



ANALISIS DURASI PENGOPERASIAN *MICRO BUBBLE* TERHADAP KUALITAS AIR LIMPASAN *GREEN ROOF* EKSTENSIF

IDHAM ILYAS BUDHI MAHENDRA



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

- 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.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Durasi Pengoperasian *Micro Bubble* Terhadap Kualitas Air Limpasan *Green Roof* Ekstensif” 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, Juli 2024

Idham Ilyas Budhi Mahendra
F4401201029

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

IDHAM ILYAS BUDHI MAHENDRA. Analisis Durasi Pengoperasian *Micro Bubble* Terhadap Kualitas Air Limpasan *Green Roof* Ekstensif. Dibimbing oleh YUDI CHADIRIN.

Green roof menjadi salah satu alternatif metode pemanenan air hujan (*rainwater harvesting*) seiring dengan berkurangnya daerah resapan air. Penambahan nutrisi–nutrisi penunjang pertumbuhan tanaman membuat air limpasan *green roof* menjadi turun kualitasnya. Parameter kekeruhan, TDS, DHL dan TSS masih belum memenuhi baku mutu untuk dapat dimanfaatkan sebagai air baku. *Micro bubble* menjadi salah satu metode alternatif pengolahan air limbah melalui proses aerasi yang dapat mempercepat waktu biodegradasi dua kali lipat lebih cepat. Perlakuan aerasi menggunakan *micro bubble* dilakukan selama 30, 45, 60 dan 75 menit. Baku mutu yang digunakan mengacu pada Permenkes No. 2 Tahun 2023 dan PP No. 22 Tahun 2021 Lampiran VI. Penentuan status mutu air menggunakan metode STORET. Pengolahan air limpasan *green roof* menggunakan *micro bubble* mengurangi beberapa parameter pencemar air dan telah memenuhi baku mutu pada parameter temperatur, TDS, pH, DO dan amonia. Nilai efisiensi penyisihan mencapai 75,42% pada aerasi 75 menit ditunjukkan dengan perubahan status mutu air limpasan *green roof* dengan kelas B (tercemar ringan) berdasarkan US-EPA.

Kata kunci: aerasi, atap hijau ekstensif, gelembung mikro, kualitas air

ABSTRACT

IDHAM ILYAS BUDHI MAHENDRA. Analysis of Micro Bubble Operation Duration on Extensive Green Roof Runoff Water Quality. Supervised by YUDI CHADIRIN.

Green roof is one of the alternative methods of rainwater harvesting along with the reduction of water catchment areas. The addition of nutrients to support plant growth makes green roof runoff water deteriorate in quality. Turbidity, TDS, DHL and TSS parameters still do not meet the quality standards to be used as raw water. Micro bubble is an alternative method of wastewater treatment through an aeration process that can accelerate biodegradation time twice as fast. Aeration treatment using micro bubble is carried out for 30, 45, 60 and 75 minutes. The quality standard used refers to Permenkes No. 2 Tahun 2023 and PP No. 22 Tahun 2021 Lampiran VI. Determination of water quality status using the STORET method. Treatment of green roof runoff water using micro bubbles reduces several water pollutant parameters and has met the quality standards on temperature, TDS, pH, DO and ammonia parameters. The removal efficiency value reached 75,42% at 75 minutes of aeration is indicated by a change in the quality status of green roof runoff water with class B (lightly polluted) based on US-EPA.

Keywords: aeration, extensive green roof, micro bubble, water quality



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.

ANALISIS DURASI PENGOPERASIAN *MICRO BUBBLE* TERHADAP KUALITAS AIR LIMPASAN *GREEN ROOF* EKSTENSIF

IDHAM ILYAS BUDHI MAHENDRA

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

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

- 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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Dr. Eng. Ir. Allen Kurniawan, S.T., M.T.
- 2 Sekar Mentari, S.T., M.T.

Judul Skripsi : Analisis Durasi Pengoperasian *Micro Bubble* Terhadap Kualitas Air Limpasan *Green Roof* Ekstensif
Nama : Idham Ilyas Budhi Mahendra
NIM : F4401201029

Disetujui oleh

Pembimbing :
Dr. Yudi Chadirin, S.T.P., M.Agr.
NIP. 19740926 199903 1 004



Diketahui oleh

Ketua Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan :
Dr. Ir. Erizal, M.Agr. IPU.
NIP. 19650106 199002 1 001



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.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Maret 2024 sampai bulan Juni 2024 ini ialah mengenai pengolahan air limpasan dari *green roof*, dengan judul "Analisis Durasi Pengoperasian *Micro Bubble* Terhadap Kualitas Air Limpasan *Green Roof* Ekstensif". Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang berperan selama berlangsungnya penelitian dan penyelesaian skripsi ini, khususnya kepada:

1. Dr. Yudi Chadirin, S.T.P., M.Agr. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan saran pada penelitian dan penyusunan skripsi
2. Dr. Eng. Ir. Allen Kurniawan, S.T., M.T. selaku tim dosen penelitian skema Ri-Fund yang memberikan saran dan masukan pada penelitian dan penyusunan skripsi
3. Bapak Didik Suharyadi dan Ibu Muliana Budhi Hatmawati selaku orang tua yang senantiasa memberikan doa dan semangat dalam pembuatan skripsi ini
4. Luthfi dan Advent selaku rekan *Green Roof Team* yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam pembuatan skripsi ini
5. Rosyid, Budi, Ibnu, Icha, Silvi dan Septi selaku rekan satu daerah yang selalu memberikan dukungan dan semangat
6. Bapak Pandi, Bapak Parli, Bapak Rusianto dan Bapak Bambang yang membantu dalam pembuatan model *green roof*, pembuatan sensor dan pendampingan selama pengujian di *Advanced Research Laboratory*
7. Teman-teman SIL 57 dan seluruh pihak yang membantu selama pelaksanaan penelitian

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

Idham Ilyas Budhi Mahendra



@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 |
| I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan | 3 |
| 1.4 Manfaat | 3 |
| 1.5 Ruang Lingkup | 3 |
| II METODE | 4 |
| 2.1 Waktu dan Tempat | 4 |
| 2.2 Alat dan Bahan | 4 |
| 2.3 Rancang Model <i>Green Roof</i> | 5 |
| 2.4 Prosedur Penelitian | 6 |
| 2.5 Pengumpulan Data | 6 |
| 2.6 Analisis Data | 7 |
| III HASIL DAN PEMBAHASAN | 8 |
| 3.1 Pengaruh Durasi Aerasi Terhadap Temperatur | 8 |
| 3.2 Pengaruh Durasi Aerasi Terhadap TDS | 9 |
| 3.3 Pengaruh Durasi Aerasi Terhadap nilai pH | 10 |
| 3.4 Pengaruh Durasi Aerasi Terhadap DO | 12 |
| 3.5 Pengaruh Durasi Aerasi Terhadap COD | 13 |
| 3.6 Pengaruh Durasi Aerasi Terhadap Amonia | 15 |
| 3.7 Pengaruh Durasi Aerasi Terhadap Nitrit | 17 |
| 3.8 Status Mutu Air Limpasan <i>Green Roof</i> | 19 |
| 3.9 Persentase Efektivitas Penyisihan TDS, COD, amonia dan nitrit | 21 |
| IV SIMPULAN DAN SARAN | 26 |
| 4.1 Simpulan | 26 |
| 4.2 Saran | 26 |
| DAFTAR PUSTAKA | 27 |
| LAMPIRAN | 31 |
| RIWAYAT HIDUP | 44 |



DAFTAR TABEL

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Daftar singkatan nama vegetasi | 7 |
| 2 | Nilai STORET sebelum dan setelah perlakuan aerasi | 20 |
| 3 | Nilai STORET sebelum dan setelah perlakuan aerasi (lanjutan) | 21 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|----|--|----|
| 1 | Peta lokasi penelitian | 4 |
| 2 | Rancang model <i>green roof</i> | 5 |
| 3 | Bagan alir penelitian | 6 |
| 4 | Temperatur air limpasan <i>green roof</i> | 8 |
| 5 | Konsentrasi TDS air limpasan <i>green roof</i> | 10 |
| 6 | pH air limpasan <i>green roof</i> | 11 |
| 7 | DO air limpasan <i>green roof</i> | 13 |
| 8 | COD air limpasan <i>green roof</i> | 15 |
| 9 | Amonia air limpasan <i>green roof</i> | 17 |
| 10 | Nitrit air limpasan <i>green roof</i> | 19 |
| 11 | Persentase efektivitas penyisihan TDS | 22 |
| 12 | Persentase efektivitas penyisihan COD | 23 |
| 13 | Persentase efektivitas penyisihan amonia | 24 |
| 14 | Persentase efektivitas penyisihan nitrit | 25 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Lampiran 1 Peta lokasi penelitian | 32 |
| 2 | Lampiran 2 Rancang model <i>green roof</i> | 33 |
| 3 | Lampiran 3 Peletakan sensor <i>green roof</i> | 34 |
| 4 | Lampiran 4 Perhitungan nilai STORET sebelum perlakuan aerasi | 35 |
| 5 | Lampiran 5 Perhitungan nilai STORET perlakuan aerasi 30 menit | 36 |
| 6 | Lampiran 6 Perhitungan nilai STORET perlakuan aerasi 45 menit | 37 |
| 7 | Lampiran 7 Perhitungan nilai STORET perlakuan aerasi 60 menit | 38 |
| 8 | Lampiran 8 Perhitungan nilai STORET perlakuan aerasi 75 menit | 39 |
| 9 | Lampiran 9 Baku mutu Permenkes No. 2 Tahun 2023 | 40 |
| 10 | Lampiran 10 Baku mutu PP No. 22 Tahun 2021 Kelas II | 41 |
| 11 | Lampiran 11 Dokumentasi penelitian | 42 |

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.