

Pengaruh Pemotongan Akar Tanaman Air terhadap Penurunan BOD dan COD Limbah Domestik dengan Metode Fitoremediasi

Nur Amalia Angraini dan Yayok Suryo Purnomo*

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email Korespondensi: amaliahani1199@gmail.com

Kata Kunci:

BOD, COD, eksudat, fitoremediasi, limbah cair kafe, limbah cair domestik, minyak-lemak, pemotongan akar

ABSTRAK

Bisnis kafe mengalami peningkatan 16-18% pada tahun 2019 sehingga limbah yang dihasilkan juga meningkat. Limbah kafe memiliki karakteristik yang sama dengan limbah cair domestik dengan beberapa karakteristiknya adalah BOD, COD dan minyak-lemak. Eksudat yang dihasilkan oleh akar tanaman bermanfaat bagi mikroba dalam membantu menguraikan bahan organik. Dengan demikian, tujuan pada penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pemotongan akar tanaman air terhadap penyisihan kadar BOD dan COD pada limbah domestik serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan jumlah mikroorganisme. Pada penelitian kali ini digunakan dua tahapan. Tahapan pertama yaitu tahap *pre-treatment* dimulai dari propagasi tanaman, aklimatisasi, *range finding test (RFT)*, pemotongan akar (dengan variasi 0%, 25%, dan 50%) dan penggunaan *grease trap* untuk menghilangkan kandungan minyak dan lemak. Kemudian tahap penelitian inti yaitu penyisihan BOD dan COD menggunakan Metode Fitoremediasi dengan eceng gondok. Dari penelitian kali ini didapatkan bahwa variasi batang tanaman dan pemotongan akar 50% pada hari ke 25 memiliki kemampuan penyisihan BOD dan COD paling efektif yakni sebesar 95,60% untuk penyisihan BOD dan 93,37% untuk penyisihan COD. Selain itu, hasil penelitian kali ini juga membuktikan bahwa adanya pengaruh antara perlakuan pemotongan akar tanaman dengan pertumbuhan jumlah mikroba. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya jumlah mikroba pada perlakuan pemotongan akar 50% yaitu 101,24 mg/L.

Keyword:

BOD, COD, exudate, phytoremediation, kafe liquid waste, domestic liquid waste, oil-fat, root pruning

ABSTRACT

The kafe business experienced an increase of 16-18% in 2019 so that the waste generated also increased. Kafe waste has the same characteristics as domestic liquid waste with some characteristics being BOD, COD and fats. The exudate produced by plant roots is beneficial for microbes in helping to decompose organic matter. Thus, the purpose of this study was to determine the effect of cutting the roots of aquatic plants on the removal of BOD and COD levels in domestic waste and their effect on the growth of the number of microorganisms. In this study, two stages were used. The first stage is the *pre-treatment* stage starting from plant propagation, acclimatization, *range finding test (RFT)*, cutting roots (with variations of 0%, 25% and 50%) and using *Grease trap* to remove oil and fat content. Then the core research stage is the removal of BOD and COD using the phytoremediation method with water hyacinth. From this research, it was found that the variation of plant stems and 50% root pruning on the 25th day had the most effective BOD and COD removal capabilities, namely 95.60% for BOD removal and 93.37% for COD removal. In addition, the results of this study also prove that there is an influence between the treatment of cutting plant roots and the growth of the number of microbes. This is evidenced by the large number of microbes in the 50% root cutting treatment, which is 101.24 mg/L.

1. PENDAHULUAN

Surabaya merupakan kota metropolitan yang memiliki peluang bisnis tinggi, salah satunya pada bidang kafe dan restoran. Pada tahun 2019 peningkatan pertumbuhan bisnis kafe berbasis kopi mencapai 16 hingga 18 persen (Haryono, 2020). Limbah kafe memiliki karakteristik yang sama dengan limbah cair domestik. Salah satu karakteristik limbah domestik adalah BOD, COD dan minyak-lemak.

Pada pengolahan limbah domestik, minyak dan lemak akan dihilangkan terlebih dahulu sebelum melakukan *treatment* lainnya. Minyak dan lemak dapat mengganggu proses transfer oksigen yang merupakan faktor penting pengolahan biologis dan mengganggu proses fotosintesis tumbuhan air sehingga perlu adanya proses *pre-treatment*. Salah satu pengolahan untuk minyak dan lemak adalah dengan menggunakan *grease trap*. *Grease trap* merupakan alat yang cukup dikenal sebagai *pre-treatment*. *Grease trap* ini merupakan alat penahan

minyak atau lemak dan mencegahnya agar tidak ke tempat pembuangan limbah. *Grease trap* terbagi atas beberapa ruangan menggunakan beberapa ruang penyekat untuk memperlambat aliran air limbah saat melintasi alat ini (Wicaksono *et al.*, 2017).

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) merupakan parameter penduga jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik, sedangkan COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan anorganik yang terkandung pada air limbah secara kimiawi (Metcalf & Eddy, 2013). Semakin tinggi kadar BOD dan COD pada air limbah maka semakin buruk juga kualitas air tersebut. Untuk menurunkan kadar BOD dan COD pada air limbah perlu dilakukan pengolahan, salah satunya dengan metode fitoremediasi.

Fitoremediasi merupakan metode pemanfaatan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan atau menghancurkan bahan pencemar baik senyawa organik maupun anorganik (Zulkoni *et al.*, 2018). Tanaman eceng gondok sebagai tanaman hiperakumulator telah terbukti mampu menyerap logam berat sehingga sering digunakan sebagai agen fitoremediasi. Pada eceng gondok mekanisme fitoremediasi yang terjadi adalah rhizofiltrasi. Penggunaan eceng gondok ini didasarkan pada senyawa fitokelatin yang terkandung dalam akarnya sehingga pengakumulasi terjadi pada akar tanaman dibandingkan batang dan daun (Mutmainah & Zainudin, 2019).

Menurut Goodwin (2016), kandungan unsur hara yang langka pada media tumbuh menyebabkan akar berkembang lebih panjang untuk menjangkau wilayah yang luas. Saat akar tanaman mengalami luka atau kerusakan, tanaman akan dengan sendirinya melakukan perbaikan. Akar yang terluka akan tumbuh kembali dengan kondisi yang lebih kokoh. Pada penelitian terdahulu, dilakukan uji dengan *treatment* pemangkasan akar pada tanaman jati. Akar dipangkas sebanyak dua pertiga dari leher akar. Hasil uji penelitian ini menunjukkan bahwa dengan adanya pemotongan akar dapat menurunkan kadar Hg sebesar 11,39 ppm atau sebesar 88,61%. Hasil ini lebih tinggi daripada kontrol yang dapat menurunkan kadar Hg sebesar 64,1% (Zulkoni *et al.*, 2018).

Pemotongan akar tanaman dapat meningkatkan produksi eksudat pada tanaman seperti peningkatan asam organik sebesar 25,82%; asam amino sebesar 1,63% dan gula sebesar 18,25%. Eksudat dari tanaman ini yang dimanfaatkan oleh mikroorganisme. Dengan meningkatnya eksudat maka mikroorganisme akan mengalami peningkatan sehingga proses degradasi bahan organik akan semakin tinggi (Jing, 2017).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini mengenai pengolahan limbah cair kafe dengan proses *grease trap* dan fitoremediasi dengan menjadikan perlakuan pemotongan akar sebagai variabel bebas, diharapkan dapat memaksimalkan proses fitoremediasi dalam menghilangkan BOD dan COD yang terkandung dalam limbah cair domestik.

2. METODE PENELITIAN

Gambaran umum mengenai penelitian ini adalah penyisihan kandungan minyak-lemak, COD dan BOD limbah cair kegiatan kafe dengan metode *grease trap* dan proses fitoremediasi menggunakan eceng gondok dengan

penambahan perlakuan pemotongan akar. Penelitian ini dilakukan secara kontinu, parameter yang akan diuji adalah minyak-lemak, COD, dan BOD. Penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan. Tahapan pertama yaitu tahap *pre-treatment* dimulai dari propagasi tanaman, aklimatisasi, *Range Finding Test (RFT)*, pemotongan akar dan penggunaan *grease trap* untuk menghilangkan kandungan minyak dan lemak. Kemudian tahap penelitian inti yaitu penyisihan BOD dan COD menggunakan metode fitoremediasi dengan eceng gondok.

2.1 Variabel Penelitian

2.1.1 Variabel Tetap

- 1) Air limbah berasal dari kafe
- 2) Debit air limbah (90 ml/menit)
- 3) Volume *grease trap* (32 liter)
- 4) Ukuran *grease trap* (43 cm x 33 cm x 31 cm) dan bak fitoremediasi (37 cm x 17 cm x 15 cm)
- 5) Jarak antar tanaman 10 cm

2.1.2 Variabel Bebas

- 1) Jumlah batang tanaman yang dipakai (3, 6, dan 9 batang)
- 2) Waktu sampling di bak fitoremediasi (5 hari, 10 hari, 15 hari, 20 hari dan 25 hari)
- 3) Panjang pemotongan akar tanaman dilakukan secara berat, sedang dan ringan (0%, 25% dan 50%)

2.1.3 Variabel Analisis

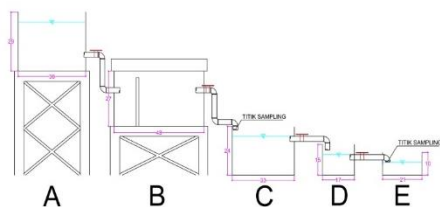
- 1) Minyak lemak
- 2) COD
- 3) BOD
- 4) Jumlah mikroba

2.2 Alat dan Bahan

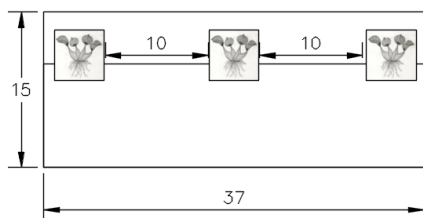
Alat dan bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah air limbah kegiatan kafe, tanaman eceng gondok, bak pengatur debit, bak *grease trap*, bak fitoremediasi, pipa PVC (1/2 inch), kran, penggaris, timbangan dan gunting.

2.3 Rancangan Reaktor

Pada awalnya air limbah ditampung di bak pengatur debit. Kemudian disalurkan ke *grease trap* dan biarkan selama 6 jam. Dari *grease trap* akan dialirkan menuju bak penampung pertama. Selanjutnya dari bak penampung pertama akan dialirkan ke bak untuk proses fitoremediasi. Dalam penelitian ini digunakan tanaman eceng gondok. Tiap bak untuk pengolahan fitoremediasi mempunyai kapasitas 15 liter dan di tiap-tiap bak fitoremediasi akan ada titik sampling yang digunakan untuk menguji kandungan COD, BOD dan pertumbuhan mikroba. Aliran dalam penelitian ini menggunakan aliran sistem kontinu. Berikut gambar reaktor yang akan digunakan:



Gambar 1. Reaktor



Gambar 2. Reaktor Uji Fitoremediasi Tumbuhan Eceng Gondok

2.4 Cara Kerja

Pada penelitian ini terdiri dari beberapa proses yaitu sebagai berikut :

2.4.1 Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan untuk penelitian utama dan dilakukan analisis karakteristik awal pada limbah cair kegiatan kafe. Untuk memastikan *debit* yang digunakan sesuai dengan *debit* pada variabel tetap maka perlu dilakukan *trial and error*. Dimana penyesuaian *debit* aliran dilakukan dengan menggunakan gelas ukur dan stopwatch. Pengukuran *debit* dilakukan pertama dengan mengalirkan air melalui kran ke gelas ukur hingga mencapai 90 ml selama 1 menit. Setelah mendapat sudut kran yang sesuai diberikan tanda pada kran (Komalasari, dkk, 2018). Penelitian karakteristik awal memiliki tujuan untuk mengetahui kadar awal minyak dan lemak, COD serta BOD sebelum dilakukan proses pengolahan dan juga untuk mengetahui perubahan kadar minyak dan lemak, COD dan BOD setelah proses *grease trap* dan fitoremediasi.

2.4.2 Propagasi Tanaman

Tahap dari propagasi tanaman eceng gondok dilakukan selama 2 minggu dengan memasukkan air sebanyak 10 liter ke bak propagasi kemudian memasukkan masing-masing tanaman eceng gondok ke dalam bak. Pada tahap ini diamati setelah tumbuhnya tunas pada tumbuhan tersebut. Tunas yang tumbuh inilah *second generation* yang selanjutnya dapat digunakan untuk *Range Finding Test (RFT)* pada penelitian utama.

2.4.3 Aklimatisasi

Pada tahapan aklimatisasi tanaman ini bertujuan agar tanaman yang digunakan dapat beradaptasi pada lingkungan baru sehingga mengurangi kondisi gagal dalam penelitian. Tahapan aklimatisasi dilakukan selama 7 hari sebelum dilanjutkan pada penelitian inti.

2.4.4 Range Finding Test (RFT)

Range Finding Test (RFT) ini akan diuji dengan 5 konsentrasi, 0%(kontrol), 20%, 40%, 60%, dan 80%. *Range finding test* ini menggunakan wadah berkapasitas volume 10

liter dengan volume air yang digunakan 5 liter. Pada tahap ini akan diketahui batas kritis konsentrasi yang tidak memberi efek kematian pada tumbuhan. Konsentrasi inilah yang akan digunakan untuk penelitian utama. *Range finding test* ini memerlukan waktu selama 5 hari.

2.4.5 Pemotongan Akar

Pemotongan akar ini dilakukan secara manual dengan panjang pemotongan akar sebesar 0%, 25%, dan 50%. Pemotongan akar ini dimulai dari tudung akar hingga panjang pemotongan akar yang telah ditentukan.

2.4.6 Penelitian Inti

Penelitian inti dimulai setelah proses *Range finding test* selesai. Pada pengatur *debit* akan diisi konsentrasi limbah yang dipilih dari hasil *range finding test*. Setelahnya dialirkan ke *grease trap* dan didiamkan selama 6 jam. Kemudian selanjutnya akan dialirkan ke bak fitoremediasi. Di bak fitoremediasi dilakukan variasi waktu *sampling* dan jumlah tanaman eceng gondok. Untuk waktu *sampling* akan dilakukan 5 hari, 10 hari, 15 hari, 20 hari dan 25 hari.

Untuk variasi jumlah tanaman akan digunakan 3 batang tanaman, 6 batang tanaman dan 9 batang tanaman. Pada saat penelitian utama ini akan dilakukan secara sistem kontinu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pemeriksaan Parameter Awal Limbah

Limbah diambil dari salah satu kafe di daerah Wonocolo, Surabaya. Limbah yang digunakan adalah limbah yang sudah tercampur menjadi satu dari kegiatan cuci piring di kafe tersebut. Pada penelitian kali ini pengukuran parameter hanya terbatas pada minyak lemak, COD dan BOD serta jumlah bakteri yang terkandung pada air limbah kafe. Pengamatan fisik dari limbah uji awal ini memiliki warna air coklat keruh serta memiliki minyak sebagai hasil dari kegiatan memasak.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Parameter Awal Limbah Cair Kafe

No	Parameter	Satuan	Hasil	Standar Baku Mutu
1.	Minyak Lemak	mg/L	12,6	10
2.	COD	mg/L	152,1	50
3	BOD	mg/L	61,2	30
4	pH	-	7,45	6 – 9
5	Suhu	°C	24,5	-
6	Total Bakteri	Jml/100 ml	23	-

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Berdasarkan hasil analisis awal kandungan limbah cair kegiatan kafe didapatkan nilai untuk minyak lemak sebesar 12,6 mg/L, COD sebesar 152,1 mg/L dan BOD sebesar 61,2 mg/L sehingga melebihi standar baku mutu sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013.

3.2 Tahap Propagasi Tanaman

Tahap propagasi tanaman bertujuan untuk memperbanyak tanaman sebagai stok tanaman yang nantinya akan digunakan

dalam masa penelitian. Selama tahap propagasi tanaman dilakukan pengamatan terhadap tanaman, antara lain tumbuhnya *second generation* (tunas) dan fisiologi dari tanaman. Untuk tanaman eceng gondok dipilih yang berumur 20 hari dengan lebar daun 8-9 cm serta tinggi tanaman berkisar antara 15-18 cm. Tanaman eceng gondok dengan tinggi kurang dari 35 cm masih tergolong dalam fase vegetatif.

3.3 Tahap Aklimatisasi

Tahap aklimatisasi dilakukan agar tanaman dapat menyesuaikan diri terhadap lingkungan atau kondisi baru tempatnya hidup. Pada tahap aklimatisasi ini dilakukan selama 7 hari dengan menggunakan air PDAM. Tumbuhan yang hidup dan tidak layu akan dipilih untuk digunakan pada uji *Range Finding Test (RFT)*.

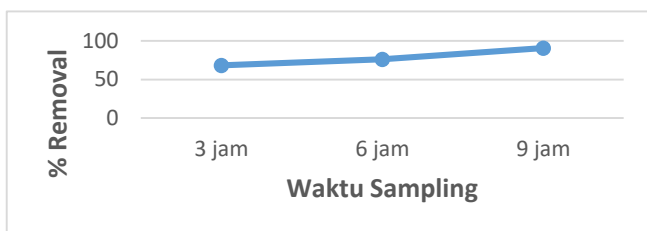
3.4 Range Finding Test (RFT)

Pada tahap ini akan diketahui batas kritis konsentrasi yang tidak memberi efek layu ataupun kematian pada tanaman. Pada konsentrasi inilah yang nantinya akan digunakan untuk tahap penelitian inti.

Pada pengamatan selama *range finding test* ini didapatkan hasil yang paling efektif adalah limbah cair kafe dengan konsentrasi 20%. Tanaman dapat hidup dengan baik pada konsentrasi 20%. Untuk konsentrasi 40%, 60% dan 80% tanaman eceng gondok tidak dapat hidup dengan baik yang mana ditandai dengan daun yang mulai menguning serta layu bahkan menimbulkan kematian bagi tanaman. Dari hasil ini, maka konsentrasi limbah cair kafe yang akan digunakan selama penelitian inti adalah sebesar 20%. Hal ini dilakukan bertujuan agar tanaman eceng gondok tetap dapat tumbuh dengan baik.

3.5 Grease trap

Kemampuan *grease trap* dalam menurunkan kadar minyak lemak disajikan dalam grafik berikut.



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Waktu Sampling dengan %Removal Penurunan Minyak-Lemak

Pada Tabel 1 telah disebutkan bahwa kandungan awal minyak lemak di limbah cair kafe adalah sebesar 12,6 mg/l. Hal ini berada diatas standar baku mutu yang telah ditetapkan. Dalam pengolahan minyak lemak ini digunakan variasi waktu sampling yaitu 3 jam, 6 jam dan 9 jam. Dalam grafik %Removal penurunan minyak, pada waktu *sampling* 3 jam menunjukkan penurunan sebesar 68,02%, sedangkan pada waktu sampling 6 jam menunjukkan penurunan sebesar 76,03% dan pada waktu sampling 9 jam menunjukkan penurunan sebesar 90,56%. Hasil keluaran *grease trap* hanya menguji kandungan minyak lemak saja karena tujuan dari penggunaan *grease trap* kali ini adalah mengetahui efisiensi

penurunan kandungan minyak lemak setelah melalui pengolahan. Pengamatan fisik air limbah yang melewati *grease trap* pada waktu *sampling* 9 jam ini adalah air berwarna lebih terang daripada limbah awal yang belum dilakukan pengolahan. Minyak dan lemak yang ada di air limbah awal terperangkap di *grease trap* sehingga keluaran dari *grease trap* ini hanya sedikit mengandung minyak lemak dibuktikan dengan hasil kandungan minyak lemak pada waktu *sampling* 9 jam yaitu sebesar 1,19 mg/L.

Kandungan minyak dan lemak dapat berkurang setelah melewati *grease trap* dikarenakan adanya proses secara fisika. Minyak dan lemak yang terkandung dalam air limbah terperangkap diatas permukaan akibat adanya sekat-sekat atau kompartemen di *grease trap*. Kompartemen ini memperlambat aliran air sehingga air limbah kafe memiliki waktu lebih lama untuk melewati setiap kompartemen. Hal ini meyebabkan lebih banyak minyak dan lemak yang akan terangkut ke permukaan. Pemisahan minyak lemak dengan air terjadi karena minyak lemak memiliki densitas yang lebih kecil daripada air. Massa jenis minyak adalah 0,8 g/cm³ sedangkan massa jenis air adalah 1 g/cm³ (Maria dan Hana, 2019).

3.6 Fitoremediasi

Proses fitoremediasi kali ini menggunakan tanaman eceng gondok yang bertujuan untuk menurunkan kadar COD dan BOD.

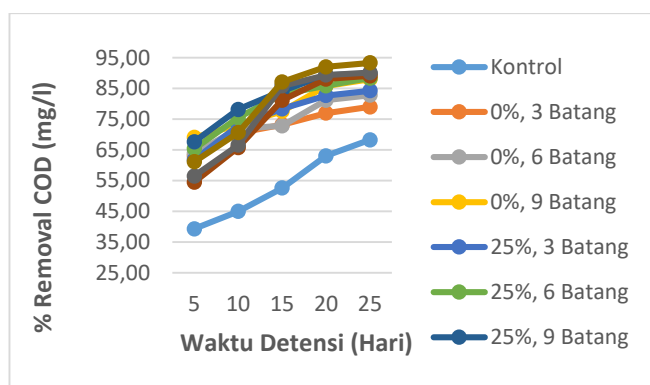
3.6.1 Analisis COD

COD adalah jumlah oksigen terlarut yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang ada dalam limbah. Metode uji yang digunakan untuk analisis COD adalah metode refluks tertutup secara titrimetri sesuai dengan SNI 6989.73:2019. Nilai COD tersaji pada tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 2. Pengaruh Waktu Detensi Terhadap %Removal Penurunan COD Pada Setiap Variasi

% Removal COD Variabel	Hari				
	5	10	15	20	25
Kontrol	39,28	44,98	52,60	63,05	68,24
0%, 3 Batang	63,05	70,49	73,17	77,00	79,03
0%, 6 Batang	63,91	71,79	72,85	81,20	82,84
0%, 9 Batang	69,03	73,17	77,58	85,86	88,03
25%, 3 Batang	61,74	72,91	78,38	82,73	84,25
25%, 6 Batang	65,42	75,48	83,07	85,88	88,42
25%, 9 Batang	67,65	78,17	84,23	89,39	89,82
50%, 3 Batang	54,50	65,75	81,20	88,07	89,12
50%, 6 Batang	56,48	66,57	85,86	89,40	90,15
50%, 9 Batang	61,14	70,62	87,13	92,03	93,37

Sumber : Hasil Analisis, 2022



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Waktu Detensi dengan %Removal Penurunan COD pada Setiap Variasi

Dari Tabel 2 dan Gambar 4 diketahui bahwa *sampling* dilakukan pada 5 variasi waktu detensi dengan 10 perlakuan. *Sampling* dilakukan pada waktu atau jam yang sama yaitu pukul 7 pagi. Dari grafik yang tertera, dapat dilihat bahwasanya setiap hari nilai %*removal* dari COD semakin meningkat pada setiap perlakuannya. Pada grafik dapat dilihat bahwa penyisihan terbaik terjadi pada hari ke 25 dengan variasi 9 batang + pemangkasan akar 50% dengan *removal* sebesar 93,37% serta nilai COD sebesar 10,08 mg/L. Dari penelitian kali ini, nilai COD yang didapat sudah berada di bawah standar baku mutu yang telah ditetapkan. Namun, lama waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi standar baku mutu tersebut berbeda beda pada setiap perlakuannya. Pada kontrol nilai COD telah memenuhi baku mutu pada hari ke 25, sedangkan pada perlakuan lainnya nilai COD telah memenuhi baku mutu pada hari ke 10. Hal ini membuktikan bahwa dalam pengolahan limbah cair kafe perlu adanya *treatment* guna mempercepat proses pendegradasian bahan organik seperti proses fitoremediasi yang dilakukan pada penelitian ini.

Menurut Ningsih (2017), prinsip kerja dari proses fitoremediasi adalah dengan memanfaatkan simbiosis antara tumbuhan dengan mikroorganisme di area sekitar sistem perakaran atau rizosfer tanaman yang digunakan. Akar tanaman memiliki peran yang sangat penting dalam proses pengolahan limbah karena menjadi media melekatnya bakteri (Raissaa D. G, 2017). Bakteri pada area rizosfer adalah mikroorganisme perombak bahan organik yang disebut aktivator biologis alami. Mikroorganisme akan merombak bahan organik yang terkandung pada air limbah menjadi senyawa yang lebih sederhana yang nantinya akan dimanfaatkan oleh tanaman sebagai sumber nutrisi, sedangkan untuk sistem perakaran tanaman akan menghasilkan oksigen dan eksudat yang dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk sumber energi atau katalis.

Jumlah tumbuhan yang digunakan dalam penelitian memiliki peranan penting dalam mendukung laju penyerapan unsur hara yang ada. Menurut Wood dalam Hendrawan (2018), adanya penurunan kontaminan organik dalam limbah disebabkan oleh mekanisme aktivitas gabungan antara mikroorganisme dan tanaman, melalui proses oksidasi oleh bakteri aerobik yang tumbuh disekitar *rhizosphere* tanaman maupun kehadiran bakteri heterotrof di dalam air limbah. Akar tanaman tidak saja berperan dalam penyerapan hara tetapi juga sangat berperan pengaruhnya terhadap perubahan kondisi rizosfer. Pada Tabel 2. dapat dilihat besarnya penurunan parameter COD pada bak dengan variasi 3 batang tanaman

berkisar antara 63,05 – 88,03%. Sedangkan, pada bak dengan variasi 6 batang tanaman penurunan parameter COD berkisar antara 63,91 - 82,84%. Dan pada bak dengan variasi 9 batang tanaman besar penurunan parameter COD berkisar antara 69,03 - 88,03%. Pada bak kontrol penurunan parameter COD lebih sedikit jika dibandingkan dengan bak yang diberi tanaman yaitu 39,28 – 68,24%. Hal ini terjadi akibat adanya proses degradasi yang mulai efektif ketika mikroorganisme di dalam zona akar sudah mulai tumbuh dalam jumlah yang banyak. Kenaikan *removal* COD yang terjadi disebabkan karena penguraian bahan organik oleh mikroorganisme pada akar tanaman yang kemudian dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk berfotosintesis. Pada kontrol juga terdapat penurunan kandungan COD namun tidak terlalu banyak seperti proses fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok. Hal ini dikarenakan mikroorganisme yang ada tidak sebanyak yang ada pada bak yang menggunakan tanaman eceng gondok .

3.6.2 Analisis BOD

BOD adalah kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung di dalam limbah. Dengan mengetahui nilai dari BOD akan memungkinkan untuk menentukan tingkat pencemaran air lingkungan. Metode uji yang digunakan adalah APHA 5210-B 2017. Nilai BOD tersaji pada tabel dan grafik di bawah ini.

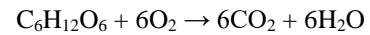
Tabel 3. % Removal Penurunan BOD

Variabel	% Removal BOD				
	Waktu Detensi				
	5	10	15	20	25
Kontrol	16,34	27,06	40,60	52,45	58,02
0%, 3 Batang	29,07	41,88	57,86	74,12	84,95
0%, 6 Batang	33,14	50,51	64,69	83,99	86,23
0%, 9 Batang	45,92	57,57	62,83	87,83	89,87
25%, 3 Batang	22,81	49,68	67,25	85,92	88,33
25%, 6 Batang	40,34	57,93	76,08	88,88	90,22
25%, 9 Batang	50,99	66,59	73,35	91,23	91,38
50%, 3 Batang	19,67	52,45	70,26	88,59	89,38
50%, 6 Batang	29,07	61,19	82,35	89,85	91,10
50%, 9 Batang	38,78	68,43	91,33	94,54	95,60

Sumber : Hasil Analisis, 2022

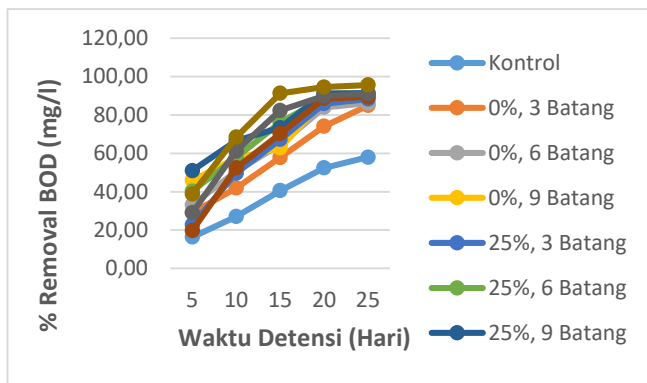
Dari Tabel 3 dan Gambar 5 diketahui bahwa *sampling* dilakukan pada 5 variasi waktu detensi dengan 10 perlakuan. *Sampling* dilakukan pada waktu atau jam yang sama yaitu pukul 7 pagi. Dari grafik yang tertera, dapat dilihat bahwasanya setiap hari nilai %*removal* dari BOD semakin meningkat pada setiap perlakuannya. Pada grafik dapat dilihat bahwa penyisihan terbaik terjadi pada hari ke 25 dengan variasi 9 batang + pemangkasan akar 50% dengan *removal* sebesar 95,60% serta nilai BOD sebesar 2,69 mg/L. Dari penelitian kali ini, nilai BOD yang didapat sudah berada di bawah standar baku mutu yang telah ditetapkan. Namun, lama waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi standar baku mutu tersebut berbeda beda pada setiap perlakuannya. Pada kontrol

nilai BOD telah memenuhi baku mutu pada hari ke 20. Pada bak dengan variasi 9 batang tanaman + pemotongan akar 25% nilai BOD telah memenuhi baku mutu pada hari ke 5. Pada bak dengan variasi 9 batang tanaman + pemotongan akar 0%, 6 batang tanaman + pemotongan akar 25%, 3 batang tanaman + pemotongan akar 50%, 6 batang tanaman + pemotongan akar 50% dan 9 batang tanaman + pemotongan akar 50% nilai BOD telah memenuhi baku mutu pada hari ke 10. Pada 3 batang tanaman + pemotongan akar 0%, 6 batang tanaman + pemotongan akar 0% dan 3 batang tanaman + pemotongan akar 25% nilai BOD telah memenuhi baku mutu pada hari ke 15. Hal ini membuktikan bahwa dalam pengolahan limbah cair kafe perlu adanya *treatment* guna mempercepat proses pendegradasian bahan organik seperti proses fitoremediasi yang dilakukan pada penelitian ini.



Reaksi di atas menandakan peran oksigen dalam memecah rantai organik menjadi bentuk lain yakni CO₂ dan H₂O.

Tanaman memiliki peranan dalam penyediaan oksigen yang secara prinsip terjadi karena adanya proses fotosintesis. Menurut Ningrum (2020), kandungan oksigen terlarut yang ada pada air limbah dipengaruhi oleh sistem respirasi tanaman eceng gondok. Dengan prinsip difusi, oksigen akan mengalir ke pori-pori daun menuju batang tanaman dan akan menuju ke akar tanaman sehingga akan terbentuk zona rizosfer yang kaya akan oksigen di seluruh permukaan akar. Pelepasan oksigen oleh akar tumbuhan air menyebabkan adanya kandungan oksigen terlarut yang tinggi dalam air atau media di sekitar rambut akar. Hal ini memungkinkan menjadi mikro habitat untuk mikroorganisme aerob melakukan aktivitas penguraian. Hal ini terlihat dengan adanya efisiensi penurunan parameter organik.



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Waktu Detensi dengan %Removal Penurunan BOD (mg/l) pada Setiap Variasi

Menurut Rukmi (2013), terjadinya penurunan BOD terjadi karena eceng gondok memiliki kemampuan ganda yang dapat menyerap berbagai bahan organik dalam bentuk ion hasil pemecahan mikroorganisme dan membebaskan oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk proses oksidasi. Pertumbuhan mikroba pada akar tanaman membantu menyisihkan BOD terlarut. Hal ini menandakan bahwa senyawa organik dalam limbah adalah sumber nutrisi untuk mikroba yang nantinya akan diolah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Melalui *phytotreatment*, kerja sama antara tanaman dan mikroba yang berada pada tanaman tersebut merupakan proses yang mampu menurunkan pencemar dalam limbah cair.

Pada bak kontrol terjadi penurunan BOD namun tidak terlalu tinggi jika dibandingkan dengan bak yang diisi oleh tanaman eceng gondok baik yang mendapat perlakuan pemotongan akar maupun tidak. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman memiliki peran untuk laju penyerapan unsur hara yang ada di air limbah. Semakin tinggi aktivitas fotosintesis dari tanaman maka akan meningkatkan oksigen terlarut, sehingga akan mendukung kinerja mikroorganisme dalam mendegradasi senyawa organik yang ada. Terdapat beberapa faktor yang menjelaskan bagaimana terjadinya penurunan bahan organik yaitu adanya mekanisme aktivitas mikroorganisme dan tumbuhan, proses oksidasi oleh bakteri aerob yang tumbuh di sekitar *rhizosphere* tumbuhan maupun kehadiran bakteri heterotrof di dalam air limbah. Pada bak terjadi proses aerobik dengan penyisihan bahan organik berasal dari aktivitas respirasi berdasarkan persamaan reaksi:

3.6.3 DO

DO atau *Dissolved Oxygen* adalah oksigen terlarut yang terkandung dalam air limbah. Menurut Salimin (2005), oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua makhluk hidup yang ada di air untuk bernapas, proses metabolisme serta pertukaran zat yang nantinya akan menghasilkan energi untuk pertumbuhan, serta pembiakan. Selain itu, oksigen terlarut juga dibutuhkan untuk proses oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Oleh sebab itu, oksigen terlarut memegang peranan penting dalam ekosistem perairan.

Oksigen terlarut yang ada pada perairan didapat dari dua sumber yaitu dari suatu proses difusi dari udara bebas dan juga hasil fotosintesis organisme hidup yang berada didalam perairan (Salimin, 2005). Menurut Puspitaningrum, Izzati dan Haryanti (2012), tangki eceng gondok mengandung klorofil sehingga dapat menyuplai oksigen ke dalam air. Selain itu, akar eceng gondok yang berwarna hijau keunguan juga terdapat klorofil yang juga dapat membantu dalam menyuplai oksigen dalam air. Klorofil membantu proses fotosintesis dengan cara menangkap cahaya matahari yang akan digunakan sebagai energi dan memicu fiksasi CO₂ untuk menghasilkan glukosa (Song & Banyo, 2010). Oksigen yang dihasilkan pada proses fotosintesis akan keluar melalui stomata pada daun sehingga udara di bawah daun lama kelamaan jenuh akan oksigen. Kondisi ini dapat menyebabkan oksigen terdifusi ke dalam air.

Pada penelitian kali ini didapatkan pada bak dengan variasi pemotongan akar 0% memiliki DO berkisar 4,6 sampai 5,29, sedangkan pada bak dengan variasi pemotongan akar 25% memiliki DO berkisar 4,51 sampai 5,49. Pada bak dengan variasi pemotongan akar 50% memiliki nilai DO berkisar antara 4,32 sampai 5,88. Hal ini mengindikasikan bahwa bak dengan variasi pemotongan akar 50% memiliki DO yang lebih besar daripada bak dengan variasi pemotongan akar 0% dan variasi pemotongan akar 25% sehingga penyisihan bahan organik yang ada di air limbah lebih banyak menggunakan variasi pemotongan akar 50%.

Berikut merupakan tabel hasil uji nilai DO yang terkandung pada setiap sampel.

Tabel 4. Nilai DO

Variabel	Hari				
	5	10	15	20	25
Kontrol	3,03	3,2	3,28	3,36	3,22
0%, 3 Batang	4,6	4,63	4,69	4,72	5,05
0%, 6 Batang	4,65	4,69	41,3	4,84	5,18
0%, 9 Batang	4,72	4,77	4,81	4,9	5,29
25%, 3 Batang	4,51	4,62	4,7	4,72	5,1
25%, 6 Batang	4,62	4,69	4,79	4,88	5,28
25%, 9 Batang	4,76	4	5,03	5,23	5,49
50%, 3 Batang	4,32	4,38	4,88	5,21	5,47
50%, 6 Batang	4,36	4,43	5,06	5,32	5,61
50%, 9 Batang	4,41	4,59	5,16	5,49	5,88

Sumber: Hasil Analisis, 2022

3.6.4 Pengaruh Pemotongan Akar terhadap Penurunan BOD dan COD

Akar merupakan bagian tumbuhan yang penting di mana menjadi alat penyerapan unsur hara. Sistem perakaran tanaman menghasilkan oksigen dan eksudat yang berguna bagi perkembangbiakan mikroorganisme di sekitar rizosfer. Menurut Toppo dan Tiwari (2015), eksudat akar berupa asam amino dan protein dapat mendukung kecepatan mikroorganisme berkembang biak di rizosfer. Jumlah dan komposisi eksudat akar memengaruhi komposisi komunitas mikroba yang dapat mengubah unsur hara yang tersedia di dalam tanah. Banyaknya bakteri di rizosfer dapat dianggap sebagai titik penyebaran keanekaragaman bakteri.

Mekanisme yang terjadi pada proses pendegradasian bahan organik oleh bakteri ini adalah *rhizodegradasi*. Tanaman melalui proses fotosintesis akan menghasilkan oksigen. Kemudian oksigen akan didistribusikan ke seluruh bagian tanaman termasuk akar. Akar tanaman menghasilkan eksudat yang akan dilepaskan pada zona rizosfer atau perairan. Pada zona rizosfer terdapat mikroba yang mana dapat mengolah bahan organik (polutan) dengan bantuan eksudat sebagai katalis. Melalui proses katabolisme mikroba akan memecah bahan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana. Hasil dari proses katabolisme ini yang dimanfaatkan tanaman untuk melakukan respirasi.

Pada Gambar 4. penurunan parameter COD yang tertinggi baik pada variasi 3 batang tanaman, 6 batang tanaman maupun 9 batang tanaman terjadi pada bak dengan variasi pemotongan akar 50% hari ke 25. Pada hari ke 5 bak dengan variasi pemotongan akar 0% dan 25% tidak berbeda secara signifikan terhadap penurunan parameter COD yaitu berkisar antara 63,05 – 69,91% dan 61,74 – 67,65% . Sedangkan pada bak dengan variasi pemotongan akar 50% penurunan parameter COD lebih rendah yaitu sebesar 54,50 - 61,14%, walaupun lebih tinggi jika dibandingkan kontrol yang hanya mengalami penurunan parameter COD sebesar 39,28%. Pada hari ke 10 penyisihan parameter COD tertinggi terjadi pada bak dengan variasi pemotongan akar 25% yaitu berkisar antara 72,91 – 78,17%. Pada hari ke 15 hingga hari ke 25 terjadi perubahan kemampuan tanaman dalam menurunkan parameter COD di mana bak dengan variasi pemotongan akar 50% lebih efektif jika dibandingkan dengan bak lainnya. Pada bak dengan

variasi pemotongan akar 50% hari ke 15 hingga hari ke 25 penyisihan parameter COD berkisar antara 81,20 – 93,37%. Pada bak dengan variasi pemotongan akar 25% pada hari ke 15 hingga hari ke 25 penyisihan parameter COD berkisar antara 78,38 – 89,82%. Pada bak dengan variasi pemotongan akar 0% pada hari ke 15 hingga hari ke 25 penyisihan parameter COD berkisar antara 73,17 – 88,03%.

Pada Gambar 5. penurunan parameter BOD yang tertinggi baik pada variasi 3 batang tanaman, 6 batang tanaman maupun 9 batang tanaman terjadi pada bak dengan variasi pemotongan akar 50% hari ke 25. Pada hari ke 5 bak dengan variasi pemotongan akar 0%, 25% dan 50% tidak berbeda secara signifikan terhadap penurunan parameter BOD yaitu berkisar antara 29,07– 45,92% dan 22,81 – 40,34% . Sedangkan pada bak dengan variasi pemotongan akar 50% penurunan parameter BOD lebih rendah yaitu sebesar 19,67 – 38,78%, walaupun lebih tinggi jika dibandingkan kontrol yang hanya mengalami penurunan parameter BOD sebesar 16,34%. Sedangkan, pada hari ke 10 hingga hari ke 25 terjadi perubahan kemampuan tanaman dalam *removal* parameter BOD di mana bak dengan variasi pemotongan akar 50% lebih efektif jika dibandingkan dengan bak lainnya. Pada bak dengan variasi pemotongan akar 50% hari ke 10 hingga hari ke 25 penyisihan parameter BOD berkisar antara 52,45 – 95,60%. Pada bak dengan variasi pemotongan akar 25% pada hari ke 10 hingga hari ke 25 penyisihan parameter BOD berkisar antara 49,68% – 91,38%. Pada bak dengan variasi pemotongan akar 0% pada hari ke 10 hingga hari ke 25 penyisihan parameter BOD berkisar antara 41,88% – 89,87%. Pada bak kontrol pada hari ke 10 hingga hari ke 25 memiliki nilai penyisihan parameter BOD terendah yaitu berkisar antara 27,06%-58,02%.

Dari hasil yang didapat diketahui bahwa pada mulanya kemampuan bak dengan variasi pemotongan akar 50% dalam menurunkan bahan organik masih rendah jika dibandingkan dengan bak dengan variasi pemotongan akar 0% dan bak dengan variasi pemotongan akar 25%, walaupun nilai penyisihannya masih lebih tinggi dibandingkan bak kontrol. Namun, semakin lama waktu kontak antara tanaman dan air limbah mengakibatkan variasi pemotongan akar 50% lebih efektif dalam menurunkan BOD dan COD dibandingkan variasi pemotongan 25% dan 0% serta kontrol. Hal ini dimungkinkan karena adanya pertumbuhan akar lateral pada variasi pemotongan akar 50%. Pemotongan akar dapat menyebabkan hilangnya zat sitokinin yang menjadi penghambat munculnya akar lateral. Apabila akar lateral berkembang dengan baik maka penyerapan unsur hara dan air akan baik pula sehingga kebutuhan tanaman akan terpenuhi (Kartika, 1997).

Hasil penelitian Ninit (1997), menyatakan bahwa tanaman dengan perlakuan pemotongan akar cm dari ujung akar mempunyai jumlah akar lateral terbanyak. Selain itu, hasil penelitian Wightman dan Thimaan (1980), pada kacang ercis menunjukkan bahwa pemotongan akar sepanjang 5 mm dapat meningkatkan akar lateral dengan cepat.

Hasil penelitian Jing D. W (2017), membuktikan bahwa pemotongan akar tanaman dapat meningkatkan produksi eksudat pada tanaman seperti peningkatan asam organik sebesar 25,82%, asam amino sebesar 1,63% dan gula sebesar 18,25% eksudat dari tanaman ini yang dimanfaatkan oleh mikroorganisme. Dengan meningkatnya eksudat maka

mikroorganisme akan mengalami peningkatan sehingga proses degradasi bahan organik akan semakin tinggi.

Menurut Metha (2012), terdapat 3 jenis bakteri yang paling dominan tumbuh pada akar tanaman eceng gondok yaitu *Bacillus Flexus*, *Aeromonas Hydrophyla*, dan *Bacillus Brevis*. Menurut Apriliana (2014), pada daerah perairan yang ditutupi dengan eceng gondok ditemukan 6 jenis bakteri diantaranya adalah *Aeromonas Hydrophyla*, *Bacillus Megaterium*, *Citobakter Freundi*, *Khutia Zopfii*, *Listeria Monocytogenes* dan *Micrococcus Nishinomigenesis*. Bakteri dengan genus *Aeromonas* dan *Bacillus* sering ditemukan pada zona rizosfer eceng gondok.

Berdasarkan dari penelitian dari Metha (2012) dan Apriliana (2014), bakteri dengan genus *Aeromonas* dan *Bacillus* konsisten berada pada sistem perakaran eceng gondok. Spesies bakteri yang terdapat pada dua penelitian sebelumnya adalah *Aeromonas Hydrophyla*. Oleh sebab itu, bakteri *Aeromonas Hydrophyla* dimungkinkan menjadi penyebab terdegradasinya bahan organik yang ada pada perairan/sampel.

3.6.5 Pengaruh Pemotongan Akar terhadap Pertumbuhan Mikroorganisme

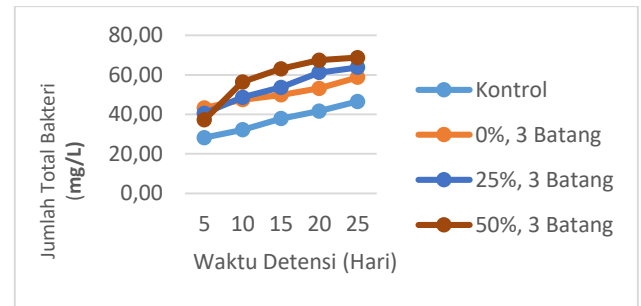
Pada prosesnya, fitoremediasi memerlukan oksigen guna membantu siklus berkembangbiak mikroorganisme. Mikroorganisme memanfaatkan bahan organik yang terkandung pada limbah sebagai bahan pangannya dan mengubahnya menjadi senyawa karbon sederhana dan air. Hasil perombakan bahan organik tersebut dimanfaatkan oleh tanaman sebagai nutrisi. Sistem perakaran tanaman akan menghasilkan oksigen dan eksudat. Eksudat berguna sebagai oksidator pada tahap metabolisme bagi mikroorganisme.

Dilakukan pengujian jumlah total bakteri pada setiap bak guna mengetahui pengaruh pemotongan akar tanaman eceng gondok terhadap pertumbuhan bakteri. Hasil pengujian jumlah total bakteri pada setiap bak tersaji pada tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 5. Tabel Hasil Pengujian Jumlah Total Bakteri

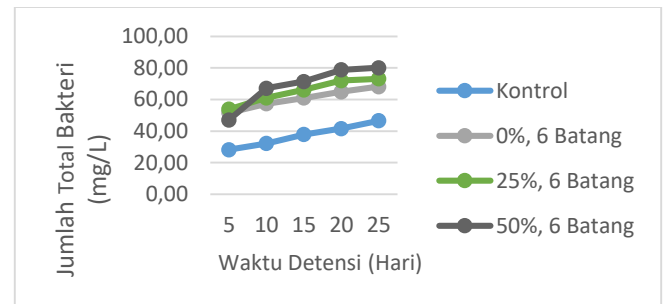
Jml Total Bakteri (mg/L)	Waktu Detensi				
	5	10	15	20	25
Total Bakteri					
Kontrol	28,21	32,16	37,85	41,63	46,52
0%, 3 Batang	43,32	47,41	49,83	53,20	58,80
0%, 6 Batang	51,60	57,28	60,99	64,90	68,20
0%, 9 Batang	65,71	71,10	77,40	81,80	85,64
25%, 3 Batang	40,56	48,66	53,68	61,20	63,80
25%, 6 Batang	53,90	61,10	66,11	72,00	73,10
25%, 9 Batang	58,40	72,10	81,20	89,45	94,21
50%, 3 Batang	37,20	56,41	63,10	67,49	68,74
50%, 6 Batang	47,10	67,18	71,41	78,81	80,12
50%, 9 Batang	53,74	65,10	88,80	95,41	101,24

Sumber: Hasil Analisis, 2022



Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Waktu Detensi dengan Jumlah Total Bakteri pada Variasi 3 Batang Tanaman

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa jumlah bakteri terbanyak hingga paling sedikit pada hari ke 5 adalah bak dengan variasi pemotongan akar 0%, bak dengan variasi pemotongan akar 25%, bak dengan variasi pemotongan akar 50% dan kontrol yaitu berturut-turut sebesar 43,32 mg/L; 40,56 mg/L; 37,20 mg/L dan 28,21 mg/L. Namun, pada hari ke 10 hingga ke 25 jumlah bakteri terbanyak hingga terendah adalah bak dengan variasi pemotongan akar 50%, bak dengan variasi pemotongan akar 25%, bak dengan variasi pemotongan akar 0% dan kontrol yaitu berturut-turut berkisar antara 56,41 – 68,74 mg/L; 48,66 – 63,80 mg/L; 47,41 – 58,80 mg/L; dan 32,16 – 46,52 mg/L.

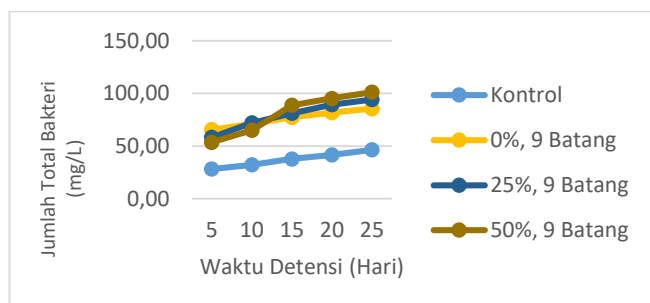


Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Waktu Detensi dengan Jumlah Total Bakteri pada Variasi 6 Batang Tanaman

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa jumlah bakteri terbanyak hingga paling sedikit pada hari ke 5 adalah bak dengan variasi pemotongan akar 25%, bak dengan variasi pemotongan akar 0%, bak dengan variasi pemotongan akar 50% dan kontrol yaitu berturut-turut sebesar 53,90 mg/L; 51,60 mg/L; 47,10 mg/L dan 28,21 mg/L. Namun, pada hari ke 10 hingga ke 25 jumlah bakteri terbanyak hingga terendah adalah bak dengan variasi pemotongan akar 50%, bak dengan variasi pemotongan akar 25%, bak dengan variasi pemotongan akar 0% dan kontrol yaitu berturut-turut berkisar antara 67,18 – 80,12 mg/L; 61,10 – 73,10 mg/L; 57,28 – 68,20 mg/L dan 32,16 – 46,52 mg/L.

Berdasarkan Gambar 8, dapat dilihat bahwa jumlah bakteri terbanyak hingga paling sedikit pada hari ke 5 adalah bak dengan variasi pemotongan akar 0%, bak dengan variasi pemotongan akar 25%, bak dengan variasi pemotongan akar 50% dan kontrol yaitu berturut-turut sebesar 65,71 mg/L; 58,40 mg/L; 53,74 mg/L dan 28,21 mg/L. Namun, pada hari ke 10 jumlah bakteri terbanyak hingga paling sedikit adalah bak dengan variasi pemotongan akar 25%, bak dengan variasi pemotongan akar 0%, bak dengan variasi pemotongan akar 50% dan kontrol yaitu berturut-turut sebesar 72,10 mg/L;

71,10 mg/L; 65,10 mg/L dan 32,16 mg/L. Sedangkan, pada hari ke 15 hingga ke 25 jumlah bakteri terbanyak hingga paling sedikit adalah bak dengan variasi pemotongan akar 50%, bak dengan variasi pemotongan akar 25%, bak dengan variasi pemotongan akar 0% dan kontrol yaitu berturut-turut berkisar antara 88,80 – 101,24 mg/L; 81,20 – 94,21 mg/L; 77,40 – 85,64 mg/L dan 37,85 – 46,52 mg/L.



Gambar 8. Grafik Hubungan Antara Waktu Detensi dengan Jumlah Total Bakteri pada Variasi 9 Batang Tanaman

Dari ketiga grafik hubungan antara waktu detensi dengan jumlah total bakteri diketahui bahwa nilai pertumbuhan bakteri paling tinggi terdapat pada bak dengan pemotongan akar 50%. Tingginya pertumbuhan bakteri pada bak dengan pemotongan akar 50% diakibatkan oleh tumbuhnya akar lateral pada bagian pemotongan akar.

Tabel 6. Hasil Uji Korelasi Antara Jumlah Bakteri dengan Persen Pemotongan Akar

Jumlah Pertumbuhan Bakteri	Nilai Korelasi
PB 3B5H	-0,998
PB 6B5H	-0,651
PB 9B5H	-0,992
PB 3B10H	0,923
PB 6B10H	0,991
PB 9B10H	-0,792
PB 3B15H	0,972
PB 6B15H	1,000
PB 9B15H	0,982
PB 3B20H	0,998
PB 6B20H	1,000
PB 9B20H	0,997
PB 3B25H	1,000
PB 6B25H	0,995
PB 9B25H	0,998

Berdasarkan hasil uji korelasi menggunakan minitab yang tertera pada Tabel 6. hubungan antara jumlah pertumbuhan bakteri dengan pemotongan akar berbanding terbalik pada hari ke 5 di mana nilai korelasi (r) yang didapat berkisar antara negatif 0,651 hingga negatif 0,998. Sedangkan, pada hari ke 10 hingga hari ke 25 hubungan antara jumlah pertumbuhan bakteri dengan pemotongan akar berbanding lurus dengan nilai korelasi (r) berkisar antara positif 0,923 hingga positif 1. Nilai ini membuktikan bahwa hubungan antara jumlah bakteri dengan perlakuan pemotongan akar memiliki hubungan yang kuat. Hal ini didasarkan pada nilai korelasi "r" yang didapat termasuk dalam *Range Interval Koefisien* 0,80-1,00 dengan tingkat hubungan sangat kuat pada Tabel 1. Koefisien korelasi (Sugiyono, 2010). Pada hari ke 5 korelasi yang didapat adalah

berbanding terbalik yang mana menjelaskan bahwa semakin tinggi pemotongan akar maka semakin rendah jumlah pertumbuhan bakterinya. Sedangkan, pada hari ke 10 hingga hari ke 25 korelasi antara jumlah bakteri dengan pemotongan akar adalah berbanding lurus yang artinya semakin tinggi pemotongan akar yang dilakukan, semakin tinggi pula jumlah pertumbuhan bakteri.

Perbedaan korelasi pada hari ke 5 dengan hari ke 10 hingga hari ke 25 dimungkinkan karena pada hari ke 5 tumbuhan yang mengalami pemotongan akar 50% masih kesulitan dalam beradaptasi dan akar yang tersisa hanya sedikit belum mengalami pertumbuhan yang signifikan. Sedangkan, pada pemotongan akar 25% masih tersisa akar yang cukup panjang namun tidak lebih panjang jika dibandingkan dengan variasi pemotongan akar 0%. Pada hari ke 10 pemotongan akar 50% mulai menunjukkan pertumbuhan jumlah bakteri yang lebih signifikan. Hal ini dimungkinkan terjadi karena pada hari ke 10 akar lateral mulai tumbuh. Akar lateral dapat tumbuh dengan maksimal dikarenakan hilangnya zat sitokinin pada ujung akar. Pertumbuhan akar lateral berdampak pada produksi eksudat tanaman di mana eksudat akar bermanfaat bagi mikroorganisme rizosfer (Jing D. W, 2017).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kali ini perlakuan pemotongan akar tanaman eceng gondok terbukti dapat mempengaruhi penurunan kadar COD dan BOD, serta pertumbuhan jumlah mikroba pada rizosfer.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas ridho-Nya penelitian ini dapat terselesaikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua dan keluarga yang terus mendukung penulis. Serta kepada dosen pembimbing Ir. Yayok Suryo P., MT atas bimbingannya serta kesabarannya selama proses penelitian penulis. Serta seluruh pihak yang memungkinkan penelitian ini berhasil, semoga jurnal ini dapat bermanfaat bagi dosen, mahasiswa dan perkembangan ilmu.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliana, R., Rudiyanti, S. And Purnomo, P. W. (2014) 'Keaneekaragaman Jenis Bakteri Perairan Dasar Berdasarkan Tipe Tutupan Permukaan Perairan Di Rawa Pening', 3, Pp. 119–128.
- Gunstone, F. . . (2008) *Oils And Fats In The Food Industry*. First Edit. Oxford, Uk: Wiley-Blackwell. Doi: 10.1002/9781444302424.
- Jing, D. W. (2017) 'Effects Of Root Pruning On The Physicochemical Properties And Microbial Activities Of Poplar Rhizosphere Soil', *Plos One*, 12(11), Pp. 1–17. Doi: 10.1371/Journal.Pone.0187685.
- Kartika, N. H. (1997) 'Pengaruh Pemotongan Akar Dan Sifat Fisik , Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Setek Panili (Vanilla Planifolia Andrews)'
- Metcalf And Eddy (2013) *Metcalf And Eddy, Aecom - Wastewater Engineering_ Treatment And Resource Recovery-Mcgraw-Hill (2014).Pdf*, P. 2044.
- Odum, E. P. (1971) *Fundamentals Of Ecology*. 3rd Editio. Philadelphia: W.B. Saunders.

- Puspitaningrum, M., Izzati, M. And Haryanti, S. (2012) 'Produksi Dan Konsumsi Oksigen Terlarut Oleh Beberapa Tumbuhan Air', *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 10(Maret), Pp. 47–55.
- Raissa, D. G. (2017) Fitoremediasi Air Yang Tercemar Limbah Laundry Dengan Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Dan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*). Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rukmi, D., Ulyke, & Pujiati, R. (2013). Efektifitas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam Menurunkan Kadar Deterjen, BOD, dan COD pada Air Limbah Laundry (Study di Laundry X di Kelurahan Jember Kecamatan Patrang Kabupaten Jember). *Ikesma*, 9 (1): 12- 19.
- Salimin (2005) 'Oksigen Terlarut (DO) Dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan', 10(3), Pp. 21–26.
- Toppo, S. R. And Tiwari, P. (2015) '*Phosphate Solubilizing Rhizospheric Bacterial Communities Of Different Crops Of Korea District Of*', 9(25), Pp. 1629–1636. Doi: 10.5897/Ajmr2015.7522.
- Yang, S. J. (2011) '*Effects Of Root Pruning On Physico-Chemical Characteristics And Biological Properties Of Winter Jujube Rhizosphere Soil*', 2011(2006), Pp. 493–498.
- Zulkoni, A., Rahyuni, D., & Nasirudin, N. (2017). Pemangkasan Akar dan Inokulasi JMA Sebagai Upaya Peningkatan Fitoremediasi Tanah Tercemar Merkuri Akibat Penambangan Emas Oleh Tanaman Jati di Kokap Kulon Progo Yogyakarta. *Indonesia One Search. Pusat Studi Lingkungan Hidup Universitas Gadjah Mada*.