

Penggunaan Adsorben Karbon Aktif Bambu Kuning (*Bambusa Vulgaris Var. Striata*) dan Bentonit dalam Proses Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia Politeknik Negeri Cilacap

*Use of Active Carbon Adsorbent Yellow Bamboo (*Bambusa Vulgaris Var. Striata*) and Bentonite in Chemical Laboratory Waste Treatment Process Cilacap State Polytechnic*

Putri Novitasari¹, Fadhilah Yumna Hanifah²

^{1,2}Program Studi D4 Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap

Email : ¹putrinovitasari017@gmail.com, ²fadhilahyumna99@gmail.com

*Penulis korespondensi: putrinovitasari017@gmail.com

Direview: 5 Oktober 2021

Diterima: 7 November 2021

ABSTRAK

Laboratorium kimia Politeknik Negeri Cilacap memiliki limbah yang berasal dari pembuangan hasil kegiatan praktikum dan pengujian yang menggunakan bahan atau zat kimia yang mengandung bahan berbahaya dan beracun. Proses adsorpsi dengan penambahan preparasi bentonit dan arang bambu dengan jenis *Bambusa vulgaris var. striata* atau bambu kuning. Aktivasi bambu (*Bambusa vulgaris var. striata*) secara kimia dengan menggunakan larutan H_3PO_4 (asam fosfat) 10%. Aktivasi bentonit secara kimia dengan mencampurkan bentonit dengan larutan HCl 5%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada pengolahan limbah cair laboratorium kimia Politeknik Negeri Cilacap. Aktivasi kimia terhadap bahan adsorben dapat menurunkan tingkat konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) sebesar 88,793% dan penurunan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) sebesar 84%. Kapasitas penjerapan bahan adsorben bambu kuning (*Bambusa vulgaris var. striata*) dengan bahan aktivasi kimia H_3PO_4 10% dan bentonit dengan aktivasi kimia HCl 5% dapat menjerap kadar kapasitas adsorben *Total Dissolved Solid* (TDS) sebanyak 6,866 mg/g dan kapasitas penjerapan *Total Suspended Solid* (TSS) sebanyak 0,0875 mg/g. Pemanfaatan bentonit dan limbah bambu kuning (*Bambusa vulgaris var. striata*) dapat dijadikan sebagai bahan adsorben yang efektif dalam pengolahan limbah cair laboratorium kimia.

Kata kunci : aktivasi kimia, bentonite, bambu kuning (*Bambusa vulgaris var. striata*), limbah cair laboratorium

ABSTRACT

Cilacap State Polytechnic chemical laboratory has waste derived from the disposal of practicum and testing activities that use hazardous and toxic materials or chemicals. Adsorption process with the addition of preparation bentonite and bamboo charcoal with *bambusa vulgaris var. striata* or yellow bamboo. Activation of bamboo (*Bambusa vulgaris var. striata*) chemically using a solution of 10% H_3PO_4 (phosphoric acid). Chemical activation of bentonite by mixing bentonite with a 5% HCl solution. This study aims to find out the decrease in concentrations of *Total Dissolved Solid* (TDS) and *Total Suspended Solid* (TSS) in the liquid waste treatment of Cilacap State Polytechnic chemical laborator. Chemical activation of adsorbents decreased the concentration level of *Total Dissolved Solid* (TDS) by 88.793% and decreased concentration of *Total Suspended Solid* (TSS) by 84%. The trapping capacity of yellow bamboo adsorben material (*Bambusa vulgaris var. striata*) with 10% H_3PO_4 chemical activation and bentonite with 5% HCl chemical activation can trap total dissolved solid (TDS) adsorent capacity levels

of 6,866 mg/g and Total Suspended Solid (TSS) absorption capacity of 0.0875 mg/g. Utilization of bentonite and yellow bamboo waste (*Bambusa vulgaris var. striata*) can be used as an effective adsorbent material in the processing of chemical laboratory liquid waste.

Keywords : chemical activation, bentonite, yellow bamboo (*Bambusa vulgaris var. striata*), laboratory liquid waste

1. PENDAHULUAN

Laboratorium kimia Politeknik Negeri Cilacap memiliki limbah yang berasal dari pembuangan hasil kegiatan praktikum dan pengujian yang menggunakan bahan atau zat kimia yang mengandung bahan berbahaya dan beracun. Hal ini dapat menyebabkan bahaya terhadap praktikan dan lingkungan sekitar laboratorium. Menurut penelitian Widayatno dkk. (2017) mengatakan bahwa limbah laboratorium memiliki potensi pencemaran. Pengolahan limbah cair laboratorium kimia Politeknik Negeri Cilacap perlu dilakukan sesuai dengan UU No 101 Tahun 2014 pasal 99 ayat 1 menyebutkan bahwa “Pengolahan limbah B3 wajib dilaksanakan oleh setiap orang yang menghasilkan limbah B3”.

Menurut Nurhayati dkk. (2020) mengatakan pengolahan limbah dengan metode adsorpsi dapat diaplikasikan pada limbah cair laboratorium kimia, akan tetapi kualitas penjerapan adsorben ditentukan oleh pemilihan bahan adsorben. Penelitian Annisah dan Subhan (2020) mengatakan bahwa adsorpsi adalah pengolahan limbah cair dimana kandungan kation logam berat yang terikat di permukaan dan terjerap pada pori-pori adsorben, sehingga konsentrasi akan larutan menurun. Pada penelitian adsorpsi sebelumnya dari Sulistryanti dkk. (2018) menyatakan bahwa efisiensi penurunan adsorpsi dalam pengolahan limbah cair laboratorium dapat menurunkan konsentrasi BOD sebesar 64,12% dan COD sebesar 80,78%. Namun, pada penelitian adsorpsi Nurhayati dkk. (2020) efisiensi penurunan adsorpsi pada konsentrasi TDS hanya sebesar 13,7%.

Bentonit dapat dijadikan sebagai bahan adsorben karena komponen utama pada bentonit ini didominasi oleh element penyusun yaitu Mg, Ca, Fe, Na, Ti, dan K (Nugraha dkk., 2017). Menurut penelitian Naswir dkk. (2018) mengatakan kandungan mineral dari bentonit yang tinggi hingga 40% yang efektif dijadikan bahan adsorben pada penjerapan partikel logam berat. Pada penelitian Annisah dan Subhan (2020) bentonit dapat menurunkan kandungan logam berat pada limbah cair laboratorium sebesar 95,81 % - 97,45 %, akan tetapi hasil dari pengolahan limbah cair dengan menggunakan bahan adsorben bentonit cenderung keruh dikarenakan padatan bentonit sangat mudah terlarut yang menyebabkan terjadinya perubahan warna dan efektivitas penurunan konsentrasi TDS dan TSS kurang maksimal. Untuk memaksimalkan efektivitas penurunan konsentrasi TDS dan TSS, dan mengetahui kapasitas penjerapan pada penurunan konsentrasi TDS dan TSS dengan mengkombinasikan adsorben bentonit dengan bambu kuning (*Bambusa vulgaris var. striata*) pada pengolahan limbah cair laboratorium kimia Politeknik Negeri Cilacap.

Menurut Penelitian Putu dkk. (2019) Bambu kuning memiliki kandungan silika, dimana silika merupakan senyawa aktif yang terdapat pada batangnya yang mampu menghilangkan rasa, warna, bau dan kotaminan organik Putu dkk. (2019). Selain itu, menurut penelitian Hadiah dkk., (2018) bambu kuning memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi yaitu 42,2 – 53,6% adalah salah satu adsorben biomassa yang potensial mempunyai kapasitas adsorpsi yang tinggi. Pada penelitian Widayanatno dkk.(2017) mengatakan bahwa luas permukaan arang bambu memiliki luas lebih besar dari pada arang kayu yaitu 300 m²/gr dengan mengaktivasi bambu kering dengan media pemanasan atau oksidasi yang tujuannya untuk pengikisan atom karbon, sehingga penjerapan adsorpsi cukup maksimal.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Persiapan Bahan

Adapun berikut ini tahap preparasi dalam penyediaan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini, antara lain :

1. Preparasi Arang Bambu Kuning (*Bambusa vulgaris var. striata*)
 - a. Pirolisis

Pirolisis dilakukan dengan menggunakan alat pirolisis, mengacu pada penelitian Hafidoh, (2018) pembakaran bambu kuning yang sudah dikeringkan, lalu dibakar secara pirolisis atau pembakaran secara tertutup tanpa O₂ (oksigen) selama 8 jam dengan suhu 400-450°C.

b. Aktivasi arang bambu kuning

Bambu kuning ditimbang sebanyak 4 kg, kemudian diaktivasi secara kimia dengan menggunakan larutan H₃PO₄ (asam fosfat) 10% sebanyak 5 L (dengan melarutkan 500 ml H₃PO₄ dengan 4,5L aquades), lalu dilarutkan dan direndam selama 24 jam, setelah itu arang bambu dibersihkan dengan mengalirkan aquades hingga angka pH menunjukkan netral. Karbon aktif arang bambu kuning lalu di oven pada suhu 140°C dengan waktu 1 jam, berfungsi untuk berregenerasi gabungan kimia dengan aktivasi bahan H₃PO₄ setelah dilakukan perendaman menurut penelitian (Widayatno dkk., (2017). Akan tetapi, pada penelitian ini ditambah suhu menjadi 150°C sebagai perbandingan dari penelitian sebelumnya. Hal ini dilakukan untuk mengurangi kadar oksigen dan air pada karbon aktif arang bambu, lalu dinginkan arang bambu kuning didalam *Desikator* (Widayatno dkk., 2017). Karbon aktif arang bambu kuning di tumbuk dan disaring dengan ukuran 8 mesh.

2. Preparasi Bentonit

Pengambilan dan pemilihan bentonit yang memiliki kualitas yang baik sebanyak 2 kg, lalu bentonit dibersihkan dengan mengalirkan aquades hingga angka pH menunjukkan netral. Kemudian bentonit dioven dengan suhu 110°C dengan waktu 3 jam yang bertujuan untuk meminimalisir dan untuk menghilangkan kadar air pada bentonit. Bentonit yang sudah kering, lalu dihaluskan hingga berukuran 120 mesh, selanjutnya bentonit didinginkan menggunakan desikator sebelum dilakukan proses berikutnya.

Aktivasi secara kimia dengan mencampurkan bentonit dengan larutan HCl 5% sebanyak 5 L (dengan melarutkan 250 ml HCl dengan 4,75 L aquades) diaduk selama 1 jam, lalu diendapkan selama 24 jam, setelah itu disaring dan dibilas dengan aquades hingga pH menunjukkan netral. Residu dikeringkan dengan suhu 110°C selama 2,5 jam. Kemudian, dihaluskan dan diayak hingga berukuran 120 mesh (Naswir dkk., 2020).

2.2 Tahapan Pengaplikasian Adsorben terhadap Alat Olah Limbah

Tahapan persiapan aplikasi adsorben pada proses adsorpsi terhadap alat olah limbah, cair laboratorium kimia:

1. Adsorben dialirkan secara bertahap dengan perbandingan bentonit : bambu kuning = 1 : 2 , untuk melihat efektivitas penurunan konsentrasi TDS dan TSS. Dengan waktu pengaliran selama 24 jam.

2. %Efektivitas penurunan adsorpsi dapat dihitung dalam sebagai berikut (Adam dkk., 2013) :

$$\frac{(Co-Ca)}{Co} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

Co = Konsentrasi Awal (mg/L)

Ca = Konsentrasi Akhir (mg/L)

3. Kapasitas adsorpsi, dimana dapat dihitung dengan rumus dibawah ini (Adam dkk., 2013) :

$$q = \frac{(Co-Ca)V}{M} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

q = Kapasitas adsorpsi (mg/L)

Co = Konsentrasi Awal (mg/L)

Ca = Konsentrasi Akhir (mg/L)

V = Volume (L)

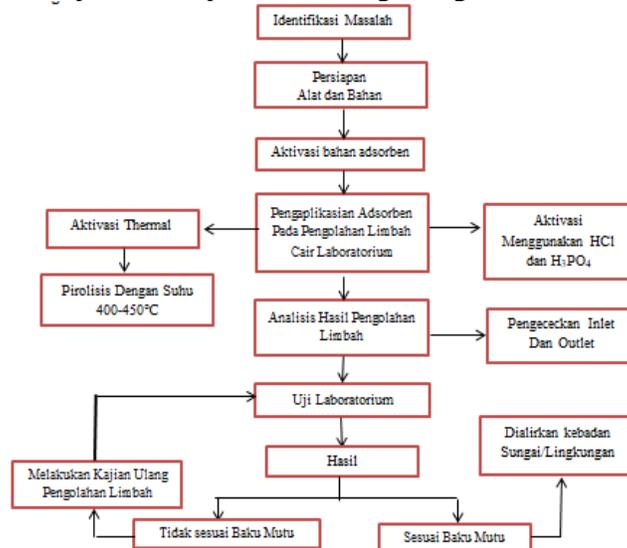
M = Massa (g)

2.3 Tahapan Analisis Data dan Hasil

Analisis data dilakukan dengan metode analisa data empiris. Data empiris didapatkan dari hasil uji laboratorium. Hasil buangan pengolahan limbah akan dialirkan ke badan air/ Lingkungan. Dan untuk hasil buangan limbah *sludge* dari proses pengolahan limbah dapat dilakukan penelitian lebih lanjut.

2.4 Bagan Alir Penelitian

Penelitian dilakukan secara proses tahapan sesuai dengan bagan alir di bawah ini :



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL PEMBAHASAN

Limbah laboratorium dikategorikan ke dalam limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Dilihat dari karakter fisik limbah awal yang digunakan yaitu berwarna keruh merah muda terang ini biasanya disebabkan oleh materi-materi *dissolved*, *suspended* dan koloid yang terlarut didalamnya, Penampakan limbah cair laboratorium yang digunakan pada penelitian ini, sebagai berikut :

Pengolahan limbah cair kimia diperlukan untuk menetralsisir kandungan bahaya yang terkandung dalam limbah cair kimia laboratorium ini, sehingga pemilihan pengolahan limbah dengan metode adsorpsi menurut penelitian (Naswir dkk., 2020). yang telah dilakukan metode adsorpsi dengan menunjukkan penurunan pada BOD sebesar 99,75% dan COD sebesar 98,72% dengan memperhatikan efisiensi adsorpsi dan bahan aktivasi adsorben yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang efektif untuk menjerap partikel-partikel zat yang bermuatan positif akan diikat dengan media adsorpsi yang bermuatan negatif sehingga dapat menghasilkan pengolahan limbah yang bermuatan netral. Menurut penelitian Sulistryanti., (2018) mengatakan bahwa semakin besar angka persentase penurunan angka konsentrasi maka kualitas adsorben semakin baik. Maka, sama hal nya harapan untuk dapat menurunkan angka konsentrasi pada penelitian ini penyisihan kadar kandungan sangatlah harus diperhatikan terutama dalam pemilihan bahan adsorpsi yang digunakan.

Sebelum melalui metode adsorpsi, maka dihasilkan data hasil uji secara empiris yang diujikan di laboratorium Balai/Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (B/BTKLPP), Yogyakarta sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Limbah Cair Kimia Laboratorium Sebelum Proses Adsorpsi

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	*Kadar Maksimum	Metode Uji
----	-----------	--------	-----------	-----------------	------------

1.	TDS	mg/L	9280	2000	In House Methode
2.	TSS	mg/L	125	35	In House Methode

*Peraturan Perundang – Undangan Nomor 07 Tahun 2016 Tentang baku mutu air limbah

Untuk memperoleh nilai baku mutu kualitas air limbah cair laboratorium yang sesuai. Uji parameter yang akan dilakukan mengacu pada baku mutu air limbah lingkungan. pH, TSS dan TDS dirasa penting, untuk mengetahui penurunan penyisihan dan penjerapan kadar materi-materi *dissolved*, *suspended* dan koloid pada pengolahan limbah cair kimia tersebut dengan bahan adsorben yang digunakan.

3.1 Preparasi Bambu Kuning

Pada saat pembakaran diusahakan tidak ada celah udara yang dapat masuk kedalam panci, dan suhu harus stabil untuk menghasilkan kualitas arang yang kering sempurna, tidak hanya kering bambu akan berubah menjadi bertekstur seperti karbon, memiliki warna hitam pekat, memiliki berat yang sangat ringan ini dikarenakan kadar air yang terkandung didalam bambu. Dibawah ini merupakan pembakaran dengan menggunakan *prototype* alat pirolisis, sebagai berikut :



Gambar 3. Proses Pembakaran Batang Bambu Kuning Dengan Metode Pirolisis

Peparasi limbah dilakukan secara kimia, namun bebrbeda bahan kimia aktivasi dengan bahan adsorben bentonit, pada limbah batang bambu kuning ini diaktivasi secara kimia dengan bahan H_3PO_4 . Sebelum bahan adsorben batang bambu diaktivasi, limbah batang bambu kuning dibakar dalam keadaan tidak ada atau tanpa O_2 (oksigen) dengan metode pirolisis dengan suhu pembakaran 400 - 450°C selama 8 jam, hingga limbah batang bambu kuning menjadi arang.

Dibawah ini merupakan proses aktivasi pada bahan adsorben, sebagai berikut :



Gambar 4. Proses Aktivasi Kimia Arang Bambu Kuning



Gambar 5. Bahan Adsorben Arang Bambu Kuning Setelah Jadi

Aktivasi bahan kimia pada proses pembuatan bahan adsorben sangatlah penting, karena aktivasi kimia adalah salah satu proses yang berfungsi dalam memperluas pori-pori bahan sehingga luas permukaan bahan adsorben.

3.2 Preparasi Bentonit

Bentonit yang memiliki kandungan silika, bentonit yang terdapat di pegunungan yang memiliki tingkat CaCl yang tinggi. Hasil dari aktivasi bahan adsorben pada bentonit, sebagai berikut :



Gambar 6. Proses Diaktivasi Kimia Bentonit



Gambar 7. Bahan Bentonit Setelah Jadi

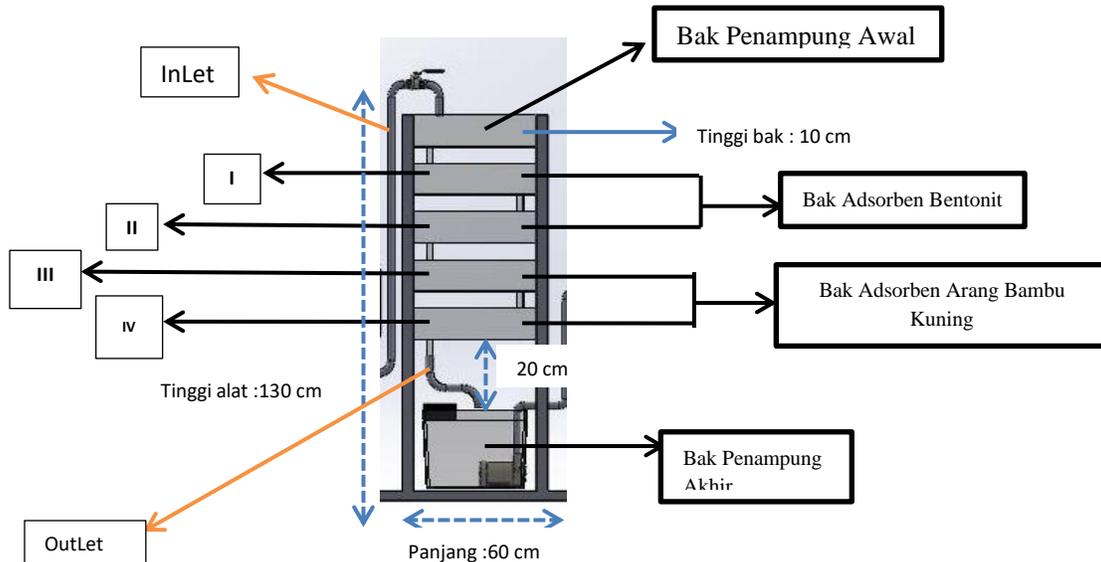
3.3 Pengolahan Limbah

Pengaplikasian bahan adsorben terhadap alat olah limbah, dilakukan secara bertahap. Limbah dialirkan dibak adsorpsi dari permukaan tertinggi ke yang terendah secara bertahap dan diberikan waktu agar semakin lama pengendapan maka semakin banyak yang terjerap pada permukaan pori – pori bahan adsorben. Perbandingan penggunaan bahan adsorben yaitu 2 : 2 : 1 : 1 , dimana bahan adsorben yang dibutuhkan adalah 4 kg bentonit dan 2 kg arang bambu kuning. Efektifitas adsorben pada penelitian ini, dilihat dari penurunan TDS dan TSS.

Bahan adsorben dalam penelitian ini, akan diaplikasikan terhadap alat olah limbah yang desain dengan secaran susunan bak menyusun kebawah, hal ini dimanfaatkan untuk dapat ngalirkan limbah kepada bahan adsorben hingga mengikuti gaya gravitasi bumi. Dibawah ini (Gambar 8) merupakan desain alat olah limbah yang akan diaplikasikan bahan adsorben yang telah diaktivasi.

Pada proses pengolahan limbah cair tersebut ,dapat diambil 4 sampel dari setiap hasil dari tahapan bak adsorpsi gravitasi. Pada setiap sampel, dapat terlihat perbedaan warna pada setiap sampel.Sampel a ;

warna merah muda pekat, Sampel b; warna merah muda, Sampel c; warna kuning kekuningan disebabkan adanya adsorben bentonit yang terbawa dalam aliran sampel limbah, Sampel d; warna jernih dan bening. Hasil pengolahan limbah dengan pengujian awal atau *pretreatment* dengan uji organoleptik dan pH sebelum dilakukan uji di laboratorium Balai/Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (B/BTKLPP), Yogyakarta (Gambar 9).



Gambar 8. Desain Alat Olah Limbah Dengan Metode Adsorpsi

Keterangan :

Berat massa adsorben pada bak

- Bak adsorpsi I : 1 kg bentonit teraktivasi,
- Bak adsorpsi II : 1 kg bentonit teraktivasi
- Bak adsorpsi III : 2 kg arang aktif bambu kuning
- Bak adsorpsi IV : 2 kg arang aktif bambu kuning



Gambar 9. Hasil Pretreatment Pengolahan Limbah Metode Adsorpsi

Keterangan :
a : Limbah awal
b : Penjerapan adsorben bentonit
c : Penjerapan adsorben Arang bambu Kuning
d : Hasil pengolahan

Melihat keempat perbedaan warna atau analisa secara fisika, menyatakan bahwa penelitian adsorpsi dengan kombinasi dua bahan adsorben, mampu menurunkan kadar materi-materi *dissolved*, *suspended* dan dapat menjerap koloid atau zat yang terlarut sehingga tinggal menyisakan kandungan H₂O atau air. Akan tetapi, hasil ini harus dianalisa lebih lanjut untuk mengetahui persentase penurunan kadar TDS dan

TSS untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan adsorben yang digunakan pada pengolahan limbah cair laboratorium kimia.

3.4 Hasil Analisis Pengujian Limbah

Pada penelitian ini, telah dilakukan pengujian secara laboratorium, hal ini dijadikan referensi dalam analisa secara deskriptif untuk mengetahui kerja bahan adsorben dalam penyisihan dan penjerapan kadar pencemar pada limbah cair kimia tersebut. melihat hasil uji karakterisasi tabel 1 sebelum dilakukan pengolahan, dan akan dilakukan pengujian secara empiris pada hasil pengolahan limbah yang dilakukan. Tujuannya adalah untuk mengetahui perbandingan hasil kadar konsentrasi, dalam mengetahui pengaruh bahan penelitian dalam penyisihan kandungan yang tersuspensi berupa residu dari padatan total dan total padatan yang terlarut dalam larutan baik berupa zat organik maupun anorganik.

Setelah melalui metode adsorpsi, maka dihasilkan data hasil uji secara empiris yang diujikan di laboratorium Balai/Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (B/BTKLPP), Yogyakarta sebagai berikut :

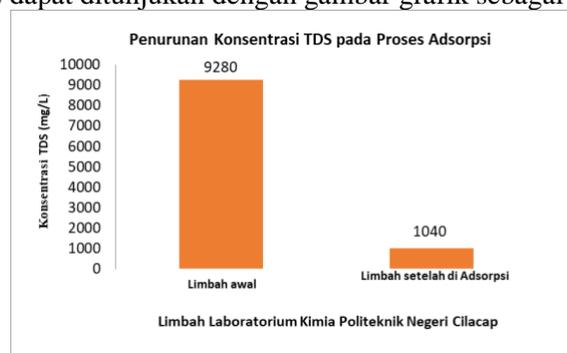
Tabel 2. Hasil Pengujian Limbah Cair Kimia Laboratorium Setelah Proses Adsorpsi

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	*Kadar Maksimum	Metode Uji
1.	TDS	mg/L	1040	2000	In House Methode
2.	TSS	mg/L	20	35	In House Methode

Berdasarkan tabel 2, hasil menyatakan seluruh parameter uji telah sesuai dengan baku mutu air limbah sesuai dengan peraturan undang - undang nomor 7 Tahun 2016. Perbedaan angka konsentrasi antara tabel 1 dan 2 adalah adanya pengaruh penggunaan bahan adsorben pada pengolahan limbah, tentunya memberikan efek penurunan angka konsentras parameter pada hasil uji tabel 2 dari hasil data angka konsentrasi parameter tabel 1 limbah sebelum dilakukan pengolahan penggunaan bahan adsorben tersebut. Namun, untuk mengetahui analisis secara deskriptif penyisihan dan penjerapan adsorben pada pengolahan limbah. Maka, akan dilakukan beberapa analisis hasil penurunan kadar konsentrasi TDS dan TSS untuk mengetahui penyisihan kandungan kadar materi-materi *dissolved*, *suspended* dan koloid pada pengolahan limbah cair kimia tersebut.

a. Analisis Deskriptif Penyisihan TDS (*Total Dissolved Solid*)

Parameter TDS (*Total Dissolved Solid*) atau padatan terlarut, padatan – padatan yang mempunyai ukuran lebih kecil dari padatan tersuspensi. Nilai angka TDS pada limbah tersebut, jika tidak dikelola dan diolah dapat mencemari badan air. Maka dari itu, dalam mengkoreksi kualitas air salah satunya dapat melihat dari penyisihan TDS, karena TDS berperan penting dalam mengurai seluruh bahan organik. Dibawah ini adalah data hasil penurunan kadar TDS sesuai dengan hasil data pengujian laboratorium tabel 1 dan 2 dapat ditunjukkan dengan gambar grafik sebagai berikut :



Gambar 11. Grafik Penurunan Kadar TDS (*Total Dissolved Solid*)

Data hasil penelitian yang diperoleh, memiliki konsentrasi TDS yang sangat tinggi yaitu 9280 mg/L dan mengalami penurunan konsentrasi TDS hingga 1040 mg/L. Konsentrasi TDS dapat ditunjukkan pada tabel 1 dan 2 yang digambarkan menjadi sebuah grafik pada gambar 12. Untuk mengetahui persentase penurunan dapat dihitung :

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Penurunan (\%)} &= \frac{(C_o - C_a)}{C_o} \times 100\% \\ &= \frac{(9280 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 1040 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{9280 \text{ mg/L}} \times 100\% \\ &= 0,88793 \times 100\% \\ &= 88,793\% \end{aligned}$$

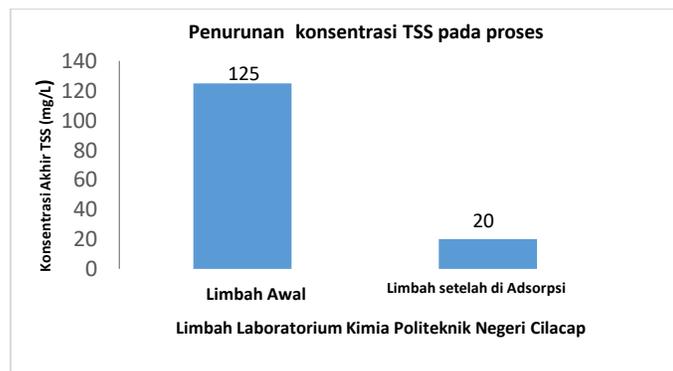
Persentase penyisihan konsentrasi TDS sebesar 88,793%, hasil ini dapat dikatakan efektif karena dapat menurunkan konsentrasi TDS secara signifikan. Pada penelitian sebelumnya, persentase penurunan kadar konsentrasi bahan kimia rata-rata sebesar 76,75%^[10] dengan kombinasi bahan adsorpsi yang berbeda. Efektivitas bahan adsorben dalam menyisihkan kadar konsentrasi TDS tak lain dari fungsi penjerap dalam bahan adsorben, dalam mengetahui kapasitas penjerapan bahan adsorben dapat dihitung :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Penjerapan (q)} &= \frac{(9280 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 1040 \frac{\text{mg}}{\text{L}}) 5L}{6000 \text{ g}} \\ &= \frac{(8240 \frac{\text{mg}}{\text{L}}) 5L}{6000 \text{ g}} \\ &= \frac{41200 \text{ mg}}{6000 \text{ g}} \\ &= 6,866 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Kapasitas penjerapan ini, memiliki daya jerap yang cukup efektif penyisihan konsentrasi kandungan materi *dissolved* dan beban pencemar. Perubahan warna yang signifikan terdapat pada gambar 10 dan adanya perubahan pH yang signifikan ditunjukkan pada gambar 11.

b. Analisis Deskriptif Penyisihan TSS (*Total Suspended Solid*)

Sampel awal dan akhir setelah dilakukannya pengolahan limbah secara bertahap dapat dilihat pada hasil uji laboratoirum pada tabel 1 dan 2, menunjukkan perbandingan angka konsentrasi khususnya untuk penurunan konsentrasi TSS. Maka, data hasil penurunan TSS dapat ditunjukkan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 12. Grafik Penurunan Kadar TSS

Pada penelitian ini didapatkan hasil pada pengolahan limbah cair laboratorium kimia, mengalami penurunan data yang signifikan dari 125 mg/L menjadi 20 mg/L dengan baku mutu yang ditetapkan 35 mg/L. Penurunan TSS disebabkan adanya proses penyisihan materi yang terkandung didalam limbah.

Melihat gambar grafik 12 terlihat jelas adanya penurunan yang terjadi pada konsentrasi parameter TSS data ini diambil dari tabel 4.1 dan 4.2, untuk mengetahui persentase penyisihan kandungan materi yang kandung dapat dihitung, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Penyisihan adsorpsi \%} &= \frac{(125 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 20 \text{ mg/L})}{125 \text{ mg/L}} \times 100\% \\ &= 84 \% \end{aligned}$$

Persentase penyisihan adsorpsi pada TSS mampu menurunkan mencapai 84 %, persentase penyisihan yang cukup optimal untuk dapat diaplikasikan dialat olah limbah. Selain itu, kapasitas penjerapan adsorben pada penyisihan konsentrasi TSS dapat dihitung, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Penjerapan (q)} &= \frac{(125 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 20 \frac{\text{mg}}{\text{L}}) 5\text{L}}{6000 \text{ g}} \\ &= \frac{(8240 \frac{\text{mg}}{\text{L}}) 5\text{L}}{6000 \text{ g}} \\ &= \frac{525 \text{ mg}}{6000 \text{ g}} \\ &= 0,0875 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Kadar konsentrasi TSS pada limbah dapat terjerap sebanyak 0,0875 mg/g sesuaikan dengan volume dan massa adsorben, akan tetapi hasil penjerapan TSS tidak sebesar TDS dikarenakan kandungan TSS lebih rendah dibandingkan dengan hasil TDS maka hasil penjerapan pada kapasitas adsorben tersebut sebanyak 0,0875 mg/g. Pada hasil uji karakterisasi pada tabel 1 limbah jauh dari baku mutu lingkungan sedangkan limbah setelah dilakukan pengolahan limbah menunjukkan penurunan yang signifikan hingga mencapai data sesuai dengan baku mutu lingkungan dan hasil pengolahan limbah dapat dilakukan pembuangan atau dialirkan kelingkungan. Perubahan ini dipengaruhi oleh proses adsorpsi dibagi menjadi 2 proses besar yaitu penurunan konsentrasi dengan proses kimia dan fisika. Hasil penelitian yang telah dilakukan menghasilkan penurunan konsentrasi TDS dan TSS yang signifikan dilihat dari perubahan efisiensi penurunan konsentrasi TDS dan TSS dan kapasitas penjerapan bahan adsorben yang teraktivasi. Efektivitas penurunan dapat dilihat berdasarkan hasil penjerapan adsorpsi dengan kombinasi arang aktif bambu kuning dan bentonit, yang memiliki efisiensi tinggi dalam menurunkan kadar pencemar dilihat dari penurunan TSS dan TDS yang signifikan mencapai 84% - 88,793%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan dalam beberapa hal, sebagai berikut :

1. Efektivitas bahan adsorben arang aktif bambu kuning (*Bambusa vulgaris var. striata*) dan bentonit dapat menurunkan tingkat konsentrasi TDS dengan konsentrasi limbah dari 9280 mg/L menjadi 1040 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 88,793% sedangkan untuk persentase penurunan konsentrasi TSS awalnya 125 mg/L menjadi 20 mg/L dengan persentase penurunan 84%.
2. Kapasitas penjerapan bahan adsorben bambu kuning (*Bambusa vulgaris var. striata*) dengan bahan aktivasi kimia H₃PO₄ 10% dan bentonit dengan aktivasi kimia HCl 5% dapat menjerap kadar kapasitas adsorben TDS sebanyak 6,866 mg/g dan kapasitas penjerapan TSS sebanyak 0,0875 mg/g.

SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran untuk melakukan penelitian selanjutnya, sebagai berikut :

1. Melakukan pengembangan terhadap bahan aktivasi kimia dan bahan adsorben untuk meningkatkan kinerja adsorpsi pada pengolahan limbah cair laboratorium kimia,
2. Penelitian ini diharapkan menjadi referensi dan rujukan bagi peneliti selanjutnya, dengan mengupayakan pengembangan materi dan inovasi mengenai tema penelitian adsorpsi.

3. Dalam penelitian perlu dilanjutkan, dengan penambahan variasi bahan aktivasi untuk menghasilkan ikatan gugus fungsi pada permukaan karbon dapat menghasilkan kapasitas penjerapan yang maksimal.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan beberapa pihak terkait. Penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing 1 dan 2, Laboratorium Balai/Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (B/BTKLPP), Yogyakarta. Staff dan karyawan Politeknik Negeri Cilacap serta dosen - dosen Program Studi Sarjana Terapan Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan yang telah memberikan kerja sama yang baik dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisah, A dan Subhan, M. (2020). Efektifitas Regenerasi Bentonit Dan Zeolit Bekas Untuk Menyerap Logam Mangan Dan Besi Dalam Limbah Cair Laboratorium, *J. Tek. Kim.*, vol. 26, no. 1, pp. 12–21.
- Adam H. D., Suryani, H., Nasir, M., Safni dan Nugraha, C. W. (2013). Adsorpsi Cu Menggunakan Nanofiber Polisulfon-FeOOH yang disintesis dengan Metode Elektrosinning. *Jurnal Litbang Industri*, Vol. 3 No. 2 Hal. 101- 108.
- Hadiyah, F., Meliasari, T., dan Herdyanto (2020). Pemurnian minyak jelantah dengan menggunakan adsorben serbuk biji kelor tanpa karbonasi dan bentonit. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 26, no. 1, pp. 27-36.
- Hafidoh, M. D., (2021). *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Bambu Menggunakan Aktivator HCl Sebagai Adsorben Timbal (Pb)*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Naswir, M., Arita, S., Jumaida, P., Desfaournatalia, Lince, M., dan Tasmin. (2018). The Development Of Nanotechnology Bentonite As Adsorbent Of Metal Cadmium (Cd). *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1116, no. 4, Pages 1 - 8.
- Naswir, M., Yasdi, Caniago, A. M., dan Wibowo, G. Y. (2020). Pemanfaatan Kompilasi Bentonit dan Karbon Aktif dari Batubara untuk Menurunkan Kadar BOD dan COD pada Limbah Cair Industri Karet. *Jurnal Presipitasi*. Vol 17, No 2, 2020, 121-127.
- Nugraha, F. W. Mahatmanti, dan Sulistyaningsih. (2017). Indonesian Journal of Chemical Science Pemanfaatan Bentonit Teraktivasi HCl sebagai Adsorben Ion Logam Cd (II). *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 6, no. 3, pp. 2–7. Hal. 121 – 127.
- Nurhayati, I., Sugito, Pertiwi, A. (2017). Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Dengan Adsorpsi dan Pretreatment Netralisasi dan Koagulasi. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan.*, vol. 10, no. 2, pp. 2–7. Hal. 125 – 138.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun. pp. 1–150, 2014.
- Putu, A., dan Krismayanti. (2019). Sintesis Arang Aktif Dari Limbah Batang Bambu Dengan Aktivator NaOH Sebagai Adsorben Ion Krom (III) Dan Timbal (II). *Cakra Kim.*, vol. 7, no. 1, pp. 189–197.
- Widayatno, T., Yuliatwati, T., dan Susilo, A. A. (2017). Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *J. Teknol. Bahan Alam*, vol. 1, no. 1, pp. 17–23.
- Wirani, L. I. (2017). *Aktivasi Karbon dan Sekam Padi dengan Aktivator Asam Klorida (HCl) dan Pengaplikasian pada limbah Pengolahan Baterai Mobil untuk mengurangi Kadar Timbal (Pb)*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.