

# PENGARUH JENIS BIOSORBEN TERHADAP KUALITAS LIMBAH CAIR DOMESTIK PUSAT PERBELANJAAN DI DINOYO MALANG

Adinda Dwifortuna Wahid Alfaini dan Khalimatus Sa'diyah

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

[adindadwifortuna@gmail.com](mailto:adindadwifortuna@gmail.com) ; [khalimatus.s@polinema.ac.id](mailto:khalimatus.s@polinema.ac.id)

## ABSTRAK

Limbah cair domestik pada pusat perbelanjaan di Dinoyo Malang memiliki kapasitas  $\pm 17 \text{ m}^3$  per hari. Limbah ini berasal dari *tenant* makanan, janitor, dan *wastafel*. Pusat perbelanjaan di Dinoyo Malang memiliki IPAL untuk mengolah limbah cair tersebut dengan menggunakan metode flotasi melalui *grease trap*, koagulasi dan flokulasi dengan koagulan tawas, biofilter aerob dengan penambahan EM4, dan klorinasi. Namun, *effluent* yang dihasilkan oleh pengolahan di IPAL masih belum memenuhi baku mutu, sehingga perlu dilakukan evaluasi proses. Salah satu metode alternatif yang digunakan adalah adsorpsi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh jenis biosorben pada pengolahan limbah secara adsorpsi. Percobaan dilakukan dengan metode adsorpsi secara kontinyu dengan laju alir sebesar 0,142 L/menit. Pada tahap *pretreatment*, biosorben direndam dengan NAOH 1 N selama 24 jam. Kemudian dilakukan pembilasan hingga pH netral dan pengeringan. Adapun variabel yang digunakan berupa jenis biosorben, yaitu ijuk, sabut kelapa, kulit kacang tanah, dan kombinasi ketiganya dengan rasio yang sama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses adsorpsi menggunakan berbagai jenis biosorben masih belum memenuhi baku mutu. Nilai penurunan bahan pencemar terbaik didapatkan pada biosorben kombinasi dengan kenaikan hingga pH 7,49, penurunan TDS 3,4%, *Turbidity* 44,34%, TSS 81,25%, BOD<sub>5</sub> 42,13%, COD 87,5%, dan minyak lemak 80%.

**Kata kunci:** Adsorpsi, Biosorben, Ijuk, Limbah Cair Domestik, Sabut Kelapa

## ABSTRACT

*Domestic wastewater in shopping centers in Dinoyo Malang has a capacity of  $\pm 17 \text{ m}^3$  per day. This waste comes from food tenants, janitors and sinks. The shopping center in Dinoyo Malang has an WWTP to treat the liquid waste using the flotation method through a grease trap, coagulation and flocculation with alum coagulant, aerobic biofilter with the addition of EM4, and chlorination. However, the effluent produced by processing at WWTP still does not meet quality standards, so it is necessary to evaluate the process. One alternative method used is adsorption. The purpose of this study was to analyze the effect of the type of biosorbent on adsorption waste treatment. The experiment was carried out using the continuous adsorption method with a flow rate of 0.142 L/minute. In the pretreatment stage, the biosorbent was soaked in 1 N NAOH for 24 hours. Then rinsed until neutral pH and dried. The variables used are the type of biosorbent, namely fibers, coconut fiber, peanut shells, and a combination of the three with the same ratio. The results showed that the adsorption process using various types of biosorbents did not meet quality standards. The best pollutant reduction value was obtained from the combination biosorbent with an increase of up to pH 7.49, a decrease in TDS 3.4%, Turbidity 44.34%, TSS 81.25%, BOD<sub>5</sub> 42.13%, COD 87.5%, and oil fat 80%.*

**Keywords:** Adsorption, Biosorbent, Palm Fiber, Domestic Wastewater, Coconut Fiber

## 1. PENDAHULUAN

Pusat perbelanjaan di Dinoyo Malang menghasilkan limbah cair domestik sebanyak  $\pm 17 \text{ m}^3$  per hari. Limbah ini berasal dari area gerai makanan, janitor, dan westafel. Satu

meter kubik air limbah domestik memiliki perkiraan berat sebesar 1.000.000 gram di mana mengandung 500 gram zat padat [1]. Satu setengah zat padat menjadi zat padat terlarut seperti kalsium, kalium, dan senyawa organik yang larut [2]. Jika air limbah ini tidak dikelola dengan baik maka dapat menyebabkan penurunan kualitas baik air, tanah, merusak ekosistem perairan, penurunan tingkat estetika suatu wilayah, dan timbulnya bau [3]. Maka dari itu perlu dilakukan pengolahan air limbah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan sungai.

Pusat perbelanjaan di Dinoyo Malang sudah memiliki instalasi pengolahan air limbah (IPAL) untuk mengolah limbah cair domestik yang dihasilkan. Metode pengolahan limbah cair yang digunakan yaitu diawali dengan pemisahan minyak dan supernatan dilakukan dengan proses flotasi, yaitu membiarkan minyak dimana massa jenisnya lebih kecil dari air, akan berada di lapisan atas. Minyak yang berada di permukaan akan diambil dengan saringan secara manual. Minyak yang telah diambil, dibuang di tempat sampah limbah padat. Kemudian proses koagulasi juga dilakukan di bak yang sama dengan bak pemisahan minyak. Penambahan koagulan dilakukan setelah minyak dipisahkan dan dibuang. Koagulan yang digunakan yaitu tawas sebanyak  $\frac{1}{4}$  kg yang diencerkan dengan air kran. Pada ketiga bak ini tidak terdapat pengaduk, sehingga larutan tawas dan air limbah dibiarkan tercampur dengan sendirinya. Pada tahap selanjutnya, dilakukan pengolahan limbah dengan biologi aerob. Terdapat 4 bak yang memiliki media sarang tawon sebagai media pertumbuhan bakteri sehingga memperluas permukaan kontak antara bakteri dan limbah. Udara yang digunakan untuk aerasi berasal dari blower. Pada tahap ini dilakukan penambahan EM4 untuk menghilangkan bau dan menurunkan kadar BOD dan COD. Mulanya EM4 sebanyak 1 liter diencerkan dengan air hingga 19 liter, kemudian difermentasi selama 3 hari sebelum ditambahkan ke dalam bak pengolahan limbah. Sebelum dialirkan ke pipa *effluent*, pada bak terakhir dilakukan pengendapan dengan penambahan tawas. Tawas berfungsi untuk mengikat padatan yang masih lolos dari pengolahan sebelumnya, sehingga partikel padatan yang semakin besar akan lebih cepat mengendap. Tahap terakhir yaitu klorinasi. Penambahan klorin dilakukan di pipa *effluent* yang tersambung dengan gorong – gorong. Klorin ini diberikan dengan tujuan untuk memusnahkan mikroorganisme atau setidaknya mengurangi jumlahnya sampai ke tingkat yang memuaskan sebelum limbah cair tersebut dibuang. Semua kegiatan ini dilakukan setiap hari pada jam 8 pagi, kecuali pemberian klorin. Pemberian klorin hanya dilakukan setiap 5-7 hari sekali. Klorin yang ditambahkan berupa padatan dengan berat 200 gram.

Dari hasil analisis awal yang dilakukan, didapatkan nilai parameter TSS *effluent* IPAL sebesar 521,67 mg/L, COD 10680 mg/L, BOD 283,05 mg/L, dan minyak lemak 79,2 mg/L. Yang mana parameter ini masih belum sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan no. 68 tahun 2016. Maka dari itu perlu dilakukan upaya untuk mengevaluasi metode pengolahan limbah yang digunakan. Pengolahan limbah dapat dilakukan secara fisika, kimia, maupun biologi. Salah satu metode pengolahan limbah yang sederhana dan belum diterapkan di IPAL pusat perbelanjaan di Dinoyo Malang adalah adsorpsi. Adsorpsi adalah proses perpindahan massa pada permukaan pori-pori dalam butiran adsorben [4]. Adsorpsi dapat terjadi karena adanya gaya tarik Van der Waals (adsorpsi fisik atau fisisorpsi) atau dapat bersifat kimia (kemisorpsi) [5]. Kandungan utama suatu adsorben yang berasal dari bahan alam (biosorben) yaitu selulosa,

hemiselulosa, dan lignin. Biosorben dapat dibuat dengan cara mengaktifkan bahan atau material yang mengandung karbon tertentu. Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Prayitno, dkk (2021) menunjukkan bahwa aktivasi kimia dapat memengaruhi karakteristik dari karbon aktif yang dihasilkan, salah satunya adalah daya adsorpsi yang lebih optimum [6]. Contoh dari biosorben dapat berupa sabut kelapa, Ijuk, kulit kacang tanah, dan lain-lain [7,8]. Sabut kelapa dapat digunakan sebagai biosorben karena serat sabut kelapa mengandung lignin dan selulosa yang cukup besar. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Hajimi, dkk (2020) tentang efektifitas serat sabut kelapa sebagai media filtrasi limbah minyak (lemak) menggunakan 3 variasi ketebalan 20 cm dengan waktu tinggal selama 120 menit diperoleh hasil yaitu untuk waktu 30 menit bisa menurunkan kadar minyak (lemak) sebanyak 65,67%, untuk menit ke 60 dapat menurunkan kadar minyak sebanyak 56,31% [7]. Ijuk juga sering digunakan sebagai media filter pengolahan air. Ijuk merupakan bahan dari tanaman aren yang memiliki serat kasar dan lignin pada dinding selnya serta bersifat kuat dan keras. Ijuk memiliki komposisi kimia selulosa 52,3%, hemiselulosa 13,3%, lignin 31,5%, dan abu 4% [9]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fachria, dkk (2020) tentang efektivitas pengolahan limbah penyamakan kulit dengan ijuk, diperoleh hasil 72,13% untuk menurunkan TSS, 76,58% untuk menurunkan BOD dan 76,49% untuk menurunkan COD [8]. Kulit kacang tanah merupakan salah satu limbah biomassa yang menarik untuk diteliti sebagai bahan baku pembuatan adsorben. Kulit kacang tanah mengandung banyak selulosa yaitu sekitar 64,42% yang mempunyai potensi cukup besar untuk dijadikan sebagai adsorben karena adanya gugus hidroksil (-OH) yang berperan dalam proses pengikatan ion logam [10], [11]. Penelitian Nurhasni, dkk (2018), mengenai kulit kacang tanah yang sudah diaktivasi dengan basa NaOH 0,1 N dominan mengadsorpsi zat warna metilen biru, dengan nilai efisiensi 98,6531% dan kapasitas adsorpsi 14,0017 mg/g [11].

Metode adsorpsi memiliki beberapa kelebihan di antaranya adalah prosesnya relatif sederhana, efektifitas dan efisiensinya relatif tinggi, dapat diregenerasi, biaya relatif murah, dan tidak memberikan efek samping berupa zat beracun [4,12]. Namun, kekurangan dari metode adsorpsi adalah dalam skala besar (industri), proses adsorpsi digabungkan dengan beberapa metode pengolahan lain dikarenakan adsorpsi merupakan metode tersier treatment [13]. Maka dari itu, dilakukan penelitian mengenai pengolahan limbah cair domestik pusat perbelanjaan di Dinoyo Malang menggunakan adsorpsi dengan biosorben sabut kelapa, ijuk, dan kacang tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh jenis biosorben pada pengolahan limbah secara adsorpsi. Melalui penelitian ini, maka dapat diketahui apakah pengolahan limbah cair domestik metode adsorpsi menggunakan biosorben mampu menghasilkan limbah cair yang sesuai baku mutu.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan dalam skala laboratorium di Laboratorium Limbah, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang. Pengolahan limbah cair dilakukan menggunakan adsorpsi. Metode yang akan dipakai pada penelitian ini yaitu metode eksperimen dengan perlakuan variasi pada jenis biosorben. Air limbah domestik yang menjadi bahan baku dalam penelitian ini adalah air limbah dari *foodcourt*, wastafel, dan janitor pusat perbelanjaan di Dinoyo Malang.

**Tabel 1.** Hasil uji awal *effluent* IPAL pusat perbelanjaan di Dinoyo Malang

No	Parameter	Baku Mutu	Effluent
1	pH	6-9	6,18
2	TDS (ppm)	2000	464
3	Turbidity (NTU)	-	93,94
4	TSS (mg/L)	30	521,67
5	COD (mg/L)	100	10680
6	BOD (mg/L)	30	283,05
7	Minyak/lemak (mg/L)	5	79,2

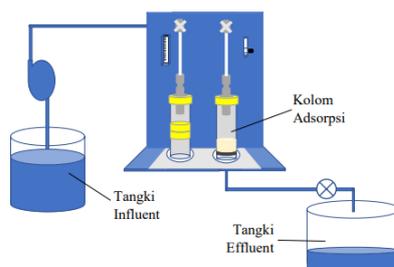
### 2.1. Pretreatment biosorben

Untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi biosorben, perlu dilakukan *pretreatment* terlebih dahulu dengan cara mengaktivasi biosorben. Biosorben yang digunakan yaitu sabut kelapa, ijuk, kacang tanah. Aktivasi biosorben dilakukan menggunakan larutan NaOH 1 N. NaOH merupakan basa kuat yang dapat digunakan sebagai media penyerap logam berat setelah selulosa teraktivasi [14]. Larutan NaOH akan memecah lignoselulosa menjadi selulosa dan lignin [15]. Ikatan – ikatan struktur dasar lignin akan diputus oleh ion OH<sup>-</sup> dari NaOH sehingga lignin mudah larut. Waktu aktivasi yang lama dan konsentrasi aktivator yang tinggi pada dasarnya dilakukan untuk mengurangi kadar tar, sehingga semakin pekat aktivator yang digunakan maka akan menyebabkan kadar tar pada adsorben akan semakin berkurang [16]. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Zaini and Sami (2017) menyatakan bahwa adsorben yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 N daya serapnya jauh lebih baik dibandingkan dengan yang diaktivasi secara fisik dan dengan asam sulfat, yaitu sebesar 96,57% [17].

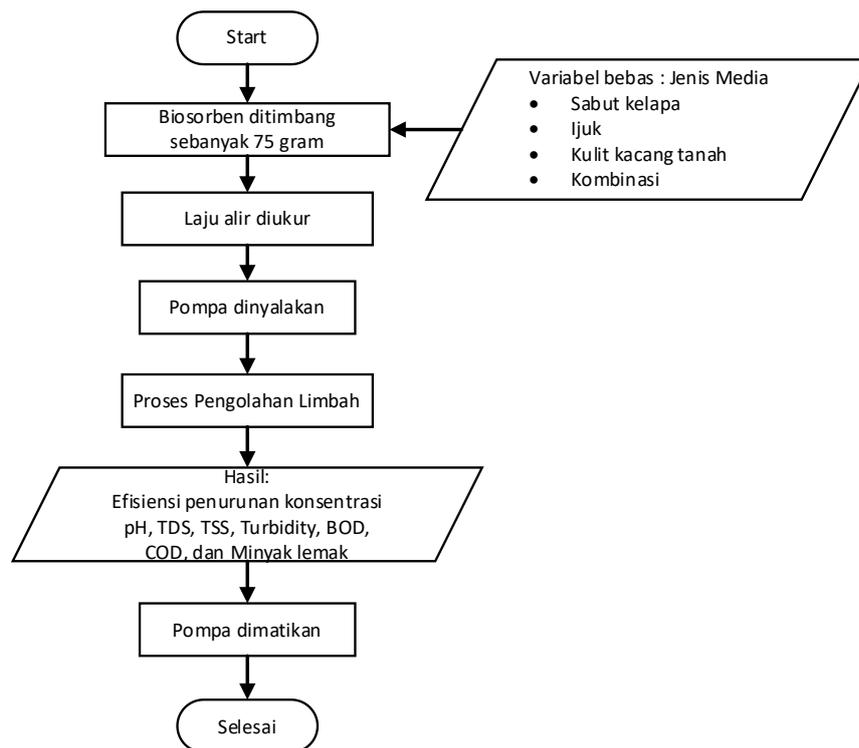
Aktivasi biosorben dilakukan dengan cara merendam biosorben dalam larutan NaOH 1 N selama 24 jam. Setelah itu dilakukan pembilasan dengan akuades hingga pH biosorben netral. Kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50°C selama 24 jam.

### 2.2. Pengolahan Limbah

Pengolahan air limbah dilakukan setelah biosorben diaktivasi. Massa biosorben yang digunakan sebanyak 75 gram. Air limbah dialirkan secara kontinu menggunakan pompa ke dalam kolom adsorpsi dengan arah aliran *downflow*. Laju alir yang digunakan sebesar 0.142 L/menit. Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis biosorben, yaitu sabut kelapa, ijuk, kulit kacang tanah, dan kombinasi dari ketiganya dengan rasio yang sama.



**Gambar 1.** Rangkaian alat pengolahan limbah cair domestik secara adsorpsi dengan variasi jenis biosorben



**Gambar 2.** Skema kerja pengolahan limbah cair domestik secara adsorpsi dengan variasi jenis biosorben

### 2.3. Analisis

Analisis diamati dengan mencari hubungan antara jenis biosorben dengan keefektifannya dalam meningkatkan kualitas limbah cair domestik pusat perbelanjaan di Dinoyo Malang. Sampel yang dianalisis adalah limbah cair domestik pusat perbelanjaan di Dinoyo Malang sebelum pengolahan (*influent*) dan sesudah pengolahan (*effluent*).

#### 2.3.1. Analisis pH

Analisis pH dilakukan dengan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang bernomor 6989.11:2019 menggunakan pH meter. Prinsip pengukuran pH berdasarkan aktivitas ion hidrogen secara potensiometri. Pengukuran dilakukan dengan cara mencelup bagian elektroda pada pH meter hingga didapatkan nilai pH yang stabil.

#### 2.3.2. Analisis TDS

Analisis TDS dilakukan dengan menggunakan TDS meter. Tahap penggunaannya yaitu dengan menekan tombol power untuk menyalakan alat, kemudian alat dimasukkan ke dalam sampel sampai batas elektroda, selanjutnya dibiarkan beberapa saat hingga nilai pengukuran TDS yang didapat stabil, dan dicatat hasilnya [18].

#### 2.3.3. Analisis Turbidity

Analisis *Turbidity* dilakukan dengan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang bernomor 06-6989.25-2005 menggunakan turbidimeter. Tahap penggunaannya yaitu kuvet turbidimeter diisi dengan sampel hingga tanda batas. Kemudian dimasukkan ke dalam turbidimeter. Selanjutnya menekan tombol *read* untuk membaca nilai kekeruhan.

#### 2.3.4. Analisis TSS

Analisis Total Suspended Solid (TSS) dilakukan dengan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang bernomor 6989.3:2019 menggunakan metode gravimetri. Pengukuran dilakukan dengan cara menyaring sampel sebanyak 30 mL menggunakan kertas saring dengan bantuan pompa vakum, kemudian dikeringkan, dan ditimbang hingga mendapatkan berat yang konstan. Perhitungan TSS menggunakan Persamaan (1):

$$\text{TSS (mg/L)} = \frac{(a-b) \times 1000}{v} \quad (1)$$

Keterangan:

a = massa kertas saring dan padatan (gram)

b = massa kertas saring kosong (gram)

v = volume sampel (mL)

#### 2.3.5. Analisis Minyak lemak

Analisis minyak lemak dilakukan dengan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang bernomor 06-6989.10-2004 menggunakan metode gravimetri [19]. Pengukuran dilakukan dengan cara memisahkan minyak dengan ekstraksi cair-cair menggunakan pelarut n-heksana. Hasil ekstraksi disaring menggunakan kertas saring yang berisi  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Kemudian hasil larutan dimasukkan ke dalam botol. Selanjutnya botol dikeringkan dan ditimbang hingga mendapatkan berat yang konstan. Perhitungan minyak lemak menggunakan Persamaan (2) di bawah ini:

$$\text{Minyak lemak (mg/L)} = \frac{(a-b) \times 1000}{v} \quad (2)$$

Keterangan:

a = massa botol kaca dan padatan (gram)

b = massa botol kaca kosong (gram)

v = volume sampel (mL)

#### 2.3.6. Analisis COD

Analisis COD dilakukan dengan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang bernomor 6989.73:2019 menggunakan metode titrasi redoks. Sampel yang akan dianalisis diencerkan terlebih dahulu sebanyak 100 kali. Pada erlenmeyer asa dimasukkan 0,4 gram  $\text{HgSO}_4$  kemudian ditambahkan sampel yang telah diencerkan sebanyak 20 mL. Campuran tersebut ditambahkan larutan standar kalium dikromat sebanyak 10 mL dan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat yang mengandung  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  sebanyak 30 mL. Campuran tersebut direfluks selama 2 jam. Sampel kemudian dititrasi menggunakan larutan standar ferramonium sulfat (FAS) dengan indikator ferroin sebanyak 2-3 tetes hingga menjadi warna merah coklat. Penentuan nilai COD dihitung dengan Persamaan (3):

$$\text{COD (mg/L)} = \frac{(a-b) \times N \times 8000}{v} \times C \quad (3)$$

Keterangan:

a = volume  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$  untuk blanko (mL)

b = volume  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$  untuk sampel (mL)

N = normalitas  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$

v = volume sampel (mL)

C = faktor pengenceran

### 2.3.7. Analisis BOD

Analisis BOD dilakukan dengan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang bernomor 6989.72-2009 menggunakan metode titrasi iodometri dengan botol winkler. Pengukuran jumlah oksigen terlarut dilakukan pada saat sebelum dan sesudah inkubasi selama 5 hari dengan suhu operasi 20 °C. Tahapan analisis BOD yaitu dimulai dari pengenceran sampel sebanyak 100 kali. Sampel dimasukkan ke dalam botol winkler hingga penuh, kemudian ditambahkan mangan (II) sulfat dan larutan alkali-iodida masing-masing sebanyak 2 mL. Botol winkler ditutup dengan rapat dan hati-hati agar tidak ada gelembung udara di dalam botol. Selanjutnya botol dikocok hingga campuran homogen, kemudian didiamkan hingga terbentuk endapan. Bagian yang jernih dipindahkan ke erlenmeyer, sedangkan endapan yang terbentuk diberi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebanyak 2 mL dan jika sudah larut dipindahkan ke dalam erlenmeyer yang sudah berisi cairan jernih. Selanjutnya dititrasi dengan larutan tiosulfat 0,025 N dan indikator kanji 1 – 2 mL dari warna biru kehitaman hingga bening. Penentuan nilai BOD dihitung dengan Persamaan (4) dan (5):

$$DO = \frac{a \times N \times 8000}{v} \quad (4)$$

Keterangan:

a = volume titran Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (mL)

N = normalitas Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

v = volume sampel (mL)

$$BOD_5 \text{ (mg/L)} = \frac{(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5)(1-P)}{P} \quad (5)$$

Keterangan:

X<sub>0</sub> = DO sampel hari ke 0 (mg/L)

X<sub>5</sub> = DO sampel hari ke 5 (mg/L)

B<sub>0</sub> = DO blanko hari ke 0 (mg/L)

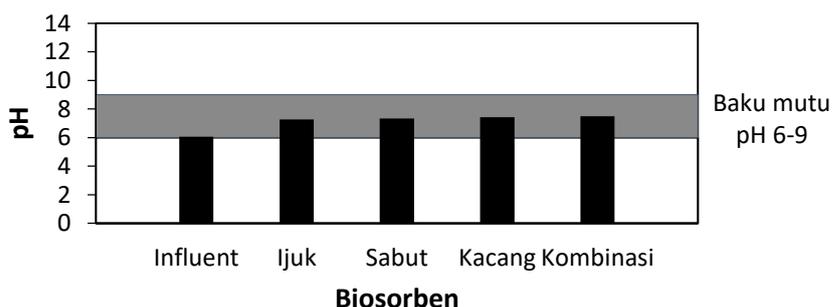
B<sub>5</sub> = DO blanko hari ke 5 (mg/L)

P = 1/faktor pengenceran

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Pengaruh Jenis Biosorben terhadap pH Limbah Cair Domestik

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, terjadi peningkatan pH sampel *effluent* pada semua jenis biosorben. Pengaruh variasi biosorben terhadap pH dapat dilihat pada Gambar 3.



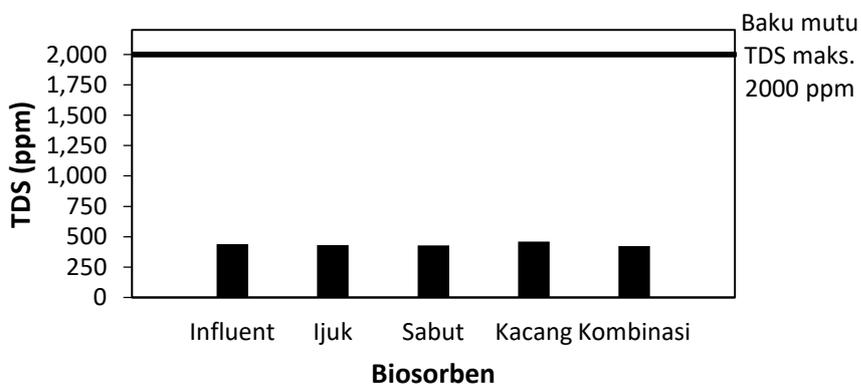
**Gambar 3.** Grafik pengaruh jenis biosorben terhadap pH limbah cair domestik pusat perbelanjaan di Dinoyo Malang

Sampel awal (*influent*) memiliki pH 6,06 naik hingga rentang 7,28 – 7,49, dengan kenaikan pH tertinggi terjadi pada biosorben kombinasi dan kenaikan pH terendah terjadi pada biosorben ijuk. Presentase kenaikan pH yang didapatkan dari pengolahan secara adsorpsi hampir sama dengan pengolahan di IPAL, yaitu kisaran 20 – 23%. Hasil yang diperoleh mengenai pH *influent* dan *effluent* sudah sesuai dengan baku mutu Permen LHK no. 68 Tahun 2016, dimana rentang pH limbah cair domestik sekitar 6 – 9 [20].

Peningkatan pH dapat terjadi dikarenakan penggunaan aktivator NaOH 1 N yang bersifat basa yang terlalu lama. Penelitian yang dilakukan pada tahun 2021 menyebutkan jika proses aktivasi karbon aktif menggunakan larutan NaOH 1 N hanya membutuhkan waktu selama 3 jam [14]. Pada saat penelitian, biosorben direndam selama 24 jam, sehingga pembilasan pada aktivator menggunakan akuades masih belum cukup menghilangkan sisa – sisa NaOH dalam biosorben. Akuades hanya membilas bagian luar permukaan biosorben sehingga masih terdapat kandungan basa di dalam biosorben. Akibatnya, pada saat adsorpsi terdapat sisa – sisa NaOH yang larut pada hasil pengolahan limbah sehingga terjadi kenaikan pH. Menurut Pamadya (2019) adsorpsi dengan menggunakan kulit kacang tanah tidak efisien untuk memperbaiki nilai pH [21].

### 3.2. Pengaruh Jenis Biosorben terhadap TDS Limbah Cair Domestik

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, terjadi penurunan yang tidak terlalu signifikan untuk nilai TDS sampel *effluent* pada semua jenis adsorben kecuali kulit kacang tanah. Penurunan dan kenaikan TDS dapat dilihat pada Gambar 4.



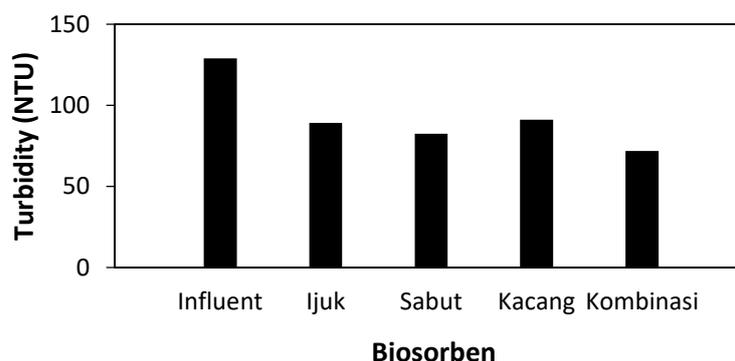
**Gambar 4.** Grafik pengaruh jenis biosorben terhadap TDS limbah cair domestik pusat perbelanjaan di Dinoyo Malang

Sampel awal (*influent*) memiliki nilai TDS sebesar 438 ppm turun pada rentang 423 – 432 ppm. Hasil yang didapatkan dari penelitian untuk ijuk terdapat penurunan sebesar 1,3699%, sabut sebesar 2,2831%, dan kombinasi sebesar 3,4247%. Sedangkan pada bioadsorben kulit kacang tanah terjadi peningkatan nilai TDS sebesar 5,0228%. Presentase penurunan TDS yang didapatkan dari hasil adsorpsi lebih rendah dibandingkan dengan hasil pengolahan di IPAL sebesar 12,1212%. *Influent* dan *effluent* dengan semua jenis biosorben sudah memenuhi baku mutu Pergub Jatim no. 72 tahun 2013, dimana nilai TDS untuk Industri lain yaitu maksimal 2000 ppm.

Hal ini sudah sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sangadah dan Kartawidjaja (2020) dan Pamadya (2019), yang mengatakan bahwa proses Adsorpsi tidak mempengaruhi TDS secara signifikan [21,22]. Peningkatan nilai TDS pada biosorben kulit kacang tanah ini dapat terjadi karena sifat kulit kacang yang rapuh setelah diaktivasi oleh NaOH 1 N, sehingga dapat terbentuk serbuk yang ikut terlarut dan menambah nilai TDS. Pelarutan struktur bagian dalam adsorben dapat terjadi jika konsentrasi aktivator lebih tinggi [23].

### 3.3. Pengaruh Jenis Biosorben terhadap *Turbidity* Limbah Cair Domestik

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, terjadi penurunan yang untuk nilai *turbidity* sampel *effluent* pada semua jenis biosorben. Penurunan nilai *turbidity* ini dapat dilihat pada Gambar 5.



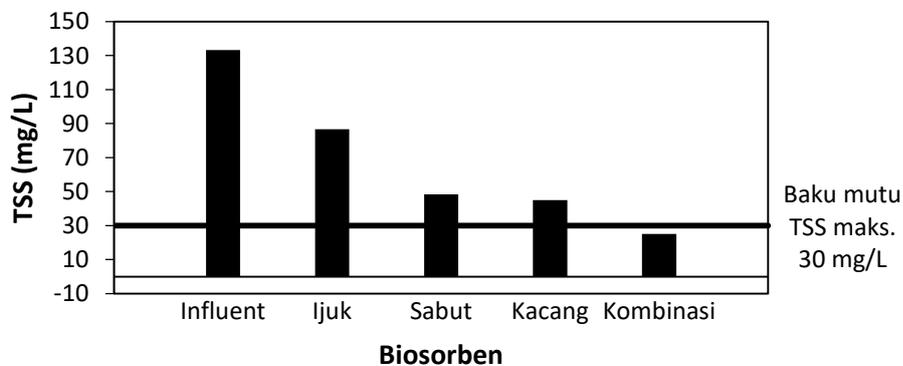
**Gambar 5.** Grafik pengaruh jenis biosorben terhadap *turbidity* limbah cair domestik pusat perbelanjaan di Dinoyo Malang

Sampel awal (*influent*) memiliki nilai *turbidity* 129 NTU turun pada rentang 71,8 – 91,2 NTU. Hasil yang didapatkan dari penelitian untuk ijuk terdapat penurunan sebesar 30,8527%, sabut sebesar 36,0465%, kulit kacang tanah sebesar 29,3023%, dan kombinasi sebesar 44,3411%. Presentase penurunan *turbidity* hasil adsorpsi lebih rendah daripada pengolahan di IPAL sebesar 80,9139%.

Kekeruhan merupakan kondisi air yang tidak jernih dan diakibatkan oleh partikel – partikel padat yang umumnya tidak terlihat oleh mata telanjang, seperti dengan asap di udara [24]. Semakin banyak padatan tersuspensi (TSS) dalam air maka tingkat kekeruhan air juga akan tinggi. Hal ini sejalan dengan pendapat dari Wilson (2013) yang menyatakan bahwa kekeruhan menggambarkan kurangnya kecerahan perairan akibat adanya bahan-bahan koloid dan tersuspensi seperti lumpur, bahan organik dan anorganik, dan mikroorganisme perairan [25].

### 3.4. Pengaruh Jenis Adsorben terhadap TSS Limbah Cair Domestik

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, terjadi penurunan yang cukup signifikan untuk nilai TSS sampel *effluent* pada semua jenis adsorben. Penurunan nilai TSS dapat dilihat pada Gambar 6.



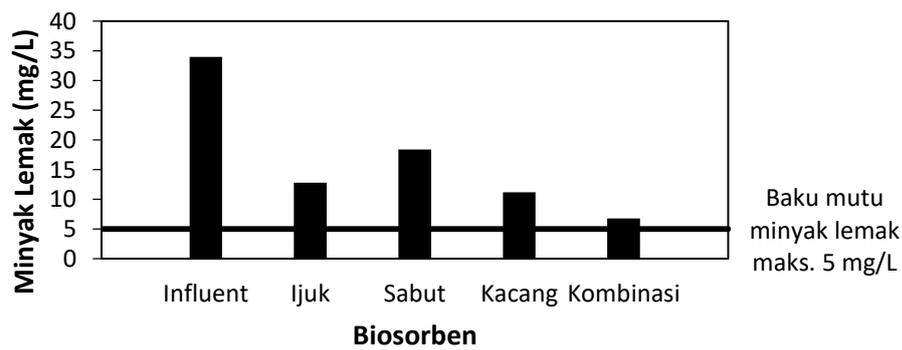
**Gambar 6.** Grafik pengaruh jenis biosorben terhadap TSS limbah cair domestik pusat perbelanjaan di Dinoyo Malang

Sampel awal (*influent*) memiliki nilai TSS sebesar 133,33 mg/L turun pada rentang 25 – 86,667 mg/L. Hasil yang didapatkan dari penelitian untuk ijuk terdapat penurunan sebesar 35%, sabut sebesar 63,75%, kulit kacang tanah sebesar 66,25%, dan kombinasi sebesar 81,25%. Presentase penurunan yang dihasilkan dari pengolahan secara adsorpsi lebih tinggi daripada hasil pengolahan IPAL sebesar 34,5188%. Dengan penurunan nilai TSS tertinggi terjadi pada biosorben kombinasi dan penurunan TSS terendah terjadi pada biosorben ijuk. Dari data yang dihasilkan, dapat diketahui hanya *effluent* dari biosorben kombinasi yang memenuhi baku mutu Permen LHK no. 68 tahun 2016, dimana nilai TSS untuk limbah cair domestik maksimal sebesar 30 mg/L [20].

Penurunan nilai TSS disebabkan oleh terjadinya proses adsorpsi zat organik dan anorganik lainnya yang disebabkan karena adanya gaya ikatan Van der Waals [8]. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Fachria, dkk (2020), pengolahan limbah cair penyamakan kulit dengan metode adsorpsi selama memiliki efektivitas 72,13% untuk menurunkan TSS [8]. Perbedaan efektivitas disebabkan oleh perbedaan beban pencemaran air limbah yang diolah dalam penelitian.

### 3.5. Pengaruh Jenis Adsorben terhadap Minyak Lemak Limbah Cair Domestik

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, terjadi penurunan yang cukup signifikan untuk nilai minyak lemak sampel *effluent* pada semua jenis adsorben. Penurunan nilai lemak dapat dilihat pada Gambar 7.



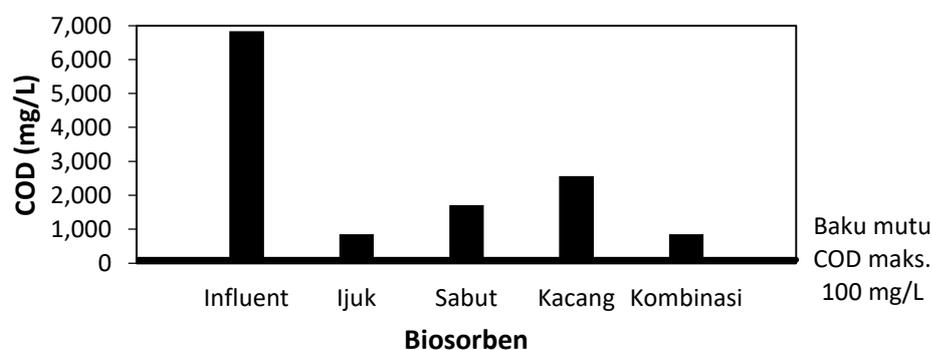
**Gambar 7.** Grafik pengaruh jenis biosorben terhadap minyak lemak limbah cair domestik pusat perbelanjaan di Dinoyo Malang

Sampel awal (*influent*) memiliki nilai minyak lemak sebesar 34 mg/L turun hingga rentang 18,4 – 6,8 mg/L. Hasil yang didapatkan dari penelitian untuk ijuk terdapat penurunan sebesar 62,3529%. Penurunan nilai minyak lemak dengan biosorben sabut sebesar 45,8824%, kulit kacang tanah sebesar 67,0588%, dan kombinasi sebesar 80%. Presentase penurunan yang dihasilkan dari adsorpsi lebih tinggi daripada pengolahan di IPAL. Dengan penurunan minyak lemak tertinggi terjadi pada biosorben kombinasi dan penurunan minyak lemak terendah terjadi pada bioadsorben sabut. Namun, hasil yang diperoleh belum sesuai dengan baku mutu Permen LHK no. 68 tahun 2016 dimana batas maksimal nilai minyak lemak untuk limbah cair domestik yaitu 5 mg/L [20].

Penurunan kadar minyak pada limbah cair domestik dapat terjadi dikarenakan biosorben mengandung komponen semiselulosa yang dapat menyerap minyak [7]. Pada biosorben sabut kelapa, penelitian masih belum sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hajimi, dkk (2020), dimana penurunan minyak lemak dengan sabut kelapa sebesar 65% [7]. Herman (2012) menyatakan bahwa bahan yang mempunyai komponen selulosa dan lignin memiliki daya serap 6000 kali lebih besar dari pada daya serap karbon aktif [26].

### 3.6. Pengaruh Jenis Biosorben terhadap COD Limbah Cair Domestik

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, terjadi penurunan untuk nilai COD sampel *effluent* pada semua jenis adsorben. Penurunan nilai COD dapat dilihat pada Gambar 8.



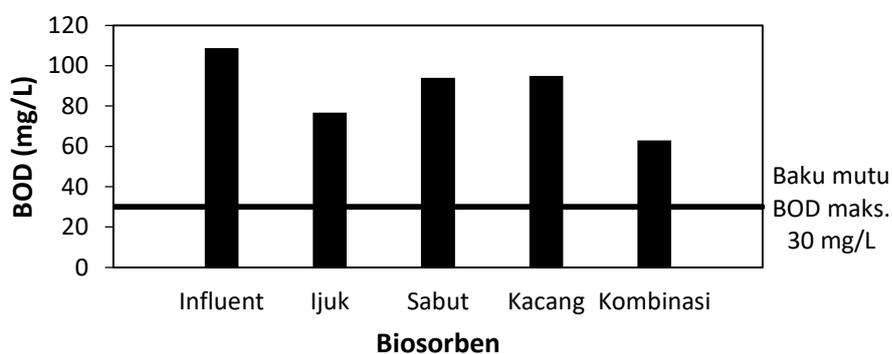
**Gambar 8.** Grafik pengaruh jenis biosorben terhadap COD limbah cair domestik pusat perbelanjaan di Dinoyo Malang

Sampel awal (*influent*) memiliki nilai COD sebesar 6,838 mg/L turun hingga rentang 2,564 – 855 mg/L. Hasil yang didapatkan dari penelitian untuk ijuk terdapat penurunan COD sebesar 87,5%, sabut sebesar 75%, kulit kacang tanah sebesar 62,5%, dan kombinasi sebesar 87,5%. Presentase penurunan COD hasil adsorpsi lebih tinggi daripada hasil pengolahan di IPAL sebesar 30,5556%. Dengan penurunan COD tertinggi terjadi pada bioadsorben kombinasi dan ijuk dan penurunan COD terendah terjadi pada bioadsorben kulit kacang tanah. Namun, hasil yang diperoleh masih belum sesuai dengan baku mutu Permen LHK no. 68 tahun 2016, dimana batas maksimal nilai COD untuk limbah cair domestik yaitu 100 mg/L [27].

jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fachria, dkk (2020), adsorpsi menggunakan biosorben ijuk didapatkan penurunan COD sebesar 76,49% [8]. Perbedaan efektivitas disebabkan oleh perbedaan beban pencemaran air limbah yang diolah dalam penelitian. Penurunan COD dapat terjadi dikarenakan proses adsorpsi juga menyerap zat – zat organik pada limbah, sehingga nilai COD dapat turun.

### 3.7. Pengaruh Jenis Adsorben terhadap BOD<sub>5</sub> Limbah Cair Domestik

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, terjadi penurunan untuk nilai BOD sampel *effluent* pada semua jenis adsorben. Penurunan nilai BOD<sub>5</sub> dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Grafik pengaruh jenis biosorben terhadap BOD<sub>5</sub> limbah cair domestik pusat perbelanjaan di Dinoyo Malang

Sampel awal (*influent*) memiliki nilai BOD<sub>5</sub> sebesar 108,7023 mg/L turun hingga rentang 62,9008 – 94,8720 mg/L, Hasil yang didapatkan dari penelitian untuk ijuk terdapat penurunan sebesar 29,4688%, sabut sebesar 13,4942%, kulit kacang tanah sebesar 12,7231%, dan kombinasi sebesar 42,1348%. Presentase penurunan BOD<sub>5</sub> yang didapatkan dari adsorpsi dengan biosorben ijuk dan kombinasi lebih besar daripada pengolahan di IPAL sebesar 15,8802%. Dengan penurunan BOD<sub>5</sub> tertinggi terjadi pada bioadsorben kombinasi dan penurunan BOD<sub>5</sub> terendah terjadi pada bioadsorben kulit kacang tanah. Namun, hasil yang diperoleh masih belum sesuai dengan baku mutu Permen LHK no. 68 tahun 2016, dimana batas maksimal nilai BOD<sub>5</sub> untuk limbah cair domestik yaitu 30 mg/L [27].

Kadar BOD<sub>5</sub> menyatakan banyaknya jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan zat-zat organik yang tersuspensi dalam air. Jika nilai

kadar BOD<sub>5</sub> tinggi, kadar oksigen yang diperlukan mikroorganisme juga tinggi. Hal ini menandakan bahwa kandungan polutan – polutan organik dalam air limbah tersebut juga tinggi [28]. Dikarenakan proses adsorpsi juga menyerap zat – zat organik pada limbah, maka nilai BOD<sub>5</sub> juga dapat turun. Namun, hasil yang didapatkan masih belum sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Fachria, dkk (2020), dimana pengolahan adsorpsi menggunakan biosorben ijuk diperoleh penurunan BOD<sub>5</sub> sebesar 76,58% [8].

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan jenis biosorben berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan nilai TSS, BOD<sub>5</sub>, COD, dan minyak lemak. Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, hanya nilai TSS dari hasil pengolahan menggunakan biosorben kombinasi yang memenuhi baku mutu Permen LHK no. 68 tahun 2016. Biosorben ijuk mampu menurunkan nilai TSS sebesar 35%, nilai BOD sebesar 29,4688%, nilai COD sebesar 87,5%, dan nilai minyak lemak sebesar 62,3529%. Biosorben sabut kelapa mampu menurunkan nilai TSS sebesar 63,75%, nilai BOD sebesar 13,4942%, nilai COD sebesar 75%, dan nilai minyak lemak sebesar 45,8824%. Biosorben kulit kacang tanah mampu menurunkan nilai TSS sebesar 66,25%, nilai BOD sebesar 12,7231%, nilai COD sebesar 62,5%, dan nilai minyak lemak sebesar 67,0588%. Penggunaan biosorben kombinasi (ijuk, sabut kelapa, dan kulit kacang tanah) dinilai paling efisien karena menghasilkan nilai parameter yang paling mendekati dengan baku mutu, dengan menurunkan nilai TSS sebesar 81,25%, nilai BOD sebesar 42,1348%, nilai COD sebesar 87,5%, dan nilai minyak lemak sebesar 80%.

Penulis menyarankan agar pihak pengelola IPAL pusat perbelanjaan di Dinoyo Malang untuk mempertimbangkan penggunaan metode adsorpsi dalam pengolahannya. Namun, masih perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui berapa lama waktu adsorben dapat digunakan hingga mengalami kejenuhan.

#### REFERENSI

- [1] A. Kurniawan, "Rancang Bangun Sistem Pengolahan Limbah Cair Domestik Terpadu (Compact System)," *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, vol. 2, no. 1, 2014, doi: 10.26418/jtllb.v2i1.6933.
- [2] S. Fränzle, B. Markert, dan S. Wünschmann, *Introduction to Environmental Engineering*. 2012. doi: 10.1002/9783527659487.
- [3] S. Samina, O. Setiani, dan P. Purwanto, "Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Domestik Di Kota Cirebon Terhadap Penurunan Pencemar Organik Dan E-Coli," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 12, no. 2, 2013, doi: 10.14710/jil.11.1.36-42.
- [4] F. Asip, R. Mardhiah, dan Husna, "Uji Efektifitas Cangkang Telur dalam Mengadsorpsi Ion Fe dengan Proses Batch," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 15, no. 2, 2008.
- [5] A. Dąbrowski, "Adsorption—from theory to practice. Advances in colloid and interface science," *Elsevier*, 2001.
- [6] P. Prayitno, N. Hendrawati, dan I. Siradjuddin, "Penyisihan Pencemar Air Limbah Industri Rumput Laut Menggunakan Nano Karbon Aktif," *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, vol. 5, no. 2, hlm. 175, Okt 2021, doi: 10.33795/jtkl.v5i2.252.

- [7] H. Hajimi, S. Salbiah, dan S. Susilawati, "Penggunaan Serat Kelapa untuk Pengolahan Limbah Cair Domestik," *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN: Jurnal dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, vol. 17, no. 2, hlm. 81–86, 2020, doi: 10.31964/jkl.v17i2.220.
- [8] R. Fachria, H. Ramdan, dan I. Aryantha, "Efektivitas pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit Sukaregang Garut dengan adsorben karbon aktif dan ijuk," *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 2020, doi: 10.36813/jplb.3.3.379-388.
- [9] S. Teke, W. O. N. T. Dewi, W. Jali, dan Y. Yumnawati, "Pembuatan dan karakterisasi arang aktif ijuk pohon aren (*Arenga Pinnata*) sebagai media filtrasi media desalinasi air payau," *Berkala Fisika*, vol. 24, no. 1, 2021.
- [10] P. Coniwanti, M. Dani, dan Z. S. Daulay, "( Na-CMC ) dari selulosa limbah kulit kacang tanah ( *ARACHIS HYPOGAEA L.* )," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 21, no. 4, 2015.
- [11] N. Nurhasni, R. Mar'af, dan H. Hendrawati, "Pemanfaatan Kulit Kacang Tanah (*Arachis hipogaea L.*) sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru," *Jurnal Kimia VALENSI*, vol. 4, no. 2, 2018, doi: 10.15408/jkv.v4i2.8895.
- [12] D. H. Adam, H. Suyani, M. Nasir, S. Safni, dan W. C. Nugraha, "Adsorpsi  $Cu^{2+}$  Menggunakan Nanofiber Polisulfon- $FeOOH$  Yang Disintesis Dengan Metode Elektrosinning," *Jurnal Litbang Industri*, vol. 3, no. 2, 2013, doi: 10.24960/jli.v3i2.629.101-108.
- [13] S. Nuraini, "Pengolahan Limbah Air Industri dengan Lumpur Aktif dan Karbon Aktif." 2017. doi: 10.13140/RG.2.2.11965.67047.
- [14] K. Sa'diyah, P. H. Suharti, N. Hendrawati, F. A. Pratamasari, dan O. M. Rahayu, "Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu sebagai Karbon Aktif melalui Proses Pirolisis dan Aktivasi Kimia," *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*, vol. 4, no. 2, hlm. 91, Sep 2021, doi: 10.25273/cheesa.v4i2.8589.91-99.
- [15] S. Utomo, "Pengaruh Waktu Aktivasi Dan Ukuran Partikel Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Dari Kulit Singkong Dengan Aktivator NaOH," *Prosiding SEMNASTEK Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*, no. November, 2014.
- [16] K. Sa'diyah, C. E. Lusiani, R. D. Chrisnandari, W. S. Witasari, D. L. Aula, dan S. Triastutik, "Pengaruh Proses Aktivasi Kimia Terhadap Karakteristik Adsorben dari Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata L.* )," *Jurnal Chemurgy*, vol. 04, no. 1, hlm. 18–22, 2020.
- [17] H. Zaini dan M. Sami, "Kinetika Adsorpsi Pb ( II ) dalam Air Limbah Laboratorium Kimia Menggunakan Sistem Kolom dengan Bioadsorben Kulit Kacang Tanah," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, no. November 2016, 2016.
- [18] N. A. D. Kareliasari, "Analisis Suhu, pH, DHL, DO, TDS, TSS, BOD, COD Dan Kadar Timbal Pada Air Dan Sedimen Sungai Lesti Kabupaten Malang," 2021.
- [19] T. Harmawan, "Analisis Kandungan Minyak dan Lemak pada Limbah Outlet Pabrik Kelapa Sawit di Aceh Tamiang," *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, vol. 4, no. 1, 2022, doi: 10.33059/jq.v4i1.4318.
- [20] T. Rachman, "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016," *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 2018.
- [21] K. S. Padmadya, "Eefisiensi adsorben kulit kacang tanah untuk memperbaiki karakteristik limbah cair industri accumulator," *Repository.Uinjkt.Ac.Id*, 2019.

- [22] K. Sangadah dan J. Kartawidjaja, "Pemanfaatan Sabut Kelapa Dan Tempurung Kelapa Sebagai Bioadsorben Untuk Penurunan Kadar Besi (Fe) Dengan Sistem Batch," *Orphanet Journal of Rare Diseases*, vol. 21, no. 1, 2020.
- [23] S. Atminingtyas, W. Oktiawan, dan I. W. Wardhana, "Pengaruh Konsentrasi Aktivator Naoh dan Tinggi Kolom pada Arang Aktif dari Kulit Pisang terhadap Efektivitas Penurunan Logam Berat Tembaga (Cu) dan Seng (Zn) Limbah Cair Industri Elektroplating," *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 5, no. 1, 2016.
- [24] A. Noor, "Aplikasi Pendeteksi Kualitas Air Menggunakan Turbidity Sensor Dan Arduino Berbasis Web Mobile," *Joutica*, vol. 5, no. 1, 2020, doi: 10.30736/jti.v5i1.329.
- [25] P. C. Wilson, "Water quality notes : water clarity ( Turbidity , Suspended Solids , and Color )," *University of Florida*, 2013.
- [26] A. M. Herman, "Pengelolaan Limbah Padat Sabut Kelapa Sawit Sebagai Bahan Untuk Mengelola Limbah Cair," *ILTEK*, vol. 6, no. 12, 2012.
- [27] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, "Peraturan Menteri LHK No.68 th 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik," *Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan*, vol. 68, hlm. 1–13, 2016, [Daring]. Tersedia pada: [http://neo.kemenperin.go.id/files/hukum/19 Permen LHK th 2016 No. P.63 Baku Mutu Air Limbah Domestik.pdf](http://neo.kemenperin.go.id/files/hukum/19%20Permen%20LHK%20th%202016%20No.%20P.63%20Baku%20Mutu%20Air%20Limbah%20Domestik.pdf)
- [28] A. D. Safira dan Prayitno, "Pengaruh Konsentrasi Nano Adsorben Terhadap Penurunan Bahan Pencemar Pada Proses Adsorpsi Air Limbah Industri Pengolahan Rumput Laut," *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, vol. 8, no. 1, 2022, doi: 10.33795/distilat.v8i1.300.