

Penyisihan Parameter Organik dan Analisis Kualitas Lumpur Limbah Cair Rumah Potong Ayam dengan *Moving Bed Biofilm Reactor*

Sekar Huwaidah Qatrunada, Munawar Ali, Rizka Novembrianto*

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

*Koresponden email: rizka.tl@upnjatim.ac.id

Diterima: 22 Oktober 2024

Disetujui: 29 November 2024

Abstract

The disposal of wastewater containing high levels of organic parameters can trigger bacterial growth, which can lead to a decrease in dissolved oxygen in the water. This research uses MBBR technology to degrade organic parameters. The aim of this research is to compare the optimum media types for the degradation of organic pollutants and to analyse the MLSS and SVI values to determine the quality of the sludge produced. The variation used in this study is the type of media used is sponge media and K5 hardness with the treatment of both types of media using residence time for 2 hours, 4 hours, 6 hours, 8 hours and 10 hours. In the study, the seeding and acclimation process was carried out first until it met the specified design criteria. The results indicated that the best media for COD and total nitrogen removal were the sponge media with a removal percentage of 56% and 48% at a retention time of 10 hours. In the analysis of MLSS and SVI, the highest MLSS value was obtained in Kaldness K5 and there was an increase in SVI at each retention time for both. From this study it can be concluded that Kaldness K5 is more dominant in a suspended growth system than a sponge, but the greatest removal of organic pollutants is in sponge media which is more dominant in attached growth.

Keywords: *Chicken Slaughterhouse, MBBR, Sponge, Kaldness K5, Organic Parameters, MLSS, SVI*

Abstrak

Pembuangan limbah cair yang mengandung parameter organik tinggi dapat memicu pertumbuhan bakteri yang mana dapat mengakibatkan penurunan oksigen terlarut dalam air. Penelitian ini menggunakan teknologi MBBR untuk mendegradasi parameter organik. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perbandingan jenis media yang optimum untuk mendegradasi polutan organik dan menganalisis kadar MLSS dan SVI untuk mengetahui kualitas lumpur yang dihasilkan. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini jenis media yang digunakan adalah media spons dan kaldness K5 dengan perlakuan kedua jenis media menggunakan waktu tinggal selama 2 jam, 4 jam, 6 jam, 8 jam dan 10 jam. Pada penelitian dilakukan proses seeding dan aklimatisasi terlebih dahulu hingga sesuai dengan kriteria desain yang ditetapkan. Hasil penelitian menyebutkan bahwa media yang terbaik untuk menyisihkan COD dan Total Nitrogen adalah media spons dengan persentase penyisihan 56% dan 48% pada waktu tinggal selama 10 jam. Pada analisis MLSS dan SVI didapatkan nilai MLSS tertinggi pada Kaldness K5 dan terjadi peningkatan SVI di tiap waktu tinggal pada keduanya. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Kaldness K5 lebih dominan menggunakan sistem pertumbuhan tersuspensi dibandingkan spons, tetapi penyisihan polutan organik terbesar berada di media spons yang mana lebih dominan pertumbuhan melekat.

Kata Kunci: *Rumah Potong Ayam, MBBR, Spons, Kaldness K5, Parameter Organik, MLSS, SVI*

1. Pendahuluan

Kebutuhan yang tinggi akan daging ayam dapat memicu munculnya usaha fasilitas pemotongan ayam untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Pada kegiatan Rumah Pemotongan Ayam (RPA) dapat menghasilkan produk sampingan yaitu berupa limbah, Air limbah dari usaha pemotongan ayam seringkali dibuang langsung ke lingkungan atau perairan terbuka tanpa melalui proses pengolahan. Hal tersebut dapat terjadi karena sebagian besar usaha pemotongan ayam merupakan skala kecil hingga menengah, yang mana kebanyakan tidak dilengkapi dengan Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) dikarenakan biaya peralatan yang tinggi [1]. Air limbah RPA mengandung parameter organik yang berasal dari isi rumen, darah ayam, kegiatan pencucian ayam dan sludge yang berasal dari endapan lemak [2]. Beberapa parameter organik yang dapat mencemari lingkungan adalah *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan Total Nitrogen, yang mana COD adalah ukuran kuantitatif yang menunjukkan jumlah oksigen yang diperlukan untuk

mengoksidasi bahan organik dan beberapa bahan kimia lainnya dalam air sedangkan Total Nitrogen adalah jumlah total senyawa nitrogen yang terdapat dalam suatu sampel air. Pembuangan limbah cair yang mengandung parameter organik tinggi dapat memicu pertumbuhan bakteri yang mana dapat mengakibatkan penurunan oksigen terlarut dalam air. Penurunan oksigen terlarut dan peningkatan populasi bakteri ini akan berdampak pada berkurangnya jumlah protozoa dan berbagai organisme perairan lainnya [3].

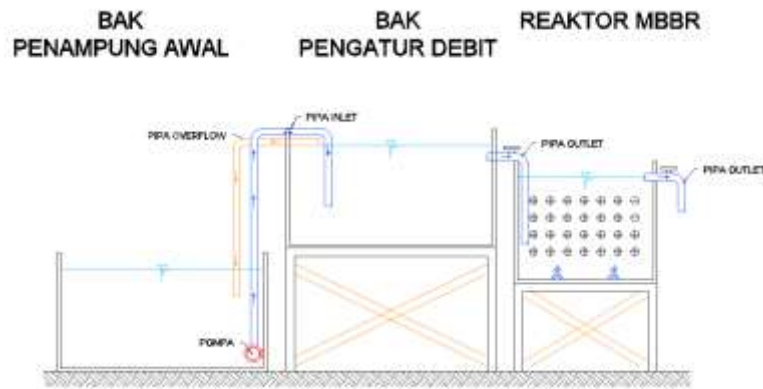
Upaya untuk mengurangi pencemaran dari kegiatan RPA dapat dilakukan pengolahan air limbah terlebih dahulu sebelum dibuang. Teknologi pengolahan limbah yang dapat digunakan untuk mendegradasi polutan organik yang tinggi adalah dengan menggunakan mikroorganisme. Salah satu teknologi pengolahan limbah yang mudah dan efektif adalah menggunakan *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR). Proses MBBR merupakan gabungan antara *activated sludge* dan biofilter dengan adanya penambahan media yang akan menjadi tempat melekatnya mikroorganisme. Dalam operasionalnya, MBBR dapat berlangsung melalui dua metode pengolahan limbah, yaitu proses biakan tersuspensi dan proses biakan melekat yang terjadi secara simultan. Salah satu keuntungan dari MBBR adalah pemanfaatan seluruh volume reaktor untuk pertumbuhan biomassa, tanpa memerlukan resirkulasi lumpur. [4]. Proses Biofilter pada MBBR menggunakan media, yang mana jenis media yang digunakan sebagai tempat melekatnya mikroorganisme pada penelitian ini adalah Spons dan Kaldness K5.

Hal tersebut didukung oleh penelitian sebelumnya, yang mana penggunaan media Spons dapat menyisihkan COD sebesar 85% dan media Kaldness K5 sebesar 68% pada air limbah lindi [5]. Proses *activated sludge* pada MBBR berkaitan dengan kadar *Mixed Liquor Suspended Solid* (MLSS) dan *Sludge Volume Indeks* (SVI). MLSS merupakan total padatan tersuspensi dalam campuran air limbah dan lumpur aktif, sedangkan SVI merupakan ukuran umum yang digunakan untuk mengetahui kualitas lumpur yang dihasilkan. MLSS dan SVI memiliki peran penting dalam *activated sludge* karena dapat memengaruhi kinerja degradasi polutan organik [6]. Penelitian ini dilakukan guna menganalisis perbandingan jenis media yang optimum untuk mendegradasi polutan organik dan menganalisis kadar MLSS dan SVI untuk mengetahui kualitas lumpur yang dihasilkan.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental. Limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair Rumah Potong Ayam dengan skala rumahan yang berada di Kabupaten Sidoarjo. Pengambilan limbah cair dilakukan pada bak penampung sesuai dengan SNI.6989.57-2008 yang mana menjelaskan tentang metode pengambilan contoh uji dengan cara *grab sampling*. Sebelum dilakukan pengolahan menggunakan MBBR, dilakukan pengujian awal untuk mengetahui kadar awal limbah sehingga dapat diketahui persen penyisihan parameter organik setelah dilakukan pengolahan. Pengolahan limbah pada penelitian ini dengan metode *oxic*, yaitu dengan menginjeksikan oksigen yang berasal dari aerator. Aerator yang digunakan memiliki spesifikasi debit sebesar 4l/min.

Tahapan awal pada penelitian ini adalah melakukan *seeding* dan aklimatisasi, yang mana *seeding* merupakan tahapan untuk menumbuhkan mikroorganisme sedangkan aklimatisasi merupakan proses untuk menyeleksi dan mengadaptasi mikroorganisme yang telah melalui *seeding* sehingga dapat mikroorganisme siap untuk digunakan pada proses pengolahan limbah. Proses *seeding* dilakukan dengan sistem *batch*. Dilakukan penambahan starter bakteri berupa EM4 dan penambahan nutrient berupa N yang berasal dari pupuk urea, pemenuhan P yang berasal dari pupuk TSP. Pada proses *seeding* dilakukan selama 21 hari dan dilakukan pengujian MLSS untuk mengetahui konsentrasi mikroorganisme. Setelah dilakukan *seeding*, maka tahapan selanjutnya adalah aklimatisasi. Aklimatisasi dilakukan dengan sistem semi *continuu* yang mana menggunakan waktu kontak selama 8 jam dengan debit 21 ml/menit. Proses aklimatisasi dilakukan secara bertahap agar tidak terjadi *shock loading*. Aklimatisasi dilakukan dengan presentase limbah 25%, 50%, 75% dan 100%. Setiap harinya dilakukan pengujian COD untuk mengetahui kemampuan mikroorganisme dan kesiapan mikroorganisme untuk mendegradasi polutan organik. Penelitian utama dilakukan apabila tahap aklimatisasi mencapai *ready state*. Reaktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1 buah bak penampung awal 25L, 1 buah bak pengatur debit 25L, 2 buah bak MBBR 15L, 2 buah aerator dengan debit 4L/menit dan batu aerator, 1 buah pompa celup.



Gambar 1. Rangkaian Reaktor MBBR
 Sumber : Peneliti, 2024

Penelitian utama dilakukan menggunakan sistem *batch* guna untuk mengetahui degradasi polutan organik yang paling optimum. Volume air limbah yang digunakan adalah 10L. Variasi pada penelitian ini adalah jenis media. Jenis media yang digunakan adalah Spons dan Kaldness K5 dengan volume media keduanya sekitar 30% dari volume air limbah yang digunakan. Dilakukan perlakuan pada masing-masing variasi menggunakan waktu tinggal selama 2 jam, 4 jam, 6 jam, 8 jam dan 10 jam. Air limbah diambil pada outlet reaktor MBBR. Parameter yang diuji pada penelitian utama ini adalah COD, Total N, MLSS dan SVI. Setelah dilakukan pengujian, dilakukan perhitungan efektifitas degradasi parameter organik dan analisis kadar MLSS dan SVI.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik Air Limbah RPA

Analisis awal dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari sampel limbah yang akan digunakan pada penelitian. Sampel limbah yang akan digunakan pada penelitian ini berasal dari bak penampung Rumah Potong Ayam yang berada di Kabupaten Sidoarjo. Analisis karakteristik meliputi parameter pH, BOD, COD, TSS dan Total Nitrogen yang mana merupakan parameter utama dalam penelitian ini. Hasil analisis karakteristik awal limbah dapat dilihat pada tabel 4.1 Berikut merupakan Hasil Uji Karakteristik Awal Air limbah Rumah Potong Ayam (RPA).

Tabel 1. Hasil Uji Awal Air Limbah Rumah Potong Ayam (RPA)

| Parameter | Satuan | Hasil Uji | Baku Mutu |
|----------------|--------|-----------|-----------|
| pH | - | 6,8 | 6-9 |
| BOD | mg/L | 336 | 100 |
| COD | mg/L | 848 | 200 |
| TSS | mg/L | 222 | 100 |
| Total Nitrogen | mg/L | 280 | 25 |

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Pada hasil uji awal karakteristik, dapat disimpulkan bahwa air limbah RPA berada diatas baku mutu yang telah ditetapkan. Baku mutu yang digunakan adalah Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013. Perlu dilakukan pengolahan limbah terlebih dahulu agar air limbah aman untuk dibuang dibadan air.

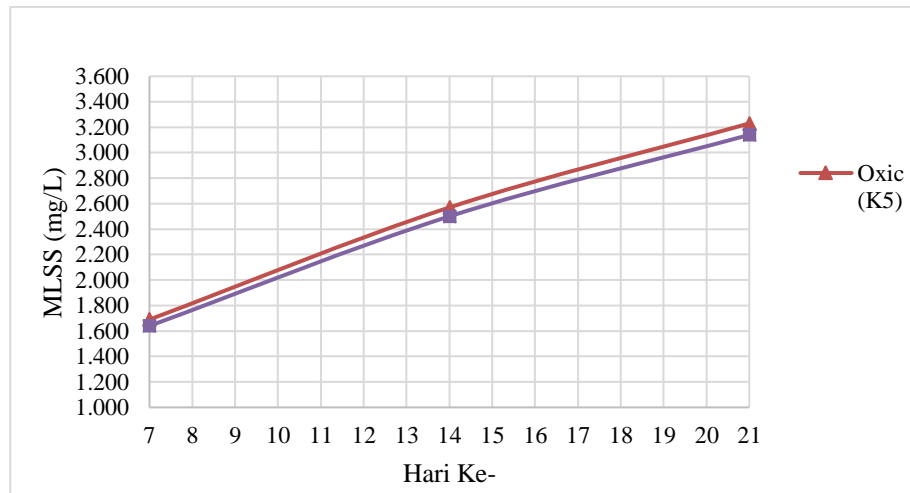
3.2 Seeding & Aklimatisasi

Proses seeding adalah proses pembiakan mikroorganisme pada media yang akan digunakan untuk mendegradasi polutan organik. Proses seeding dilakukan secara batch dan dilakukan perhitungan kebutuhan nutrisi dan starter bakteri. Hal tersebut dilakukan untuk memenuhi rasio C:N:P, yang mana rasio tersebut dibutuhkan mikroorganisme untuk mengoptimalkan proses pertumbuhan. Nilai rasio C:N:P adalah 100:5:1. Sebagai pemenuhan sumber karbon, untuk 20L air limbah ditambahkan gula merah cair sebanyak 1,5 ml dan penambahan starter bakteri EM4 sebanyak 75 ml. Didapatkan kebutuhan untuk memenuhi N dan P sebesar 1,299 g dan 0,261 g, yang mana pemenuhan kebutuhan N berasal dari pupuk urea dan P berasal dari pupuk TSP. Proses seeding dilakukan selama 21 hari dengan pengujian MLSS setiap 7 hari.

Tabel 2. Hasil Uji MLSS saat *Seeding*

| Hari ke- | Jenis Media | |
|----------|-------------|-------|
| | K5 | Spons |
| 7 | 1.690 | 1.640 |
| 14 | 2.570 | 2.500 |
| 21 | 3.230 | 3.140 |

Sumber : Hasil Analisa, 2024



Gambar 2. Grafik Hasil Uji MLSS saat *Seeding*
Sumber : Hasil Analisis, 2024

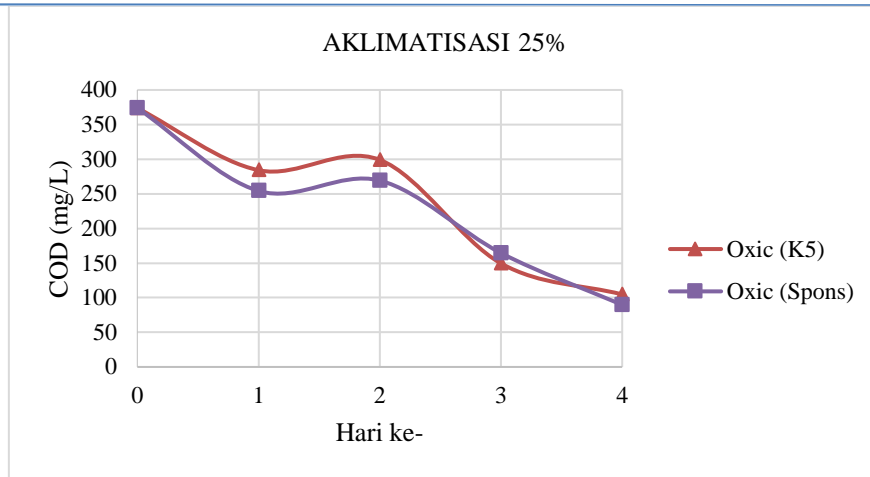
Berdasarkan hasil pengujian parameter MLSS pada saat *seeding*, menyatakan bahwa pada media K5 dan spons terdapat peningkatan secara signifikan.. Didapatkan hasil kadar MLSS pada hari ke 21 untuk media K5 sebesar 3.230 mg/L dan media spons sebesar 3.140 mg/L. Kriteria desain parameter MLSS untuk pengolahan biologis berkisar 2.000-5.000 mg/L, apabila MLSS telah terpenuhi maka proses *seeding* dapat dilanjutkan ke aklimatisasi [7]. Perkembangan mikroorganisme pada pengolahan biologis dapat ditandai dengan adanya perubahan warna suspensi menjadi kehitaman dan terjadinya peningkatan nilai MLSS. Kandungan MLSS yang tinggi berhubungan dengan jumlah biomassa. Tingginya MLSS dapat menunjukkan adanya banyak mikroorganisme dalam lumpur aktif [8].

Setelah kadar MLSS terpenuhi, dapat dilanjutkan dengan proses aklimatisasi. Aklimatisasi merupakan proses adaptasi mikroorganisme untuk mengolah limbah cair. Aklimatisasi pada penelitian ini dilakukan menggunakan sistem semi *continuu* dengan debit 21 ml/menit. Prinsip kerja aklimatisasi adalah dengan cara memasukkan limbah secara bertahap dengan penambahan aquades. Hal tersebut diharapkan agar mikroorganisme bisa beradaptasi dalam mendegradasi polutan organik dan mengurangi resiko kematian mikroorganisme secara mendadak.

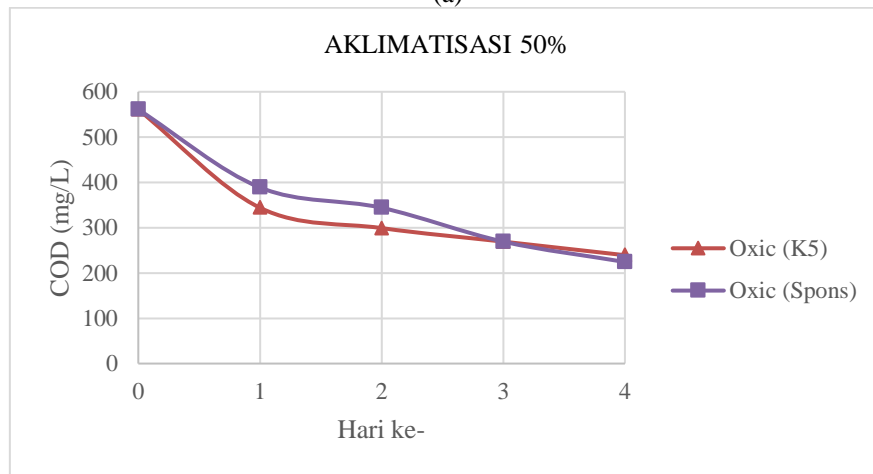
Tabel 3. Hasil Uji COD saat Aklimatisasi

| Hari Ke- | 25% | | 50% | | 75% | | 100% | |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | K5 | Spons | K5 | Spons | K5 | Spons | K5 | Spons |
| 0 | 373,83 | 373,83 | 560,75 | 560,75 | 672,90 | 672,90 | 971,96 | 971,96 |
| 1 | 284,11 | 254,21 | 343,93 | 388,79 | 433,64 | 403,74 | 613,08 | 538,32 |
| 2 | 299,07 | 269,16 | 299,07 | 343,93 | 388,79 | 388,79 | 538,32 | 478,50 |
| 3 | 149,53 | 164,49 | 269,16 | 269,16 | 351,40 | 336,45 | 493,46 | 448,60 |
| 4 | 104,67 | 89,72 | 239,25 | 224,30 | 314,02 | 302,06 | 433,64 | 388,79 |

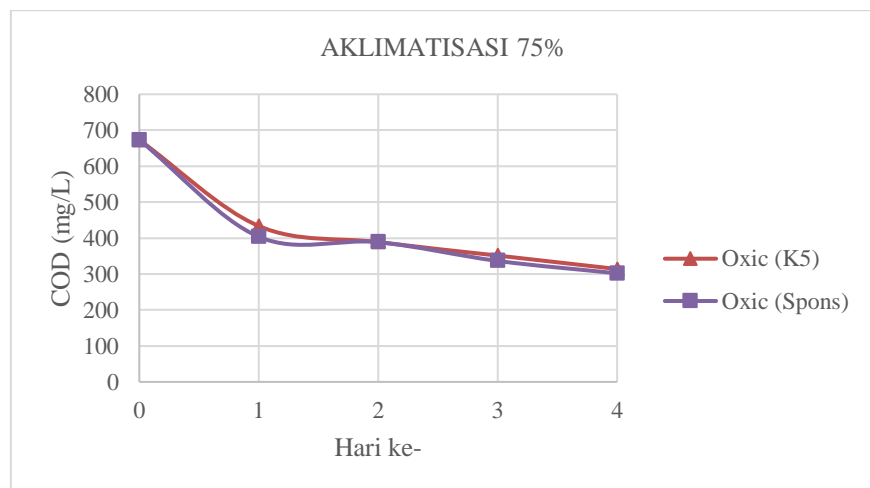
Sumber : Hasil Analisis, 2024



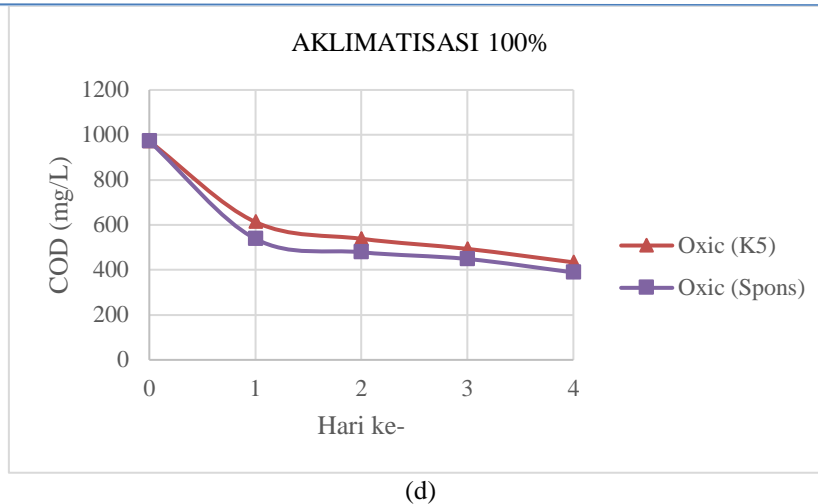
(a)



(b)



(c)



Gambar 3. Grafik Degradasi COD pada Proses Aklimatisasi (a) Aklimatisasi 25%, (b) Aklimatisasi 50%, (c) Aklimatisasi 75%, dan (d) Aklimatisasi 100%
Sumber : Hasil Analisis, 2024

Pada aklimatisasi dilakukan pengujian COD tiap harinya guna sebagai kontrol mikroorganisme untuk menyisihkan parameter organik. Pada aklimatisasi 25% kadar COD di hari ke 2 mengalami peningkatan, keadaan ini dapat terjadi karena biofilm belum berhasil beradaptasi dengan limbah yang baru. Selain itu, kematian mikroorganisme juga bisa terjadi akibat ketidakmampuan mereka untuk bertahan di lingkungan yang baru [9]. Pada presentase limbah 100% dihari ke 1 hingga 4 didapatkan nilai penyisihan COD lebih dari 50% dan relatif stabil. Aklimatisasi dapat dihentikan ketika pengolahan telah berada di fase *ready state*, yang mana dapat mendegradasi COD lebih dari 50% dan fluktuasi penurunan COD tidak lebih dari 10% yang artinya mikroorganisme telah dapat beradaptasi untuk mendegradasi polutan organik [10].

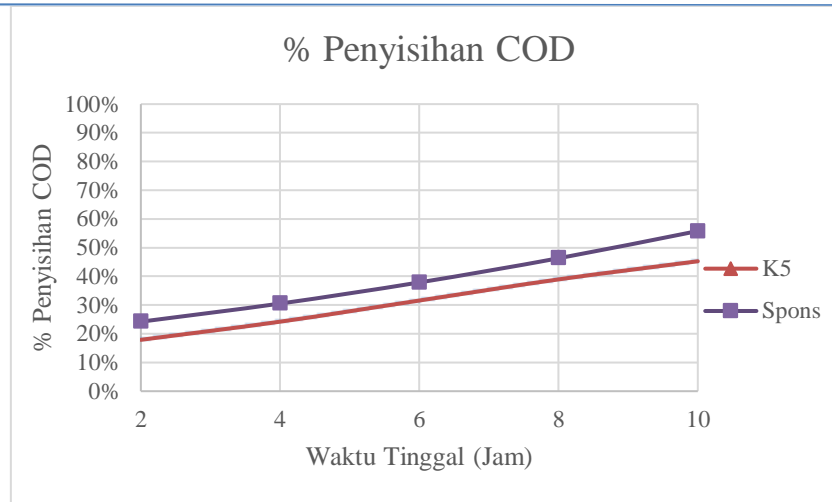
3.3 Pengaruh Jenis Media dan Waktu Tinggal Terhadap Penyisihan COD

Penelitian ini menggunakan jenis media Spons dan Kaldness K5, yang mana perlakuan pada masing-masing variasi menggunakan waktu tinggal selama 2 jam, 4 jam, 6 jam, 8 jam dan 10 jam. Pengolahan ini dilakukan dengan sistem *batch*.

Tabel 4. Hasil Penyisihan COD menggunakan MBBR

| Media | Waktu Tinggal (Td) | COD Awal (mg/L) | COD Akhir (mg/L) | %Removal |
|-------|--------------------|-----------------|------------------|----------|
| K5 | 2 | 710,28 | 583,18 | 18% |
| | 4 | | 538,32 | 24% |
| | 6 | | 485,98 | 32% |
| | 8 | | 433,64 | 39% |
| | 10 | | 388,79 | 45% |
| Spons | 2 | 710,28 | 538,32 | 24% |
| | 4 | | 493,46 | 31% |
| | 6 | | 441,12 | 38% |
| | 8 | | 381,31 | 46% |
| | 10 | | 314,02 | 56% |

Sumber : Hasil Analisis, 2024



Gambar 4. Grafik Penyisihan COD menggunakan MBBR
Sumber : Hasil Analisis, 2024

Pada grafik **Gambar 4** menunjukkan pengaruh jenis media dan waktu kontak terhadap penyisihan COD. Penyisihan COD tertinggi terdapat pada media spons dengan waktu tinggal 10 jam sebesar 56%, sedangkan pada media kaldness K5 sebesar 45%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan secara *batch*, dapat diketahui bahwa media yang paling baik dalam menyisihkan COD adalah media spons dengan variasi waktu tinggal selama 10 jam. Media spons dapat menyisihkan COD lebih besar karena karena media Kaldness K5 terbuat dari plastik PE (*polyethylene*), yang mengakibatkan biofilm hanya tumbuh di permukaan dalam. Sementara itu, permukaan luar tidak terlindungi dan dapat rontok akibat benturan dengan media lainnya. [11]. Selain itu, Media spons memiliki volume rongga (porositas) besar jika dibandingkan dengan media plastik lainnya. Porositas dapat berpengaruh signifikan dalam proses terbentuknya biofilm. Semakin besar pori-pori media, semakin banyak biofilm yang akan tumbuh dan terperangkap pada media [13].

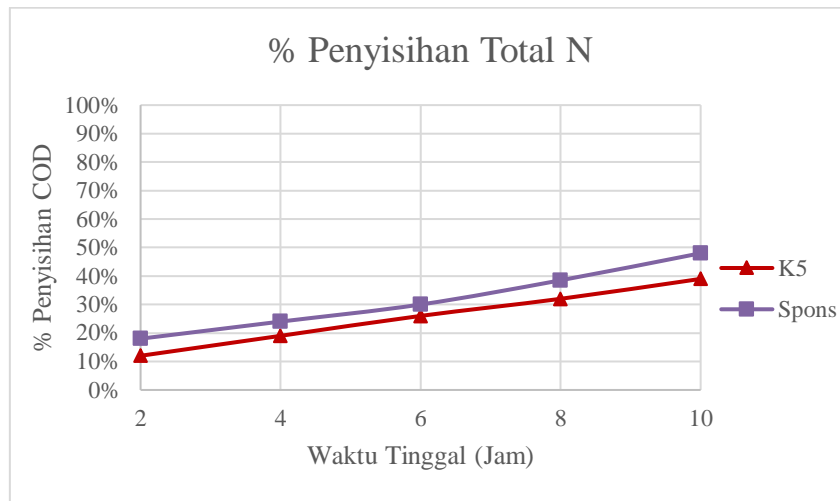
Waktu kontak berpengaruh terhadap penyisihan COD karena semakin lama waktu kontak antara mikroorganisme di dalam biofilm dan limbah, semakin efektif dalam menghilangkan senyawa dan polutan organik yang memiliki konsentrasi tinggi [14]. Penyisihan COD dapat terjadi karena mikroorganisme yang hidup didalam reaktor mengurai zat organik yang terkandung pada air limbah melalui proses biodegradasi. Kandungan air limbah RPA terdiri dari protein, lemak, darah serta padatan tersuspensi, yang mana hal tersebut dapat mengakibatkan tingginya kandungan bahan organik dalam air limbah [15]. Hasil akhir pada proses biodegradasi berupa senyawa yang lebih sederhana seperti karbondioksida (CO_2), air (H_2O), biomassa dan energi yang dapat digunakan untuk proses metabolisme mikroorganisme.

3.4 Pengaruh Jenis Media dan Waktu Tinggal Terhadap Penyisihan Total Nitrogen

Tabel 5. Hasil Uji MLSS Total Nitrogen menggunakan MBBR

| Media | Waktu Tinggal (Td) | Total Nitrogen Awal (mg/L) | Total Nitrogen Akhir (mg/L) | %Removal |
|-------|--------------------|----------------------------|-----------------------------|----------|
| K5 | 2 | 280,00 | 246,40 | 12% |
| | 4 | | 226,80 | 19% |
| | 6 | | 207,20 | 26% |
| | 8 | | 190,40 | 32% |
| | 10 | | 170,80 | 39% |
| Spons | 2 | 280,00 | 229,60 | 18% |
| | 4 | | 212,80 | 24% |
| | 6 | | 196,00 | 30% |
| | 8 | | 172,20 | 39% |
| | 10 | | 145,60 | 48% |

Sumber : Hasil Analisis, 2024



Gambar 5. Grafik Penyisihan Total N menggunakan MBBR
Sumber : Hasil Analisis, 2024

Pada grafik menunjukkan pengaruh jenis media dan waktu kontak terhadap penyisihan Total N. Penyisihan Total N tertinggi terdapat pada media spons dengan waktu tinggal 10 jam sebesar 48%, sedangkan pada media kaldness K5 sebesar 39%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan secara *batch*, dapat diketahui bahwa media yang paling baik dalam menyisihkan Total N adalah media spons dengan variasi waktu tinggal selama 10 jam. Media spons dapat menyisihkan Total Nitrogen lebih besar dibandingkan kaldness K5 karena spons memiliki luas permukaan, ketebalan media dan porositas lebih besar dibandingkan kaldness K5. Saat proses anoxic, ketebalan media memiliki pengaruh karena semakin tebal media semakin maksimal proses anoxic untuk menyisihkan parameter organik [12]

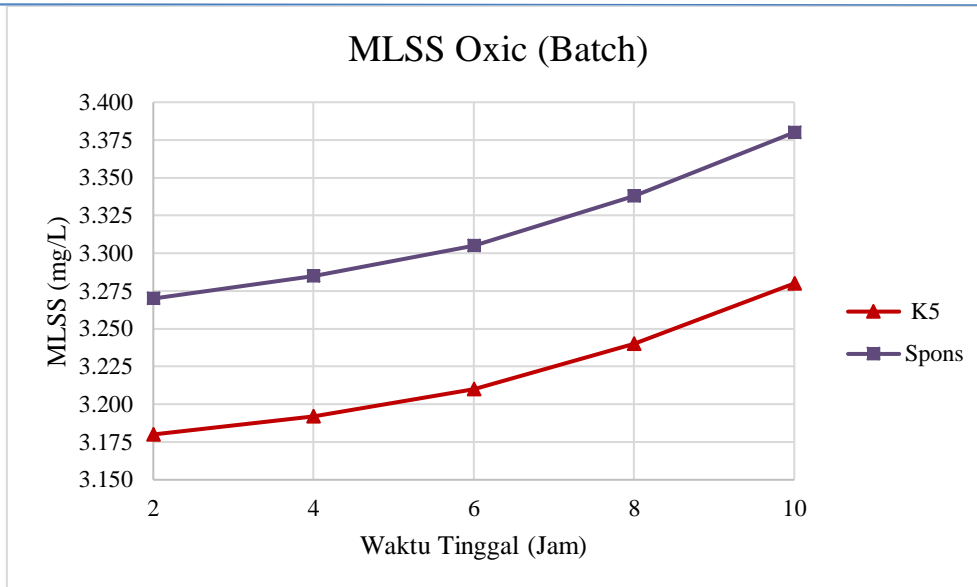
Penyisihan Total Nitrogen secara biologis terjadi karena terdapat proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Proses nitrifikasi merupakan proses oksidasi perubahan amonia menjadi nitrit oleh bakteri *Nitromonas* lalu menjadi nitrat oleh bakteri *Nitrobacter*. Pada proses *Nitritasi*, memanfaatkan bakteri *ammonia oxidizing bacteria* seperti *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus* dilanjutkan dengan proses Nitritasi dibantu oleh *nitrite oxidizing bacteria* seperti *Nitrobacter* dan *Nitrospira*. Bakteri nitrifikasi merupakan bakteri *obligate autotroph* yang mana pada proses pertumbuhan membutuhkan oksigen dan menggunakan CO₂ sebagai sumber karbon [16]. Proses denitrifikasi merupakan proses reduksi nitrat dan nitrit pada kondisi oksigen yang rendah (anoksik) untuk menguraikan limbah. Bakteri heterotrofik berperan pada proses denitrifikasi, karena pada proses ini bakteri *pseudomonas* menggunakan nitrat dan nitrit sebagai penerima elektron untuk memproduksi gas nitrogen [17].

3.5 Pengaruh Jenis Media dan Waktu Tinggal Terhadap Kadar MLSS dan SVI

Tabel 6. Hasil Uji MLSS menggunakan MBBR

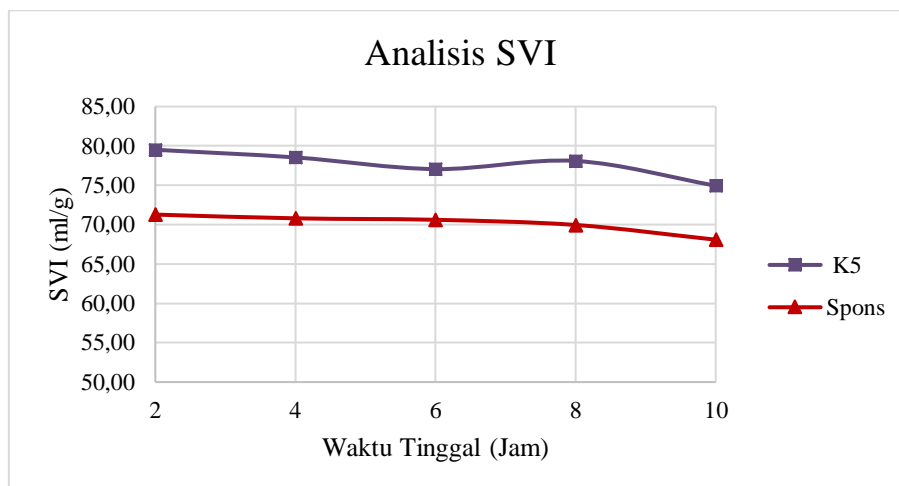
| Media | Waktu Tinggal (Td) | MLSS (mg/L) | SVI (ml/G) |
|-------|--------------------|-------------|------------|
| K5 | 2 | 3180 | 71,28 |
| | 4 | 3192 | 70,80 |
| | 6 | 3210 | 70,61 |
| | 8 | 3240 | 69,96 |
| | 10 | 3280 | 68,09 |
| Spons | 2 | 3270 | 79,51 |
| | 4 | 3285 | 78,54 |
| | 6 | 3305 | 77,05 |
| | 8 | 3338 | 78,09 |
| | 10 | 3380 | 74,95 |

Sumber : Hasil Analisis, 2024



Gambar 6. Grafik Analisis MLSS menggunakan MBBR
Sumber : Hasil Analisis, 2024

Pada grafik menunjukkan pengaruh jenis media dan waktu kontak terhadap kadar MLSS. Kadar MLSS tertinggi terdapat pada media Spons dengan waktu tinggal 10 jam sebesar 3.380 mg/L, sedangkan pada media Kaldness K5 sebesar 3.280 mg/L. Nilai MLSS dapat mewakili jumlah total mikroorganisme yang hidup dalam pengolahan lumpur aktif. Semakin bertambahnya nilai MLSS di setiap kenaikan waktu kontak berbanding lurus dengan penyisihan parameter COD dan total nitrogen pada proses oxic maupun Anoxic. Hal tersebut merupakan respon dari pertumbuhan MLSS yang mana meningkatnya biomassa maka akan menyebabkan turunnya konsentrasi bahan organik pada air limbah [9]. Spons merupakan media yang paling banyak menghasilkan MLSS dibandingkan K5. Hal tersebut dapat terjadi karena media spons memiliki struktur yang lebih kompleks dan berpori, memberikan lebih banyak permukaan untuk mikroorganisme menempel dan berkembang.



Gambar 7. Grafik Analisis SVI menggunakan MBBR
Sumber : Hasil Analisis, 2024

Pada grafik menunjukkan pengaruh jenis media dan waktu kontak terhadap kadar SVI. Pada waktu tinggal 2 jam, nilai SVI dari kedua media cenderung lebih tinggi lalu perlahan menurun di waktu tinggal 10 jam. Nilai SVI terendah ada pada media Kaldness K5 dengan nilai 68,9 ml/g. Umumnya kualitas lumpur yang baik berkisar 50-150 ml/g, apabila nilai SVI lebih dari 150 ml/g dapat mengindikasikan bahwa adanya penggumpalan pada lumpur [18]. Pada penelitian ini disimpulkan bahwa media spons dan Kaldness K5 memiliki nilai SVI yang terbilang normal, meskipun terjadi penurunan di setiap waktu tinggal.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan hasil perlakuan seeding selama 21 hari dengan penambahan starter bakteri dan nutrien. Hasil kadar MLSS pada hari ke 21 untuk media K5 sebesar 3.230 mg/L dan media spons sebesar 3.140 mg/L. Pada proses aklimatisasi, dengan presentase limbah 100% dihari ke 1 hingga 4 didapatkan nilai penyisihan COD lebih dari 50% dan relatif stabil. Hal tersebut telah menunjukkan pengolahan berada dalam kondisi ready state. Penyisihan COD tertinggi terdapat pada media spons dengan waktu tinggal 10 jam sebesar 56%, sedangkan pada media kaldness K5 sebesar 45%. Penyisihan Total N tertinggi terdapat pada media spons dengan waktu tinggal 10 jam sebesar 48%, sedangkan pada media kaldness K5 sebesar 39%. Dapat diketahui jenis media yang optimum untuk menyisihkan parameter organik adalah spons. Hal tersebut dikarenakan spons memiliki pori dan ketebalan media yang lebih besar dibandingkan kaldness K5. Analisis MLSS dan SVI didapatkan bahwa kadar MLSS tertinggi terdapat pada media Spons dengan waktu tinggal 10 jam sebesar 3.380 mg/L, sedangkan pada media Kaldness K5 sebesar 3.280 mg/L. Pada waktu tinggal 2 jam, nilai SVI dari kedua media cenderung lebih tinggi lalu perlahan menurun di waktu tinggal 10 jam. Nilai SVI terendah ada pada media Kaldness K5 dengan nilai 68,9 ml/g. Pada penelitian ini disimpulkan bahwa media spons dan Kaldness K5 memiliki nilai SVI yang terbilang normal, meskipun terjadi penurunan di setiap waktu tinggal.

5. Referensi

- [1] Hana Hanifah Isnaini (2020) Potensi Pencemaran Limbah Cair Rumah Potongan Ayam X di Dusun Betakan, Sumberrahayu, Moyudan, Sleman. Diploma thesis, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- [2] Ngirfani, M. N., and Puspitarini, R. (2020). Potensi Tanaman Kangkung Air Dalam Memperbaiki Kualitas Limbah Cair Rumah Potong Ayam. *Bioma : Jurnal Biologi And Pembelajaran Biologi*, 5(1), 66–79. <https://doi.org/10.32528/bioma.v5i1.2897>
- [3] Ramadhanti, Z. L. and Purnomo, Y. S. (2020) ‘Penurunan Kadar Bod, TSS dan NH₃-N Pada Air Limbah Rumah Potong Hewan Dengan Menggunakan Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)’, *Prosiding ESEC*, 1(1), pp. 94–101.
- [4] Gzar, H. A., Al-Rekabi, W. S. and Shuhaieb, Z. K. (2021) ‘Applicaion of Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) for Treatment of Industrial Wastewater: A mini Review’, *Journal of Physics: Conference Series*, 1973(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1973/1/012024>
- [5] Suryo Purnomo, Y. and Rozika, D. I. (2021) ‘Pengolahan Lindi (Leachate) Menggunakan Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) Dengan Proses Oxidic-Anoxic’, *EnviroUS*, 2(1), pp. 106–114. <https://doi.org/10.33005/enviroUS.v2i1.86>
- [6] Firdaus, M. I. (2022). Pengaruh Waktu Tinggal 24 Jam dengan Beban Pengolahan Low-Strength pada Pilot Scale Anaerobik-Aerobik On Site Waste Water Treatment.
- [7] Anisah, N., & Hendrasarie, N. (2022). Penerapan Waktu Siklus Singkat pada Granular Activated Carbon Sequencing Batch Reactor untuk Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan. *Serambi Engineering*, VII(4). <https://doi.org/10.32672/jse.v7i4.4787>
- [8] Zulqaida Fitrahani, L, Siswi Indrasti, N., & Suprihatin, dan. (2012). Characterization Of Operating Conditions And Process Optimization Of A Food Industrial Wastewater Treatment Plant (Vol. 1, Issue 2). <http://journal.ipb.ac.id/index.php/e-jaii/index>
- [9] Abdul Gani, H. Z., Yanuwadi, B., & Rachmansyah, A. (2022). Penerapan Metode Activated Sludge dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Beru. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 9(2), 135. <https://doi.org/10.31258/dli.9.2.p.135-143>
- [10] Nurhayati, I. and Syafi'i, M. (2022) ‘Kombinasi Aerasi Terdifusi, Biosand Filter dan Karbon Aktif Untuk Mengolah Limbah Domestik’, *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 8(1), pp. 105–116. <https://doi.org/10.20527/jukung.v8i1.13031>
- [11] Ødegaard, H., 1999. The Moving Bed Biofilm Reactor. In: *Water Environmental Engineering and Reuse Water*, Issue Hokkaido Press, Japan, pp. 250-350.
- [12] Sandip, M. & Kalyanraman, V., 2019. Enhanced Simultaneous Nitrification Denitrification in Aerobic Moving Bed Biofilm Reactor Containing Polyurethane Foam-Based Carrier Media. *Water Science & Technology*, pp. 510-517.
- [13] Sonwani, R. K. et al., 2019. A Novel Comparative Study of Modified Carriers in Moving Bed Biofilm Reactor for The Treatment of Wastewater: Process Optimization and Kinetic Study. *Bioresource Technology*, Volume 281, pp. 335-342. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121949>

- [14] Schnurer, A., & Jarvis, A. (2009). Microbiological Handbook For Biogas Plants. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-69966-0>
- [15] Widodo, G. N., Ika, U., Styana, F., and Cahyono, M. S. (2022). Potensi Campuran Kotoran Sapi dan Limbah Cair Rumah Pemotongan Ayam Sebagai Sumber Energi Penghasil Biogas. *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy*, 6(1), 29-38. <https://doi.org/10.30872/journal.offshore.v6i1.2381>
- [16] Metcalf & Eddy, 1991. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse. Newyork: McGraw Hill, Inc
- [17] Nusa, I. S. & Muhammad, R. S., 2014. Penghilangan Amoniak di dalam Air Limbah Domestik dengan Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR). JAI, Volume Vol 7. No. 1. <https://doi.org/10.29122/jai.v7i1.2399>
- [18] Solomon, D., Kiflie, Z., & Van Hulle, S. (2019). Kinetic investigation and optimization of a sequencing batch reactor for the treatment of textile wastewater. *Nanotechnology for Environmental Engineering*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s41204-019-0062-6>.