

Pengaruh Limbah Tahu Terhadap Kualitas Air Sungai Cikeruh dan Penanganannya dengan Metode Adsorpsi Berdasarkan Prinsip Teknologi Tepat Guna

TURSINA HAJAR^{1*}, ADI MULYANA SUPRIATNA¹, DAN EKO PRABOWO HADISANTOSO¹

¹Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung

* alamat email korespondensi: sinahajar8@gmail.com

Informasi Artikel

Abstrak/Abstract

Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi kualitas air Sungai Cikeruh yang ditinjau dari parameter BOD, COD, TSS, dan pH, menganalisis pengaruh limbah cair dari Industri Tahu Rumahan Ds. Mekarsari terhadap kualitas air Sungai Cikeruh yang ditinjau dari parameter BOD, COD, TSS, dan pH, mengetahui efektivitas adsorpsi dengan prinsip Teknologi Tepat Guna (TTG) dalam menurunkan kadar pencemar limbah cair dari Industri Tahu Rumahan Ds. Mekarsari. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah grab sample. Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi kualitas air Sungai Cikeruh berdasarkan baku mutu PP RI No. 22 Tahun 2021 untuk titik air sungai sebelum tercemar dengan limbah cair dari Industri Tahu sesuai dengan baku mutu, sedangkan setelah tercemar dengan limbah cair dari Industri Tahu kadar COD dan TSS melebihi baku mutu. Hasil menunjukkan limbah cair dari Industri Tahu dengan parameter pH sebesar 4,35, kadar COD sebesar 1128 mg/L, dan kadar TSS sebesar 595 mg/L. Kadar ini melebihi baku mutu yang ditetapkan, sehingga dapat mencemari sungai Cikeruh. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum air limbah dibuang ke sungai. Hasil analisis menunjukkan limbah cair dari salah satu Industri Tahu di Desa Mekarsari yang telah diuji dengan metode adsorpsi berdasarkan prinsip Teknologi Tepat Guna saringan kombinasi abu sekam padi, arang tempurung kelapa, batu apung, dan pasir bata merah mampu mengurangi kadar parameter pencemar dari parameter COD dan TSS hal ini terbukti dengan rata-rata persentase efektivitas yang didapatkan setelah perlakuan untuk kadar COD sebesar 51,42%, kadar TSS sebesar 65,71%, sedangkan untuk penetralan pH sebesar 7,5%.

Keywords:
adsorption; water quality; tofu industrial waste; cikeruh river; appropriate technology.

This study aims to analyze the condition of the water quality of the Cikeruh River in terms of BOD, COD, TSS, and pH parameters, analyze the effect of liquid waste from the Homemade Tofu Industry in Ds. Mekarsari on the water quality of the Cikeruh River in terms of BOD, COD, TSS, and pH parameters, to determine the effectiveness of adsorption with the principle of Appropriate Technology (TTG) in reducing pollutant levels of liquid waste from the Homemade Tofu Industry, Ds. Mekarsari. The sampling technique used is the grab sample. The results of the analysis show that the condition of the water quality of the Cikeruh River is based on the quality standard of PP RI No. 22 of 2021 for river water points before being polluted with liquid waste from the Tofu Industry in accordance with quality standards, while after being polluted with liquid waste from the Tofu Industry the levels of COD and TSS exceed the quality standards. The results show the liquid waste from the Tofu Industry with a pH parameter of 4.35, a COD level of 1128 mg/L, and a TSS level of 595 mg/L. This level exceeds the specified quality standard, so it can pollute the Cikeruh river. Therefore, it is necessary to treat it first before the wastewater is discharged into the river. The results of the analysis show that liquid waste from one of the Tofu Industries in Mekarsari Village which has been tested with the adsorption method based on the principle of Appropriate Technology filter combination of rice husk ash, coconut shell charcoal, pumice stone, and red brick sand is able to reduce the levels of pollutant parameters from the COD parameters and This TSS is proven by the average percentage of effectiveness obtained after treatment for COD levels of 51.42%, TSS levels of 65.71%, while for pH neutralization it is 7.5%.

PENDAHULUAN

Bagi semua makhluk hidup, air merupakan sumber daya yang sangat penting yang dapat dimanfaatkan untuk kehidupan sehari-hari seperti minum, mencuci, pertanian, perikanan, industri, dan PLTA. Kualitas air menjadi salah satu faktor terpenting untuk mengetahui apakah air tersebut tercemar atau tidak [1]. Pencemaran air terjadi apabila ada suatu keadaan yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas badan air sampai suatu tingkat tertentu sehingga tidak memenuhi baku mutu atau tidak dapat digunakan untuk keperluan tertentu [2].

Pencemaran air banyak terjadi disebabkan oleh adanya limbah cair dari pabrik atau industri yang dihasilkan. Tidak dapat dipungkiri bahwa limbah pabrik dan limbah industri domestik merupakan penyumbang terbesar dalam peristiwa pencemaran air [3]. Industri Tahu merupakan salah satu industri rumah tangga yang dalam pengolahannya menggunakan banyak air, sehingga menyebabkan banyak limbah cair yang dihasilkan. Limbah cair yang dihasilkan mengandung zat organik dan anorganik yang sangat tinggi, sehingga jika dibuang langsung ke badan air akan mencemari lingkungan. Maka dari itu limbah cair dari Industri Tahu sebelum dibuang ke badan air harus memenuhi standar baku mutu kualitas air berdasarkan PP RI No. 22 Tahun 2021 [4].

Menurut survei pendahuluan yang telah dilakukan oleh penulis pada tanggal 01 Februari 2022 diketahui sebanyak 20 Industri Tahu Rumah tangga di Kec. Bayungbong, Ds. Mekarsari. Semua Industri Tahu belum dilengkapi dengan unit pengolahan air limbah. Sehingga limbah yang dihasilkan langsung dibuang ke lingkungan. Dari semua Industri Tahu di Ds. Mekarsari, penulis memilih salah satu Industri Tahu Rumah tangga Ds. Mekarsari karena Industri Tahu tersebut terdekat dengan Sungai Cikeruh.

Sungai Cikeruh merupakan termasuk air kelas dua yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian. Limbah cair dari Industri Tahu yang dibuang ke sungai seringkali mencemari lingkungan diantaranya perairan jadi kotor, populasi hewan di ekosistem mati, bau dan pemandangan yang tidak sedap [5].

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, limbah cair di salah satu Industri Tahu Rumah tangga Ds. Mekarsari mempunyai konsentrasi limbah yang tinggi diantaranya konsentrasi COD sebesar 1128 mg/L, konsentrasi TSS sebesar 595 mg/L, dan kadar pH yang sangat asam yaitu sebesar 4,35.

Mengingat tingginya potensi pencemaran lingkungan akibat limbah cair dari Industri Tahu, maka diperlukan metode dalam pengolahan air limbah dari Industri Tahu yang murah, mudah, dan efisien digunakan oleh masyarakat untuk meningkatkan kualitas limbah cair tersebut sebelum dibuang ke lingkungan. Salah satu metode pengolahan limbah cair yang digunakan adalah Adsorpsi berdasarkan prinsip Teknologi Tepat Guna.

Dalam penelitian ini digunakan 4 macam adsorben yang dikombinasikan dalam satu wadah saringan yaitu abu sekam padi, arang tempurung kelapa, batu apung, dan pasir bata merah. Hal ini dikarenakan abu sekam padi berfungsi menyerap zat-zat pengotor, menyerap bau dan warna sehingga menghasilkan air jernih. Pasir bata merah berfungsi sebagai material penyaring partikel-partikel yang ada dalam sumber air yang keruh secara fisik akan tertahan oleh lapisan pasir [6]. Arang tempurung kelapa berfungsi sebagai filter air dan juga membantu penyerapan air dengan memanfaatkan karbon aktif [7]. Batu apung berfungsi menyerap zat-zat pengotor [8].

Menurut beberapa sumber literatur yang didapatkan efektivitas dari karbon aktif yang berasal dari kayu dan tempurung kelapa mampu menurunkan kadar kekeruhan dari limbah cair dari Industri Tahu dengan efektivitas karbon aktif dari tempurung kelapa mampu menurunkan kadar TSS sebesar 85,26% dan untuk kombinasi dari tempurung kelapa dan kayu sebesar 91,8% [9]. Sedangkan dengan menggunakan media pasir, kerikil, arang aktif, dan zeolit dalam pengolahan limbah cair batik mampu menurunkan kadar COD berkisar 72,8%-98,41%, TSS berkisar 17,36%-86,94%, dan penetralan pH berkisar 4,0%-63,0% [10].

Penelitian ini dilakukan dengan memperhatikan standar baku mutu limbah cair dari Industri Tahu berdasarkan Permen LHKRI No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah "Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan / atau Kegiatan Pengolahan Kedelai Industri Tahu" dan dalam menganalisis parameter kualitas air sungai berdasarkan PP RI No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup "Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya" [4] [11].

EKSPERIMEN

Material

Dalam penelitian ini bahan-bahan yang digunakan yaitu sampel air sungai, sampel limbah

cair dari Industri Tahu, H₂SO₄ 0,8 mL, *digestion solution* 1,5 mL, pereaksi asam sulfat 3,5 mL, aquades, arang tempurung kelapa, abu sekam padi, batu bata merah, dan batu apung.

Instrumentasi

Instrumentasi yang digunakan untuk penentuan kadar pH dengan EUTECH Instruments Cyberscan pH 310, penentuan kadar COD dengan HANNA instruments HI 839800 COD reactor untuk refluks dan untuk penentuan konsentrasi/COD dengan Spektrofotometer HACH DR 2800, penentuan TSS dengan Spektrofotometer HACH DR 2800, dan penentuan BOD dengan AMTAST DO 900 Dissolved Oxygen Meter.

Prosedur

Prosedur yang dilakukan pada penelitian ini Pada penelitian ini meliputi 3 tahap, yaitu tahap sampling, tahap pengujian parameter dan tahap pembuatan alat teknologi tepat guna skala lab dan nilai persentase efektivitas kadar pencemar.

Sampling

Sampel dilakukan di dua lokasi yakni di limbah cair Industri Tahu Rumahan Ds. Mekarsari dan yang kedua di Sungai Cikeruh. Hal yang pertama dilakukan sampel ditampung dan dimasukkan ke dalam ember, setelah itu sampel dimasukkan sebanyak 1 liter ke dalam botol PP kemudian ditutup rapat dan dimasukkan ke dalam *cool box* untuk dibawa ke Lab DLH Kab. Garut untuk diuji parameter BOD, COD, TSS dan pH.

Untuk sampling air sungai Cikeruh terlebih dahulu dihitung debit sungainya. Persamaan yang digunakan yaitu :

$$Q = A \times V \quad (1)$$

Ket : Q = debit aliran air (m³/s)
A = luas penampang (m²)
V = kecepatan aliran air (m/s)

Berikut adalah lokasi dan titik sampling air sungai Ciekruh dan salah satu Industri Tahu Ds. Mekarsari terlihat pada **Gambar 1**.



Ket :
A = titik sebelum tercemar limbah cair dari industri tahu
B = titik sebelum tercemar limbah cair dari industri tahu
C = titik limbah cair Industri Tahu dari saluran pembuangan limbah
Gambar 1 Lokasi & Titik Sampling Air Sungai Cikeruh dan salah satu Industri Tahu Ds. Mekarsari

Adapun sumber SNI untuk metode Sampling yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Metode Sampling

Sampel	Sumber
Air Sungai	SNI 6989.57:2008
Air Limbah Tahu	SNI 6989.59:2008

Pengujian Parameter

Parameter yang diuji adalah BOD, COD, TSS, dan pH kemudian dianalisis berdasarkan SNI yang berlaku. Setelah itu di dibandingkan dengan baku mutu. Untuk yang sesuai baku mutu tidak diuji dengan alat TTG, sedangkan untuk yang tidak sesuai akan diuji dengan alat TTG berdasarkan metode adsorpsi dengan menggunakan empat adsorben, diantaranya abu sekam padi, arang tempurung kelapa, batu apung, dan pasir bata merah.

Karakterisasi sampel dapat dilihat pada **Tabel 2** berikut ini.

Tabel 2 Karakterisasi sampel

Parameter	Sumber	Metode
BOD	SNI 06-6989.72-2009	Titrasi Winkler
COD	SNI 6989.2-2019	Spektrofotometri
TSS	SNI 6989.3-2019	Gravimetri
pH	SNI 6989.11-2019	pH meter

Pembuatan Alat Teknologi Tepat Guna Skala Lab dan Nilai Persentase Efektivitas Kadar Pencemar

Alat yang digunakan adalah botol aqua bekas 1 L, lalu botol tersebut diletakkan dalam posisi terbalik dan bagian atas dilubangi sebagai

permukaan saringan sedangkan bagian bawah sebagai katup untuk mengeluarkan limbah cair yang sudah tersaring. Adsorben berupa pasir bata merah, batu apung, arang tempurung kelapa, dan abu sekam padi dimasukkan ke dalam botol yang sudah dilapisi dengan kain dan disusun dengan abu sekam padi di bagian paling atas, lalu arang tempurung kelapa, batu apung, dan pasir bata merah dengan perbandingan 1:1:1:1 yaitu tinggi botol 5 cm untuk abu sekam padi, arang tempurung kelapa, batu apung dan pasir bata merah. Sedangkan bahan yang digunakan adalah abu sekam padi, arang tempurung kelapa, pasir bata merah, batu apung, dan limbah cair dari Industri Tahu. Berikut adalah skema alat TTG dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Skema Pembuatan Alat TTG Skala Lab

Nilai persentase efektivitas kadar pencemar dari limbah tahu dapat diperoleh dengan persamaan yang digunakan yaitu :

$$\text{Nilai \% Efektivitas (1)} = \frac{(\text{kadar inlet} - \text{kadar outlet 1})}{\text{kadar inlet}} \times 100 \%$$

$$\text{Nilai \% Efektivitas (2)} = \frac{(\text{kadar inlet} - \text{kadar outlet 2})}{\text{kadar inlet}} \times 100 \%$$

(2)

Ket:

Inlet = limbah cair dari Industri Tahu yang belum diolah dengan TTG

Outlet 1 = limbah cair dari Industri Tahu yang diolah dengan TTG 1x

Outlet 2 = limbah cair dari Industri Tahu yang diolah dengan TTG 2x.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampling dan Analisis Parameter Uji

Sungai Cikeruh

Sungai yang jadi objek kajian dalam penelitian ini adalah Sungai Cikeruh yang terletak di Ds. Mekarsari Kec. Bayongbong, Kab.

Garut. Sampling dilakukan pada jam 09.15 saat pabrik Industri Tahu Rumahan sedang berproduksi. Alasan pengambilan lokasi Sungai Cikeruh karena Sungai Cikeruh merupakan sungai terpanjang dan salah satu anak sungai terbesar dari Sungai Cimanuk yang berada di Ds. Mekarsari, Kec. Bayongbong. Hal yang pertama dilakukan dalam pengambilan sampel air sungai adalah pengukuran panjang, lebar, kedalaman dari sungai, hal ini dilakukan untuk mengetahui debit dari Sungai Cikeruh yang sedang diteliti. Setelah dihitung menggunakan rumus maka didapatkan debit Sungai Cikeruh sebesar 0,444167 m³/detik.

Berikut adalah lokasi dan titik sampling air Sungai Cikeruh dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Ket :

A = titik sebelum tercemar limbah cair dari industri tahu

B = titik sebelum tercemar limbah cair dari industri tahu

Gambar 3. Lokasi dan titik sampling sungai Cikeruh

Berikut hasil analisis Lab dan Air Sungai Cikeruh setelah dibandingkan dengan baku mutu dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3 Hasil analisis lab dari air sungai cikeruh

Nama Sampel	Parameter Kimia			
	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	pH
A	0,04	32	42	7,46
B	1,87	65	74	7,84
Baku Mutu*	3	25	50	6-9

* PP RI No 22 tahun 2021)

Berdasarkan **Tabel 3**, hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar BOD pada titik A sebesar 0,04 mg/L dan titik B sebesar 1,87 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kadar BOD pada titik A dan titik B telah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan yaitu sebesar 3 mg/L. Nilai BOD aman dikarenakan ketika limbah cair masuk ke badan sungai, konsentrasinya langsung menurun sehingga tidak membahayakan apabila digunakan untuk sumber air bagi tanaman, juga beban

pencemar pada sungai dipengaruhi oleh debit dari air sungai.

Untuk kadar COD titik A sebesar 32 mg/L dan titik B sebesar 65 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kadar COD pada titik A dan B tidak memenuhi standar baku mutu air karena melebihi baku mutu yang telah ditentukan yaitu sebesar 25 mg/L. Tingginya kadar COD ini mengindikasikan semakin besarnya tingkat pencemaran yang terjadi. Peningkatan nilai COD yang sangat tinggi menunjukkan tingginya konsentrasi bahan organik di dalam air ini disebabkan oleh buangan limbah cair yang bersumber dari Industri Tahu yang membuang limbah langsung ke perairan tanpa melalui proses pengolahan. Sehingga membuat reaksi kimia oksidasi yang ada di perairan tersebut sangat membutuhkan jumlah oksigen yang sangat besar untuk memecah partikel-partikel dari polutan atau limbah organik maupun anorganik. Untuk kadar TSS titik A sebesar 42 mg/L dan titik B sebesar 74 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kadar TSS pada titik B tidak memenuhi baku mutu yaitu sebesar 50 mg/L. Ini disebabkan karena sisa-sisa padatan kedelai yang belum tersaring sempurna dari limbah Industri Tahu yang mengalir ke sungai. Untuk kadar pH titik A sebesar 7,46 dan titik B sebesar 7,84. Hal ini menunjukkan bahwa kadar pH pada titik A dan B telah memenuhi baku mutu yaitu sebesar 6-9. Meskipun pH pada sampel limbah sebesar 4,35 pada titik B tidak mengakibatkan sampel air sungai menjadi bersifat asam, hal ini disebabkan karena air limbah dari Industri Tahu sebelum masuk ke dalam sungai telah mengalami pengenceran, ditambah lagi setelah masuk ke dalam air sungai nilai pH semakin meningkat. Dengan kisaran pH tersebut Sungai Cikeruh, masih memungkinkan bagi mikroorganisme yang berfungsi mendekomposisi beban polutan atau cemaran limbah untuk dapat hidup. Sebagian biota akuatik dalam air sangat sensitive terhadap pH dan menyukai kadar pH sekitar 7-8,5 karena memungkinkan kehidupan biologis di dalam perairan tersebut hidup.

Limbah Cair dari Industri Tahu

Lokasi pengambilan limbah cair dari Industri Tahu berada di Ds. Mekarsari, Kec. Bayongbong, Kab. Garut tepatnya di salah satu Industri Tahu Rumahan yang berjarak 5 meter dari Sungai Cikeruh. Titik sampling yang diambil pada titik C (titik limbah cair Industri Tahu dari saluran pembuangan limbah). Berikut adalah lokasi dan titik sampling salah satu Industri Tahu

Rumahan di Ds. Mekarsari dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Ket :

C = titik limbah cair Industri Tahu dari saluran pembuangan limbah.

Gambar 4 lokasi dan titik sampling air limbah Industri Tahu Ds. Mekarsari

Berikut adalah hasil analisis lab dari air limbah tahu Ds. Mekarsari dapat dilihat pada tabel

Tabel 4 Hasil analisis lab dari air limbah Tahu Rumahan Ds. Mekarsari

No	Parameter	Satuan	Besaran	Baku Mutu
1	BOD	mg/L	131	150
2	COD	mg/L	1128	300
3	TSS	mg/L	595	200
4	pH	-	4,35	6-9

*Permen LH RI No. 5 Tahun 2014

Berdasarkan **Tabel 4**, hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar BOD pada titik C sebesar 131 mg/L, ini menunjukkan bahwa kadar BOD pada titik C telah memenuhi baku mutu yaitu sebesar 150 mg/L. Analisis BOD berguna untuk menentukan tingkat pencemaran bahan organik pada air limbah, jika kadar BOD terlalu tinggi maka dapat menyebabkan biota air akan mati karena asupan oksigen pada sungai akan diserap sepenuhnya oleh bakteri-bakteri yang ada untuk melarutkan bahan-bahan organik. Untuk kadar COD pada titik C sebesar 1128 mg/L, ini memperlihatkan bahwa kadar COD pada titik C tidak memenuhi baku mutu yaitu sebesar 300 mg/L. Nilai COD yang sangat tinggi dalam limbah cair dari Industri Tahu berasal dari senyawa organik yang sulit untuk diuraikan oleh mikrobiologi. Untuk kadar TSS pada titik C sebesar 595 mg/L, ini menunjukkan bahwa konsentrasi TSS pada limbah cair dari Industri Tahu tidak memenuhi baku mutu yaitu sebesar 200 mg/L. Besarnya nilai TSS dalam air limbah berasal dari sisa padatan kedelai yang belum tersaring sempurna karena masih menggunakan teknologi sederhana. Untuk kadar pH pada titik C sebesar 4,35. Ini menunjukkan bahwa kondisi

limbah cair tidak memenuhi baku mutu yaitu berkisar dari 6-9. Hal ini dikarenakan keasaman limbah cair dari Industri Tahu berasal dari penggunaan larutan asam untuk menggumpalkan sari kedelai sehingga menjadi tahu. Limbah cair dari Industri Tahu cenderung bersifat asam, pada keadaan asam ini akan melepaskan zat-zat yang mudah menguap. Hal ini mengakibatkan limbah cair dari Industri Tahu mengeluarkan bau busuk.

Pengaruh Limbah Cair dari Industri Tahu Rumahan Ds. Mekarsari Terhadap Air Sungai Cikeruh

Pada masing-masing daerah penelitian diambil sampel Sungai Cikeruh pada dua titik, yakni di titik A dan titik B. Untuk titik A (titik sebelum tercemar limbah cair dari Industri Tahu), dan titik B (titik setelah tercemar limbah cair dari Industri Tahu). Hal ini berdasarkan SNI-698957-2008 metoda pengambilan contoh air permukaan dan dijadikan pembandingan antara yang tidak tercemar limbah cair dari Industri Tahu sebagai kontrol dengan sungai yang tercemar limbah cair dari Industri Tahu. Sedangkan lokasi pengambilan limbah cair dari Industri Tahu berada di Ds. Mekarsari, Kec. Bayongbong, Kab. Garut yang berjarak 5 meter dengan Sungai Cikeruh dan titik sampling limbah cair dari Industri Tahu di titik C (titik limbah cair Industri Tahu dari saluran pembuangan limbah). Untuk lokasi sampling ketiga titik dapat dilihat pada **Gambar 1**.

Hasil analisa dari **Tabel 3**. dan **Tabel 4**. terdapat pengaruh limbah cair dari Industri Tahu Rumahan Ds. Mekarsari terhadap Sungai Cikeruh terlihat pada titik B (titik setelah tercemar limbah cair dari Industri Tahu) kadar COD dan TSS meningkat. Untuk kadar COD sebesar 65 mg/L dan kadar TSS sebesar 74 mg/L. Hal ini disebabkan parameter COD dan TSS yang dihasilkan dari limbah cair Industri Tahu Rumahan Ds. Mekarsari yang dihasilkan cukup tinggi berturut-turut sebesar 1128 mg/L dan 595 mg/L.

Pengolahan Alat TTG dengan Metode Adsorpsi Berdasarkan Prinsip Teknologi Tepat Guna

Alternatif pengolahan limbah yang bisa dilakukan adalah dengan menggunakan saringan yang dipreparasi dengan campuran bahan dari alam. Berbagai bahan murah dan mudah didapat yang ada disekitar kita. Campuran media tersebut yang selanjutnya dalam penelitian ini disebut sebagai prinsip teknologi tepat guna. Penelitian

kali ini digunakan empat macam adsorben yang dikombinasikan dalam satu wadah saringan yakni abu sekam padi, arang tempurung kelapa, batu apung dan pasir bata merah. Adapun rangkaian alat TTG dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Rangkaian alat TTG skala lab

Adsorben abu sekam padi, arang tempurung kelapa, batu apung dan pasir bata merah memiliki mekanisme penyerapan yang hampir sama terhadap kadar cemaran limbah cair. Karbon aktif adalah bahan berupa karbon bebas yang masing-masing berikatan secara kovalen dan non-polar atau arang yang telah dibuat dan diolah secara khusus melalui proses aktivasi sehingga pori-porinya terbuka. Karbon yang dimaksud adalah abu sekam padi dan arang tempurung kelapa. Oleh karena itu karbon aktif mempunyai daya serap yang besar terhadap zat-zat lainnya, baik dalam fase cair maupun dalam fase gas. Cemaran limbah cair berupa mineral-mineral yang berbahaya akan terserap ke dalam pori-pori karbon aktif yang terbuka sehingga menyebabkan terjadinya penurunan kadar cemaran berupa COD dan TSS, dan penetralan pH pada limbah cair dari Industri Tahu Rumahan Ds. Mekarsari. Adsorben lainnya yaitu zeolit merupakan kristal alumina silika yang berstruktur tiga dimensi yang dapat dimanfaatkan sebagai filter, adsorben, *ion-exchange*, serta penurunan kesadahan dalam air. Zeolit yang dimaksud dalam penelitian ini adalah batu apung. Jika limbah cair dari Industri Tahu disaring dengan menggunakan batu apung maka cemaran yang terkandung di dalamnya akan terserap ke dalam pori-porinya dan bahkan cemaran yang berbentuk ion-ion pun akan ikut terserap oleh batu apung karena sifatnya yang memungkinkan terjadinya pertukaran ion dalam air. Namun terdapat faktor yang dapat memengaruhi efektivitas penyerapan yaitu beratnya, semakin banyak batu apung yang digunakan maka akan semakin tinggi daya penyerapannya. Oleh karena itu dalam membuat sebuah filter yang berisi batu apung, kadar batu apung yang digunakan dalam saringan sangat menentukan tingkat penyerapannya. Adsorben selanjutnya adalah

pasir bata merah. Pasir bata merah salah satu bahan yang dapat dijadikan sebagai adsorben dikarenakan pori-pori dalam pasir bata merah lebih kecil daripada media yang lain sehingga mampu memerangkap cemaran-cemaran yang terkandung dalam limbah cair dari Industri Tahu. Sampai saat ini tingkat efektivitas adsorpsinya tinggi jika dikombinasikan dengan media yang lainnya. Maka dari itu saringan dengan kombinasi keempat adsorben tersebut bisa menjadi solusi yang bagus bagi pengolahan limbah cair dari Industri Tahu Rumahan Ds. Mekarsari. Meskipun begitu, setiap saringan pasti memiliki efektivitas tersendiri dan ketika adsorben dalam saringan sudah terlalu jenuh maka kemampuannya dalam memerangkap cemaran akan menurun. Oleh karena itu sebelum menggunakan *filter* sebagai alat sarana pengolahan limbah cair maka harus diketahui efektivitas saringan tersebut dalam menurunkan kadar cemaran.

Adapun bahan yang digunakan adalah botol bekas air mineral 1 L, abu sekam padi, arang tempurung kelapa, pasir batu bata merah, dan batu apung dan limbah cair dari Industri Tahu. Dalam pembuatan alat Teknologi Tepat Guna (TTG) ini, langkah pertama botol aqua dipotong bagian bawahnya untuk memasukkan bahan-bahan yang akan digunakan, tutup bagian atas dilubangi dengan paku kecil berfungsi untuk tempat keluarnya filtrat yang telah disaring, lalu dimasukkan untuk lapisan pertama pasir batu bata merah berfungsi sebagai material penyaring partikel-partikel yang ada dalam sumber air yang keruh secara fisik akan tertahan oleh lapisan pasir. Lapisan kedua, batu apung berfungsi sebagai adsorben /menyerap zat-zat pengotor. Lapisan ketiga, arang tempurung kelapa sebagai filter air dan juga membantu penyerapan air dan lapisan keempat, abu sekam padi yang berfungsi menyerap zat-zat pengotor, bau dan warna sehingga menghasilkan air jernih.

Analisis dilakukan untuk menggambarkan cemaran dalam air limbah yaitu pada parameter COD, TSS, dan pH. Pengambilan sampel dilakukan pada titik inlet dan outlet alat TTG dan dilakukan pada pagi hari pada pukul 09.00. Pengambilan sampel sebelum pengolahan dilakukan pada titik inlet sebelum air limbah masuk ke dalam alat TTG. Sedangkan pengambilan sampel untuk setelah pengolahan dilakukan pada titik outlet pada alat TTG.

Berikut hasil dan pembahasan analisis laboratorium terhadap parameter COD, TSS, dan pH. COD sebagai penilaian terhadap besarnya kebutuhan oksigen dalam proses kimiawi dari

metode pengolahan yang digunakan. Berikut hasil penelitian kadar COD sebelum dan sesudah perlakuan dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5 Kadar COD Sebelum dan Sesudah Perlakuan dengan Metode Adsorpsi Berdasarkan Prinsip TTG

Perlakuan	COD		Ket
	Sebelum (mg/L)	Sesudah (mg/L)	
I	1128	601	Baku Mutu: 300 mg/L
II	1128	495	

Berdasarkan **Tabel 5**, terlihat bahwa terdapat perbedaan kadar COD sebelum dan sesudah pengolahan. Penurunan terbesar terdapat pada perlakuan II, kadar COD turun dari 1128 mg/L menjadi 495 mg/L namun dari segi persyaratan belum memenuhi kriteria berdasarkan baku mutu yaitu sebesar 300 mg/L.

Tabel 6 Perubahan Kadar COD Limbah Cair dari Industri Tahu Rumahan Ds. Mekarsari Sebelum dan Sesudah Perlakuan dengan Alat TTG

Perlakuan	Sebelum (mg/L)	Sesudah (mg/L)	Selisih (mg/L)	Perubahan (%)
I	1128	601	527	46,72
II	1128	495	633	56,11
Rata-rata				51,42

Penentuan besarnya efektivitas alat TTG dalam menurunkan kadar COD limbah cair dari Industri Tahu dapat dihitung berdasarkan selisih kadar parameter nilai *inlet* dikurangi *outlet* dibagi kadar nilai parameter *inlet* selanjutnya dikali 100%. Berdasarkan hasil pengujian, secara deskriptif dapat ditentukan besarnya efektivitas dari pengolahan limbah cair dari Industri Tahu sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 6**.

Berdasarkan **Tabel 6**, terlihat bahwa penurunan COD terbesar pada perlakuan kedua yaitu sebesar 56,11%. Dalam penggunaan abu sekam padi, arang tempurung kelapa, batu apung dan pasir bata merah sebagai media adsorben, dengan rata-rata persentase penurunan COD sebesar 51,42%. Adanya pengaruh lama kontak air limbah dengan media adsorpsi terhadap penurunan COD. Semakin lama masa air limbah pada media adsorpsi, semakin besar pula efektivitas COD yang dihasilkan. Nilai COD ditentukan dari bahan organik yang *biodegradable* maupun *non biodegradable* sehingga penetapan nilai COD selalu lebih tinggi dari nilai BOD. Tingginya nilai COD dapat disebabkan oleh adanya selulosa, lemak berantai panjang atau sel-sel mikroba serta adanya toksik dalam air limbah.

TSS sebagai penilaian terhadap besarnya padatan tersuspensi yang melayang dalam air dari metode pengolahan yang digunakan. Berikut hasil penelitian kadar TSS sebelum dan sesudah perlakuan dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7 Kadar TSS Sebelum dan Sesudah Perlakuan dengan Metode Adsorpsi Berdasarkan Prinsip TTG

Perlakuan	TSS		Ket
	Sebelum (mg/L)	Sesudah (mg/L)	
I	595	249	Baku Mutu:
II	595	159	200 mg/L

Dari **Tabel 7**, terlihat bahwa terdapat perbedaan kadar TSS sebelum dan sesudah pengolahan. Penurunan terbesar terdapat pada perlakuan II, kadar TSS turun dari 595 mg/L menjadi 159 mg/L sehingga telah memenuhi kriteria berdasarkan baku mutu yaitu sebesar 200 mg/L.

Penentuan besarnya efektivitas alat TTG dalam menurunkan kadar TSS limbah cair dari Industri Tahu dapat dihitung berdasarkan selisih kadar parameter nilai *inlet* dikurangi *outlet* dibagi kadar nilai parameter *inlet* selanjutnya dikali 100%. Berdasarkan hasil pengujian, secara deskriptif dapat ditentukan besarnya efektivitas dari pengolahan limbah cair dari Industri Tahusebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 8**.

Tabel 8 Perubahan Kadar TSS Limbah Cair dari Industri Tahu Rumahan Ds. Mekarsari Sebelum dan Sesudah Perlakuan dengan Alat TTG

Perlakuan	Sebelum (mg/L)	Sesudah (mg/L)	Selisih (mg/L)	Perubahan (%)
I	595	249	346	58,15
II	595	159	436	73,27
Rata-rata				65,71

Berdasarkan **Tabel 8**, terlihat bahwa penurunan TSS terbesar pada perlakuan kedua yaitu sebesar 73,27%. Dalam penggunaan abu sekam padi, arang tempurung kelapa, batu apung dan pasir bata merah sebagai media adsorben, dengan rata-rata persentase penurunan TSS sebesar 65,71%. Adanya pengaruh lama kontak air limbah dengan media adsorpsi terhadap penurunan TSS. Semakin lama masa air limbah pada media adsorpsi, semakin besar pula efektivitas TSS yang dihasilkan

pH sebagai penilaian derajat keasaman dari air dari metode pengolahan yang digunakan. Berikut hasil penelitian kadar pH sebelum dan sesudah perlakuan dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9 Kadar pH Sebelum dan Sesudah Perlakuan dengan Metode Adsorpsi Berdasarkan Prinsip TTG

Perlakuan	pH		Ket
	Sebelum (mg/L)	Sesudah (mg/L)	
I	4,35	4,65	Baku Mutu:
II	4,35	4,69	6-9

Dari **Tabel 9**, terlihat bahwa terdapat perbedaan pH sebelum dan sesudah pengolahan. Kenaikkan terbesar terdapat pada perlakuan II, kadar pH naik dari 4,35 menjadi 4,69 namun dari segi persyaratan belum memenuhi kriteria berdasarkan baku mutu sebesar 6-9.

Tabel 10 Perubahan Kadar pH Limbah Cair dari Industri Tahu Rumahan Ds. Mekarsari Sebelum dan Sesudah Perlakuan dengan Alat TTG

Perlakuan	Sebelum (mg/L)	Sesudah (mg/L)	Selisih (mg/L)	Perubahan (%)
I	595	249	346	58,15
II	595	159	436	73,27
Rata-rata				65,71

Penentuan besarnya efektivitas alat TTG dalam menaikkan pH limbah cair dari Industri Tahu dapat dihitung berdasarkan selisih kadar parameter nilai *inlet* dikurangi *outlet* dibagi kadar nilai parameter *inlet* selanjutnya dikali 100%. Berdasarkan hasil pengujian, secara deskriptif dapat ditentukan besarnya efektivitas dari pengolahan limbah cair dari Industri Tahu sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 10**.

Berdasarkan **Tabel 10**, terlihat bahwa kenaikan pH terbesar pada perlakuan kedua yaitu sebesar 7,81% ini relatif sedikit kenaikannya. Dalam penggunaan abu sekam padi, arang tempurung kelapa, batu apung dan pasir bata merah sebagai media adsorben, dengan rata-rata persentase penetralkan pH sebesar 7,35%. Hal ini disebabkan pH yang dihasilkan sangat asam dan tidak adanya penanganan terlebih dahulu seharusnya sebelum di adsorpsi harus dikatalisasi dengan reagen yang umum digunakan dalam pengolahan limbah antara lain Natrium Hidroksida (NaOH), Amonia (NH₃), dan Natrium Bikarbonat (NaHCO₃) untuk menaikkan pH. Karena hanya H⁺ yang dapat diikat oleh adsorben tidak beserta ion-ionnya. Nilai pH yang kurang dari 6 mengakibatkan aktivitas bakteri metanogenik dapat terhambat dan diperlukan alkalinitas yang tinggi untuk memastikan kondisi pH netral.

Pada penelitian ini rendahnya nilai pH limbah cair dari Industri Tahu didapatkan pada proses penggumpalan dan penyaringan dadih atau *whey*. Pada proses ini terjadi pemisahan sari pati

kedelai dengan air, caranya dengan penambahan air cuka.

Efektivitas pengolahan air limbah dari Industri Tahu pada penelitian kali ini dipengaruhi oleh waktu kontak antara limbah dengan media adsorpsi sehingga proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme menjadi lebih lama, dan kandungan bahan organik yang terurai lebih banyak, sehingga persentase penurunan kadar pencemar semakin besar.

Mekanisme penurunan pada parameter TSS pada media abu sekam padi, arang tempurung kelapa, batu apung, dan pasir bata merah mampu menyerap partikel koloid dan memisahkan padatan dengan cairan. Sedangkan mekanisme penurunan pada COD pada media abu sekam padi, arang tempurung kelapa, batu apung, dan pasir bata merah dikarenakan media tersebut dapat mengadsorpsi bahan organik dari limbah tahu.

Campuran media adsorben dari abu sekam padi, arang tempurung kelapa, batu apung, dan pasir bata merah mempunyai efektivitas dalam menurunkan kandungan zat-zat pencemar dalam air limbah Industri Tahu yang baik.

SIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kondisi Sungai Cikeruh berdasarkan kadar pH dan BOD telah memenuhi baku mutu sedangkan kadar dari COD dan TSS tidak memenuhi baku mutu berdasarkan PP RI No 22 tahun 2021, terdapat pengaruh limbah cair dari Industri Tahu Rumahan Ds. Mekarsari terhadap Sungai Cikeruh terlihat dari kadar COD dan TSS berturut-turut meningkat sebesar 65 mg/L dan 74 mg/L, dan efektivitas adsorpsi dari pengolahan limbah cair Industri Tahu Rumahan Ds. Mekarsari dengan prinsip teknologi tepat guna dengan kombinasi saringan dari 4 adsorben, yaitu abu sekam padi, arang tempurung kelapa, batu apung, dan pasir bata merah mampu mengurangi kadar parameter pencemar dari parameter COD dan TSS.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung dan Laboratorium Terpadu atas bantuannya dalam memberikan fasilitas peminjaman laboratorium..

REFERENSI

- [1] Agoes Soegianto, *Ekologi Perairan Tawar*. Surabaya: AUP, 2010.
- [2] H. Effendy, *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius, 2003.
- [3] Azima Idzni Rusydina, *Dampak Pembuangan Limbah Industri Tahu terhadap Kualitas Air Tanah di Desa Menduran Kecamatan Brati Kabupaten Grobogan*. Semarang: Skripsi Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Semarang, 2020.
- [4] PP RI No. 22 Tahun 2021, *Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup "Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya"*.
- [5] F Kaswinarni, *Kajian teknis Pengolah Limbah Padat dan Cair Industri Tahu*. Semarang: Program Studi Ilmu Lingkungan Univ Diponegoro, 2007.
- [6] Muh. Azhari, *Pengolahan Limbah Tahu dan Tempe dengan Metode Teknologi Tepat Guna Saringan Pasir sebagai Kajian Mata Kuliah Pengetahuan Lingkungan*.: Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Muhammadiyah Palangkaraya, 2016.
- [7] Maimunah Noer Aini, *Pemanfaatan Arang Aktif Tempurung kelapa Sebagai Adsorben Sulfida Dalam Limbah Cair Pabrik Tahu*.: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember, 2014.
- [8] Aditya Yolanda Wibowo, *Pengaruh Ukuran Partikel batu Apung Terhadap Kemampuan Serapan Cairan Limbah Logam Berat*. Padang: Fisika FMIPA Universitas Andalas, 2013.
- [9] Muslih Hakim, Muhammad Triono Triono, and Ganjar Abdillah Ammar, *Alternatif Pengganti Arang Batok Kelapa Untuk Filtrasi Limbah Tahu Yang Berfasa Cair*. Bandung: ITB, 2013.
- [10] Zahrul Mufrodi, Nur Widiastuti, and Ranny Cintia Kardika, *Adsorpsi Zat Warna Tekstil dengan Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) untuk Variasi Massa Adsorben dan Suhu Operasi*.:

Prosiding Seminar Nasional Teknoin
2008 Bidang Teknik Kimia dan Tekstil.
ISBN: 978-979-3980-15-7. Hlm. B90-
B93.

- [11] Permen LH RI No. 5 Tahun 2014,
*Tentang Baku Mutu Air Limbah “Baku
Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan / atau
Kegiatan Pengolahan Kedelai Industri
Tahu.*