	X	X	C	T
Padatan Beracun	C	C	C	C	X	T	C
Reaktif	C	C	C	C	X	T	C
Meledak	X	C	C	C	X	T	C
Beracun	X	X	X	X	C	X	C
Zat Beracun	C	T	T	T	X	C	T
Merusak Lingkungan	C	C	C	C	C	C	C
Merusak Lingkungan	T	T	T	T	T	T	C

Keterangan: C= cocok, X=tidak cocok, T= berbahaya

Gambar 1. Kompabilitas Karakteristik Limbah B3

b. Pengolahan limbah cair

Terdapat 4 proses yang ada pada pengolahan limbah yang dilakukan dalam penelitian ini. Diantaranya pembuatan limbah beserta pengukuran konsentrasi limbah, proses pengolahan limbah secara kimia dengan proses penstabilan pH dan koagulasi-flokulasi, pengolahan limbah secara biologi dengan proses fitoremediasi, dan proses pengolahan limbah secara fisika dengan proses filtrasi. Berikut ini penjelasan alat, bahan dan langkah pada setiap proses.

1. Mengukur konsentrasi limbah

Dalam tahap ini alat yang digunakan adalah dua buah gelas kimia ukuran 500 mililiter, 1 buah gelas kimia ukuran 1000 liter, satu buah gelas ukur, termometer, pH meter, TDS meter, timbangan digital dan pengaduk kaca. Sedangkan bahan yang digunakan adalah limbah laboratorium kimia IAIN Kudus yakni CH_3COOH 50 mililiter dan AgNO_3 50 gr. Proses yang dilakukan pada tahap ini adalah pengenceran larutan. Pengenceran ini dilakukan dengan cara mencampurkan cairan CH_3COOH sebanyak 50 ml dilarutkan ke dalam air 500 ml, kemudian AgNO_3 sebanyak 50 gr dilarutkan ke dalam air 500 ml dan diaduk secara searah perlahan. Pengenceran limbah cair CH_3COOH memiliki pH yang sangat asam yakni pH 1, dengan pengenceran pH akan mengalami kenaikan menjadi pH 3 sehingga dengan pengenceran ini sangat membantu dalam proses pengolahan limbah. Pengenceran bubuk AgNO_3 dilakukan dengan tujuan agar silver nitrat dapat tersedia dalam bentuk cair sehingga dapat diolah secara bersamaan dengan CH_3COOH yang memiliki wujud cair. Larutan CH_3COOH 500 ml kemudian dicampurkan dengan larutan AgNO_3 500 ml, sehingga dihasilkan limbah cair sebanyak 1000 ml. Kemudian hasil pencampuran tersebut diukur pH, TDS, suhu, dan volume dengan menggunakan pH meter, TDS meter, termometer, dan gelas beker.

2. Proses koagulasi-flokulasi (pengolahan limbah secara kimia)

Pada proses ini alat yang digunakan diantaranya adalah satu buah gelas kimia 1000 ml, pengaduk kaca, pH meter, TDS meter, timbangan digital, dan wadah penampung (botol). Bahan yang digunakan dalam proses ini adalah limbah cair 1000 ml, soda kue (NaHCO_3) 50 gr, dan garam (NaCl) 50 gr. Pada tahap ini dilakukan dua tahap yakni penstabilan pH dan koagulasi-flokulasi. Pada tahap pertama, pH limbah akan distabilkan dengan menambahkan NaHCO_3 sebanyak 50 gr pada limbah 1000 ml dan dilakukan pengadukan perlahan. Pada tahap ke dua, dilakukan proses koagulasi dan flokulasi dengan penambahan garam (NaCl) sebanyak 50 gr kedalam air limbah 1000 ml kemudian dilakukan pengadukan secara terus menerus selama 45 menit. Setelah itu limbah dimasukkan ke dalam botol dan didiamkan selama 4 jam. Setelah pengolahan limbah secara kimia selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan pengukuran pH, TDS, suhu, dan volume.

3. Proses Fitoremediasi (pengolahan limbah secara biologi)

Pada proses ini alat yang digunakan adalah pH meter, TDS meter, ember dan bejana (toples). Bahan yang digunakan adalah limbah cair, tanaman eceng gondok,

Dina Najwa Camalia, dkk /National Conference of Islamic Natural Science Vol.4, (2024), 341-353
dan air. Proses fitoremediasi diawali dengan melakukan aklimatisasi tanaman eceng gondok pada air yang telah diberi campuran limbah. Proses aklimatisasi dilakukan selama 3 hari. Tanaman eceng gondok yang telah melalui tahapan aklimatisasi selama 3 hari, kemudian digunakan untuk fitoremediasi limbah yang dilakukan dalam waktu 6 hari. Kemudian, dilakukan pengukuran pH, TDS, suhu, dan volume.

4. Penyaringan limbah dengan bahan sederhana (pengolahan limbah secara fisika)

Alat yang digunakan adalah satu buah gelas kimia 1000 ml, satu buah botol dengan tinggi 23 cm dan diameter 7 cm, kapas, sabut kelapa, pasir, arang, zeolit, batu krikil, pH meter, dan TDS meter. Sedangkan bahan yang digunakan adalah cairan limbah. Tahap awal adalah penyusunan komponen alat filtrasi di dalam botol dengan susunan paling atas sabut kelapa, kapas, pasir, kapas, arang, kapas, zeolit, kapas dan batu krikil. Masing-masing komponen disusun dengan tinggi 3,5 cm, kecuali kapas. Kapas digunakan sebagai penyekat atau pemisah antar komponen agar tidak saling tercampur. Setelah bahan disusun maka mulai menyaring limbah. Limbah tersebut dimasukkan ke dalam alat filtrasi secara perlahan, hasil penyaringan ditampung dalam gelas kimia. Penyaringan dilakukan sebanyak dua kali untuk mengoptimalkan penyaringan. Setelah pengolahan limbah secara fisika selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan pengukuran pH, TDS, suhu, dan volume dengan menggunakan pH meter, TDS meter, termometer, dan gelas beker.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini limbah yang diolah adalah limbah cair asam asetat (CH_3COOH) dan limbah padat silver nitrat (AgNO_3). Dalam MSDS limbah cair asam asetat (CH_3COOH) memiliki sifat iritan dan korosif, sedangkan limbah padat silver nitrat (AgNO_3) bersifat korosif dan berbahaya bagi lingkungan hidup. Jika dilihat dari sifatnya, kedua limbah ini termasuk ke dalam golongan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), sehingga diperlukan kehati-hatian dalam pengolahan limbah ini. Limbah yang digunakan berasal dari 50 ml CH_3COOH dan 50 gr AgNO_3 yang dilarutkan pada 1000 ml air, kemudian dihasilkan cairan limbah yang dihasilkan berwarna putih keruh. Selanjutnya limbah ini akan diolah menggunakan tiga cara pengolahan limbah yang berbeda yakni pengolahan limbah secara kimia dengan menambahkan koagulan, pengolahan secara biologi dengan fitoremediasi dan pengolahan secara fisika dengan filtrasi.

1. Pengolahan limbah secara kimia

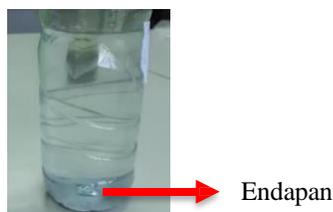
Tahap pertama adalah pengolahan limbah secara kimia. Pengolahan limbah secara kimia dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama untuk menaikkan pH larutan, dengan menambahkan soda kue (NaHCO_3) ke dalam cairan limbah. Perbandingan yang digunakan yakni 20:1, jadi cairan limbah 1000 ml ditambahkan NaHCO_3 sebanyak 50 gr. Dari hasil pengukuran pH, pH yang mula-mula 4 berubah menjadi 6. pH 6 merupakan pH netral dan pH yang sesuai dengan baku mutu air limbah boleh dibuang ke lingkungan. Karena baku mutu limbah sudah layak di buang ke lingkungan, salah satunya adalah memiliki pH netral yakni 6 hingga 8. Gambar 2 berikut ini adalah gambar limbah yang telah dinetralkan pHnya.



Gambar 2. Cairan limbah setelah ditambahkan NaHCO_3

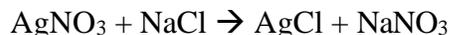
Dari gambar 2 terlihat tidak ada perubahan warna pada cairan limbah setelah dinetralkan NaHCO_3 , cairan limbah tetap berwarna putih keruh.

Tahap kedua adalah koagulasi dan flokulasi. Koagulasi adalah proses penambahan bahan kimia sebagai koagulan ke dalam air sehingga menyebabkan terjadinya pemisahan partikel (Ekoputri dkk., 2023). Koagulan yang digunakan adalah garam (NaCl) dengan perbandingan air limbah dan NaCl 20:1. NaCl sebanyak 50 gr ditambahkan ke dalam cairan limbah 1000 ml. Setelah itu dilakukan proses flokulasi. Proses flokulasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah flokulasi orthokinetik. Flokulasi orthokinetik adalah pembentukan flok dengan cara pengadukan cairan limbah yang telah ditambahkan koagulan sehingga saat proses pengadukan akan terjadi tumbukan antar partikel (Ekoputri dkk., 2023). Pengadukan dilakukan selama 45 menit kemudian cairan limbah didiamkan selama 4 jam. Gambar 3 menunjukkan setelah 4 jam didapatkan cairan limbah yang mula-mula berwarna putih keruh menjadi jernih dengan endapan di dasar wadah atau dapat disebut dengan flok.



Gambar 3. Cairan limbah setelah ditambahkan NaCl

Endapan tersebut merupakan endapan yang berasal dari AgNO_3 yang bereaksi dengan NaCl . Reaksi yang terjadi antara AgNO_3 dengan NaCl adalah sebagai berikut.



Tujuan meraksikan AgNO_3 dengan NaCl adalah untuk menstandarisasikan AgNO_3 karena AgNO_3 merupakan salah satu larutan standar sekunder yang mengandung perak klorida filtrat yang terbuat dari natrium nitrat dan natrium klorida yang berbahaya bagi lingkungan. Endapan yang dihasilkan dari reaksi diatas merupakan Perak Klorida, yang kemudian endapan tersebut dapat disaring untuk mendapatkan kembali Perak Klorida dan filtrat yang terbuat dari Natrium Nitrat dan Natrium klorida sehingga ketika dibuang langsung ke dalam saluran air maupun tanah tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan.

Setelah dilakukan proses pengolahan limbah secara kimia, dilakukan pengukuran pH, suhu, TDS, volume, dan pengamatan warna limbah. Hasil dari pengukuran dan pengamatan dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Perbandingan pH, suhu, TDS, volume, warna limbah pada pengolahan secara kimia

Pengamatan limbah	Sebelum	Sesudah
pH	4	6
Suhu	24°C	26°C
TDS	376	376
Volume	1000 ml	960 ml
Warna	Putih keruh	Jernih

Dari tabel 1 di atas dapat dilihat bahwa setelah dilakukan proses pengolahan limbah secara kimia pH menjadi netral, suhu menjadi 26°C, volume limbah menyusut karena terjadi flokulasi, warna limbah menjadi jernih karena terjadi flokuasi. Terlihat TDS cairan limbah tidak terjadi perubahan setelah pengolahan limbah secara kimia ini.

2. Pengolahan limbah secara biologi

Pengolahan limbah secara biologi dilakukan dengan cara fitoremediasi. Fitoremediasi adalah metode pengolahan air limbah yang memanfaatkan tumbuhan air untuk mengurangi jumlah pencemar dengan cara menyerap dan mendegradasi bahan-bahan pencemar yang ada dalam air limbah (Putri dkk., 2023). Pada penelitian ini digunakan tanaman eceng gondok sebagai tanaman fitoremediasi. Tanaman eceng gondok dipilih karena dapat menyerap bahan pencemar yang ada dalam limbah. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya, tanaman eceng gondok dinyatakan efektif untuk mengolah air limbah dalam waktu kontak 6 hari (Zahro dan Nisa, 2020). Oleh sebab itu fitoremediasi pada penelitian ini akan dilakukan selama 6 hari. Sebelum dilakukan proses fitoremediasi, terlebih dahulu akan dilakukan aklimatisasi tanaman eceng gondok. Gambar 4 berikut ini adalah proses aklimatisasi tanaman eceng gondok.



Gambar 4. Aklimatisasi tanaman eceng gondok

Proses aklimatisasi tanaman eceng gondok pada penelitian ini dilakukan selama 3 hari. Proses aklimatisasi bertujuan untuk mengatur kondisi tanaman eceng gondok agar dapat beradaptasi dengan air limbah yang akan diolah (Herman dkk., 2017). Setelah dilakukan proses aklimatisasi tanaman eceng gondok selanjutnya bisa digunakan dalam proses fitoremediasi. Gambar 5 merupakan gambar proses fitoremediasi.



Gambar 5. Proses fitoremediasi cairan limbah

Saat dilakukan proses fitoremediasi, dalam waktu satu hari tanaman eceng gondok layu dan mati. Gambar 6 berikut ini menunjukkan tanaman eceng gondok mati setelah kontak dengan cairan limbah selama satu hari.



Gambar 6. Tanaman eceng gondok mati setelah kontak dengan cairan limbah

Matinya tanaman eceng gondok ini dapat disebabkan karena kurang optimalnya proses aklimatisasi. Aklimatisasi tanaman eceng gondok yang seharusnya dilakukan adalah selama 14 hari (Herman dkk., 2017). Namun karena keterbatasan waktu penelitian, aklimatisasi tanaman eceng gondok hanya dilakukan selama 3 hari. Walau tanaman eceng gondok mati, penelitian tetap dilanjutkan selama enam hari. Dengan catatan penggantian tanaman eceng gondok yang mati dengan tanaman eceng gondok baru.

Tabel 2. Perbandingan pH, suhu, TDS, volume, warna limbah pada pengolahan secara biologi

Pengamatan limbah	Sebelum	Sesudah
pH	6	6
Suhu	26°C	28°C
TDS	376	376
Volume	960 ml	790 ml
Warna	Jernih	Coklat agak keruh

Dari tabel 2 di atas dapat dilihat bahwa setelah dilakukan proses pengolahan limbah secara biologi suhu menjadi 28°C, volume limbah menyusut karena cairan limbah diserap oleh tanaman eceng gondok selama proses fitoremediasi, warna limbah menjadi coklat agak keruh karena eceng gondok yang mati saat proses fitoremediasi. Terlihat pH dan TDS cairan limbah tidak terjadi perubahan setelah pengolahan limbah secara biologi ini.

3. Pengolahan limbah secara fisika

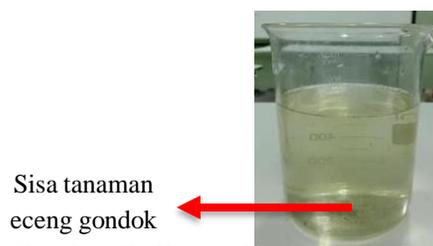
Tahap terakhir dalam pengolahan cairan limbah kimia adalah dengan pengolahan limbah secara fisika. Pengolahan limbah secara fisika dilakukan dengan cara filtrasi. Filtrasi adalah metode pengolahan limbah yang memiliki fungsi untuk menyaring zat tersuspensi dari cairan limbah melalui media berpori sehingga partikel pencemar pada air cairan limbah dapat berkurang (Vegatama dkk., 2020). Figur 1 berikut ini menunjukkan ilustrasi alat filtrasi sederhana yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 7. Ilustrasi alat filtrasi sederhana

Dari gambar 7 di atas, dapat dilihat komponen alat filtrasi yakni sabut kelapa, pasir, arang, zeolit, batu kerikil. Pemilihan komponen penyusun alat ini juga dengan beberapa pertimbangan fungsi dari setiap komponen. Ijuk memiliki tekstur yang lentur dan kepadatan

sehingga mudah untuk menyaring kotoran berukuran besar (Sulianto dkk., 2019). Pasir memiliki fungsi untuk menahan partikel-partikel yang berukuran besar, menjernihkan air, serta menurunkan kandungan besi dan mangan (Nisah dkk., 2022). Arang berfungsi sebagai adsorben untuk menyerap polutan seperti logam-logam dan zat warna yang terlarut dalam cairan limbah (Sulianto dkk., 2019). Zeolit berfungsi untuk mendekomposisi senyawa organik dalam air limbah, selain itu zeolit mempunyai daya adsorpsi yang baik sehingga dapat digunakan sebagai pembersih amoniak (NH_3) (Sulistiyanti dkk., 2018). Sedangkan kerikil memiliki fungsi untuk menyaring kotoran besar yang belum tersaring dan membantu proses aerasi (Vegatama dkk., 2020). Setiap komponen diberi sekat dengan lembaran kapas tipis, hal ini bertujuan untuk mencegah tercampurnya komponen-komponen penyusun alat. Ketinggian komponen alat filtrasi dibuat sama yakni 3,5 cm. Cairan limbah akan dituangkan dari atas dan hasil penyaringan akan ditampung pada gelas kimia. Filtrasi dilakukan agar kotoran yang ada pada cairan limbah setelah fitoremediasi dapat dipisahkan. Gambar 6 berikut ini menunjukkan cairan sebelum difiltrasi.



Gambar 8. Cairan limbah sebelum proses filtrasi

Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa sebelum dilakukannya filtrasi, cairan limbah berwarna coklat agak keruh dengan sisa tanaman eceng gondok yang berada di dasar wadah. Filtrasi dilakukan sebanyak dua kali untuk memastikan sisa-sisa tanaman eceng gondok saat proses fitoremediasi dapat tersaring secara maksimal. Gambar 7 menunjukkan



Gambar 9. Cairan limbah setelah proses filtrasi

Pada gambar 9 dapat dilihat bahwa setelah dilakukannya filtrasi sebanyak dua kali, didapatkan hasil cairan limbah yang berwarna coklat jernih. Setelah dilakukan proses pengolahan limbah secara fisika, dilakukan pengukuran pH, suhu, TDS, volume, dan pengamatan warna limbah. Hasil dari pengukuran dan pengamatan dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Perbandingan pH, suhu, TDS, volume, warna limbah pada pengolahan secara fisika

Pengamatan limbah	Sebelum	Sesudah
pH	6	7
Suhu	28°C	28°C
TDS	376	376
Volume	790 ml	700 ml
Warna	Coklat agak keruh	Coklat jernih

Dari tabel 3 di atas dapat dilihat bahwa setelah dilakukan proses pengolahan limbah secara fisika pH naik menjadi 7, volume limbah menyusut karena cairan limbah terserap oleh alat filtrasi, warna limbah menjadi coklat jernih. Terlihat bahwa suhu dan TDS cairan limbah tidak terjadi perubahan setelah pengolahan limbah secara fisika ini.

Untuk menentukan layak tidaknya suatu limbah dibuang ke lingkungan, perlu dilakukan analisis perbandingan antara hasil pengolahan limbah dengan baku mutu yang telah ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Peraturan Baku Mutu Air Limbah. Tabel 4 berikut ini menunjukkan perbandingan hasil pengolahan limbah dengan baku mutu air limbah.

Tabel 4. Perbandngan hasil dan baku mutu

Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu
pH	-	7	6,0-9,0
Suhu	°C	28°C	40°C

TDS	mg/L	376	4000
Volume	-	700 ml	-
Warna	-	Coklat jernih	-

Dapat dilihat pada tabel 4 bahwa pH, suhu, dan TDS sudah sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan. Namun aroma asam yang masih tercium membuat peneliti perlu melakukan uji coba sebelum limbah dibuang ke lingkungan. Untuk memastikan bahwa limbah sudah aman untuk dibuang ke lingkungan, dilakukan pengetestan dengan menggunakan tanaman eceng gondok. Tanaman eceng gondok dimasukkan ke dalam toples yang telah berisi cairan limbah yang telah diolah. Gambar 8 adalah gambar uji coba keamanan limbah sebelum dibuang ke lingkungan.

Proses pengujian dilakukan selama dua hari. Setelah dua hari, tanaman eceng gondok yang mula-mula segar menjadi layu dan berwarna kecoklatan. Hal ini menandakan bahwa proses pengolahan limbah belum sepenuhnya berhasil masih perlu dilakukan penyempurnaan. Gambar 10 berikut ini menunjukkan tanaman eceng gondok yang layu dan berubah warna setelah kontak selama dua hari dengan cairan limbah yang telah diolah.



Gambar 10. Tanaman eceng gondok setelah uji coba selama dua hari

Dalam penelitian ini terdapat beberapa keterbatasan, yakni pada saat proses aklimatisasi eceng gondok dan aktivasi zeolit. Proses aklimatisasi tanaman eceng gondok seharusnya dilakukan selama 14 hari, namun karena keterbatasan waktu penelitian maka proses aklimatisasi hanya dilakukan selama 3 hari. Hal tersebut berakibat pada tanaman eceng gondok cepat mati setelah kontak dengan air limbah. Selanjutnya sebelum dilakukannya filtrasi, zeolit harus diaktivasi terlebih dahulu. Dalam beberapa penelitian yang telah dilakukan, zeolit perlu diaktivasi terlebih dahulu dengan menggunakan HCL 1 mol dan dipanaskan pada suhu 130°C. Proses aktivasi ini dilakukan guna membuka ruang pori pada zeolit, sehingga zeolit dapat berfungsi dengan maksimal sebagai adsorben (Sulistiyanti dkk., 2018). Selain kedua faktor tersebut, perlu dilakukan pengukuran pada hasil pengolahan limbah dan dianalisis serta dibandingkan dengan parameter baku mutu air limbah yang lainnya. Hal ini dikarenakan parameter baku mutu air limbah tidak hanya pH, suhu, dan TDS.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa dari proses (kimia, fisika, dan biologi) yang peneliti gunakan dalam penelitian ini mampu menaikkan pH dari pH awal 4 menjadi 7, mengubah warna dari putih keruh menjadi coklat jernih,

Dina Najwa Camalia, *dkk /National Conference of Islamic Natural Science Vol.4, (2024), 341-353* mengalami kenaikan suhu dari suhu awal 24° menjadi 28°, mengalami penurunan volume dari 1000 ml menjadi 700 ml. Namun untuk TDS dari awal pengolahan sampai akhir pengolahan kadarnya masih sama yaitu 376 dan baunya juga masih sangat menyengat. Apabila disesuaikan dengan baku mutu limbah, baik pH, suhu, dan TDS limbah yang diolah ini sudah sesuai dengan ketentuan pada baku mutu namun ketika dilakukan pengujian lagi pada tanaman enceng gondok tanaman tersebut mati dalam waktu 2 hari. Hal ini disebabkan karena adanya keterbatasan dalam penelitian. Keterbatasan dalam penelitian ini diantaranya adalah proses aklimatisasi tanaman eceng gondok yang seharusnya dilakukan selama 14 hari namun peneliti hanya menggunakan waktu 3 hari untuk aklimatisasi sebelum dilakukannya fitoremediasi hal ini dikarenakan keterbatasan waktu penelitian, selanjutnya adalah belum dilakukannya proses aktivasi zeolit sebelum digunakan dalam proses filtrasi, dan keterbatasan alat untuk pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Crittenden, J. C., R. R. Trussell, D. W. Hand, K. J. Howe and G. Tchobanoglous (2012). *MWH's water treatment: principles and design*, John Wiley & Sons. Raimon. Pengolahan Air Limbah Laboratorium Terpadu Dengan Sistem Kontinyu. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* Vol. 22 No. 2 Tahun 2011.
- Ekoputri, S. F., Rahmatunnissa, A., Nulfaidah, F., Ratnasari, Y., Djaeni, M., & Sari, D. A. (2023). Pengolahan Air Limbah dengan Metode Koagulasi Flokulasi pada Industri Kimia. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(1), 7781–7787. <https://doi.org/10.32672/jse.v9i1.715>
- Herman, Y., Djo, W., Suastuti, D. A., Suprihatin, I. E., & Sulihingtyas, W. D. (2017). Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Untuk Menurunkan Cod Dan Kandungan Cu Dan Cr Limbah Cair Laboratorium Analitik Universitas Udayana. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 5(2), 137–144.
- Nisah, F. A., Wahyudin, Amin, M. R. F., & Sena, M. R. (2022). Pemanfaatan Limbah Kelapa Untuk Pembuatan Filter Air Portabel Di Desa Baturaden. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(3), 1234–1238.
- Putra, T. I., Setyowati, N., & Apriyanto, E. (2019). Identifikasi Jenis Dan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun Rumah Tangga: Studi Kasus Kelurahan Pasar Tais Kecamatan Seluma Kabupaten Seluma. *NATURALIS – Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 8(2), 49–61.
- Putri, W. N., Barus, L., Ahyanti, M., Prianto, N., Masra, F., & Indarwati, S. (2023). Kemampuan Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Sebagai Fitoremediasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe. *MJ (Midwifery Journal)*, 3(3), 137–145.
- Sulianto, A. A., Kurniati, E., & Hapsari, A. A. (2019). Perancangan Unit Filtrasi untuk Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Sistem Downflow. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 6(3), 31–39. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2019.006.03.4>

- Sulistiyanti, D., Antoniker, & Nasrokhah. (2018). Penerapan Metode Filtrasi dan Adsorpsi pada Pengolahan Limbah Laboratorium. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 3(2), 147. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v3i2.2430>
- Vegatama, M. R., Willard, K., Saputra, R. H., Sahara, A., & Ramadhan, M. A. (2020). Rancang Bangun Filter Air dengan Filtrasi Sederhana Menggunakan Energi Listrik Tenaga Surya. *PETROGAS*, 2(2), 1–10.
- Zahro, N., & Nisa, V. C. (2020). Fitoremediasi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Pada Limbah Domestik Dan Timbal Di Hilir Sungai Bengawan Solo Gresik Sebagai Solusi Ketersediaan Air Bersih Sekarang Dan Masa Depan. *Journal of Chemistry And Education*, 4(2), 73–83.