

**Bidang: Teknik dan Analisis Kimia Mineral
Industri dan Mineral**

Topik: Pencegahan Pencemaran

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR B3 LABORATORIUM KIMIA MENGUNAKAN METODE KOMBINASI KOAGULASI-FLOKULASI DAN FILTRASI

**Isran Asnawi¹, Setiarto Pratigto², Makmur Setiawan³, dan Fida Ismi Utami⁴
Politeknik Industri Logam Morowali¹²³⁴
asnawi.isran@gmail.com¹**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas metode kombinasi koagulasi-flokulasi dan filtrasi dalam mengurangi kadar COD, TDS, konduktivitas, dan kekeruhan pada limbah cair B3 laboratorium kimia di Politeknik Industri Logam Morowali. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui kondisi terbaik dalam proses pengolahan metode kombinasi koagulasi-flokulasi dan filtrasi. Pengolahan limbah cair B3 laboratorium kimia dimulai dengan pengolahan awal yaitu sedimentasi dan netralisasi. Tahapan pengolahan selanjutnya adalah koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tawas dengan variasi konsentrasi 100, 120, 140, 160, 180, 200, dan 220 ppm. Tahapan pengolahan selanjutnya adalah filtrasi menggunakan media filter berupa batu kecil, serabut kelapa, kapas, arang aktif, pasir halus, kerikil, dan spons yang dimasukkan ke dalam wadah filtrasi dengan variasi ketebalan media sebesar 4, 5, dan 6 cm. Hasil pengolahan kemudian dilanjutkan pengukuran nilai COD, kekeruhan, TDS, dan konduktivitas. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah efektivitas pengolahan limbah cair B3 laboratorium kimia dengan efektivitas pengurangan nilai COD sebesar 95%, pengurangan nilai kekeruhan sebesar 95,78%, pengurangan nilai TDS sebesar 74,03%, dan pengurangan nilai konduktivitas sebesar 74,29%. Kondisi terbaik pada pengolahan limbah cair B3 menggunakan metode kombinasi koagulasi-flokulasi dan filtrasi adalah penggunaan konsentrasi koagulan terbaik yaitu 240 ppm pada pengolahan koagulasi-flokulasi dan penggunaan ketebalan media terbaik 6 cm pada pengolahan filtrasi.

Kata kunci: limbah, B3, laboratorium, koagulasi, flokulasi, filtrasi

ABSTRACT

This research aims to determine the effectiveness of the combined coagulation-flocculation and filtration method in reducing COD, TDS, conductivity, and turbidity levels in chemical laboratory hazardous waste of Politeknik Industri Logam Morowali. This research also aims to determine the best conditions in the treatment using a combination of coagulation-flocculation and filtration methods. The treatment of chemical laboratory hazardous waste begins with initial treatment, namely sedimentation and neutralization. The next treatment stage is coagulation-flocculation using alum coagulant with varying concentrations of 100, 120, 140, 160, 180, 200, and 220 ppm. The next treatment stage is filtration using filter media in the form of small stones, coconut fiber, cotton, activated charcoal, fine sand, gravel, and sponge, which are put into the filtration container with variations in media thickness of 4, 5, and 6 cm. The treatment results are then continued with quality measurements of COD, turbidity, TDS, and conductivity parameters. The results obtained from this research are the effectiveness of hazardous waste treatment of Politeknik Industri Logam Morowali, including the effectiveness of reducing the COD value by 95%, reducing the turbidity value by 95,78%, reducing the TDS value by 74,03%, and reducing the conductivity value by 74,29%. The best condition for treatment of chemical laboratory hazardous waste using a combination of coagulation-flocculation and filtration methods are the use of the best coagulant concentration, namely 240 ppm in coagulation-flocculation treatment, and the use of the best media thickness of 6 cm in filtration treatment.

Keywords: wastewater, hazardous, laboratory, coagulation, flocculation, filtration

PENDAHULUAN

Politeknik Industri Logam Morowali merupakan institusi Pendidikan vokasi yang memiliki laboratorium kimia sebagai salah satu sarana prasarana penunjang pembelajaran. Laboratorium ini memiliki frekuensi penggunaan yang cukup tinggi oleh dosen dan mahasiswa dalam melaksanakan aktivitas praktikum dan penelitian. Aktivitas ini menghasilkan limbah cair B3 yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Limbah B3 adalah sisa atau hasil samping dari aktivitas/usaha yang mengandung B3 (bahan berbahaya dan beracun). B3 itu sendiri adalah suatu bahan yang dapat mencemari atau merusak ekosistem dan lingkungan hidup, baik secara langsung maupun tidak langsung [1].

Pembuangan limbah cair B3 langsung ke sistem drainase tanpa pengolahan merupakan tindakan yang dilarang. Di Indonesia, regulasi yang mengatur pembuangan limbah B3 diatur adalah Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Peraturan ini menekankan pentingnya pengelolaan limbah B3 yang aman dan bertanggung jawab, dan mencakup beberapa larangan terkait pembuangan limbah B3, termasuk di dalamnya adalah larangan pembuangan langsung ke sistem drainase. Peraturan ini dengan tegas melarang pembuangan limbah B3 ke sistem drainase atau aliran air permukaan tanpa pengolahan yang sesuai.

Limbah cair B3 di laboratorium kimia Politeknik Industri Logam Morowali merupakan sisa bahan kimia murni dan teknis yang bersifat asam dan basa. Limbah ini ditampung dalam suatu wadah jerigen dan belum diolah. Untuk melakukan pengolahan limbah cair B3, Politeknik Industri Logam Morowali mengangkut limbah cair B3 ke penampungan dan pengolahan oleh pihak ketiga yang mengantongi izin pengelolaan limbah B3. Dalam praktiknya, proses pengangkutan limbah cair B3 ini mengalami beberapa permasalahan, diantaranya adalah jarak angkutan dari sumber limbah ke pihak pengelola yang cukup jauh. Hal ini mengakibatkan limbah cair B3 laboratorium yang semakin menumpuk dan tidak dilanjutkan pengolahan. Kendala ini mendorong Politeknik Industri Logam Morowali untuk mengajukan perizinan pengelolaan limbah B3.

Sebagai langkah awal untuk mengajukan perizinan pengelolaan limbah B3 hasil aktivitas di laboratorium kimia Politeknik Industri Logam Morowali, maka perlu dilakukan riset untuk mengetahui jenis pengolahan yang sesuai untuk karakteristik limbah B3 cair tersebut. Pengolahan limbah B3 yang berwujud wujud cair dapat dilakukan dengan cara stabilisasi. Stabilisasi merupakan pengurangan atau penghilangan tingkat bahaya dari limbah B3 yang dapat dilakukan secara fisika, kimia, dan biologi [2]. Contoh dari stabilisasi secara fisika dan kimia yang umum digunakan adalah sedimentasi, flotasi, filtrasi, netralisasi, presipitasi, pertukaran ion, dan koagulasi-flokulasi. Masing-masing dari metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan yang disesuaikan dengan karakteristik limbah yang dihasilkan dari sumber.

Karakteristik limbah cair B3 di laboratorium kimia Politeknik Industri Logam Morowali mengandung nilai COD yang cukup tinggi. Hal ini diperoleh berdasarkan identifikasi awal pengujian karakteristik limbah. Hasil identifikasi juga menunjukkan nilai yang tidak memenuhi ambang baku mutu untuk parameter pH, konduktivitas, TDS, dan kekeruhan. Beberapa penelitian sebelumnya telah melakukan pengolahan pada limbah cair B3 menggunakan metode filtrasi dan koagulasi-flokulasi. Koagulasi-flokulasi adalah proses pengolahan air dengan cara penambahan bahan kimia (koagulan) melalui pengadukan cepat, yang dilanjutkan dengan pembentukan dan stabilisasi flok melalui pengadukan lambat sehingga diperoleh air yang lebih jernih [3]. Filtrasi adalah proses pengolahan air dengan prinsip pemisahan berdasarkan ukuran partikel yang dilakukan dengan cara melewatkan air limbah pada media dengan ukuran pori tertentu. Melalui saringan ini, partikel besar sebagai kontaminan pada air limbah akan tertahan sehingga diperoleh air yang lebih jernih [2]. Kedua metode ini umum digunakan untuk mengurangi kontaminan partikel berukuran besar (seperti TSS) pada air limbah terutama limbah B3 cair.

Metode filtrasi dan adsorpsi telah diterapkan pada pengolahan limbah cair laboratorium kimia, yang ditandai dengan persentase penurunan kadar BOD, COD, dan TSS secara berturut-turut 67,41 %, 85 %, dan 94,99 %. Pada metode filtrasi tersebut digunakan wadah penyaringan sederhana berukuran 20×20×30 cm dengan media filtrasi kerikil, pasir, ijuk, karbon aktif, dan zeolit [4]. Kombinasi metode koagulasi, sedimentasi dan filtrasi juga telah dilakukan untuk pengolahan limbah cair batik dengan hasil penurunan kadar COD tertinggi adalah 99,49%. Pada metode ini digunakan alat rancang bangun pengolahan limbah dengan urutan pengolahan secara berturut-turut adalah koagulasi-flokulasi yang menggunakan tawas 10 g/l dan kapur 25 g/l, sedimentasi yang dilakukan selama 3 jam, dan filtrasi dengan media filter arang aktif, pasir kuarsa dan zeolit dengan ketebalan masing-masing media 40 cm [5]. Metode koagulasi-flokulasi juga telah diterapkan untuk mengurangi kadar TDS dan ammonia dengan efektivitas penurunan secara berturut-turut 91,29% dan 91,82%. Pada metode koagulasi-flokulasi ini digunakan alum sulfat dengan konsentrasi 1 g/L dengan waktu optimum 2,5-5 menit [6]. Berdasarkan metode pengolahan dari penelitian sebelumnya dan menyesuaikan karakteristik limbah cair B3 di laboratorium kimia Politeknik Industri Logam Morowali, maka metode pengolahan yang dipilih adalah sedimentasi, netralisasi, koagulasi-flokulasi, dan filtrasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas metode kombinasi koagulasi-flokulasi dan filtrasi dalam mengurangi kadar COD, TDS, konduktivitas, dan kekeruhan pada limbah cair B3 laboratorium kimia di Politeknik Industri Logam Morowali. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui kondisi terbaik dalam proses pengolahan metode

kombinasi koagulasi-flokulasi dan filtrasi. Penelitian ini dilakukan secara batch skala laboratorium sebagai dasar rujukan langkah awal pengelolaan limbah B3 di Politeknik Industri Logam Morowali.

METODE PENELITIAN

Pengujian karakteristik limbah pra-pengolahan

Sampel limbah cair B3 laboratorium kimia disiapkan sebanyak 20 liter, kemudian dimasukkan ke dalam wadah penyimpanan limbah kemudian dilanjutkan pengujian karakteristik limbah yang meliputi parameter COD, pH, TDS, konduktivitas, dan kekeruhan. Pengukuran nilai COD adalah metode refluks terbuka secara titrimetri yang merujuk pada SNI 6989.15:2019 [7]. Pengukuran nilai pH, TDS dan konduktivitas dilakukan dengan menggunakan *water quality tester*. Pengukuran nilai kekeruhan menggunakan alat turbidimeter.

Pengolahan awal secara sedimentasi dan netralisasi

Limbah cair B3 didiamkan selama 24 jam sebagai tahap sedimentasi. Hasil sedimentasi pada bagian jernih dilanjutkan proses netralisasi menggunakan amonia. Amonia ditambahkan beberapa ml hingga diperoleh pH 6-8. Endapan yang terbentuk setelah penambahan amonia kemudian didiamkan selama 3 jam hingga diperoleh supernatan yang jernih. Bagian yang jernih ini kemudian dilanjutkan pada proses koagulasi-flokulasi.

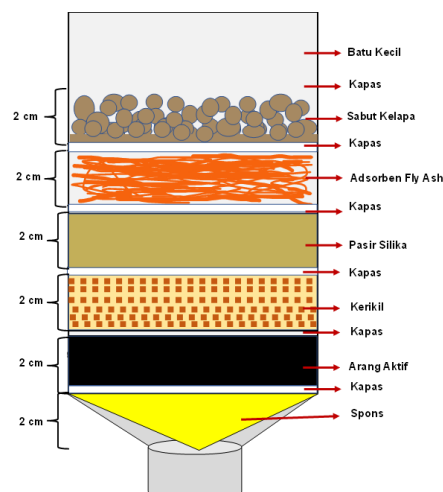
Pengolahan secara koagulasi-flokulasi

Terlebih dahulu, dibuat larutan koagulan tawas dengan variasi konsentrasi 100, 120, 140, 160, 180, 200, dan 220 ppm. Larutan koagulan kemudian dicampurkan ke sampel limbah cair B3 yang kemudian diaduk secara bersamaan menggunakan alat jar test. Proses koagulasi dilangsungkan selama 1 menit dan flokulasi selama 15 menit. Setelah melalui proses flokulasi, flok diendapkan selama 15 menit. Bagian atas air yang lebih jernih kemudian dilanjutkan pada pengukuran COD, pH, TDS, konduktivitas, dan kekeruhan. Prosedur lengkap dan detail dari tes jar dapat mengacu pada SNI 19-6449-2000 tentang Metode Pengujian Koagulasi-Flokulasi dengan Cara Jar [8]. Variabel konsentrasi koagulan yang memberi hasil pengujian parameter terbaik dilanjutkan ke pengolahan secara filtrasi.

Pengolahan secara filtrasi

Disiapkan botol bekas air mineral 1,5 L yang kemudian dipotong dengan tinggi 23 cm dan diameter 7 cm. Disiapkan media filter berupa batu kecil, serabut kelapa, kapas, arang aktif, pasir halus, kerikil, dan spons yang dimasukkan ke dalam botol dengan jumlah ketinggian masing-masing media adalah 4 cm dengan kapas sebagai pembatas masing-masing media. Urutan media fitrasi dapat dilihat seperti pada gambar 1. Perangkaian alat filtrasi dilanjutkan dengan variasi ketebalan media filtrasi yaitu 5 dan 6 cm.

Limbah cair B3 hasil terbaik dari proses koagulasi-flokulasi dituang ke dalam masing-masing alat filtrasi (ketebalan media 4, 5, dan 6 cm) hingga melewati seluruh lapisan media dari atas ke bawah. Filtrat yang keluar dari alat filtrasi ditampung pada gelas beker hingga mencapai volume ± 50 ml. Filtrat kemudian ditampung untuk dilanjutkan pada prosedur selanjutnya. Filtrat hasil penyaringan dengan alat filtrasi dilanjutkan pengukuran parameter COD, pH, TDS, konduktivitas, dan kekeruhan.



Gambar 1. Susunan lapisan media filtrasi pada rangkaian alat filtrasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas pengolahan awal

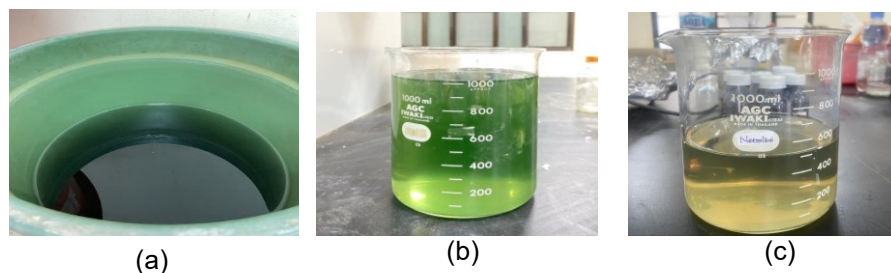
Pengolahan awal dilakukan sebagai langkah pertama untuk mengurangi kontaminan berukuran besar sebelum dilanjutkan pada pengolahan utama yang bertujuan untuk mengurangi kontaminan spesifik. Dalam hal ini, metode yang digunakan untuk pengolahan awal adalah sedimentasi dan netralisasi. Berdasarkan pengolahan awal limbah cair B3, diperoleh data pengujian yang diperlihatkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian karakteri

Pengolahan	Kadar COD (mg O ₂ /L)	Kekeruhan (NTU)	TDS (ppm)	Konduktivitas (μs/cm)	pH
Standar Baku Mutu [9]	150	25	500	800	6-9
Sampel limbah cair B3 (sebelum pengolahan)	160	36,74	42,2	84,4	1,15
Sedimentasi dan netralisasi	154	4,38	17,1	34,2	7,26

Data pada tabel 1 menunjukkan bahwa limbah cair B3 laboratorium kimia di Politeknik Industri Logam Morowali tidak memenuhi standar baku mutu untuk parameter COD, pH, dan kekeruhan. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Standar Baku Mutu Air Limbah Domestik, nilai parameter COD yang diperbolehkan adalah 150 mg O₂/L untuk kawasan pemukiman, komersial, dan industri ringan [9]. Selain itu nilai kekeruhan yang diperbolehkan adalah 25 NTU dan nilai pH pada rentang 6-9. Sementara nilai COD, kekeruhan, dan pH dari limbah cair B3 laboratorium kimia secara berturut-turut adalah 160 mg O₂/L, 36,74 NTU, dan 1,15. Visualisasi hasil sedimentasi dan netralisasi limbah cair B3 laboratorium dapat dilihat pada gambar 2.

COD (singkatan dari *Chemical Oxygen Demand*) yaitu jumlah oksigen yang diperlukan senyawa organik yang terkandung dalam air agar dapat teroksidasi secara kimiawi. Nilai COD menjadi nilai acuan untuk mengetahui tingkat pencemaran air limbah. Konsentrasi COD yang tinggi menunjukkan tingkat pencemaran yang lebih tinggi pada badan air. Semakin tinggi COD maka semakin rendah kandungan oksigen terlarut dalam perairan. Rendahnya kadar oksigen dalam perairan secara langsung dapat mempengaruhi keseimbangan ekologi perairan, karena oksigen diperlukan untuk respirasi, pertumbuhan dan reproduksi organisme perairan [10]. Tingginya nilai COD pada limbah cair B3 laboratorium kimia di Politeknik Industri Logam Morowali memicu perlunya dilakukan pengolahan sebelum dilakukan pembuangan agar memenuhi prosedur pengelolaan limbah B3.



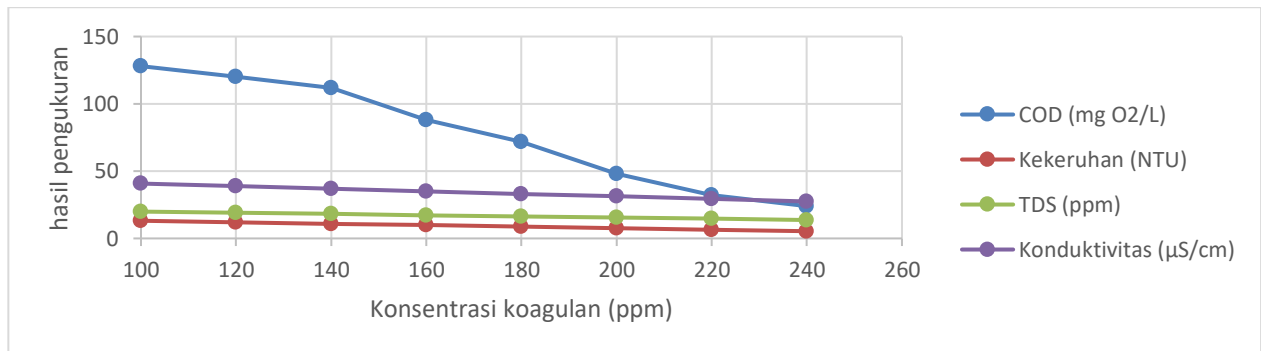
Gambar 2. (a) Limbah cair B3 Laboratorium sebelum pengolahan awal; (b) Limbah cair B3 laboratorium setelah sedimentasi; (c) Limbah cair B3 laboratorium setelah netralisasi

Setelah dilakukan pengolahan secara sedimentasi dan netralisasi, nilai kekeruhan menurun secara signifikan dari 36,74 NTU ke 4,38 NTU. Hal ini juga diikuti oleh nilai pH yang telah mencapai kisaran netral yaitu 7,26. Sedimentasi bertujuan untuk mengurangi partikel padat yang berukuran besar melalui gaya gravitasi. Netralisasi bertujuan untuk menetralkan pH limbah dengan menggunakan asam atau basa yang sesuai, yang dalam hal ini digunakan amonia untuk meningkatkan keasaman limbah. Nilai pH yang terlalu tinggi atau terlalu rendah memiliki nilai toksisitas yang tinggi dikarenakan nilai kelarutan yang meningkat terhadap senyawa lain, misalnya logam berat. Dalam hal ini, proses sedimentasi dan netralisasi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap pengurangan nilai COD. Hal ini dikarenakan kandungan senyawa organik tidak mengalami oksidasi selama proses sedimentasi berlangsung atau penambahan amonia sebagai bagian dari proses netralisasi. Limbah cair B3 hasil pengolahan awal secara sedimentasi dan netralisasi (dengan nilai COD, kekeruhan, TDS, konduktivitas, dan pH

secara berturut-turut 154 mg O₂/L; 4,38 NTU; 17,1 ppm; 34,3 μS/cm; dan pH 7,26), kemudian dilanjutkan pada pengolahan secara koagulasi-flokulasi.

Efektivitas pengolahan koagulasi-flokulasi

Limbah cair B3 hasil sedimentasi dan netralisasi kemudian dilanjutkan pada pengolahan utama yaitu koagulasi-flokulasi dengan hasil yang dapat dilihat pada gambar 3.



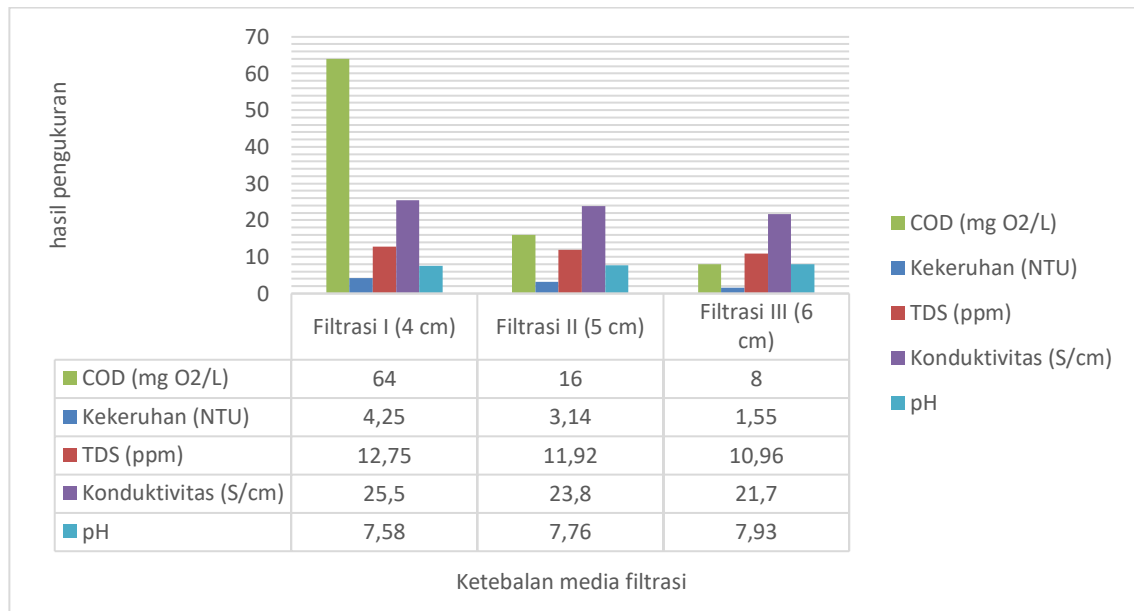
Gambar 3. Hasil pengolahan koagulasi-flokulasi menggunakan variasi konsentrasi koagulan

Berdasarkan grafik pada gambar 3 dapat dilihat adanya pengaruh dari variasi konsentrasi koagulan terhadap kadar COD, yakni kadar COD limbah cair B3 mengalami pengurangan seiring bertambahnya nilai konsentrasi koagulan tawas. Konsentrasi koagulan tawas terbaik adalah konsentrasi 240 ppm dengan kadar COD sebesar 24 mg O₂/l. Hal tersebut dikarenakan konsentrasi koagulan yang bervariasi dapat menyebabkan terjadinya perbedaan jumlah zat organik yang dinetralkan. Secara teoritis, semakin tinggi konsentrasi koagulan yang digunakan maka akan semakin baik dalam menetralkan zat organik pada limbah, namun konsentrasi koagulan yang melebihi kondisi optimumnya akan membuat zat organik yang telah dinetralkan tersebut terpecah oleh ion sejenis menjadi partikel berukuran koloid dan membuat sampel limbah cair menjadi keruh. Ketika koagulan dilarutkan, muatan positif dari koagulan akan menetralkan muatan negatif pada permukaan koloid, termasuk zat-zat organik yang menjadi penyebab utama kadar COD dalam air meningkat. Besarnya angka COD tersebut menunjukkan bahwa keberadaan zat organik di air berada dalam jumlah yang besar, sehingga perairan tersebut menjadi kekurangan oksigen. Hal inilah yang menjadi indikator banyak atau sedikitnya jumlah pencemar seperti koloid termasuk zat organik di dalam perairan tersebut maka begitu pula tinggi atau rendahnya kadar COD dalam air.

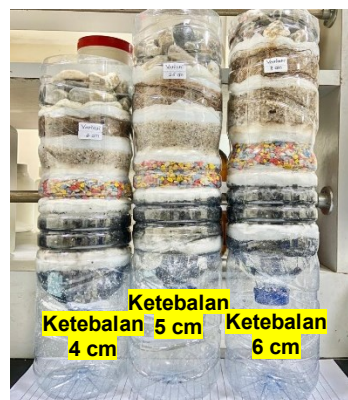


Gambar 4. Visualisasi hasil pengolahan koagulasi-flokulasi; (a) sampel sebelum koagulasi-flokulasi; (b) sampel setelah koagulasi-flokulasi

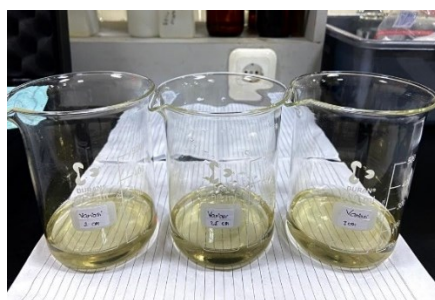
Selama proses koagulasi-flokulasi berlangsung, pengurangan nilai COD juga diiringi berkurangnya nilai parameter kekeruhan, TDS, dan konduktivitas. Dalam proses koagulasi-flokulasi, gumpalan-gumpalan partikel yang terbentuk lebih besar dan berat, sehingga memudahkan pemisahan partikel pengotor yang menjadi penyebab tingginya nilai kekeruhan. Sebagai hasilnya, kekeruhan air limbah dapat berkurang secara signifikan [3]. Selain itu, proses koagulasi-flokulasi juga dapat membantu mengurangi TDS dan konduktivitas karena sebagian besar TDS dalam air limbah terdiri dari senyawa ionik yang dapat melekat pada flok. Ketika flok tersebut diendapkan, sejumlah besar TDS dan ion terlarut dapat disingkirkan dari air, sehingga mengurangi konduktivitas dan TDS dalam air limbah. Hasil pengolahan limbah cair B3 secara koagulasi-flokulasi dengan konsentrasi 240 ppm (dengan nilai COD, kekeruhan, TDS, dan konduktivitas secara berturut-turut 24 mg O₂/L; 5,36 NTU; 13,67 ppm; dan 27,47 μS/cm), kemudian dilanjutkan pada pengolahan filtrasi. Visualisasi hasil pengolahan koagulasi-flokulasi dapat dilihat pada gambar 4.



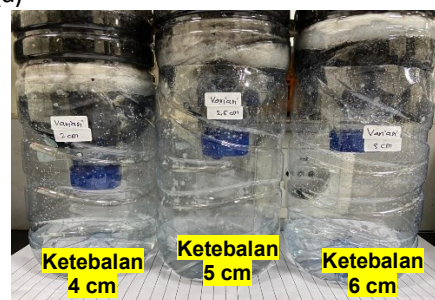
Gambar 5. Hasil pengolahan filtrasi menggunakan variasi ketebalan media filter



(a)



(b)



(c)

Gambar 6. Visualisasi pengolahan filtrasi;

(a) rangkaian media filtrasi; (b) sampel sebelum filtrasi; (c) sampel setelah filtrasi

Efektivitas pengolahan filtrasi

Limbah cair B3 hasil pengolahan koagulasi-flokulasi terbaik yaitu 240 ppm, kemudian dilanjutkan pada pengolahan secara filtrasi dengan hasil yang dapat dilihat pada gambar 5. Dari data tersebut, dapat dilihat bahwa terdapat pengaruh ketebalan lapisan media filtrasi terhadap pengurangan nilai COD, kekeruhan, TDS, dan konduktivitas. Nilai COD semakin berkurang dari ketebalan 4 cm, 5 cm, dan 6 cm dengan nilai COD secara berturut-turut adalah 64 mg O₂/L, 16 mg O₂/L, dan 8 mg O₂/L. Pengurangan ini juga diikuti oleh nilai kekeruhan, TDS, dan konduktivitas. Berdasarkan data dapat dilihat bahwa ketebalan media 6 cm paling efektif menurunkan nilai COD, kekeruhan, TDS, dan konduktivitas. Visualisasi proses pengolahan secara filtrasi juga dapat dilihat pada gambar 6.

Semakin tebal lapisan media filtrasi, maka partikel-partikel koloid yang tertahan akan semakin banyak, karena banyaknya granular dari komponen media filtrasi yang bersentuhan dengan partikel koloid pada air yang melewati pori-pori dari komponen media pada alat filtrasi. Selain itu komposisi dari alat filtrasi sederhana ini menjadi salah satu faktor yang dapat menyebabkan kadar COD menurun. Media kerikil memiliki fungsi sebagai penyaring dari kotoran-kotoran besar pada air, ijuk sebagai penyaring kotoran halus pada air, pasir silika dapat menyaring lumpur dan bahan pengotor lainnya, arang aktif dapat menyaring bau, menjernihkan, menyaring zat organik dan anorganik yang terkandung dalam air.

Secara keseluruhan, diperoleh efektivitas pengolahan limbah cair B3 laboratorium kimia antara lain efektivitas pengurangan nilai COD sebesar 95%, pengurangan nilai kekeruhan sebesar 95,78%, efektivitas pengurangan nilai TDS sebesar 74,03%, dan efektivitas pengurangan nilai konduktivitas sebesar 74,29%. Perolehan nilai efektivitas ini dihitung mulai dari sebelum pengolahan hingga pengolahan secara filtrasi (ketebalan media 6 cm). Adapun kondisi terbaik dalam pengolahan limbah cair B3 laboratorium kimia adalah pengolahan koagulasi-flokulasi dengan konsentrasi koagulan terbaik 240 ppm dan pengolahan filtrasi dengan ketebalan media terbaik 6 cm. Saran dan masukan terhadap penelitian ini adalah melanjutkan penelitian dengan membuat rancang bangun atau purwarupa alat yang efisien digunakan untuk mengolah limbah cair B3 laboratorium kimia Politeknik Industri Logam Morowali.

KESIMPULAN

Telah dilakukan pengolahan limbah cair B3 Politeknik Industri Logam Morowali menggunakan metode kombinasi koagulasi-flokulasi dan filtrasi dengan efektivitas sebagai berikut: efektivitas pengurangan nilai COD sebesar 95%, pengurangan nilai kekeruhan sebesar 95,78%, efektivitas pengurangan nilai TDS sebesar 74,03%, dan efektivitas pengurangan nilai konduktivitas sebesar 74,29%. Kondisi terbaik pada pengolahan limbah cair B3 Politeknik Industri Logam Morowali menggunakan metode kombinasi koagulasi-flokulasi dan filtrasi adalah penggunaan konsentrasi koagulan terbaik yaitu 240 ppm pada pengolahan koagulasi-flokulasi dan penggunaan ketebalan media terbaik 6 cm pada pengolahan filtrasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada ketua program studi dan kepala laboratorium kimia Program Studi Teknik Kimia Mineral Politeknik Industri Logam Morowali yang telah memberi kesempatan dalam pengambilan data penelitian. Diharapkan agar hasil penelitian ini dapat menjadi langkah awal dalam pengelolaan limbah cair B3 di laboratorium kimia Politeknik Industri Logam Morowali.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah Republik Indonesia, "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah B3," Indonesia, 101, 2014.
- [2] I. Asnawi, "Metode Pengolahan Limbah B3," in *Pengelolaan Limbah Padat, Industri, dan B3*, M. Sari and R. M. Sahara, Eds. Indonesia: Get Press Indonesia, 2023, p. 124.
- [3] I. Asnawi, "Pengolahan Kimia: Koagulasi dan Flokulasi," in *Pengolahan Limbah Industri*, M. Sari, Ed. Indonesia: Get Press Indonesia, 2023, pp. 31–48.
- [4] D. Sulistyanti, A. Antoniker, and N. Nasrokhah, "Penerapan Metode Filtrasi dan Adsorpsi pada Pengolahan Limbah Laboratorium," *EduChemia (Jurnal Kim. dan Pendidikan)*, vol. 3, no. 2, p. 147, 2018, doi: 10.30870/educhemia.v3i2.2430.
- [5] R. Rahmah and S. A. Mulasari, "Pengaruh metode koagulasi, sedimentasi dan variasi filtrasi terhadap penurunan kadar TSS, COD dan warna pada limbah cair batik," *Chem. J. Tek. Kim.*, vol. 2, no. 1, p. 7, 2016.
- [6] Raimon, "Studi Pengolahan Air Limbah Laboratorium secara Terpadu dengan Sistem Batch," *Din. Penelit. BIPA*, vol. 21, no. 38, pp. 153–164, 2010.
- [7] Standar Nasional Indonesia, "SNI 6989.15:2009 - Cara uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/COD) dengan refluks terbuka secara titrimetri," Jakarta, 2009.
- [8] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 19-6449-2000 Metode Pengujian Koagulasi Flokulasi dengan cara Jar," Jakarta, 2000.
- [9] Kementerian Lingkungan Hidup, "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah," Jakarta, 2014. doi: 10.1177/003231870005200207.
- [10] I. Asnawi, "Parameter Kualitas Air," in *Analisis Kualitas Lingkungan*, 1st ed., N. Sulung and R. M. Sahara, Eds. Indonesia: Get Press Indonesia, 2023, pp. 101–121.