

SKRIPSI

KINERJA SISTEM LAHAN BASAH BUATAN ALIRAN KOMBINASI BAWAH PERMUKAAN DALAM MENYISIHKAN KADAR BOD DAN COD PADA LIMBAH CAIR SASIRANGAN MENGGUNAKAN VARIASI TANAMAN

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S1 pada
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat

Dibuat :

Rosa Fithriyah

NIM. 2010815220009

Pembimbing :

Dr. Ir. Nopi Stiyati Prihatini, S.Si., M.T.

NIP. 19841118 200812 2 003



**PROGRAM STUDIS-1 TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

2024

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN

**Kinerja Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Kombinasi Bawah
Permukaan dalam Menyisihkan Kadar BOD dan COD pada
Limbah Cair Sasirangan Menggunakan Variasi Tanaman**

Oleh
Rosa Fithriyah (2010815220009)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 25 Juni 2024 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Muhammad Syahirul Alim, S.T., M.T.
NIP. 19751109 200912 1 002

Anggota 1 : Chairul Abdi, S.T., M.T.
NIP. 19780712 201212 1 002

Pembimbing : Dr. Ir. Nopi Stiyati Prihatini, S.Si., M.T.
Utama NIP. 19841118 200812 2 003

27 JUN 2024
Banjarbaru,

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,



Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 1 001

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Lingkungan,

Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S.
NIP. 19780828 201212 2 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik apapun, baik di Universitas Lambung Mangkurat maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan, dan penilaian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas mencantumkan daftar rujukan.
4. Program *software computer* yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Lambung Mangkurat (apabila menggunakan *software* khusus).
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya sudah bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah saya peroleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Banjarbaru, Juni 2024



Rosa Fithriyah

2010815220009

ABSTRAK

Produksi kain sasirangan dapat menumbuhkan kesejahteraan masyarakat, namun juga menghasilkan limbah cair akibat dari proses pembuatannya. Cairan limbah sasirangan yang diperoleh memiliki kadar BOD & COD sebesar 625 mg/L dan 857,90 mg/L yang telah melampaui baku mutu Permen LHK No. 16 Tahun 2019. Salah satu cara untuk mengolah air limbah sasirangan yaitu dengan menggunakan sistem Lahan Basah Buatan Aliran Kombinasi Vertikal Horizontal (LBB-AKVHBP). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem LBB-AKVHBP dalam menyisihkan kadar BOD & COD dengan menggunakan variasi tanaman. Tanaman yang digunakan pada penelitian ini meliputi *Vetiveria zizanioides*, *Scirpus grossus*, dan *Equisetum hyemale*. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan sistem duplo selama 45 hari. Ukuran reaktor yaitu 60 cm x 43 cm x 36 cm yang menggunakan media berupa tanah humus dan pasir dengan rasio 1:1 serta kerikil dengan aliran kontinyu. Hasil dari penelitian ini menunjukkan kadar BOD dan COD mengalami penurunan yang konsisten dengan penyisihan terbesar terjadi pada waktu detensi 15 hari pertama. Nilai efisiensi penyisihan kadar BOD dan COD tertinggi pada reaktor tanaman *Scirpus grossus* yaitu sebesar 97,27% dan 96,52% dilanjutkan reaktor tanaman *Equisetum hyemale* sebesar 96,36% dan 94,93% dan *Vetiveria zizanioides* sebesar 95,45 % dan 94,20%. Jenis tanaman yang paling berpengaruh dalam menyisihkan kadar BOD dan COD pada uji statistik adalah reaktor tanaman *Scirpus grossus*, serta terjadi perubahan morfologi pada ketiga jenis tanaman.

Kata kunci: Limbah Cair Sasirangan, Lahan Basah Buatan, *Vetiveria zizanioides*, *Scirpus grossus*, *Equisetum hyemale*.

ABSTRACT

*Sasirangan cloth production can improve the welfare of the community, but it also produces liquid waste as a result the manufacturing process. The liquid waste generated from the Atun Cempaka Sasirangan Production House has BOD and COD levels of 625 mg/L and 857.90 mg/L, which exceed the quality standards of Permen LHK No. 16 of 2019. One alternative to sasirangan liquid waste treatment is to use a Hybrid Constructed Wetlands Vertical Horizontal Flow (LBB-AKVHBP). This study aims to determine the performance of the LBB-AKVHBP system in removing BOD and COD levels using a variety of plant species. The plants used in this study include *Vetiveria zizanioides*, *Scirpus grossus*, *Equisetum hyemale*. This research was conducted on a laboratory scale with a Duplo system for 45 days. The reactor size was 60 cm x 43 cm x 36 cm, using media in the form of humus soil and sand with a ratio of 1:1 and gravel with continuous flow. The results showed that BOD and COD levels decreased consistently, with the largest removal occurring in the first 15 days of detention. The highest BOD and COD removal efficiency values in the *Scirpus grossus* plant reactor were 97.27% and 96.52%, followed by the *Equisetum hyemale* plant reactor at 96.36% and 94.93%, and *Vetiveria zizanioides* at 95.45% and 94.20%. The most influential plant species in removing BOD and COD levels in statistical tests is the *Scirpus grossus* plant reactor, and there are morphological changes in the three plant species.*

*Keywords: Sasirangan Liquid Waste, Constructed Wetland, *Vetiveria zizanioides*, *Scirpus Grossus*, *Equisetum hyemale*.*

PRAKATA

Puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia nikmat, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kinerja Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Kombinasi Bawah Permukaan dalam Menyisihkan Kadar BOD dan COD pada Limbah Cair Sasirangan Menggunakan Variasi Tanaman” ini dengan baik tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun sebagai pemenuhan persyaratan mencapai derajat S-1 Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat. Penulis memperoleh dukungan dan bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat dan karunia-Nya sehingga mempermudah kelancaran proses penyelesaian skripsi.
2. Beasiswa Elemenesia yang telah memberikan dukungan finansial, sehingga dapat membantu dalam menyelesaikan penelitian saya.
3. Kedua orang tua dan seluruh keluarga penulis yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik moril maupun materil.
4. Ibu Dr. Ir. Nopi Stiyati Prihatini, S.Si., M.T. selaku pembimbing yang selalu memberikan saran dan masukan yang membangun untuk penulis.
5. Bapak Muhammad Syahirul Alim, S.T., M.T. dan Bapak Chairul Abdi, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukkan dalam penyusunan skripsi.
6. Seluruh Dosen dan Staff Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat yang telah membagikan ilmu yang sangat

bermanfaat dan dukungan yang diberikan dari awal masa perkuliahan hingga sekarang.

7. Atun Cempaka Sasirangan yang telah memberikan kesempatan dan bersedia menjadi mitra penulis di dalam penyelesaian skripsi.
8. Teman satu tim penelitian yaitu Dilayunika Salsabila, Lubna Al Habsyi, dan Siti Zahra serta semua teman-teman yang telah berjuang bersama-sama, saling membantu, dan memberikan semangat selama proses penyusunan skripsi.
9. Keluarga besar mahasiswa Teknik Lingkungan baik yang sudah lulus maupun yang sedang berjuang menempuh pendidikan yang telah banyak memberikan saran, dukungan, dan motivasi baik secara langsung maupun tidak langsung.
10. Alya Nurhaliza yang telah membantu dalam mengajarkan aplikasi SPSS.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberikan semangat, serta dukungan kepada penulis.
12. Terakhir untuk diri saya sendiri yang telah berjuang sampai di titik ini, sudah mengorbankan banyak hal, tidak menyerah dari awal hingga menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran agar tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, serta dapat meningkatkan ilmu pengetahuan yang dimiliki pada bidang Lahan Basah Buatan.

Banjarbaru, Juni 2024



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI	xi
DAFTAR RUMUS	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Karakteristik Limbah Cair Industri Kain Sasirangan	7
2.2 Kualitas Limbah Cair Industri Kain Sasirangan	10
2.3 Lahan Basah Buatan (<i>Constructed Wetland</i>)	12
2.3.1 Tipe Lahan Basah Buatan	13
2.3.2 Lahan Basah Buatan Aliran Kombinasi Vertikal dan Horizontal Bawah Permukaan (LBB-AKVHBP)	16
2.3.3 Mekanisme Penyisihan Kontaminan di Sistem Lahan Basah Buatan	18
2.4 Komponen yang Mempengaruhi Sistem Lahan Basah Buatan	21
2.4.1 Kriteria Desain	22
2.4.2 Media.....	24
2.4.3 Mikroorganisme.....	29
2.4.4 Temperatur.....	30
2.4.5 Tanaman	31
2.5 Parameter yang Diteliti.....	39

2.5.1	<i>Biochemical Oxygen Demand (BOD)</i>	39
2.5.2	<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	40
2.6	Studi Pustaka	41
2.7	Hipotesis	44
III.	METODE PENELITIAN	45
3.1	Rancangan Penelitian	45
3.1.1	Variabel Penelitian	47
3.1.2	Kerangka Penelitian	47
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	49
3.3	Peralatan dan Bahan Penelitian	49
3.3.1	Peralatan Penelitian	49
3.3.2	Bahan Penelitian	50
3.4	Prosedur Penelitian dan Pengumpulan Data	50
3.4.1	Prosedur Penelitian	50
3.4.2	Pengumpulan Data	55
3.5	Cara Analisis Hasil	57
3.5.1	Analisis untuk Karakteristik Limbah Cair Industri Sasirangan... 57	
3.5.2	Analisis untuk Mengetahui Dinamika dan Efisiensi Penyisihan Kadar BOD dan COD..... 58	
3.5.3	Analisis untuk Mengidentifikasi Jenis Tanaman yang Paling Berpengaruh dan Morfologi Tanaman	59
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	62
4.1	Analisis Karakteristik Limbah Cair Industri Sasirangan..... 62	
4.2	Analisis Dinamika dan Efisiensi Penyisihan Kadar BOD dan COD..... 66	
4.2.1	Analisis Dinamika Penyisihan Kadar BOD dan COD..... 67	
4.2.2	Analisis Efisiensi Penyisihan Kadar BOD dan COD..... 78	
4.3	Analisis Jenis Tanaman yang Paling Berpengaruh dan Morfologi Tanaman	84
4.3.1	Analisis Jenis Tanaman yang Paling Berpengaruh..... 85	
4.3.2	Analisis Morfologi Tanaman..... 94	
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	102
5.1	Kesimpulan.....	102
5.2	Saran	102
	DAFTAR RUJUKAN	102
	LAMPIRAN	118

DAFTAR TABEL

2.1	Karakteristik Limbah Cair Sasirangan	9
2.2	Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil	11
2.3	Keunggulan dan Kelemahan Sistem LBB	13
2.4	Keunggulan dan Kelemahan Sistem LBB Aliran Kombinasi.....	18
2.5	Gambaran Proses Penyisihan Polutan di Sistem LBB	21
2.6	Kriteria Desain LBB-ABP	22
2.7	Jenis Media dan Karakteristik Beberapa Media di Sistem LBB-ABP	25
2.8	Kinerja Sistem LBB-ABP Berdasarkan Jenis Media yang Digunakan.....	27
2.9	Penelitian Terdahulu yang Digunakan Sebagai Acuan.....	41
3.1	Kriteria Desain Sistem LBB-AKVHBP	52
3.2	Kadar <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD) di Sistem LBB-AKVHBP.....	56
3.3	Kadar <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) di Sistem LBB-AKVHBP	56
3.4	Tinggi Tanaman Pada Reaktor Vertikal di Sistem LBB-AKVHBP.....	56
3.5	Tinggi Tanaman Pada Reaktor Horizontal di Sistem LBB-AKVHBP.....	56
3.6	Panjang Akar Tanaman Pada Reaktor Vertikal di Sistem LBB-AKVHBP..	56
3.7	Panjang Akar Tanaman Pada Reaktor Horizontal di Sistem LBB-AKVHBP	56
4.1	Karakteristik Limbah Cair Industri Sasirangan Rumah Produksi Atun	62
4.2	Hasil Uji Normalitas.....	85
4.3	Hasil Uji Homogenitas.....	86
4.4	Hasil Uji <i>Repeated Measures ANOVA</i>	87
4.5	Hasil Uji <i>Estimated Marginal Means</i>	88
4.6	Hasil Uji <i>Pos Hoc</i>	91

DAFTAR GAMBAR

2.1	Rumah Produksi Atun Cempaka Sasirangan.....	8
2.2	Sistem LBB Aliran Atas Permukaan.....	14
2.3	(a) Sistem LBB-AVBP (b) Sistem LBB-AHBP.....	15
2.4	Sistem LBB-AKVHBP.....	17
2.5	Mekanisme Penyisihan Kontaminan di Sistem LBB.....	19
2.6	Jenis-jenis Fitoremediasi di Sistem LBB.....	20
2.7	Akar Wangi (<i>Vetiveria zizanioides</i>).....	34
2.8	Mensiang (<i>Scirpus grossus</i>).....	36
2.9	Bambu Air (<i>Equisetum hyemale</i>).....	37
3.1	Kerangka Penelitian.....	48
3.2	Tampak Samping Desain 2D Sistem LBB-AKVHBP.....	53
3.3	Desain 3D Pengoperasian Sistem LBB-AKVHBP.....	54
3.4	Pengoperasian Sistem LBB-AKVHBP.....	54
3.5	Tampak Samping Reaktor Sistem LBB-AKVHBP.....	54
4.1	Grafik Dinamika Penyisihan Kadar BOD.....	68
4.2	Grafik Dinamika Penyisihan Kadar COD.....	70
4.3	Grafik Efisiensi Penyisihan Kadar BOD.....	78
4.4	Grafik Efisiensi Penyisihan Kadar COD.....	79
4.5	Grafik Hubungan BOD <i>Loading Rate</i> dan Tingkat Efisiensi Penyisihan Bahan Organik di Sistem LBB-AKVHBP.....	84
4.6	Grafik Pengaruh Tanaman Terhadap Penyisihan Kadar BOD.....	90
4.7	Grafik Pengaruh Tanaman Terhadap Penyisihan Kadar COD.....	90
4.8	Tinggi Tanaman Pada Reaktor Vertikal.....	97
4.9	Tinggi Tanaman Pada Reaktor Horizontal.....	97
4.10	Panjang Akar Tanaman Pada Reaktor Vertikal.....	98
4.11	Panjang Akar Tanaman Pada Reaktor Horizontal.....	99

DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI

A	=	Luas Penampang
BOD	=	<i>Biochemical Oxygen Demand</i>
BOD _{LR}	=	<i>BOD Loading Rate</i>
C	=	<i>Carbon</i>
C BOD	=	Kadar <i>Biochemical Oxygen Demand</i>
C COD	=	Kadar <i>Chemical Oxygen Demand</i>
C ₀	=	Kadar Awal
C _e	=	Kadar Akhir
cm	=	Sentimeter
COD	=	<i>Chemical Oxygen Demand</i>
COD _{LR}	=	<i>COD Loading Rate</i>
E	=	Persen Penurunan
ft/det	=	Konduktivitas Hidrolik
FWS	=	<i>Free Water Surface</i>
HLR	=	<i>Hydraulic Loading Rate</i>
HRT	=	<i>Hydraulic Retention Rate</i>
kg/ha.hari	=	Kilogram Per Hektar Per Hari
LBB	=	Lahan Basah Buatan
LBB-ABP	=	Lahan Basah Buatan Aliran Horizontal Bawah Permukaan
LBB-AHBP	=	Lahan Basah Buatan Aliran Horizontal Bawah Permukaan
LBB-AKVHBP	=	Lahan Basah Buatan Aliran Kombinasi Vertikal dan Horizontal Bawah Permukaan
LBB-AVBP	=	Lahan Basah Buatan Aliran Vertikal Bawah Permukaan
LCS	=	Limbah Cair Industri Kain Sasirangan
LHU	=	Laporan Hasil Uji
LR	=	<i>Loading Rate</i>
m	=	Meter
m ³ /hari	=	Meter Kubik Per Hari
m ³ /m ² . Hari	=	Meter Kubik Per Meter Persegi Per Hari
mg/L	=	Miligram Per Liter
mL/menit	=	Mililiter Per Menit

mm	=	Milimeter
NTU	=	<i>Nature Base Solution</i>
P	=	Porositas Media
pH	=	<i>Power of Hydrogen</i>
Pt-Co	=	<i>Platinum Cobalt</i>
PVC	=	Polivinil Klorida
Q	=	Debit Aliran
SSF	=	<i>Sub-surface Flow</i>
TDS	=	<i>Total Dissolved Solid</i>
TSS	=	<i>Total Suspendid Solid</i>
V_{med}	=	Volume Media
η	=	Porositas
°C	=	Derajat Celsius
%	=	Persentase

DAFTAR RUMUS

2.1	Debit Aliran.....	22
2.2	<i>Hydraulic Loading Rate</i> (HRL).....	23
2.3	<i>Loading Rate</i> (LR).....	24
2.4	<i>BOD Loading Rate</i> (BOD LR).....	24
2.5	<i>COD Loading Rate</i> (COD LR).....	24
3.1	Rumus Presentasi Penurunan (%).....	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Dokumentasi Sistem LBB-AKVHBP

Lampiran A.1 Kondisi Fisik Sistem LBB-AKVHBP

Lampiran A.2 Kondisi Fisik Sistem LBB-AKVHBP pada Repetisi I

Lampiran A.3 Kondisi Fisik Sistem LBB-AKVHBP pada Repetisi II

Lampiran A.4 Kondisi Fisik Sistem LBB-AKVHBP pada Repetisi III

Lampiran B. Perhitungan Debit Harian, *Hydraulic Loading Rate* (HLR), *BOD Loading Rate*, dan *COD Loading Rate*, Efisiensi Penyisihan Kadar COD dan BOD pada Sistem LBB-AKVHBP

Lampiran C. Data Hasil Pengamatan Pengukuran pH dan Suhu di *Inlet* pada Sistem LBB-AKVHBP, Kadar BOD dan COD pada Sistem LBB-AKVHBP, Pengukuran pH dan Suhu Media di Reaktor Vertikal pada Sistem LBB-AKVHBP, Pengukuran pH dan Suhu Media di Reaktor Horizontal pada Sistem LBB-AKVHBP, Morfologi Tinggi dan Panjang Akar Tanaman di Reaktor Vertikal pada Sistem LBB-AKVHBP, dan Morfologi Tinggi dan Panjang Akar Tanaman di Reaktor Horizontal pada Sistem LBB-AKVHBP

Lampiran D. Lampiran Hasil Uji (LHU) Laboratorium Rekayasa Teknik Lingkungan

Lampiran E. Hasil Uji Normaitas Parameter BOD dan COD, Hasil Uji Homogenitas Parameter BOD dan COD, Hasil Uji *Repeated Measures* ANOVA Parameter BOD dan COD, Hasil Uji *Estimated Marginal Means* Parameter BOD dan COD, dan Hasil Uji *Post Hoc* Parameter BOD dan COD

Lampiran F. Prosedur Pengujian Kadar *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Lampiran G. Buku Catatan Kegiatan Penelitian Tugas Akhir (*Log Book* Penelitian)