PENGARUH PENAMBAHAN KONSORSIUM BAKTERI AEROB TERHADAP KADAR PENCEMAR LIMBAH CAIR INDUSTRI OBAT TRADISIONAL

EFFECT OF ADDING AEROBIC BACTERIA CONSORTIUM ON POLLUTANT LEVELS OF WASTEWATER FROM THE TRADITIONAL MEDICINE INDUSTRY

Witya Nur Yanti[1], Oto Prasadi[1] dan Ayu Pramita[1]

Program Studi Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap, Jl. Dr. Soetomo No.1, Cilacap Selatan, 53212, Indonesia

E-mail: oto.prasadi@pnc.ac.id

ABSTRAK

Industri Obat Tradisional menjadi salah satu industri yang menghasilkan limbah cair. Sebelum limbah cair dibuang ke lingkungan terlebih dahulu diolah di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Hasil pengujian di IPAL Industri Obat Tradisional menunjukan efektivitas dalam menurunkan TSS 10,7%; BOD 12,97%; COD 5,4%; dan menurunkan pH 0,04. Dari efektivitas tersebut perlu dilakukan upaya optimalisasi pengolahan limbah cair agar lebih efektif. Optimalisasi dilakukan dengan mengolah limbah cair menggunakan teknologi bioremediasi berupa konsorsium bakteri aerob. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh dan mencari konsorsium bakteri aerob yang paling efektif dalam menurunkan kadar pH, TSS, BOD, COD, dan Fenol. Penelitian dilakukan dengan mengkonsorsiumkan bakteri AB (Bacillus s. & Pseudomonas a.); AC (Bacillus s. & Klebsiella sp.); BC (Pseudomonas a. & Klebsiella sp.); dan ABC (Bacillus s., Pseudomonas a., & Klebsiella sp.). Hasil penelitian menunjukan konsorsium bakteri ABC mampu menurunkan semua parameter pencemar dan merupakan variasi yang paling efektif dalam menurunkan kadar pH, TSS, BOD, COD, Fenol sebesar 2; 60 ppm; 36 ppm; 78 ppm; 0,002 ppm dan telah memenuhi baku mutu.

Kata kunci: bioremediasi, konsorsium bakteri aerob, limbah cair industri obat tradisional

ABSTRACT

The Traditional Medicine Industry is one of the industries that produces liquid waste. Before liquid waste is discharged into the environment, it is first processed at the Wastewater Treatment Plant (IPAL). Test results at the WWTP for the Traditional Medicine Industry show effectiveness in reducing TSS 10.7%; BOD 12.97%; COD 5.4%; and lowering the pH to 0.04. Based on this effectiveness, it is necessary to optimize the processing of liquid waste to make it more effective. Optimization is carried out by treating wastewater using bioremediation technology in the form of a consortium of aerobic bacteria. The purpose of this study was to determine the effect and find the most effective consortium of aerobic bacteria in reducing levels of pH, TSS, BOD, COD, and Phenol. The research was conducted by consortium with AB bacteria (Bacillus s. & Pseudomonas a.); AC (Bacillus s. & Klebsiella sp.); BC (Pseudomonas a. & Klebsiella sp.); and ABC (Bacillus s., Pseudomonas a., & Klebsiella sp.). The results showed that the ABC bacterial consortium was able to reduce all pollutant parameters and was the most effective variation in reducing pH, TSS, BOD, COD, Phenol levels by 2; 60 ppm; 36 ppm; 78 ppm; 0.002 ppm and has met quality standards.

Keywords: aerobic bacteria consortium, bioremediation, traditional medicine industrial wastewater

1. PENDAHULUAN

Saat ini industri-industri dibelahan dunia khususnya di Negara Indonesia mengalami perkembangan yang cukup pesat. Berbagai kegiatan industri akan berpengaruh terhadap berbagai aspek salah satunya lingkungan. Kualitas lingkungan akan menurun akibat dari limbah cair yang dihasilkan disetiap industri seperti Industri Obat Tradisional. Di industri Obat Tradisional limbah cair diolah pada sistem IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) sebelum dibuang ke lingkungan. Pengolahan tersebut bertujuan agar limbah cair yang dihasilkan dapat memenuhi baku mutu yang mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah sehingga tidak menyebabkan pencemaran lingkungan. Berdasarkan hasil pengujian limbah cair di sistem IPAL Industri Obat Tradisional diketahui efektivitas dalam menurunkan kadar *Total Suspended Solid* (TSS) 10,7%; *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) 12,97%; *Chemical Oxygen Demand* (COD) 5,4%; dan penurunan nilai derajat keasaman (pH) sebesar 0,04. Efektivitas tersebut menunjukan IPAL sudah mampu menurunkan kadar pencemar namun masih diperlukan upaya optimalisasi pengolahan limbah cair agar lebih efektif.

Optimalisasi dilakukan dengan mengolah limbah cair menggunakan teknologi bioremediasi yang memanfaatkan bakteri sebagai agen pengurai zat pencemar limbah cair. Bakteri yang digunakan berupa konsorsium (kombinasi) bakteri aerob. Bakteri yang dikonsorsiumkan pada penelitian ini meliputi spesies bakteri *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Klebsiella* sp. Bakteri *Bacillus subtilis* merupakan salah satu spesies bakteri gram positif, dengan sel yang berbentuk batang, bersifat aerobik, saprofit, dan mampu tumbuh secara optimal pada rentang pH antara 7-8 (Khaira dkk., 2019). Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* merupakan salah satu bakteri gram negatif, dengan sel yang berbentuk batang, memiliki flagel, bersifat aerobik obligat, dan mampu tumbuh secara optimal pada suhu 37-42^{o}C (Dahlan dkk., 2019). Bakteri *Klebsiella* sp. merupakan salah satu bakteri gram negatif, dengan sel yang berbentuk batang pendek dan bersifat fakultatif aerobik (Fauziah, 2016). Menurut Turista (2017), pengolahan limbah cair dengan menggunakan konsorsium bakteri ini dapat menurunkan kadar pencemar lebih efektif jika dibandingkan hanya dengan menggunakan isolat tunggal.

Jika dibandingkan dengan teknologi pengolahan limbah cair secara kimia maupun fisika, teknologi bioremediasi (pengolahan limbah cair secara biologis) dipilih karena teknologi ini tidak menghasilkan senyawa samping yang berbahaya dan lebih ramah terhadap lingkungan. Selain itu dengan biaya dan energi yang dikeluarkan tidak terlalu besar akan sangat tepat jika teknologi tersebut diterapkan di industri. Sehingga penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan karena dapat membantu menyelesaikan permasalahan yang ada di industri khususnya pada unit pengolahan limbah cair. Adapun tujuanya yaitu untuk mengetahui pengaruh konsorsium bakteri aerob terhadap kadar pH, TSS, BOD, COD, dan Fenol serta mencari konsorsium bakteri yang paling efektif dalam menurunkan kadar pH, TSS, BOD, COD, dan Fenol sesuai baku mutu. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi Industri Obat Tradisional khususnya dalam mengoptimalkan sistem pengolahan limbah cair.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap. Sedangkan lokasi pengujiannya dilakukan di Laboratorium Kesehatan Kabupaten Purbalingga. Waktu penelitian berlangsung selama 6 bulan terhitung dari bulan Februari sampai dengan Juli 2023.

2.2 Alat dan Bahan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan berupa B-ONE Digital Incubator, mikroskop, rangkaian reaktor aerobik yang tersusun dari toples plastik berukuran 3L dan aerator, pH universal, neraca analitik, dan oven. Sedangkan untuk bahan-bahan yang digunakan meliputi limbah cair industri obat tradisional, biakan murni bakteri *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella* sp., NaCl steril 0,9%, larutan standar *Mc. Farland* 0,5, Nutrisi NPK, dan kertas saring.

2.3 Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan melakukan pengamatan terhadap bakteri yang tersedia untuk memastikan bahwa bakteri tersebut merupakan bakteri yang memang diperlukan untuk penelitian ini. Setelah itu pembuatan suspensi bakteri untuk memperoleh kepadatan bakteri sebanyak 1,5 x 10^8 CFU/mL dengan cara memindahkan bakteri dari media kedalam larutan NaCl steril 0,9% hingga terbentuk kekeruhan yang sama dengan larutan *Mc. Farland* 0,5. Selanjutnya pengambilan sampel limbah cair di Industri Obat Tradisional dan dilakukan pengujian parameter pH, TSS, BOD, COD, dan Fenol untuk memperoleh data karakteristik awal limbah cair sebelum diolah. Setelah itu dilakukan proses pengolahan limbah cair dengan menambahkan 2,5 mL suspensi konsorsium bakteri dan 2,5 mL nutrisi NPK kedalam reaktor aerobik yang berisi 2.500 mL limbah cair yang akan diolah kemudian diaerasi selama 10 hari. Pada hari ke-10 limbah cair diambil untuk dilakukan pengujian parameter pH, TSS, BOD, COD, dan Fenol untuk memperoleh data karakteristik akhir limbah cair setelah diolah.

2.4 Variabel Penelitian

2.4.1 Variabel bebas

Variabel bebas pada penelitian ini berupa variasi konsorsium bakteri yang meliputi: K (tanpa penambahan konsorsium bakteri); AB (*Bacillus subtilis & Pseudomonas aeruginosa*); AC (*Bacillus subtilis & Klebsiella* sp.); BC (*Pseudomonas aeruginosa & Klebsiella* sp.); dan ABC (*Bacillus subtilis, Pseudomonas aeruginosa, & Klebsiella* sp.)

2.4.2 Variabel terikat

Variabel terikat pada penelitian ini berupa parameter uji limbah cair yang meliputi: pH, TSS, BOD, COD, dan Fenol.

2.4.3 Variabel tetap

Variabel tetap pada penelitian ini meliputi: limbah cair industri obat tradisional yang diolah sebanyak 2.500 mL untuk setiap perlakuan, konsorsium bakteri yang digunakan sebanyak 2,5 mL untuk setiap perlakuan, nutrisi NPK yang digunakan sebanyak 2,5 mL untuk setiap perlakuan, dan proses pengolahan limbah cair berlangsung selama 10 hari.

2.5 Metode Analisis Data

Tabel 1. Metode Analisis Parameter Pencemar Limbah Cair

Parameter	Metode
pH	pH universal
TSS	SNI 06-6989.3-2004
BOD	Standar Operasional LABKESDA Purbalingga
COD	Standar Operasional LABKESDA Purbalingga
Fenol	Standar Operasional LABKESDA Purbalingga

Penentuan nilai persentase efektivitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Imaniar dkk., 2022):

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{P0 - P10}{P10} \text{ x } 100\% \quad (1)$$

Keterangan: P_0 = Hasil uji parameter limbah cair sebelum diolah
P_{10} = Hasil ui parameter limbah cair setelah diolah

Penentuan kadar TSS dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$\text{TSS} = \frac{(A - B)}{V} \text{ x } 100\% \quad (2)$$

Keterangan: TSS = Partikel tersuspensi (mg/L atau ppm)
A = Total berat kertas saring dan residu kering (mg)
B = Berat kertas saring kosong (mg)
V = Volume sampel (mL)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Limbah Cair Industri Obat Tradisional

Hasil pengujian limbah cair pada hari ke-1 menunjukan karakteristik awal limbah cair sebelum diolah. Sedangkan pengujian limbah cair pada hari ke-10 menunjukan karakteristik akhir limbah cair setelah diolah. Limbah cair yang diuji meliputi pengujian parameter pH, TSS, BOD, COD, dan Fenol yang ditunjukan pada Tabel 2. berikut ini:

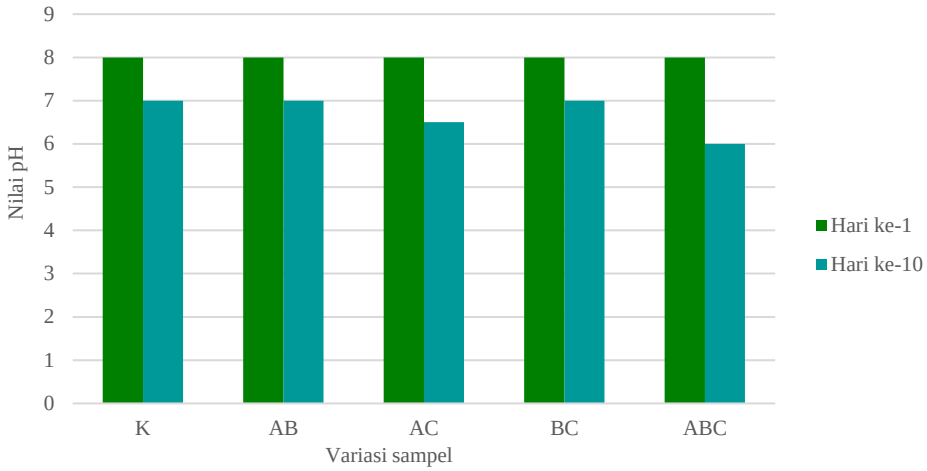
Tabel 2. Metode Analisis Parameter Pencemar Limbah Cair

	Sampel	Parameter				
		pH	**TSS (ppm)**	**BOD (ppm)**	**COD (ppm)**	**Fenol (ppm)**
Hasil Uji Hari ke-1	K	8	120	80,10	158	0,003
	AB	8	120	80,10	158	0,003
	AC	8	120	80,10	158	0,003
	BC	8	120	80,10	158	0,003
	ABC	8	120	80,10	158	0,003
Hasil Uji Hari ke-10	K	7	80	79,15%	154	0,002
	AB	7	94	77,85%	151	0,004
	AC	6,5	144	80,12%	162	0,007
	BC	7	102	85,62%	167	0,009
	ABC	6	60	44,10%	80	0,001
Persentase Efektivitas	K	-	33,33%	1,18%	2,53%	33,33%
	AB	-	21,66%	2,8%	4,43%	-33,33%
	AC	-	-20%	-0,02%	-2,53%	-133,3%
	BC	-	15%	-6,89%	-5,69%	-200%
	ABC	-	50%	44,94%	49,36%	66,66%
Baku Mutu*		6-9	100	75	150	0,2

Sumber: *Permen LH RI No. 05 Tahun 2014

3.2 Analisis Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH (*Potential Hydrogen*) adalah parameter yang mengindikasikan ukuran keasaman atau kebasaan limbah cair. Nilai pH menunjukan banyaknya total ion hidrogen (H^+) maupun ion hidroksida (OH^-) yang terukur pada alat pengukur pH. Nilai pH yang kurang dari 7 mengindikasikan pH bersifat asam dimana total ion H^+ dalam cairan lebih banyak daripada ion OH^-. Nilai pH yang lebih dari 7 mengindikasikan pH bersifat basa dimana total ion OH^- dalam cairan lebih banyak daripada ion OH^- (Kareliasari, 2021). Pengukuran pH limbah cair industri obat tradisional ditampilkan dalam bentuk diagram pada gambar.2 yang menunjukan hubungan variasi sampel terhadap nilai pH hari ke-1 dan ke-10 dibawah ini.

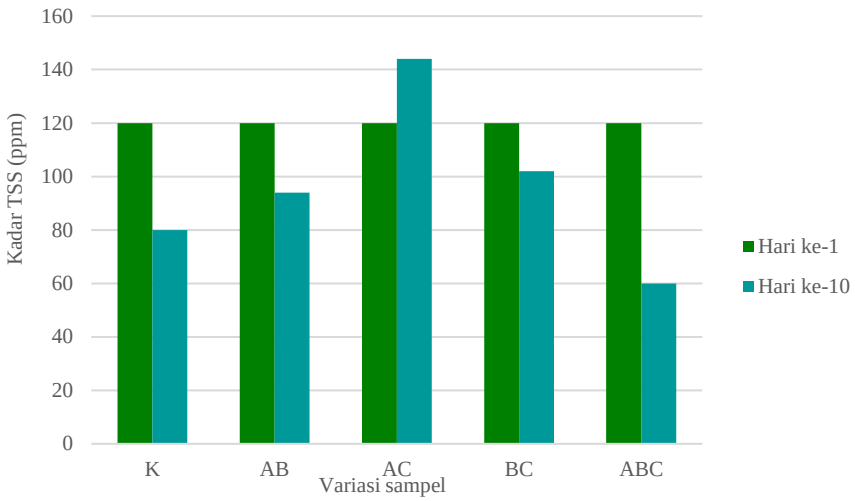


Gambar 1. Diagram Hubungan Variasi Sampel terhadap Nilai Ph

Pengukuran pH pada hari ke-1 menunjukan nilai pH sebesar 8. Setelah dilakukan pengolahan selama 10 hari nilai pH pada hari ke-10 menunjukan penurunan nilai pH untuk semua variasi. Dengan penurunan yang paling besar terdapat pada variasi sampel ABC yang mampu menurunkan nilai pH menjadi 6. Variasi sampel AC mampu menurunkan nilai pH menjadi 6,5. Sedangkan variasi lainnya mampu menurunkan pH menjadi 7. Penurunan pH untuk semua variasi sampel menunjukan pH limbah cair setelah pengolahan telah memenuhi baku mutu yang mengacu pada Permen LH RI No.05 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air limbah dengan rentang pH nya atara 6-9. Turunnya nilai pH terjadi karena adanya senyawa asam (asam format, asam asetat, dan lain-lain) yang terbentuk akibat dari proses penguraian senyawa organik oleh bakteri aerob (Agustinus dkk., 2014). Senyawa yang terbentuk tersebut bersifat asam lemah sehingga penurunan pH yang terjadi tidak terlalu besar. Selain itu, hasil pengukuran pH pada hari ke-10 yang menunjukan pH telah mencapai sifat netral atau mendekati netral mengindikasikan proses penguraian oleh bakteri aerob telah berlangsung sempurna (Ramadhan dkk., 2015).

3.3 Analisis *Total Suspended Solid* (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) atau yang biasa dikenal sebagai padatan tersuspensi merupakan padatan yang berdiamater lebih dari 1µm. Pengukuran TSS didasarkan pada banyaknya jumlah padatan yang tersuspensi dalam limbah cair dengan volume tertentu yang konsentrasinya dinyatakan dalam satuan *part per million* (ppm). Pengukuran TSS limbah cair industri obat tradisional ditampilkan dalam bentuk diagram pada gambar.3 yang menunjukan hubungan variasi sampel terhadap konsentrasi TSS hari ke-1 dan ke-10 dibawah ini.



Gambar 2. Diagram Hubungan Variasi Sampel terhadap Konsentrasi TSS

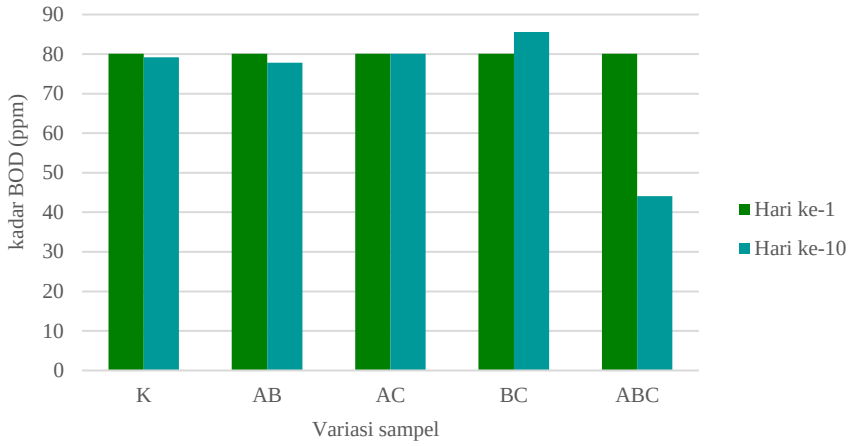
Pengukuran TSS pada hari ke-1 menunjukan kadar TSS sebesar 120 ppm. Setelah dilakukan pengolahan selama 10 hari kadar TSS pada hari ke-10 menunjukan perubahan baik itu kenaikan maupun penurunan untuk semua variasi sampel. Penurunan kadar TSS terjadi pada variasi sampel K, AB, BC, dan ABC dengan kadar akhirnya sebesar 80 ppm; 94 ppm; 102 ppm; dan 60 ppm. Namun penurunan yang terjadi pada variasi sampel BC tidak dapat menurunkan kadar TSS sampai memenuhi baku mutu yang mengacu pada Permen LH RI No.05 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air limbah dengan baku mutu TSSnya sebesar 100 ppm. Sedangkan kenaikan kadar TSS terjadi pada variasi AC dengan kadar akhirnya sebesar 144 ppm.

Penurunan tertinggi ditunjukkan pada variasi ABC yang dapat menurunkan kadar TSS sebesar 60 ppm. Penurunan kadar TSS disebabkan karena konsorsium bakteri aerob dapat menguraikan bahan organik yang berupa partikel tersuspensi. Penguraian akan menghasilkan senyawa yang lebih sederhana seperti karbondioksida, air, energi, maupun lumpur yang mudah mengendap (Waluyo, 2017). Bahan organik yang berupa partikel tersuspensi akan terurai menjadi bentuk terlarut yang hal ini akan berdampak pada turunnya kadar TSS. Selain itu, proses aerasi juga mempengaruhi penurunan kadar TSS karena dapat meningkatkan suplai oksigen yang berakibat pada peningkatan aktivitas penguraian oleh konsorsium bakteri aerob (Marta, *et al*., 2021). Sedangkan kenaikan kadar TSS di variasi AC disebabkan karena lumpur yang dihasilkan dari proses penguraian bahan organik oleh bakteri sulit mengendap. Sehingga pada saat terjadi proses aerasi lumpur tersebut akan terus bercampur dengan limbah cair yang kemudian akan meningkatkan kadar TSS.

3.4 Analisis *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah kebutuhan oksigen biologi yang megindikasikan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh bakteri untuk melakukan penguraian bahan organik dalam limbah cair. Total oksigen terlarut yang terukur pada kadar BOD ini menunjukan total bahan organik yang mudah terurai oleh bakteri dimana kadarnya dinyatakan dalam satuan *part per million* (ppm) (Atima,

2015). Pengukuran BOD limbah cair industri obat tradisional ditampilkan dalam bentuk diagram pada gambar.4 yang menunjukan hubungan variasi sampel terhadap konsentrasi BOD hari ke-1 dan ke-10 dibawah ini.



Gambar 3. Diagram Hubungan Variasi Sampel terhadap Konsentrasi BOD

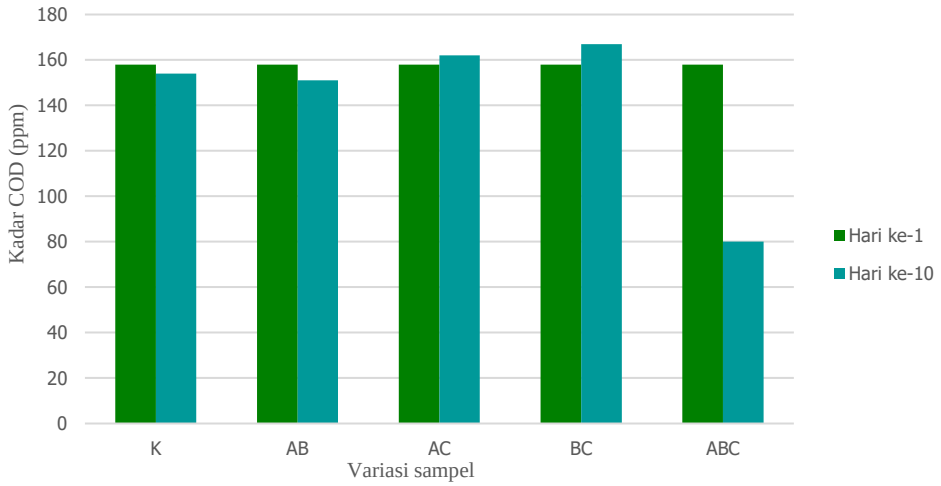
Pengukuran BOD pada hari ke-1 menunjukan kadar BOD sebesar 80,10 ppm. Setelah dilakukan pengolahan selama 10 hari kadar BOD pada hari ke-10 menunjukan perubahan baik itu kenaikan maupun penurunan untuk semua variasi sampel. Penurunan kadar BOD terjadi pada variasi sampel K, AB, dan ABC dengan kadar akhirnya sebesar 79,15 ppm; 77,85 ppm; dan 44,10 ppm. Namun penurunan yang terjadi pada variasi sampel K dan AB tidak dapat menurunkan kadar BOD sampai memenuhi baku mutu yang mengacu pada Permen LH RI No.05 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air limbah dengan baku mutu BODnya sebesar 75 ppm. Sedangkan kenaikan kadar BOD terjadi pada variasi AC dan BC dengan kadar akhirnya sebesar 80,12 ppm dan 85,62.

Penurunan tertinggi ditunjukkan pada variasi ABC yang dapat menurunkan kadar BOD sebesar 36 ppm. Penurunan kadar BOD disebabkan karena konsorsium bakteri aerob dapat menguraikan bahan organik. Penguraian akan menghasilkan senyawa yang lebih sederhana seperti karbondioksida, air, energi, maupun lumpur yang mudah mengendap (Waluyo, 2017). Proses penguraian oleh konsorsium bakteri aerob ini membutuhkan oksigen sebagai oksidator. Dengan adanya proses aerasi, hal ini akan meningkatkan kandungan oksigen dalam limbah cair yang kemudian mempengaruhi suplai oksigen terhadap bakteri aerob sehingga penguraian dapat berlangsung secara terus-menerus (Ramadhan, 2015). Sedangkan kenaikan kadar BOD di variasi AC dan BC disebabkan karena jumlah bakteri yang terlalu banyak akan meningkatkan kebutuhan terhadap konsumsi oksigen terlarut untuk melakukan proses penguraian bahan organik (Bastom, 2015). Kebutuhan oksigen yang tidak sebanding dengan banyaknya oksigen terlarut yang tersedia akan berdampak pada tingginya nilai BOD.

3.5 Analisis *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah kebutuhan oksigen kimia yang mengindikasikan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan untuk mengoksidasi seluruh kandungan bahan organik dalam air limbah,

baik itu bahan organik yang mudah diurai (*biodegradable*) ataupun yang sulit terurai (*non biodegradable*). Proses oksidasi bahan organik membutuhkan agen pengoksidasi sebagai sumber energi berupa senyawa kalium dikromat. Senyawa ini dipilih karena mampu mengoksidasi secara sempurna seluruh bahan organik. Dalam pengujian COD banyaknya kalium dikromat yang digunakan akan terhitung sebagai nilai COD yang kadarnya dinyatakan dalam *part per million* (ppm). Pengukuran COD limbah cair industri obat tradisional ditampilkan dalam bentuk diagram pada gambar.5 yang menunjukan hubungan variasi sampel terhadap konsentrasi COD hari ke-1 dan ke-10 dibawah ini.



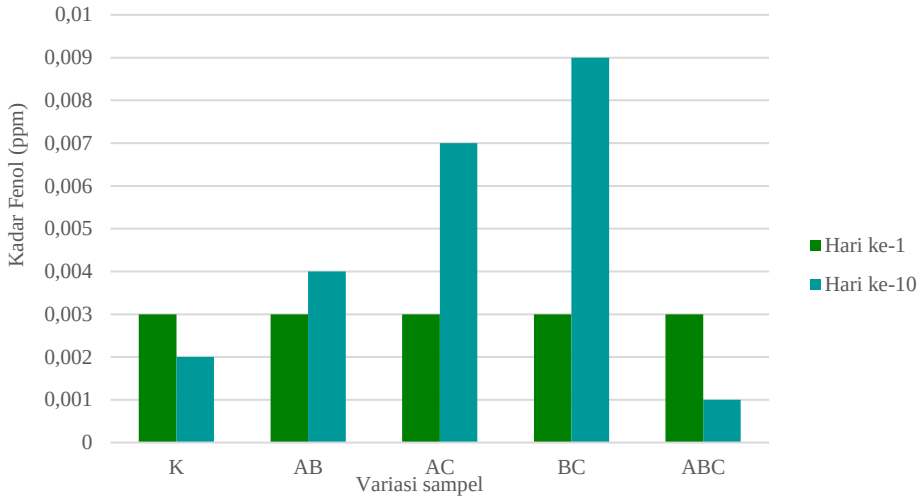
Gambar 4. Diagram Hubungan Variasi Sampel terhadap Konsentrasi COD

Pengukuran COD pada hari ke-1 menunjukan kadar COD sebesar 158 ppm. Setelah dilakukan pengolahan selama 10 hari kadar COD pada hari ke-10 menunjukan perubahan baik itu kenaikan maupun penurunan untuk semua variasi sampel. Penurunan kadar COD terjadi pada variasi sampel K, AB, dan ABC dengan kadar akhirnya sebesar 154 ppm; 151 ppm; dan 80 ppm. Namun penurunan yang terjadi pada variasi sampel K dan AB tidak dapat menurunkan kadar COD sampai memenuhi baku mutu yang mengacu pada Permen LH RI No.05 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air limbah dengan baku mutu CODnya sebesar 150 ppm. Sedangkan kenaikan kadar COD terjadi pada variasi AC dan BC dengan kadar akhirnya sebesar 162 ppm dan 167 ppm.

Sama halnya dengan BOD, penurunan kadar COD juga disebabkan karena terjadinya proses penguraian bahan organik. Namun yang membedakan disini adalah kemampuan konsorsium bakteri yang dipilih bukan hanya dapat mengurai bahan organik yang bersifat *biodegradable* saja melainkan bahan organik yang juga bersifat *non biodegradable*. Sehingga selama energi dan nutrisi nya terpenuhi, konsorsium bakteri akan terus melakukan proses penguraian yang dapat berdampak pada turunnya kadar COD (Marta dkk., 2021). Sedangkan kenaikan kadar COD di variasi AC dan BC disebabkan karena terbentuknya biomassa akibat dari adanya penguraian bahan organik oleh konsorsium bakteri aerob. Biomassa yang terbentuk berupa pertambahan sel. Menurut Nurroisah dkk (2014) kadar COD berbanding lurus dengan pertumbuhan bakteri, sehingga semakin tinggi jumlah sel bakteri dalam air limbah maka akan semakin tinggi pula kadar CODnya.

3.6 Analisis Fenol

Asam karbolat atau yang biasa dikenal sebagai fenol memiliki rumus kimia C_6H_5OH. Fenol termasuk kedalam salah satu senyawa hidrokarbon aromatik dengan sifat yang mudah larut dalam air dan bersifat toksik. Sifat toksik tersebut menjadikan senyawa fenol termasuk kedalam salah satu parameter pencemar peraian (Fauziah, 2016). Pengukuran Fenol limbah cair industri obat tradisional ditampilkan dalam bentuk diagram pada gambar.6 yang menunjukan hubungan variasi sampel terhadap konsentrasi Fenol hari ke-1 dan ke-10 dibawah ini.



Gambar 5. Diagram Hubungan Variasi Sampel terhadap Konsentrasi Fenol

Pengukuran Fenol pada hari ke-1 menunjukan kadar Fenol sebesar 0,003 ppm. Setelah dilakukan pengolahan selama 10 hari kadar Fenol pada hari ke-10 menunjukan perubahan baik itu kenaikan maupun penurunan untuk semua variasi sampel. Penurunan kadar Fenol terjadi pada variasi sampel K dan ABC dengan kadar akhirnya sebesar 0,002 ppm dan 0,001 ppm. Sedangkan kenaikan kadar Fenol terjadi pada ketiga variasi sampel yaitu variasi AB, AC, dan BC dengan kadar akhirnya sebesar 0,004 ppm; 0,007 ppm; dan 0,009 ppm. Hasil pengukuran Fenol baik sebelum diolah maupun setelah pengolahan kadarnya telah memenuhi baku mutu yang mengacu pada Permen LH RI No.05 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air limbah dengan baku mutunya sebesar 0,2 ppm.

Penurunan tertinggi ditunjukkan pada variasi ABC yang dapat menurunkan kadar Fenol sebesar 0,002 ppm. Penurunan kadar Fenol disebabkan karena senyawa fenol dimanfaatkan oleh konsorsium bakteri aerob sebagai sumber karbon dan energi. Bakteri akan mendestabilisasi cincin aromatis pada senyawa fenol melalui proses penguraian. Kemudian hasil penguraian tersebut berupa energi yang akan dimanfaatkan kembali oleh bakteri untuk pertumbuhannya (Fauziah, 2016). Sedangkan kenaikan kadar Fenol di variasi AB, AC, dan BC disebabkan karena bakteri tidak mampu memanfaatkan fenol sebagai sumber karbon dan energi. Aktivitas bakteri dapat merusak dinding sel suatu bahan yang mengandung senyawa fenol, akibatnya fenol akan terlepas (Mahardani & Yuanita, 2021). Sehingga apabila fenol yang

terlepas tersebut tidak dapat dimanfaatkan oleh bakteri sebagai sumber karbon dan energi maka akan menyebabkan akumulasi senyawa Fenol dalam limbah cair yang berdampak pada tingginya kadar Fenol.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan konsorsium bakteri aerob kadar pH, TSS, BOD, COD dan Fenol pada limbah cair industri obat tradisional setelah diolah kadarnya mengalami kenaikan dan penurunan. Kenaikan kadar TSS terjadi pada variasi sampel AC sebesar 24 ppm. Kenaikan kadar BOD terjadi pada variasi sampel AC dan BC sebesar 0,02 ppm dan 5,52 ppm. Kenaikan kadar COD terjadi pada variasi sampel AC dan BC sebesar 4 ppm dan 9 ppm. Kenaikan kadar Fenol terjadi pada variasi sampel AB, AC, dan BC sebesar 0,001 ppm; 0,004 ppm; dan 0,006 ppm. Sedangkan penurunan kadar pH terjadi pada semua variasi sampel K, AB, AC, BC, dan ABC sebesar 1; 1; 1,5; 1; dan 2. Penurunan kadar TSS terjadi pada variasi sampel K, AB, dan ABC sebesar 40 ppm; 26 ppm; dan 60 ppm. Penurunan kadar BOD terjadi pada variasi sampel K, AB, dan ABC sebesar 0,95 ppm; 2,25 ppm; dan 36 ppm. Penurunan kadar COD terjadi pada variasi sampel K, AB, dan ABC sebesar 4 ppm; 7 ppm; dan 78 ppm. Penurunan kadar Fenol terjadi pada variasi sampel K dan ABC sebesar 0,001 ppm dan 0,002 ppm.

Dari kelima variasi sampel tersebut diketahui variasi ABC yang merupakan variasi konsorsium bakteri *Bacillus subtilis, Pseudomonas aeruginosa,* dan *Klebsiella* sp. menunjukan variasi yang paling efektif dalam menurunkan kadar pH, TSS, BOD, COD, dan Fenol hal ini dilihat berdasarkan persentase efektivitas penurunannya yang paling besar diantara variasi sampel yang lainnya dan dapat menurunkan semua parameter hingga memenuhi baku mutu. Dimana persentase efektivitas variasi ABC dalam penurunan kadar TSS, BOD, COD, dan Fenol sebesar 50%; 44,94%; 49,36%; dan 66,66% serta menurunkan nilai pH menjadi 6.

DAFTAR PUSTAKA

Agustinus, E.T.S., Sembiring, H., & Effendi. (2014). Aplikasi Material Preservasi Mikroorganisme (MPMO) dalam Pemrosesan Limbah Cair Organik pada Instalasi Pengolahan Air Limbah. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan, 24(1),* 65-76.

Atima, W. (2015). BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air LImbah. *Journal Biology Science & Education, 4(1).* 83-93.

Badan Standarisasi Nasional. (2004). Air dan Air Limbah-Bagian 3: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspended Solid*) Secara Gravimetri. SNI 06-6989.3-2004.

Bastom, B.M. (2015). *Kajian Efek Aerasi pada Kinerja Biofilter Aerob dengan Media Bioball untuk Pengolahan Air Limbah Budidaya Tambak Udang*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dahlan, M.H., Chandra, H., Susmanto, P., Lifia, & Zanadiya, S. (2019). Produksi Air Bersih dari Pengolahan Limbah Cair Songket Menggunakan Proses Pemisahan Membran Bioreaktor. *Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AvoER),* 23-23.

Fauziah, S. (2016). *Kemampuan Isolasi Bakteri C_1F (Klebsiella sp.) dalam Menurunkan Kadar Fenol pada Limbah Cair Laboratorium Kimia UIN Alauddin Makassar*. Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.

Imaniar, A.D., Prasadi, O., & Fadlilah, I. (2022). Efektivitas Kayu Apu dan Kangkung Air Untuk Menurunkan Kadar COD, BOD, dan Amonia pada Air Limbah Domestik. *Jurnal Kesehatan Lingkungan, 15(2),* 107-112.

Kareliasari, N.A. (2021). *Analisis Suhu, DHL, DO, TDS, TSS, BOD, COD, dan Kadar Timbal pada Air dan Sedimen Sungai Lesti Kabupaten Malang*. Skripsi Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Obrahim Malang.

Khaira, Evelyn, & Chairul. (2019). Inaktivasi Spora *Bacillus subtilis* dalam Jus Nanas. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, *6*, 1-8.

Mahardani, O.T. & Yuanita, L. (2021). Efek Metode Pengolahan dan Penyimpanan Terhadap Kadar Senyawa Fenolik dan Aktivitas Antioksidan. *UNESA Journal of Chemistri, 10(1),*64-78.

Marta, M.B., Yahya, & Nursyam, H. (2021). Pengolahan Limbah cair Industri Pembekuan Ikan Kaca Piring (*Sillago sihama*) Menggunakan Kombinasi Bakteri *Acinetobacter baumanni, Bacillus megaterium, Nitrococcus* sp. dan *Pseudomonas Putida* Secara Aerob. *Journal of Tropical Agrifood, 3(1),* 49-62.

Menteri Lingkungan Hidup RI. (2014). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.

Nurroisah, E., Indarjo, S., & Wahyuningsih, A.S. (2014) Keefektifan Aerasi Sistem *Tray* dan Filtrasi Sebagai Penurun *Chemical Oxygen Demand* dan Padatan Tersuspensi pada Limbah Cair Batik. *Unnes Journal of Public Health, 3(4),* 56-64.

Ramadhan, A. (2015). *Pengolahan Limbah Cair Pembekuan Ikan Kaca Piring (Sillago sihama) Menggunakan Kombinasi Bakteri (Acinetobacter baumanii, Bacillsu subtilis, dan Enterobacter gergoviae) Secara Aerob*. Skripsi Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Turista, D.D., (2017). Biodegradasi Limbah cair Organik Menggunakan Konsorsium Bakteri Sebagai Bahan Penyusunan Buku Ajar Mata Kuliah Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia, 3(2),* 95-102.

Waluyo, L. (2017). Bioremediasi Limbah Cair Rumah Tangga dengan Produk Formula Konsorsium Pengurai Limbah. *Research report*, 99-107.