

# **KINERJA DAN PEMODELAN BIOKINETIKA *MOVING BED* BIOFILM REACTOR BERDASARKAN VARIASI WAKTU DETENSI PADA KONFIGURASI SISTEM RESIRKULASI AKUAKULTUR**

**ARYA MUHAMMAD KOERNIA**



**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**



### @Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Kinerja Pemodelan Biokinetika *Moving Bed Biofilm Reactor* Berdasarkan Variasi Waktu Detensi pada Konfigurasi Sistem Resirkulasi Akuakultur” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2024

Arya Muhammad Koernia  
F4401201052

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



### *@Hak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## ABSTRAK

ARYA MUHAMMAD KOERNIA. Kinerja dan Pemodelan Biokinetika *Moving Bed Biofilm Reactor* Berdasarkan Variasi Waktu Detensi pada Konfigurasi Sistem Resirkulasi Akuakultur. Dibimbing oleh ALLEN KURNIAWAN.

Konfigurasi RAS dapat disusun dengan *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBRR) karena fokus utama pada sistem resirkulasi akuakultur adalah menyisihkan kontaminan amonia. Penelitian ini meneliti kinerja dan pemodelan biokinetika MBBR dalam sistem resirkulasi akuakultur dengan variasi waktu detensi. Fokus utama adalah pengolahan limbah akuakultur yang mengandung amonia, menggunakan MBBR sebagai unit pengolahan utama. Media kaldnes K5 digunakan untuk mendukung pertumbuhan bakteri nitrifikasi yang mengubah amonia menjadi nitrit dan nitrat. Penelitian ini dilakukan dengan tiga variasi waktu detensi (4, 5, dan 6 menit) untuk menentukan efisiensi pengolahan MBBR. Parameter kualitas air seperti amonia, nitrit, pH, alkalinitas, suhu, DO, dan TSS diukur untuk menilai kinerja MBBR. Pemodelan biokinetika digunakan untuk memprediksi konsentrasi substrat efluen dan mengestimasi parameter biokinetika yang diperlukan dalam pengembangan model kinerja MBBR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi waktu detensi mempengaruhi kinerja MBBR dalam menghilangkan amonia dan memperbaiki kualitas air. Hasil estimasi konsentrasi amonia menggunakan pemodelan biokinetika dapat berguna dalam desain dan evaluasi sistem resirkulasi akuakultur untuk budidaya ikan hias.

Kata kunci: Akuakultur, Amonia, Biokinetika, MBBR, RAS

## ABSTRACT

ARYA MUHAMMAD KOERNIA. Performance and Biokinetic Modeling of *Moving Bed Biofilm Reactor* Based on Detention Time Variations in Recirculating Aquaculture System Configurations. Supervised by ALLEN KURNIAWAN.

Configuration of Recirculating Aquaculture Systems (RAS) can be structured using a *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) since the primary focus of RAS is to remove ammonia contaminants. This study examines the performance and biokinetic modelling of MBBR in a recirculating aquaculture system with varying detention times. The main focus is the treatment of aquaculture wastewater containing ammonia, using MBBR as the primary treatment unit. Kaldnes K5 media supports the growth of nitrifying bacteria that convert ammonia into nitrite and nitrate. The study is conducted with three different detention times (4, 5, and 6 minutes) to determine the treatment efficiency of the MBBR. Water quality parameters such as ammonia, nitrite, pH, alkalinity, temperature, dissolved oxygen (DO), and total suspended solids (TSS) are measured to assess MBBR performance. Biokinetic modelling predicts the effluent substrate concentration and estimates the biokinetic parameters necessary for developing the MBBR performance model. The results indicate that variations in detention time affect the performance of the MBBR in removing ammonia and improving water quality. The estimated ammonia concentrations using biokinetic modelling can be helpful in the design and evaluation of recirculating aquaculture systems for ornamental fish cultivation.

Keywords: Aquaculture, Ammonia, Biokinetics, MBBR, RAS



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024  
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*



# **KINERJA DAN PEMODELAN BIOKINETIKA *MOVING BED* *BIOFILM REACTOR* BERDASARKAN VARIASI WAKTU DETENSI PADA KONFIGURASI SISTEM RESIRKULASI AKUAKULTUR**

**ARYA MUHAMMAD KOERNIA**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana pada  
Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**



*@Hak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Joana Febrita, S.T, M.T.
- 2 Prof. Dr. Ir. Budi Indra Setiawan, M.Agr.



Judul Skripsi : Kinerja dan Pemodelan Biokinetika *Moving Bed Biofilm Reactor*  
Berdasarkan Variasi Waktu Detensi pada Konfigurasi Sistem  
Resirkulasi Akuakultur

Nama : Arya Muhammad Koernia  
NIM : F4401201052

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Dr. Eng. Ir. Allen Kurniawan, S.T., M.T.  
NIP. 19820729 201012 1 005



Diketahui oleh

Ketua Departemen:  
Dr. Ir. Erizal, M.Agr. IPM  
NIP. 19650106 199002 1 001



Tanggal Ujian:  
27 Juni 2024

Tanggal Lulus:  
15 Juli 2024



### *@Hak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul "Kinerja dan Pemodelan Biokinetika *Moving Bed Biofilm Reactor* Berdasarkan Variasi Waktu Detensi pada Konfigurasi Sistem Resirkulasi Akuakultur" ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian dilaksanakan sejak bulan Januari 2024 sampai bulan Juni 2024.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, bimbingan, doa, dan nasehat berbagai pihak. Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan skripsi ini, khususnya kepada:

1. Ibu Winy Widianty dan Bapak Raden Achmad Koernia Soegandhi selaku orang tua yang senantiasa mendampingi, mendoakan, dan memberikan dukungan hingga saat ini.
2. Dr. Eng. Ir. Allen Kurniawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam memahami proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.
3. Alifah Shabrina Koernia dan Trya Rahadi Koernia selaku saudara penulis yang telah memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan studi kali ini.
4. Ahmad Rijani Hasby selaku teman diskusi selama penelitian yang selalu memberikan bantuan dan arahan dengan sangat baik.
5. Khusnita Azizah, Alimah Hasyati Sahda, Rizky Mursyidan Baldan, dan Daffa Aqilla Prayogi selaku teman satu bimbingan yang selalu dapat diandalkan untuk bekerja sama, memberikan dorongan, dan kesan yang baik.
6. Rais Rahmadi, Dzaki Nauval, Aliyah Baida Wiwiyanti, dan Allifiya Salsabil Nugrohoputri yang selalu memberikan arahan dan dukungan untuk penulis.
7. Muhammad Iqbal Hadi Rinaldo dan Annisa Nur Fadhilah selaku sahabat penulis yang senantiasa menemani dan memberikan dukungan semangat.
8. Krisna Bayu dan Namira Salsabila yang selalu saling menguatkan dan mendoakan, teman-teman SIL57 serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberikan dukungan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna. Untuk itu, diharapkan kritik dan saran membangun untuk dijadikan masukan yang berguna. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan..

Bogor, 19 Juni 2024

*Arya Muhammad Koernia*



### *@Hak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
DAFTAR NOTASI .....	xi
I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	4
II METODE .....	5
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	5
2.2 Alat dan Bahan	5
2.3 Prosedur Pengujian	6
2.4 Prosedur Penggunaan VBA	11
2.5 Uji Sensitivitas	12
III HASIL DAN PEMBAHASAN .....	13
3.1 Sistem Resirkulasi Akuakultur	13
3.2 <i>Seeding</i> dan Aklimatisasi Bakteri Nitrifikasi pada Unit MBBR	13
3.3 Kinerja dan Pengaruh MBBR Terhadap Parameter Kualitas Air	14
3.4 Hasil Pengujian Konfigurasi RAS	21
3.5 Pengembangan Model Kinerja Unit MBBR	24
3.6 Uji Statistik dan Validitas	25
3.7 Uji Sensitivitas	26
IV SIMPULAN DAN SARAN.....	28
4.1 Simpulan	28
4.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA .....	29
LAMPIRAN.....	33
RIWAYAT HIDUP.....	39

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Membran NF90-4040	5
Tabel 2.2 Variasi pengujian	8
Tabel 2.3 Koefisien Korelasi dalam Uji Validitas	11
Tabel 3.1 Konsentrasi TSS pada efluen unit MBBR	17
Tabel 3.2 Konsentrasi DO pada efluen unit MBBR	18
Tabel 3.3 Konsentrasi alkalinitas pada efluen unit MBBR	19
Tabel 3.4 Kondisi pH pada efluen unit MBBR	20
Tabel 3.5 Kondisi suhu pada efluen unit MBBR	20
Tabel 3.6 Hasil pengujian parameter TSS pada aliran permeat	23
Tabel 3.7 Hasil pengukuran parameter suhu pada aliran permeat	23
Tabel 3.8 Hasil pengujian parameter alkalinitas pada aliran permeat	24
Tabel 3.9 Hasil pengukuran parameter pH pada aliran permeat	24
Tabel 3.10 Parameter biokinetik terpilih	24

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram alir pengujian	6
Gambar 2.2 Desain sistem resirkulasi akuakultur (RAS)	7
Gambar 2.3 Konfigurasi aliran air pada RAS	7
Gambar 3.1 <i>Seeding</i> dan Aklimatisasi Bakteri Nitrifikasi	14
Gambar 3.2 Konsentrasi amonia pada efluen unit MBBR	15
Gambar 3.3 Konsentrasi nitrit pada efluen unit MBBR	16
Gambar 3.4 Konsentrasi DO pada efluen unit MBBR	18
Gambar 3.5 Konsentrasi alkalinitas dan pH pada efluen unit MBBR	19
Gambar 3.6 Nilai fluks permeat NF per hari	21
Gambar 3.7 Konsentrasi amonia dan nitrit pada aliran permeat	22
Gambar 3.8 Kondisi suhu aliran efluen unit MBBR dan aliran permeat	23
Gambar 3.9 Perbandingan hasil pengukuran dengan hasil pemodelan	26
Gambar 3. 10 Hasil analisis sensitivitas parameter biokinetik terpilih	27

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perintah <i>coding Visual Basic for Application</i> (VBA)	34
Lampiran 2 Data pengukuran parameter air pada influen MBBR	36
Lampiran 3 Data pengukuran parameter air pada efluen MBBR	37
Lampiran 4 Data pengukuran parameter air pada aliran permeat	38

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## DAFTAR NOTASI

$a$	=	Ketebalan biofilm ( $\mu\text{m}$ )
$bt$	=	Jumlah laju kematian spesifik dan <i>shear loss rate</i> ( $\text{hari}^{-1}$ )
$J$	=	Fluks substrat ke dalam biofilm ( $\text{m}^2 \cdot \text{mg/L} \cdot \text{s}^2$ )
$K_s$	=	Konsentrasi setengah jenuh ( $\text{mg/L}$ )
$K_e$	=	Laju kematian mikroorganisme ( $\text{hari}^{-1}$ )
$\mu$	=	Laju pertumbuhan spesifik mikroorganisme ( $\text{hari}^{-1}$ )
$\mu_{\text{max}}$	=	Laju pertumbuhan maksimum mikroorganisme ( $\text{hari}^{-1}$ )
$Q$	=	Debit aliran ( $\text{L}/\text{menit}$ )
$r_{xy}$	=	Koefisien korelasi antara variabel x dan y
$S$	=	Konsentrasi amonia dalam unit MBBR ( $\text{mg/L}$ )
$S_0$	=	Konsentrasi amonia influen unit MBBR ( $\text{mg/L}$ )
$S_{\text{mb}}$	=	Konsentrasi amonia efluen unit MBBR ( $\text{mg/L}$ )
$S_{\text{mb}}'$	=	Estimasi konsentrasi amonia efluen unit MBBR ( $\text{mg/L}$ )
$t$	=	Waktu (menit)
$\theta_i$	=	Waktu detensi (menit)
$V$	=	Volume reaktor (L)
$X$	=	Konsentrasi biomassa ( $\text{mg/L}$ )
$Y$	=	Koefisien sintesis sel ( $\text{mgTSS}/\text{mgAmonia}$ )

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



### @Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.