RANCANGAN DAN SUSUNAN SERAT BIOFILTER UNTUK PENYISIHAN BOD, COD, DAN AMONIA PADA AIR LINDI TPA BATULAYANG

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan

Oleh:

SUKMA VIDIYANTI
NIM D1051201047



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sukma Vidiyanti

NIM : D1051201047

Menyatakan bahwa dalam skripsi yang berjudul "**Rancangan dan Susunan Serat Biofilter untuk Penyisihan BOD, COD, dan Amonia pada Air Lindi TPA Batulayang**" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini atau diterbitkan dalam Daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 20 Februari 2025

Sukma Vidiyanti
NIM. D1051201047

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANGAN DAN SUSUNAN SERAT BIOFILTER UNTUK PENYISIHAN BOD, COD, DAN AMONIA PADA AIR LINDI TPA BATULAYANG

Program Studi Sarjana Teknik Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan

Oleh:

Sukma Vidiyanti
NIM. D1061201047

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal ------- dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

Susunan Penguji Skripsi

Dosen Pembimbing Utama	:	Ir. Kiki Prio Utomo, S.T., M.Sc. IPU NIP. 197505192006041001
Dosen Pembimbing Kedua	:	Cico Jhon Karunia Simamora S.P., M.Si. NIP. 199003032023211027
Dosen Penguji Utama	:	Dr. Arifin, S.T.,M.Eng.Sc NIP. 197210281999803100 5
Dosen Penguji Kedua	:	Jumiati, S.Si., M.Si. NIP. 198406222019032015

Pontianak,.....2025

Dekan,

Dr.-Ing Ir. Slamet Widodo, M.T. IPM
NIP.196712231992031002

Pembimbing Utama

Ir. Kiki Prio Utomo, S.T., M.Sc. IPU
NIP. 197505192006041001

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirahmanirahim

Puji syukur kepada Allat SWT. yang telah memberikan nikmat, karunia, dan kekuatan serta pertolongan dalam menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam selalu terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini penulis persembahkan kepada orang-orang yang penulis sayangi dan sudah sangat berjasa bagi kelancaran penulisan skripsi ini.

Ibunda Tercinta

Terimakasih tak terhingga terus terlontarkan kepada Ibu Raudah, orang terkuat dan terhebat yang pernah ada dalam hidup penulis. Berkat semua doa dan dukungan ibu yang tidak pernah putus itu, telah menjadi penyemangat dan motivasi hingga saat ini. Mohon temani penulis diperjalanan lain yah bu.

Saudara Tersayang

Teruntuk kakak dan abang penulis yakni Masita Yuda, Surya Maulana, dan Indah Sauliyah terimakasih atas segala dukungan yang diberikan agar penulis mendapatkan yang terbaik selama menjalani pendidikan. Meskipun penulis tidak pernah mengungkapkan secara langsung, terus selalu ada yah kakak dan abangku.

Teman Tercinta

Tidak terlewatkan untuk teman teman yang senantiasa membantu penulis menjalankan penelitian yaitu Ria Angraini, Beatrice Delicia, Eva Putriyanti, Gabriella Yenti Landang Panaya, Jati Utomo, Rozin Dhiyaul Haq, Harits Ertian, Priskus Ari, Jidan Jain dan Agus Supriadi tanpa kalian seeding hingga sidang tidak akan berjalan lancar.

Tidak lupa untuk teman teman ootid, Jaria, Nina, Nurul dan Fathin penulis sampaikan terimakasih banyak atas waktu dan tempat yang kalian sediakan untuk mendengar keluh dan kesah penulis sedari lama hingga sekarang, mari sukses bersama yahhh.

Orang Terkasih

Teruntuk orang yang tidak pernah aku rahasiakan, kekasihku, Muhammad Farix Akmal. Terimakasih atas perhatian, dukungan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis. Tidak pernah terfikir oleh penulis bahwa ada orang yang membuat satu chord dalam waktu satu jam. Meskipun begitu, penulis menaruh harap bisa melakukan hal lain yang bukan membuat chord. Semoga terus bersama yah.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi penelitian dengan judul "Rancangan dan Susunan Serat Biofilter untuk Penyisihan BOD, COD, dan Amonia pada Air Lindi TPA Batulayang" dengan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.

Selama penyusunan skripsi penelitian ini, penulis memperoleh bimbingan, saran, dukungan serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr.-Ing Slamet Widodo, M.T., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
2. Bapak Dr. Ir. Winardi, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
3. Ibu Ir. Isna Apriani, S.T., M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura.
4. Bapak Ir. Kiki Prio Utomo, S.T., M.Sc., IPU selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan serta arahan dalam penyusunan skripsi penelitian ini.
5. Bapak Cico Jhon Karunia Simamora S.P., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan serta arahan dalam penyusunan skripsi enelitian ini.
6. Bapak Dr. Ir. Arifin, S.T., M.Eng.Sc. selaku Dosen Penguji Utama yang bersedia memberikan saran dan kritik dalam penyusunan skripsi penelitian ini.
7. Ibu Jumiati, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji Pendamping yang bersedia memberikan saran dan kritik dalam penyusunan skripsi penelitian ini.
8. Seluruh Dosen beserta Staf Jurusan Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama proses perkuliahan.
9. Ibu Raudah yang merupakan ibu penulis dengan segala upaya, perhatian, kasih sayang, harapan dan doa dalam mendukung penyusunan skripsi penelitian ini.

10. Seluruh teman-teman yang telah mendukung serta membantu dalam penyusunan skripsi penelitian ini.

Penulis sadar bahwa skripsi penelitian ini tidak luput dari kesalahan dan kekurangan, atas keterbatasan kemampuan dan ilmu pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh sebab itu, penulis menerima saran dan kritik yang bersifat membangun demi perbaikan penulisan selanjutnya. Besar harapan penulis agar penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pihak lain.

Pontianak, 20 Februari 2025

Penulis,

Sukma Vidiyanti

ABSTRAK

Lindi memiliki kandungan organik yang tinggi berupa BOD, COD, dan amonia yang dapat diolah menggunakan biofilter. Biofilter merupakan pengolahan secara biologis yang memanfaatkan biofilm untuk parameter pencemar. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai media biofilter yaitu sumbu kompor dan spons. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi terbaik dan persentase penurunan BOD, COD, dan amonia pada lindi menggunakan metode biofilter. Pada penelitian ini lindi dikontakkan dengan 4 reaktor yang berisi biofilter dari sumbu kompor dan spons sebagai media dengan jarak penyusunan yang berbeda masing masing berjarak 4-2-4 cm dan 2-4 cm selama 6 hari. Hasil penelitian menunjukan bahwa keempat reaktor dapat menurunkan BOD, COD, dan amonia. Namun penurunan persentase terbaik terdapat pada reaktor dengan media sumbu kompor berjarak 4-2-4 cm yang mampu menurunkan BOD hingga 84,38%, dan spons berjarak 2-4 cm menurunkan COD 61,6% serta amonia 98,34%.

Kata Kunci: Lindi, Biofilter, Sumbu Kompor, Spons, Kandungan Organik.

ABSTRACT

Leachate has a high organic content in the form of BOD, COD, and ammonia which can be treated using biofilter. Biofilter as biological utilizes biofilm for pollutant treatment. Stove wick and sponge one of the materials that can be used as a biofilter media. This study aims to determine the best efficiency and percentage reduction of BOD, COD, and ammonia in leachate using the biofilter method. In this study, four reactor was contacted with leachate containing biofilters from stove wicks and sponges as media with different distances of 4-2-4 cm and 2-4 cm respectively for 6 days. The result of the research show that the four reactors could reduce the levels of BOD, COD, and ammonia parameters. However, the best reduction percentage is found in the stove wick reactor with 4-2-4 cm spaced can reduce BOD up to 84.38%, and sponge with 2-4 cm spaced which can reduce COD 61.6% and ammonia 98.34%.

Keywords: *Leachate, Biofilter, Stove Wick, Sponge, Organic Content.*

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PERNYATAAN i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERSEMBAHAN iii
KATA PENGANTAR iv
ABSTRAK vi
ABSTRACT vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Batasan Masalah 4
1.6 Sistematika Skripsi 4
1.7 Kebaruan Penelitian 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8
2.1 Lindi 8
2.2 Karakteristik Air Lindi 8
2.3 Biofilter 10
2.4 Biofilm 10
2.5 Media biofilter 11
2.5.1 Katun 12
2.5.2 *Sponge* 12
2.6 Susunan Biofilter 13
2.7 COD 15
2.8 BOD 15
2.9 Amonia 16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 17
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian 17

3.2 Lokasi Pengambilan Sampel 17
3.3 Alat dan Bahan 17
3.4 Metode Pengambilan Sampel Air Lindi 18
3.5 Prosedur Kerja 19
3.5.1 Pembuatan Media Biofilter 19
3.5.2 Pembuatan Reaktor Uji 20
3.5.3 Susunan Media Biofilter 21
3.5.4 Analisis Karakteristik Awal Lindi 22
3.5.5 Seeding 22
3.5.6 Aklimatisasi 23
3.5.7 Running 23
3.5.8 Uji Kadar COD 24
3.5.9 Uji Kadar BOD 24
3.5.10 Uji Kadar Amonia 25
3.6 Analisis Data 25
3.7 *Flowchart* Penelitian 27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 28
4.1 Proses Seeding dan Aklimatisasi 28
4.2 Proses Running 32
4.4.1 DO 34
4.4.2 PH 35
4.4.3 Suhu 36
4.3 Efisiensi Penurunan Parameter BOD 36
4.4 Efisiensi Penurunan Parameter COD 39
4.5 Efisiensi Penurunan Parameter Amonia 41
4.6 Hasil Efektifitas Reaktor 44
BAB V KESIMPULAN SARAN 45
5.1 Kesimpulan 45
5.2 Saran 45
DAFTAR PUSTAKA 46
LAMPIRAN 55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Lokasi pengambilan sampel 17
Gambar 3.2 Media biofilter kode SK 19
Gambar 3.3 Media biofilter kode S 20
Gambar 3.4 Tampak samping rancangan reaktor pengujian biofilter 2D 20
Gambar 3.5 Tampak samping rancangan reaktor pengujian biofilter 3D 21
Gambar 3.6 Susunan media biofilter 1 21
Gambar 3.7 Susunan media biofilter 2 22
Gambar 4.1 Hasil Seeding (a) reaktor 1 (b) reaktor 2 (c) reaktor 3 (d) reaktor 4 . 29
Gambar 4.2 Hasil Pengukuran COD pada Proses Aklimatisasi 31
Gambar 4.3 Grafik pengukuran parameter penunjang saat running 34

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tabel Kebaruan Penelitian 5
Tabel 2.1 Baku Mutu Air Lindi..... 9
Tabel 4.1 Karakteristik Air Lindi TPA Batulayang Kota Pontianak 32
Tabel 4.2 Penurunan Parameter BOD 36
Tabel 4.3 Hasil Uji Anova Parameter BOD 37
Tabel 4.4 Hasil Uji Lanjutan DMRT Penurunan BOD 37
Tabel 4.5 Penurunan Parameter COD 39
Tabel 4.6 Hasil Uji Anova Parameter COD 39
Tabel 4.7 Hasil Uji Lanjutan DMRT Penurunan COD 40
Table 4.8 Penurunan Parameter Amonia 41
Tabel 4.9 Hasil Uji Anova Parameter Amonia 42
Tabel 4.10 Hasil Uji Lanjutan DMRT Penurunan Amonia 42

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) merupakan lokasi pengolahan tahap akhir sampah. Sampah mempunyai potensi untuk menimbulkan pencemaran dan gangguan bagi kesehatan jika tidak dikelola dengan benar (Mawaddah, 2016). Dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No.59 Tahun 2016, lindi merupakan cairan yang timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah yang melarutkan dan membilas materi terlarut, termasuk materi organik hasil proses dekomposisi secara biologi. Pengolahan lindi sebagian besar TPA di Indonesia masih menggunakan sistem pengolahan yang kurang efektif (Said, 2015). Salah satu masalah ini ditemukan pada TPA Batulayang Kota Pontianak. TPA ini beroperasi dengan sistem *open dumping* yang menghasilkan lindi dan dapat mencemari badan air (Maryani *et al*., 2013). TPA Batulayang memiliki Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) yang terdiri dari bak koagulasi dan bak aerasi untuk mengelola lindi. Namun IPL tersebut tidak beroperasi secara maksimal hingga memengaruhi kualitas lingkungan di sekitar TPA. Hal ini menjadi sumber polusi pada air permukaan dan air tanah (Rachmawati, 2023). Aliran yang keluar dari *outfall* IPL TPA Batulayang memiliki bau menyengat dan warna yang pekat sehingga dapat mengganggu aktivitas masyarakat karena kondisi air dan tanah yang telah terkontaminasi.

Lindi memiliki karakteristik yang bervariasi karena berkaitan dengan komposisi, volume, serta materi yang berada di TPA. Pencemaran yang disebabkan oleh lindi berasal dari air sampah yang mengandung COD tinggi karena tingginya kandungan organik (Tamas, 2017) seperti amonia (Mawaddah, 2016., Arbain *et al*., 2007). Amonia yang tinggi dapat menghambat proses pengolahan limbah, karena bersifat toksik (Daryat *et al*., 2017). Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.59 Tahun 2016, lindi TPA Batu Layang memiliki kandungan BOD, COD dan amonia melebihi baku mutu yang ditetapkan (Bela, 2023) yaitu masing masing sebesar 203,38 mg/L, 986,7 mg/L, dan 60 mg/L (Muhardi *et al*., 2020). Kandungan tersebut harus dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan. Beberapa penelitian tentang metode pengolahan lindi telah dilakukan untuk mengurangi zat

pencemar salah satunya adalah dengan cara fisik dan kimia seperti sedimentasi, filtrasi-koagulasi, ozonasi, fenton, dan *electrochemical proses*. Namun metode ini membutuhkan biaya yang cukup besar. Umumnya perencanaan TPA dibangun bersamaan dengan perencanaan IPL agar memenuhi standar, namun sistem IPL yang terdapat di TPA Batulayang tidak beroperasi dengan maksimal. Apabila dilakukan rekonstruksi IPL, maka akan membutuhkan biaya yang besar. Alternatif lain yang dapat diterapkan dalam mengolah lindi tersebut ialah melalui proses biologis yakni memanfaatkan mikroorganisme sebagai biofilter.

Biofilter adalah suatu metode yang memanfaatkan mikroorganisme di dalam suatu permukaan media yang membentuk biofilm sebagai pereduksi air limbah (Hadiwidodo, 2018). Metode ini menerapkan sistem *fluidized attached growth* atau mikroorganisme yang tumbuh kemudian berkembang biak pada media (Jusepa *et al.*, 2016). Biofilm adalah agregat terstruktur yang terdiri atas sel bakteri yang tertanam dalam *Extracellular Polymeric Substances (EPS).* Pertumbuhan dan struktur biofilm sangat dipengaruhi oleh lingkungan, yang menandakan bahwa biofilm terbentuk menyesuaikan dengan kondisi setempat (Toyofuku *et al*., 2016). Proses pengolahan dengan metode biofilter menggunakan aerasi pada limbah lindi membantu pembentukan biofilm dan menurunkan parameter pencemar. Amonia yang terkandung dalam lindi dioksidasi melalui proses aerob menjadi senyawa nitrit dan nitrat yang lebih stabil. Senyawa organik seperti BOD dan COD akan terdifusi ke dalam lapisan biofilm dan diuraikan oleh mikroorganisme menjadi biomassa. Pertumbuhan biofilm pada metode biofilter dipengaruhi oleh komposisi media dan susunannya. Salah satu contoh biofilter yang baru berkembang saat ini adalah biofilter yang memanfaatkan serat sebagai media untuk tempat tinggal mikroorganisme. Media biofilter tersebut berbentuk senar panjang kusut yang disusun beraturan (Nathaniel *et al.*, 2021). Oleh karena itu, penelitian ini memanfaatkan serat sebagai media pertumbuhan biofilm untuk mereduksi air limbah khususnya lindi.

Serat adalah suatu jenis bahan dari potongan komponen yang dapat berasal dari alam maupun sintetis. sebagai media pertumbuhan biofilm dalam penelitian ini adalah serat katun dan serat spons. Katun merupakan salah satu jenis serat alam (*natural fibers*) yang bersifat biodegradasi karena berasal dari tumbuhan dan biasa

digunakan sebagai bahan baku industri tekstil (Khasanah & Maharani, 2015). Katun memiliki area permukaan yang besar dan bersifat higroskopis yang memudahkan bakteri untuk tumbuh (Setiyani *et al.*,2015). Selain itu, spons juga bisa menjadi salah satu media tempat pertumbuhan biofilm. Spons memiliki permukaan yang luas dan pori yang besar sehingga mikroorganisme dapat melekat. Sementara untuk susunan biofilter yang digunakan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan biofilm (Purnomo *et al.,* 2021). Susunan biofilter berpengaruh terhadap jarak antar helai biofilter yang akan mempengaruhi laju sirkulasi limbah dan jumlah suplai oksigen di dalam reaktor. Mikroorganisme yang tumbuh pada media akan mendegradasi limbah melalui proses anaerob dan aerob melalui susunan biofilter. Pada susunan yang berhasil menumbuhkan biofilm tebal, bagian terluar lapisan biofilm akan berada pada kondisi aerob sedangkan pada bagian dalam biofilm pada media akan berada pada kondisi anaerob (Sholichin, 2012). Akan tetapi hingga saat ini belum ditemukan media serat dan susunan biofilter terbaik yang mampu mereduksi polutan dalam lindi TPA Batulayang. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menentukan media dan susunan yang paling efektif untuk mendukung pertumbuhan biofilm dalam mereduksi polutan yang terkandung pada air lindi.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pemilihan jenis serat dan susunan biofilter yang paling efektif dalam menurunkan BOD, COD dan amonia pada air lindi TPA Batulayang?
2. Berapakah persentase penurunan parameter BOD, COD, dan amonia menggunakan biofilter bersirkulasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menurunkan parameter BOD, COD, dan Amonia pada air lindi TPA Batulayang dengan biofilter bersirkulasi.
2. Mengetahui efektivitas biofilter bersirkulasi yang mampu mereduksi parameter BOD, COD, dan Amonia.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat seperti:

1. Memberikan informasi bagi pembaca dan peneliti selanjutnya sebagai referensi.
2. Menjadi pertimbangan dalam pengolahan TPA Batulayang untuk mengatasi dampak yang ditimbulkan dari air lindi.
3. Mengetahui persentase penurunan tertinggi parameter BOD, COD, dan amonia menggunakan biofilter bersirkulasi.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan air lindi sebagai objek penelitian yang berasal dari TPA Batulayang, Pontianak Utara.
2. Penelitian dilakukan dengan skala laboratorium menggunakan reaktor terbuka dengan sistem sirkulasi.
3. Penelitian ini menggunakan 2 serat dan 2 susunan biofilter yang berbeda untuk melihat persentase tertinggi dalam menurunkan parameter pencemar.
4. Penelitian ini menguji parameter BOD, COD, dan amonia.

1.6 Sistematika Skripsi

Skripsi ini terdiri dari:

a. BAB I: PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan laporan, dan kebaruan penelitian.

b. BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan air lindi, karakteristik air lindi, pengolahan lindi, biofilter, biofilm, serat katun, BOD, COD, amonia, proses anaerob dan aerob.

c. BAB III: METODE PENELITIAN

Berisi tentang profil wilayah studi, waktu dan tempat pelaksanaan, alat dan bahan yang digunakan, prosedur kerja, penggunaan serat yang dipilih, bentuk struktur yang diaplikasikan, dan parameter pengamatan.

d. BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Memaparkan hasil dari penelitian karakteristik air lindi lokasi studi, mengkaji efektivitas serat dan susunan yang diterapkan, menganalisis hasil uji parameter yang diukur.