

Penurunan Kadar Kekeruhan, BOD, dan COD Pada Limbah Laundry Menggunakan Biosorben Arang Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)

Mersi N. Ngana, Suwari, Pius D. Ola

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana Kupang

Article Received: 07 December 2022

Article Accepted: 21 December 2022

Abstract

Research has been carried out with the title of reducing turbidity, BOD, and COD levels in laundry waste using water hyacinth charcoal biosorbent which aims to determine the surface area of water hyacinth charcoal biosorbent on reducing turbidity, BOD, and COD in laundry waste using water hyacinth charcoal biosorbent, knowing the effect of water hyacinth charcoal biosorbent contact time on decreasing turbidity, BOD, and COD in laundry waste, and knowing the effect of water hyacinth charcoal biosorbent on decreasing turbidity, BOD, and COD in laundry waste. The adsorbent used was water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). Water hyacinth adsorbents is a plant used as a cleaning agent in waters polluted by heavy metals, reducing the movement of organic waste so as to facilitate sedimentation. The water hyacinth charcoal adsorbent functions as an adsorbent, where the adsorbents functions to control wastewater pollution. The adsorption used was water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). Water hyacinth adsorbents in reducing turbidity, BOD, and COD are surface area, time variation and adsorbents mass. Final results the highest level of water hyacinth adsorbent surface area of 44.0754 m² /g occurred at a contact time of 60 minutes. The final results of water hyacinth adsorbent contact time between laundry waste, the highest decrease in turbidity level of 47.52 % occurred in 30 minutes, the highest decrease in BOD content of 80.04 % occurred in contact time of 60 minutes, and the highest decrease in COD was 38.70 % occurred at a contact time of 120 minutes. The final results of the water hyacinth adsorbent mass between laundry wastes, the highest decrease in turbidity content of 47.27 % occurred in 3 gram mass, the highest decrease in BOD content was 80.04 % occurred in 6 gram mass, and the highest decrease in COD content was 37.02 % occurs at a mass of 12 gram.

Keywords: Laundry waste, water hyacinth, adsorption

Abstrak

Telah dilakukan penelitian dengan judul penurunan kadar kekeruhan, BOD, dan COD pada limbah laundry menggunakan biosorben arang eceng gondok yang bertujuan untuk mengetahui luas permukaan biosorben arang eceng gondok terhadap penurunan kekeruhan, BOD, dan COD pada limbah laundry menggunakan biosorben arang eceng gondok, untuk mengetahui pengaruh waktu kontak biosorben arang eceng gondok terhadap penurunan kekeruhan, BOD, dan COD pada limbah laundry, dan untuk mengetahui pengaruh dosis biosorben arang eceng gondok terhadap penurunan kekeruhan, BOD, dan COD pada limbah laundry. Adsorben yang digunakan adalah eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Adsorben eceng gondok merupakan tanaman yang digunakan sebagai agen pembersih bagi perairan yang tercemar oleh logam-logam berat, limbah organik mengurangi pergerakan sehingga

memudahkan terjadinya sedimentasi. Adsorben arang eceng gondok tersebut berfungsi sebagai adsorben, dimana adsorben berfungsi untuk mengendalikan pencemaran air limbah. Adsorpsi yang digunakan adalah eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Adsorben eceng gondok dalam menurunkan kekeruhan, BOD, dan COD adalah luas permukaan, variasi waktu dan massa adsorben. Hasil akhir luas permukaan adsorben eceng gondok tingkat tertinggi sebesar 44,0754 m²/g terjadi pada waktu kontak 60 menit. Hasil akhir waktu kontak adsorben eceng gondok antara limbah laundry, penurunan kadar kekeruhan tertinggi sebesar 47,52 % terjadi pada waktu 30 menit, penurunan kadar BOD tertinggi sebesar 80,04 % terjadi pada waktu kontak 60 menit, dan penurunan kadar COD tertinggi sebesar 38,70 % terjadi pada waktu kontak 120 menit. Hasil akhir massa adsorben eceng gondok antara limbah laundry, penurunan kadar kekeruhan tertinggi sebesar 47,27 % terjadi pada massa 3 gram, penurunan kadar BOD tertinggi sebesar 80,04 % terjadi pada massa 6 gram, dan penurunan kadar COD tertinggi sebesar 37,02 % terjadi pada massa 12 gram.

Kata Kunci: Limbah Laundry, eceng gondok, adsorpsi

Pendahuluan

Usaha laundry merupakan salah satu jenis usaha yang saat ini berkembang pesat diseluruh wilayah Indonesia. Meningkatnya jumlah usaha laundry akan mengakibatkan meningkatnya penggunaan deterjen. Usaha laundry merupakan kegiatan usaha jasa yang banyak menghasilkan limbah cair. Limbah cair laundry selain mengandung sisa deterjen juga mengandung pewangi, pelembut, dan pemutih. Limbah laundry mengandung senyawa aktif metilen biru (surfaktan) yang sulit terdegradasi dan berbahaya bagi kesehatan maupun lingkungan¹ Air limbah laundry berdampak kelingkungan karena adanya bahan buangan zat kimia yang berupa deterjen yang berlebihan akan mengganggu kehidupan biota air ditandai dengan timbulnya buih-buih sabun pada permukaan air. Limbah yang masuk ke air menyebabkan terjadinya penyimpangan dari keadaan normal air². Banyaknya jumlah limbah cair yang dihasilkan memiliki dampak langsung kepada lingkungan apabila tidak dikelola dan diolah karena limbah cair laundry ini dapat mencemari badan air, mematikan kehidupan aquatik, dan memiliki efek samping yang kurang baik karena mengandung bahan kimia dengan konsentrasi yang tinggi antara lain fosfat, surfaktan, ammonia, dan nitrogen serta kadar kekeruhan, BOD dan COD yang tinggi³

Limbah cair laundry yang mengandung deterjen yang dibuang langsung ketanah dapat mengganggu struktur tanah dan merusak badan air. Hal ini menyebabkan tanah menjadi tercemar karena tidak mampu menetralsir lagi bahan-bahan polutan. Selain itu, deterjen di dalam air dapat mencemari badan air yang menimbulkan busa dan menutupi permukaan air sehingga dapat menghalangi sinar matahari yang masuk dan menghambat proses fotosintesis pada siklus hidup biota air. Pengolahan limbah cair laundry yang dilakukan oleh masyarakat

saat ini sangat sederhana yaitu hanya menggunakan sumur resapan sehingga limbah tersebut langsung diserap oleh tanah dan badan tanpa pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke medium lingkungan yang tergolong air dan tanah⁴

Pencemaran terhadap lingkungan dapat timbul karena air limbah laundry yang banyak mengandung polutan berupa lemak dan senyawa organik lain yang berasal dari pakaian kotor, beberapa senyawa kimia seperti fosfat sebagai pengisi, dan deterjen atau surfaktan yang sulit secara terombak secara alami di alam⁵. Hasil analisis kimiawi limbah laundry menunjukkan bahwa nilai pH, fosfat, COD, dan BOD lebih besar dari nilai ambang batas yang sudah ditentukan. Limbah cair laundry yang dihasilkan dari sisa proses pencucian baju juga mengakibatkan kekeruhan sehingga menghalangi sinar matahari masuk kedalam air⁶. Dengan demikian memproses limbah laundry menjadi sangat penting agar beban pencemaran berkurang dan air dapat dimanfaatkan kembali.

Salah satu teknik pengolahan yang dapat dilakukan untuk mengolah air limbah laundry sebelum dibuang ke medium lingkungan adalah adsorpsi. Adsorpsi terjadi karena gaya tarik-menarik molekul adsorbat dipermukaan adsorben. Suatu zat dapat digunakan sebagai adsorben untuk tujuan pemisahan apabila mempunyai daya adsorpsi yang selektif, dengan luas permukaan massa yang besar, serta memiliki daya ikat yang kuat terhadap zat yang dipisahkan secara fisik atau kimia⁷. Teknik adsorpsi telah terbukti cukup tinggi dan efektif dalam mereduksi parameter BOD dan COD dalam limbah laundry menggunakan adsorben. Oleh karena itu limbah laundry perlu diolah terlebih dahulu sebelum di buang ke medium lingkungan dan ke badan air. Salah satu teknik untuk pengolahan limbah laundry adalah menggunakan teknik adsorpsi. Beberapa penelitian telah berhasil menggunakan teknik adsorpsi untuk pengolahan limbah laundry. Hal yang penting di dalam proses adsorpsi adalah pemilihan jenis adsorben yang baik. Salah satu adsorben adalah arang eceng gondok. Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan salah satu tumbuhan yang dapat melakukan adsorpsi. Kemampuan eceng gondok untuk menyerap disebabkan eceng gondok mempunyai akar yang bercabang-cabang halus yang berfungsi sebagai alat untuk menyerap senyawa kimia, sehingga toksisitas senyawa kimia yang terlarut semakin berkurang. Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tanaman yang dapat digunakan sebagai agen pembersih bagi perairan yang tercemar oleh logam-logam berat, limbah organik mengurangi pergerakan sehingga memudahkan terjadinya sedimentasi. Biosorben arang eceng gondok mempunyai kemampuan menyerap senyawa organik. Arang eceng gondok tersebut berfungsi sebagai adsorben, dimana adsorben yang berfungsi untuk mengendalikan pencemaran air⁸. Adsorben arang eceng gondok

untuk mereduksi, karena arang eceng gondok telah berhasil diterapkan untuk mereduksi. Eceng Gondok merupakan salah satu bahan bioremediasi yang mampu mereduksi pencemaran limbah laundry. Terdapat beberapa penelitian bahwa eceng gondok digunakan untuk mereduksi konsentrasi BOD dan COD. Eceng gondok mampu mereduksi konsentrasi COD sebesar 48% pada air limbah domestik. Eceng gondok juga mampu menurunkan konsentrasi surfaktan dalam air limbah laundry. Hal ini terbukti dari penelitian yang dilakukan oleh⁹, menggunakan eceng gondok yaitu dapat menurunkan kadar deterjen 19,63%, kadar BOD 37,24% dan kadar COD 20,93% pada limbah laundry. Dalam penelitian¹⁰ eceng gondok mempunyai kemampuan untuk menurunkan nilai COD dan BOD pada pengolahan air limbah laundry secara berurutan sebesar 59,11% dan 77,91%.

Hasil dan Pembahasan

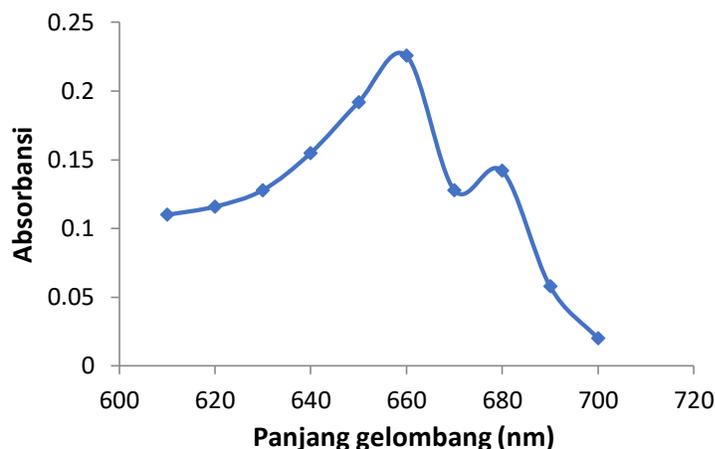
Karakterisasi Arang Aktif

Luas Permukaan Arang Aktif

Luas permukaan arang aktif berpengaruh terhadap kapasitas adsorpsi. Semakin besar luas permukaan suatu adsorben, maka daya adsorpsi terhadap adsorben semakin besar pula. Luas permukaan suatu adsorben dapat ditentukan dengan menggunakan metode adsorpsi larutan metilen biru. Menurut¹¹ penentuan luas permukaan arang aktif dengan metode metilen biru dapat dilakukan melalui 3 tahapan yaitu, penentuan panjang gelombang maksimum, kurva standar metilen biru, dan luas permukaan.

a. Panjang gelombang maksimum metilen biru

Panjang gelombang maksimum metilen biru ditentukan dengan mengukur nilai absorbansi larutan metilen biru 2 mg/L pada range panjang gelombang 500-700 nm dengan interval 10. Panjang gelombang maksimum sebagai acuan dalam larutan standar. Hasil pengukuran absorbansi metilen biru 2 mg/L pada setiap panjang gelombang diplot untuk memperoleh hubungan antara absorbansi sebagai fungsi Panjang gelombang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Panjang gelombang maksimum adalah 660 nm dengan nilai absorbansinya sebesar 0,226. Kurva hubungan absorbansi dan panjang gelombang metilen biru ditunjukkan pada Gambar 1.



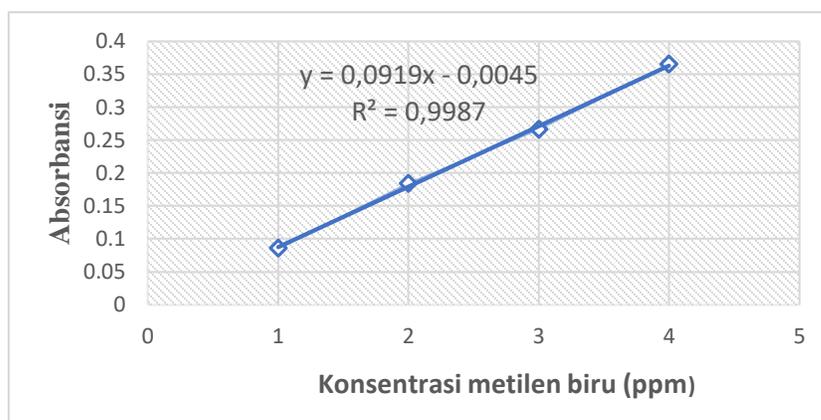
Gambar 1. Kurva panjang gelombang maksimum metilen biru

Panjang gelombang maksimum metilen biru mempunyai warna komplementer yang berupa warna biru dengan spektrum cahaya pada panjang gelombang maksimumnya digunakan range pada daerah panjang gelombang tersebut¹² Panjang gelombang maksimum metilen biru yang diperoleh untuk mengukur absorbansi larutan metilen biru pada penelitian untuk tahap selanjutnya adalah 660 nm.

b. Kurva standar metilen biru

Kurva standar adalah kurva hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi larutan standar. Kurva standar metilen biru dibuat dengan mengukur nilai absorbansi larutan standar metilen biru dengan variasi konsentrasi 1, 2, 3, dan 4 ppm pada panjang gelombang maksimum 660 nm.

Berdasarkan hukum Lambert-Beer absorbansi akan berbanding lurus dengan konsentrasi, dimana semakin tingginya konsentrasi maka nilai absorbansi juga semakin tinggi. Begitupun sebaliknya, apabila nilai konsentrasinya rendah maka nilai absorbansi juga rendah. Hubungan linier antara absorbansi dan konsentrasi larutan standar metilen biru dinyatakan dalam persamaan regresi $y=ax+b$, dimana y adalah absorbansi, a adalah slope dan b adalah intersep. Perbandingan antara nilai absorbansi dengan larutan standar metilen biru maka menghasilkan kurva garis lurus dan data yang diperoleh selanjutnya dibuat kurva standar dengan membandingkan larutan standar (x) terhadap absorbansi (y) sehingga ditentukan persamaan regresi linear. Berikut merupakan Gambar kurva standar metilen biru.



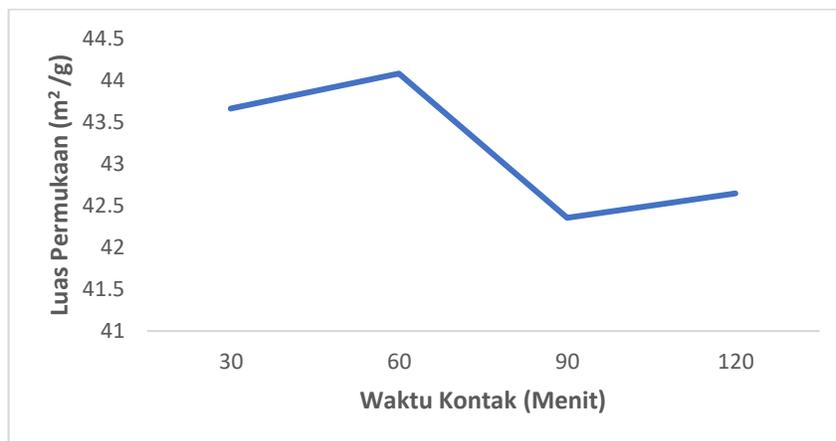
Gambar 2. Kurva standar metilen biru

Gambar 2 di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka nilai absorbansi juga semakin tinggi, sehingga diperoleh masing-masing $y = 0,0919x - 0,0045$ atau $A = 0,0919c - 0,0045$ dimana A adalah absorbansi dan c adalah konsentrasi dengan nilai koefisien korelasi (r) = 0,999 dan derajat determinasi (R^2) = 0,9987 dimana nilai tersebut mendekati 1 yang menunjukkan bahwa hubungan antara absorbansi dan konsentrasi tersebut masih linear pada rentang konsentrasi 1-4 mg/L dengan kriteria penerimaan koefisien korelasi yang baik adalah 0,999 atau mendekati 1.

Linearitas merupakan keabsahan kurva kalibrasi yang dihasilkan dengan menentukan harga koefisien korelasi (r). Uji linearitas bertujuan untuk membuktikan hubungan yang linear antara konsentrasi dengan absorbansi dari data kurva standar. Sensitivitas kurva standar metilen biru dapat dinyatakan dengan slope. Slope merupakan nilai kemiringan dari grafik antara absorbansi terhadap konsentrasi. Sensitivitas yang diperoleh dari kurva standar metilen biru ditunjukkan dengan nilai slope (kemiringan) sebesar 0,0919 nilai ini menunjukkan bahwa setiap perubahan konsentrasi akan memberikan perubahan terhadap nilai absorbansi.

c. Penentuan luas permukaan

Luas permukaan arang aktif berpengaruh terhadap kapasitas adsorpsi. Semakin besar luas permukaan suatu adsorben, maka daya adsorpsi terhadap adsorbat semakin besar¹³. Luas permukaan suatu adsorben dapat ditentukan menggunakan metode adsorpsi larutan metilen biru dengan cara menentukan waktu optimum¹¹. Variasi waktu yang diuji adalah 30, 60, 90, dan 120 menit. Penentuan waktu sangat berpengaruh terhadap proses adsorpsi, karena setiap proses adsorben memiliki batas waktu dalam proses penyerapan. Nilai luas permukaan pada rentang waktu 30-120 menit dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik nilai luas permukaan arang eceng gondok

Nilai luas permukaan arang eceng gondok pada Gambar 3, dapat dilihat bahwa peningkatan waktu kontak tidak berhubungan secara linear dengan luas permukaan pada rentang waktu 30-120 menit. Pada rentang waktu kontak 60 menit penyerapan optimum terjadi dengan nilai luas permukaan sebesar 44,0754 m²/gram, hal ini dikarenakan ketersediaan permukaan arang aktif pada adsorben sebanding dengan banyaknya adsorbat yang terserap pada luas permukaan adsorben dalam larutan metilen biru, dimana permukaan adsorben telah terisi penuh oleh adsorbat. Nilai luas permukaan pada rentang waktu 30, 90, dan 120 menit tidak memiliki perbedaan yang signifikan, hal ini dikarenakan banyaknya ruang yang kosong menyebabkan ikatan antara metilen biru yang terserap pada permukaan arang eceng gondok kembali terlepas, karena pada waktu pengocokan arang eceng gondok melakukan kontak dengan metilen biru sehingga semakin besar pula sisi aktif dari arang eceng gondok untuk berikatan secara kovalen dengan metilen biru. Semakin tinggi waktu kontak maka adsorben memiliki titik jenuh yang lebih lama. Arang merupakan padatan berpori yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan secara kovalen¹⁴.

Aplikasi Arang Aktif untuk Pengolahan Limbah Laundry

Pengaruh waktu kontak adsorben terhadap penurunan kadar kekeruhan

Kekeruhan menggambarkan sifat optik suatu air berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan dalam air¹⁵.

Tabel 1 Hasil pengaruh waktu kontak terhadap penurunan kadar kekeruhan

No	Waktu kontak (menit)	Konsentrasi kekeruhan (NTU)			Rata-Rata	Kadar kekeruhan (NTU)	Penurunan Kekeruhan (%)
		P1	P2	P3			
1	Sampel awal	2,75	2,74	2,76	2,750	2,750	-
2	30	1,44	1,43	1,46	1,443	1,443	47,52
3	60	1,74	1,72	1,62	1,693	1,693	38,43
4	90	1,99	2,02	2,02	2,010	2,010	26,90
5	120	2,44	2,54	2,43	2,470	2,470	10,18

Berdasarkan Tabel 1, menunjukkan bahwa nilai kekeruhan pada limbah laundry sebelum perlakuan sebesar 2,750 NTU, sehingga dapat dikatakan bahwa perlu dilakukan pengolahan dengan metode adsorpsi. Hasil adsorpsi menggunakan arang eceng gondok yang teraktivasi sebagai adsorben yaitu pada rentang waktu kontak 30, 60, 90, dan 120 menit yang berturut-turut 1,443 NTU, 1,693 NTU, 2,010 NTU, dan 2,470 NTU, dengan masing-masing persentase penurunan sebesar 15,08 %, 25,05 %, 34,21 % dan 38,70 %.

Hal ini dapat dilihat bahwa peningkatan waktu kontak tidak berhubungan secara linear terhadap waktu kontak 30 – 120 menit. Pada rentang waktu 30 menit memberikan hasil yang lebih optimum dibandingkan dengan penurunan rentang waktu kontak lainnya. Dari hasil yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa nilai kekeruhan yang diperoleh dari rentang waktu kontak 60, 90 dan 120 menit. Hal ini dikarenakan limbah cair laundry banyak polutan yang terkandung sehingga kemampuan dalam menyerap polutan tersebut terhambat. Polutan tersebut diakumulasikan menjadi bahan terlarut kearah aktif, sehingga padatan tersuspensi pada limbah berkurang, semakin turun total padatan tersuspensi maka semakin turun pula nilai kekeruhannya. Akan tetapi semakin tinggi waktu kontak maka adsorben eceng gondok memiliki titik jenuh yang lebih lama. Kejenuhan terjadi karena tingginya kadar polutan dalam air limbah membuat adsorben telah menyerap polutan limbah laundry dengan jumlah yang besar sehingga sudah hampir tidak mampu lagi menyerap polutan dalam adsorbat air limbah laundry.

Pengaruh massa adsorben terhadap penurunan kadar kekeruhan

Berdasarkan Tabel 2, penentuan berat optimum adsorben pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan adsorben sebanyak 3, 6, 9, dan 12 gram. Tujuan dari penentuan massa optimum adsorben adalah untuk mengetahui jumlah minimum jumlah adsorben yang dapat digunakan untuk proses adsorpsi, sehingga jumlah penggunaan adsorben lebih efisien.

Tabel 2 Hasil pengaruh massa adsorben terhadap penurunan kadar kekeruhan

No	Massa adsorben (gram)	Konsentrasi kekeruhan (NTU)			Rata-Rata	Kadar kekeruhan (NTU)	Penurunan Kekeruhan (%)
		P1	P2	P3			
1	Sampel awal	2,75	2,74	2,76	2,750	2,750	-
2	3	1,46	1,45	1,44	1,450	1,450	47,27
3	6	1,75	1,77	1,76	1,760	1,760	36,0
4	9	1,98	2,04	2,03	2,016	2,016	26,69
5	12	2,54	2,55	2,44	2,510	2,510	8,72

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kekeruhan pada limbah laundry sebelum perlakuan sebesar 2,750 NTU, sehingga dapat dikatakan bahwa perlu dilakukan pengolahan dengan metode adsorpsi. Hasil adsorpsi menggunakan arang eceng gondok yang teraktivasi sebagai adsorben yaitu pada massa adsorben 3, 6, 9, dan 12 gram yang berturut-turut 1,450 NTU, 1,760 NTU, 2,016 NTU, dan 2,510 NTU, dengan masing-masing persentase penurunan 12,68 %, 23,70 %, 32,83 %, dan 37,024 %.

Hal ini dapat dilihat bahwa peningkatan massa adsorben tidak berhubungan secara linear dengan massa adsorben 3-12 gram. Pada massa adsorben 3 gram memberikan hasil yang lebih optimum dibandingkan variasi massa adsorben lainnya. Dari hasil yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa nilai kekeruhan yang diperoleh dari rentang massa 6, 9, dan 12 gram, semakin turun total padatan tersuspensi maka semakin turun pula nilai kekeruhannya. Akan tetapi adsorpsi air limbah laundry semakin menurun persentase arang yang terserap pada berat 3-12 gram, hal ini dikarenakan semakin banyak arang yang ditambahkan semakin banyak ruang kosong atau luas permukaan yang tersedia pada adsorben. Hal tersebut dapat disebabkan oleh kesesuaian dari ukuran molekul air limbah dengan pori adsorben sehingga peningkatan berat arang aktif tidak lagi mempengaruhi peningkatan penyerapan air limbah oleh arang eceng gondok tersebut. Kapasitas adsorpsi karbon terhadap suatu zat terlarut dipengaruhi oleh karbon dan zat yang terlarut. Penurunan nilai kekeruhan juga disebabkan oleh adanya aerasi menyebabkan suplay udara yang terus menerus mampu melarutkan atau memperkecil ukuran bahan organik yang terdapat pada limbah tersebut¹⁶.

Pengaruh waktu kontak adsorben terhadap penurunan kadar BOD (Biochemical Oxygen Demand)

Biochemical Oxygen Demand (BOD) merupakan oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air limbah, sehingga air limbah tersebut menjadi jernih kembali. Jika

kandungan zat organik dalam air limbah tinggi maka semakin banyak pula oksigen yang diperlukan untuk mendegradasi zat organik sehingga nilai BOD nya semakin tinggi juga.

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai BOD pada limbah laundry sebelum perlakuan sebesar 133,3 mg/L, sehingga dapat dikatakan bahwa sangat tercemar dan perlu dilakukan pengolahan dengan metode adsorpsi. Hasil adsorpsi menggunakan arang eceng gondok yang teraktivasi sebagai adsorben yaitu pada waktu kontak 30,60,90 dan 120 menit dan memiliki nilai yang berturut-turut yaitu 26,7 mg/L, 26,6 mg/L, 53,3 mg/L, dan 80 mg/L, dengan masing-masing % penurunan sebesar 79,96 %, 80,04 %, 60,01 %, dan 39,98 %.

Tabel 3 Hasil pengaruh waktu kontak terhadap penurunan kadar BOD

No	Waktu kontak (menit)	Konsentrasi DO ₀ (mg/L)			Konsentrasi DO ₅ (mg/L)			Rata-Rata DO ₀ & DO ₅		Kadar BOD (mg/L)	Penurunan kadar BOD (%)
		P1	P2	P3	P1	P2	P3	DO ₀	DO ₅		
1	Sampel awal	4,7	4,6	4,8	4,2	4,1	4,3	4,7	4,2	133,3	
2	30	1,3	1,1	1,2	1,0	1,1	1,2	1,2	1,1	26,7	79,96
3	60	1,4	1,2	1,3	1,1	1,2	1,3	1,3	1,2	26,6	80,04
4	90	1,8	1,7	1,6	1,4	1,6	1,5	1,7	1,5	53,3	60,01
5	120	1,9	1,9	1,9	1,7	1,5	1,6	1,9	1,6	80,0	39,98

Hal ini dapat dilihat bahwa peningkatan waktu kontak tidak berhubung secara linear terhadap waktu kontak 30-120 menit. Besarnya penurunan kadar BOD rentang waktu kontak optimum berada pada waktu 60 menit sebesar 26,6 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 80,04 % memberikan waktu yang optimum dibandingkan dengan variasi waktu kontak lainnya, dimana persentase penurunan kadar BOD Masih rendah dari persentase penurunan kadar BOD yang diperoleh dalam rentang waktu kontak 30, 90, dan 120 menit. Persentase penurunan kadar BOD akan lebih besar lagi jika dilakukan waktu kontak yang rendah, dikarenakan semakin tinggi waktu kontak maka adsorben memiliki titik jenuh yang lebih lama karena waktu kontak berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar polutan dalam air limbah sehingga memperoleh hasil penyerapan persentase penurunan menurun diwaktu yang tertinggi itu, berarti dapat dikatakan bahwa kandungan-kandungan polutan organik dalam air limbah laundry juga tinggi.

Pengaruh massa adsorben terhadap penurunan kadar BOD (Biochemical Oxygen Demand)

Berdasarkan Tabel 4, menunjukkan nilai BOD pada limbah laundry sebelum perlakuan sebesar 133,3 mg/L, sehingga dapat dikatakan bahwa sangat tercemar dan perlu dilakukan

pengolahan dengan metode adsorpsi. Hasil adsorpsi menggunakan arang eceng gondok yang teraktivasi sebagai adsorben yaitu pada massa 3, 6, 9, dan 12 gram dan memiliki nilai yang berturut turut adalah 24 mg/L, 21,3 mg/L, 37,4 mg/L dan 32 mg/L, dengan masing-masing persentase penurunan sebesar 81,99 %, 84,02 %, 71,94 % dan 75,99 %.

Tabel 4 Hasil pengaruh massa adsorben terhadap penurunan kadar BOD

No	Massa adsorben (gram)	Konsentrasi DO ₀ (mg/L)			Konsentrasi DO ₅ (mg/L)			Rata-Rata DO ₀ & DO ₅		Kadar BOD (mg/L)	Penurunan kadar BOD (%)
		P1	P2	P3	P1	P2	P3	DO ₀	DO ₅		
1	Sampel awal	4,7	4,6	4,8	4,2	4,1	4,3	4,7	4,2	133,3	-
2	3	1,30	1,30	1,31	1,21	1,20	1,22	1,30	1,21	24,0	81,99
3	6	1,43	1,42	1,44	1,35	1,34	1,36	1,43	1,35	21,3	84,02
4	9	1,74	1,73	1,76	1,60	1,61	1,60	1,74	1,60	37,4	71,94
5	12	1,83	1,84	1,82	1,71	1,70	1,72	1,83	1,71	32,0	75,99

Besarnya penurunan kadar BOD massa adsorben optimum berada pada massa 6 gram sebesar 21,3 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 84,02 % memberikan massa adsorben yang optimum dibandingkan dengan variasi massa adsorben lainnya, dimana persentase penurunan kadar BOD masih rendah dari persentase penurunan kadar BOD yang didapatkan dalam massa adsorben 3, 9, dan 12 gram. Persentase penurunan kadar BOD akan lebih besar lagi jika dilakukan massa adsorben yang rendah, dikarenakan semakin banyak massa adsorben yang ditambahkan maka semakin banyak ruang kosong yang tersedia pada adsorben sehingga memiliki titik jenuh yang lebih lama.

Pengukuran BOD pada variasi waktu kontak dan massa adsorben dalam penelitian ini, dimaksudkan untuk dijadikan sebagai suatu pendekatan umum yang menyatakan banyaknya jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan zat-zat organik terlarut tersuspensi dalam air limbah. Jika kadar BOD pada air limbah laundry itu tinggi, itu berarti dapat dikatakan bahwa kandungan polutan organik dalam air limbah juga sangat tinggi, sehingga BOD dapat dijadikan parameter yang dapat menunjukkan banyaknya zat atau polutan organik yang terkandung dalam suatu limbah. Semakin tinggi nilai BOD maka semakin tinggi juga pula kandungan polutan organik dalam limbah laundry tersebut.

Pengaruh waktu kontak adsorben terhadap penurunan kadar COD (Chemical Oxygen Demand)

COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan parameter yang digunakan untuk menghitung jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menghitung jumlah oksigen yang

dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air limbah. COD digunakan untuk mengetahui zat organik dan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi materi organik dengan oksidasi secara kimia, dimana mengoksidasi kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) sebagai sumber oksigen, Perak sulfat (Ag_2SO_4) ditambahkan sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi¹⁷ Tingginya nilai COD menggambarkan tingginya tingkat pencemaran suatu perairan. COD merupakan ukuran persyaratan kebutuhan oksidasi sampel yang berada dalam kondisi tertentu, yang ditentukan dengan menggunakan suatu oksidan kimiawi.

Tabel 5 Hasil pengaruh waktu kontak terhadap penurunan kadar COD

No	Waktu kontak (menit)	Absorbansi	Konsentrasi COD			Rata-Rata	Kadar COD (mg/L)	Penurunan COD (%)
			P1	P2	P3			
1	Sampel awal	0,069	135,65	143,87	141,65	140,392	140,392	-
2	30	0,061	120,45	118,32	118,86	119,21	119,21	15,08
3	60	0,055	106,83	104,03	105,57	105,21	105,21	25,05
4	90	0,050	92,626	92,067	92,382	92,358	92,358	34,21
5	120	0,048	85,432	86,456	86,247	86,054	86,054	38,70

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai COD pada limbah laundry sebelum perlakuan sebesar 140,392 mg/L, sehingga dapat dikatakan bahwa sangat tercemar dan perlu dilakukan pengolahan dengan metode adsorpsi. Hasil adsorpsi menggunakan arang eceng gondok yang teraktivasi sebagai adsorben yaitu pada waktu kontak 30,60,90, dan 120 menit dan memiliki nilai yang berturut-turut 119,21 mg/L, 105,21 mg/L, 92,358 mg/L dan 86,054 mg/L, dengan masing-masing % penurunan sebesar 15,08 %, 25,05 %, 34,21 % dan 38,70 %.

Besarnya penurunan kadar COD waktu optimum berada pada waktu 120 menit sebesar 86,054 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 38,70 % memberikan waktu kontak yang optimum dibandingkan dengan variasi waktu kontak lainnya, Menurut penelitian¹⁸ bahwa sifat arang eceng gondok sendiri yang merupakan hasil dari karbonisasi sehingga memiliki titik jenuh yang lebih lama. Hal ini terjadi bahwa waktu kontak antara adsorben dengan adsorbat semakin lama, maka kemampuan dalam mengadsorpsi semakin besar sehingga banyak senyawa COD yang teradsorpsi.

Pengaruh massa adsorben terhadap penurunan kadar COD

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai COD pada limbah laundry adalah sebesar 140,392 mg/L, sehingga dapat dikatakan bahwa sangat tercemar dan perlu dilakukan pengolahan dengan metode adsorpsi. Hasil adsorpsi menggunakan arang eceng gondok yang teraktivasi sebagai adsorben yaitu pada massa adsorben 3, 6, 9, dan 12 gram dan memiliki nilai yang berturut-turut 122,59 mg/L, 107,113 mg/L, 94,297 mg/L dan 88,411 mg/L, dengan masing-masing efisiensi penurunan sebesar 12,68 %, 23,70 %, 32,83 % dan 37,02 %.

Tabel 6 Pengaruh massa adsorben terhadap penurunan kadar COD

No	Massa adsorben (gram)	Absorbansi	Konsentrasi COD			Rata-Rata	Kadar COD (mg/L)	Penurunan COD (%)
			P1	P2	P3			
1	Sampel awal	0,069	135,65	143,87	141,65	140,392	140,392	-
2	3	0,063	122,450	122,36	122,96	122,59	122,59	12,68
3	6	0,056	107,80	107,02	106,52	107,113	107,113	23,70
4	9	0,052	94,456	94,057	94,380	94,297	94,297	32,83
5	12	0,046	88,452	88,456	88,324	88,411	88,411	37,02

Besarnya penurunan kadar COD massa adsorben optimum berada pada massa 12 gram sebesar 88,411 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 37,02 % memberikan massa adsorben yang optimum dibandingkan dengan variasi massa adsorben lainnya. Menurut penelitian¹⁸ bahwa sifat arang eceng gondok sendiri yang merupakan hasil dari karbonisasi sehingga memiliki titik jenuh yang lebih lama. Hal ini terjadi bahwa massa adsorben merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Semakin banyak massa adsorben yang digunakan maka semakin efektif proses adsorpsi yang terjadi.

Pengukuran COD pada variasi waktu kontak dan massa adsorben dalam penelitian ini, dimaksudkan untuk dijadikan sebagai suatu nilai yang menggambarkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam sampel air, dimana agen pengoksidasinya adalah $K_2Cr_2O_7$ (kalium dikromat) atau $KMnO_4$ (kalium permanganat). Angka COD dapat dijadikan sebagai ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang dapat dioksidasi secara alami melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. Hal ini berarti semakin tinggi nilai COD maka semakin banyak pula kadar oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terkandung dalam sampel limbah cair laundry, yang menandakan bahwa kandungan polutan organik dalam sampel limbah juga semakin tinggi.

Kesimpulan

Arang aktif yang dibuat dari adsorben eceng gondok, diaktivasi menggunakan HCl 0,1 M memiliki luas permukaan tingkat tertinggi sebesar 44,0754 m²/g terjadi pada waktu kontak 60 menit. Waktu kontak arang aktif eceng gondok antara limbah laundry tidak selalu linier dengan penurunan kadar kekeruhan, BOD, dan COD. Penurunan tingkat kadar kekeruhan tertinggi sebesar 47,52 % terjadi pada waktu kontak 30 menit, penurunan tingkat kadar BOD tertinggi sebesar 80,04 % terjadi pada waktu 60 menit, dan penurunan tingkat kadar COD tertinggi sebesar 38,70 % terjadi pada waktu kontak 120 menit.

Massa adsorben arang aktif eceng gondok antara limbah laundry tidak selalu linier dengan penurunan kadar kekeruhan, BOD, dan COD. Penurunan tingkat kadar kekeruhan tertinggi sebesar 47,27 % terjadi pada massa 3 gram, penurunan tingkat kadar BOD tertinggi sebesar 84,02 % terjadi pada massa 6 gram, dan penurunan tingkat kadar COD tertinggi sebesar 37,02 % terjadi pada massa 12 gram.

Daftar Pustaka

1. Pradjosantoso, A.K. 2011. *Kimia Lingkungan, Teori dan aplikasinya*. Yogyakarta : Kanisius
2. Ginting, Perdana. 2007. *Sistem Pengolahan Lingkungan dan Limbah Industri*. Bandung : Yrama Widya.
3. Ahmad, J, dan El-Dessouky, H. 2008. Design of a modified low cost treatment system for the recycling and reuse of laundry waste water. Resources, conversation and Recycling, *journal* 52(1): 973-978
4. Wardhana, I., dan Handayani, D. 2013. Penggunaan karbon aktif dari sampah plastik untuk menurunkan fosfat pada limbah cair laundry di semarang. *Jurnal presipitasi :media komunikasi dan pengembangan teknik lingkungan* 10(1): 30-40
5. Kusuma, D. A., Fitria, L., dan Kadaria, U. 2019. Pengolahan limbah laundry dengan metode moving bed biofilm reactor (MBBR). *Jurnal teknologi lingkungan lahan basah*. 2(1): 1-10. Tanjung pura
6. Adiasuti, F. E., Ratih, Y. W., dan Afany, M.R. 2018. Kajian pengolahan air limbah laundry dengan metode adsorpsi karbon aktif serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan azolla. *Jurnal tanah dan air*. Vol 15(1):38-46. Yogyakarta
7. Santoso, D. R. 2016. *Pemanfaatan Arang Aktif Limbah Kulit Ubi kayu Sebagai Bahan Adsorpsi Logam Besi (Fe) pada Air Sungai Purit Busuk di kecamatan Medan Perjuangan Sumatera Utara*. Skripsi. Medan : Universitas Medan Area
8. Valentina, A. E., Miswadi, S.S., & Latifah. 2013. Pemanfaatan arang eceng gondok dalam menurunkan kekeruhan, COD, BOD pada air sumur. *Indonesian journal of Chemical science*, 2(2): 84-89
9. Rukmi, Dyah Puspito, Ellyke, R. S. Pujiati. 2013. *The effectiveness of eichornia crassipes to decrease detergent, BOD, COD, Concentration in laundry wastewater*. Jember : Fakultas kesehatan masyarakat, Universitas jember.
10. Novita E, Pradana HA, Wahyuningsih S, Hartaningsih ES (2019). *Characterzation of laboratory wastewater for wastewater treatment plants used environmental*

- biotechnology*, Denpasar : international conference on sustainability science and management
11. Kasam, Yulianto, Andik : dan Sukma, Titin, 2005. Penurunan chemical oxygen demand dalam limbah cair laboratorium menggunakan filter karbon aktif arang tempurung kelapa, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII, *Jurnal logika*, Vol.2 (2)
 12. Day, R.A dan A.L.Underwood. 2011. *Analisa Kimia Kuantitatif*. Jakarta : Erlangga.
 13. Goa. A., Gauru. I., Solo. A., Mere. J. 2015. *Pembuatan Filter Ganda Mangan-Zeolit dan Arang Aktif Tempurung Lontar Asal NTT Untuk Menurunkan Kadar Logam Fe dan Mn Dalam Limbah Cucian Mangan di Desa Noebesa Kabupaten Timor Tengah Selatan*. Kupang : Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana.
 14. Murdika, A. 2009. *Aplikasi Teknik Kombinasi Adsorpsi dan Elektrolisis Untuk Menurunkan Kandungan Fenol dalam Limbah Industri Bahan Kimia Sanitasi*. Skripsi. Jakarta : Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
 15. Effendi, Hefni. 2013. *Kualitas Air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Yogyakarta : Kanisius
 16. Safrizal M.R. 2016. *Pengaruh Biomassa Eceng Gondok dan Aerasi Terhadap Penurunan Konsentrasi Limbah Cair Pengolahan Kopi*. Skripsi. Jember : Universitas Jember
 17. Alaerts, G & Santika. 1987. *Metode Penelitian Air*. Surabaya : Usaha Nasional
 18. Bayat, B. 2002. *Journal of Hazardous Material*, Vol. 95(3)275-290

Metodologi

Pembuatan Arang Eceng Gondok

Bahan baku yang digunakan adalah eceng gondok selanjutnya membersihkan eceng gondok dari sisa kotoran yang menempel kemudian dipisahkan dari akar dan daunnya kemudian dicuci dengan air bersih, dipotong tanaman eceng gondok menjadi ukuran yang lebih kecil kemudian dapat mengeringkan terlebih dahulu di sinar matahari, Selanjutnya sampel dikeringkan menggunakan oven, kemudian dikarbonasi dalam furnace/tanur, dikeluarkan dan didinginkan hingga suhu kamar, selanjutnya dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 120 mesh.

Aktivasi Arang Eceng Gondok

Arang eceng gondok ditimbang sebanyak 250 gram arang yang lolos dari hasil pengayakan dengan ayakan berukuran 120 mesh kemudian diaktivasi (direndam) dengan HCl 0,1 M selama 24 jam kemudian disaring menggunakan kertas saring, dan dicuci dengan aquades hingga pH netral. Selanjutnya residu atau arang yang diperoleh hasil penyaringan kemudian dikeringkan didalam oven selama 2 jam pada suhu 150°C.

Luas Permukaan Arang Aktif

Penentuan luas permukaan arang aktif dengan metode metilen biru. Penentuan luas permukaan arang aktif menggunakan metode adsorpsi metilen biru, melalui tahap-tahap sebagai berikut:

Penentuan panjang gelombang maksimum

Untuk menentukan panjang gelombang maksimum metilen biru dibuat larutan standar metilen biru 2 mg/L atau 2 ppm sebanyak 10 mL, kemudian absorbansinya diukur pada panjang gelombang antara 500-700 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS.

Pembuatan kurva standar

Kurva standar metilen biru dibuat dengan mengukur absorbansi larutan standar metilen biru dengan konsentrasi 1, 2, 3, dan 4 mg/L atau ppm pada panjang gelombang maksimum .

Penentuan luas permukaan adsorben

Untuk penentuan luas permukaan digunakan sebanyak 0,1 gram arang aktif arang eceng gondok ditambahkan kedalam 4 erlenmeyer yang berisi masing-masing 20 ml larutan metilen biru 100 mg/L atau 20 ppm, kemudian diaduk dengan variasi waktu kontak yaitu 30, 60, 90 dan 120 menit. Larutan hasil pengadukan disaring dan filtrat yang diperoleh dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang maksimum.

Proses adsorpsi air limbah laundry dengan arang eceng gondok teraktivasi

Pengaruh waktu kontak adsorben arang aktif terhadap penurunan kadar kekeruhan, BOD dan COD

Sebanyak 3 gram arang eceng gondok dicampur dengan 250 mL limbah laundry kedalam erlenmeyer, dan digojok dengan kecepatan 200 rpm dengan variasi waktu : 30, 60, 90, dan 120 menit. Pada waktu yang telah ditetapkan, sampel disaring menggunakan kertas saring, filtrat yang diperoleh kemudian diambil dan diukur kadar kekeruhan, BOD dan CODnya.

Pengaruh massa adsorben arang aktif terhadap penurunan kadar kekeruhan, BOD dan COD

Sebanyak 250 ml limbah laundry kedalam Erlenmeyer ditambah adsorben arang eceng gondok dengan variasi massa adsorben 3, 6, 9, dan 12 gram. Kemudian campuran sampel tersebut diaduk selama waktu kontak 30 menit, larutan kemudian disaring menggunakan kertas saring. Kemudian filtrat yang diperoleh diambil dan diukur kadar kekeruhan BOD dan CODnya.

Pengujian Parameter Fisik Dengan Air Limbah Laundry

Pengujian Kekeruhan

Untuk analisis kekeruhan alat turbidimeter atau NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) yang digunakan di kalibrasi terlebih dahulu dengan cara dimasukkan kalibrasi pertama dengan standar 800 NTU. Kemudian ditekan *call* tunggu sampai menunjukkan nilai 800 NTU. Diulangi lagi dengan memasukkan standar 20 NTU ditekan *read* tunggu sampai angka menunjukkan angka 2 NTU. Dimasukkan lagi standar 2 NTU kemudian ditekan *read* sampai menunjukkan *standby*. Sampel dimasukkan kedalam turbidimeter kemudian ditekan *read* untuk mengetahui nilai kekeruhan.

Pengujian Parameter Kimia Dengan Air Limbah Laundry

Pengujian Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Pengenceran

Dipipet sampel I sebanyak 50 mL, dan dimasukkan kedalam labu takar 500 mL, kemudian diencerkan sebanyak 20 kali dengan aquades sampai tanda batas 500 mL. Diambil botol winkler (250 mL), lalu memindahkan larutan tersebut kedalam botol winkler secara perlahan-lahan. Dipipet sampel II sebanyak 50 mL, dan memasukkan kedalam labu takar 500 mL, kemudian mengencerkan 20 kali dengan aquades sampai tanda batas 500 mL. Kemudian diambil botol winkler (250 mL), lalu memindahkan larutan tersebut kedalam botol winkler secara perlahan-lahan.

Pada DO_5 (Demand Oxygen) hari ke-0

Dipipet 1 mL larutan kalium iodida (KI) dengan menggunakan pipet volumetric ukuran 1 mL kemudian memasukkan sampel kedalam botol winkler 150 mL. Kemudian, ditambahkan mangan sulfat ($MnSO_4$) sebanyak 1 mL dengan menggunakan pipet volumetric berukuran 1 mL, kemudian ditutup botol dengan rapat, setelah itu dihomogenkan sampel tersebut dengan cara membolak-balikkan botol. Kemudian dibiarkan sampai terbentuk endapan. Setelah terbentuk endapan, dibuka tutup botol tersebut, lalu ditambahkan asam sulfat (H_2SO_4) pekat sebanyak 1 mL. Kemudian ditutup botol kembali dan dikocok sampai semua endapan tersebut hilang atau larut. Jika semua endapan sudah larut, selanjutnya dipipet 100 mL atau dipindahkan larutan tersebut kedalam tabung erlenmeyer (250 ml) sebanyak 100 mL. Ditambahkan 2-3 tetes indikator amilum, sampai larutan berubah warna menjadi biru. Jika sudah berubah warna

menjadi biru, selanjutnya menitrasi dengan menggunakan larutan Thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) sampai warna biru hilang. Diulangi langkah dari awal sampai selesai, dilakukan pengujian yang sama terhadap blanko.

Pada DO_5 (Demand Oxygen) hari ke-5

Membuka tutup botol winkler kemudian dipipet larutan kalium iodida (KI) sebanyak 1 mL dengan menggunakan pipet ukuran 1 mL, dan dimasukkan kedalam botol winkler 250 mL (yang sebelumnya telah berisi sampel). Kemudian, ditambahkan mangan sulfat (MnSO_4) sebanyak 1 mL digunakan pipet yang bersih, kemudian ditutup botol dengan rapat, setelah itu dihomogenkan dengan cara membolak-balikkan botol tersebut. Selanjutnya dibiarkan sampel terbentuk endapan. Setelah terbentuk endapan, dibuka tutup botol tersebut, lalu ditambahkan asam sulfat (H_2SO_4) pekat sebanyak 1 mL. Kemudian ditutup botol kembali dan dikocok sampai semua endapan tersebut hilang atau larut. Jika semua endapan sudah larut, selanjutnya dipipet 100 mL atau dipindahkan larutan tersebut kedalam tabung Erlenmeyer (250 mL) sebanyak 100 mL. Ditambahkan 2-3 tetes indikator amilum, sampai larutan berubah warna menjadi biru. Jika sudah berubah warna menjadi biru, selanjutnya menitrasi dengan menggunakan larutan thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) sampai warna biru hilang. Diulangi langkah dari awal sampai akhir dilakukan pengujian yang sama terhadap blanko.

Pengujian Chemical Oxygen Demand (COD)

Penentuan kadar COD menggunakan metode refluks tertutup secara spektrofotometri. Langkah-langkahnya yaitu dipipet 2,5 mL sampel uji dan dimasukkan kedalam tabung kemudian ditambahkan 1,5 mL larutan digestion dan 3,5 mL pereaksi asam sulfat. Tabung kemudian ditutup rapat dan dikocok hingga homogen. Setelah homogen, tabung dimasukkan kedalam reactor COD untuk proses refluks. Proses refluks dilakukan selama 2 jam pada suhu 150°C . Setelah direfluks dianalisis menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 600 nm dan dihitung kadar COD menggunakan rumus yang ada. Selanjutnya, pembuatan kurva kalibrasi larutan standar COD 1000 mg/L dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL kemudian diencerkan dengan aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan. Deret konsentrasi COD dibuat dengan konsentrasi 0, 100, 200, 400, dan 900 mg/L. Masing-masing deret standar dipipet 2,5 mL dan dimasukkan kedalam tabung kemudian ditambahkan 1,5 mL larutan digestion dan 3,5 mL pereaksi asam sulfat. Selanjutnya, tabung ditutup rapat dan dikocok hingga homogen. Tabung dimasukkan kedalam reactor COD dan direfluks selama 2 jam pada

suhu 150°C. Setelah direfluks, tabung didinginkan dan diukur nilai absorbansi masing-masing deret standar pada panjang gelombang 600 nm. Hasil yang diperoleh kemudian dibuat kurva kalibrasi dengan memplotkan nilai absorbansi dan konsentrasi deret standar.