

KEMAMPUAN DAN LAJU PENYERAPAN ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*) TERHADAP AMONIUM DAN PHOSPAT BEDASARKAN PROSENTASE PENUTUPAN DAN LAMA KONTAK DALAM LIMBAH CAIR DI INSTALASI PENYEHATAN LINGKUNGAN RUMAH SAKIT SAIFUL ANWAR MALANG

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :
**ZAEYZAR ANGGARA PUTRA PRATAMA
NIM. 115080100111013**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

KEMAMPUAN DAN LAJU PENYERAPAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) TERHADAP AMONIUM DAN PHOSPAT BEDASARKAN PROSENTASE PENUTUPAN DAN LAMA KONTAK DALAM LIMBAH CAIR DI INSTALASI PENYEHATAN LINGKUNGAN RUMAH SAKIT SAIFUL ANWAR MALANG

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

**Oleh :
ZAEYZAR ANGGARA PUTRA PRATAMA
NIM. 115080100111013**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

SKRIPSI

KEMAMPUAN DAN LAJU PENYERAPAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) TERHADAP AMONIUM DAN PHOSPAT BEDASARKAN PROSENTASE PENUTUPAN DAN LAMA KONTAK DALAM LIMBAH CAIR DI INSTALASI PENYEHATAN LINGKUNGAN RUMAH SAKIT SAIFUL ANWAR MALANG

Oleh :
ZAEYZAR ANGGARA PUTRA PRATAMA
NIM. 115080100111013

Mengetahui,
Dosen Penguji I

(Dr. Uun Yanuhar, S.Pi., MSi)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal :

Menyetujui
Dosen Pembimbing I

(Ir. Herwati Umi S. MS)
NIP. 19520402 198003 2 001
Tanggal :

Menyetujui
Dosen Pembimbing II

(Dr. Ir. Muhammad Musa, MS)
NIP. 19570507198602 1 002
Tanggal :

Mengetahui,
Ketua Jurusan

(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal :

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, April 2015

Zaeyzar Anggara Putra Pratama

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terselesaikannya Laporan Skripsi ini yang berjudul “Kemampuan dan Laju Penyerapan Eceng Gondok (*Eichhorna Crasspes*) terhadap Amonium dan Phospat berdasarkan Prosentase Penutupan dan Lama Kontak dalam Limbah Cair di Instalasi Penyehatan Lingkungan Rumah Sakit Saiful Anwar Malang”, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya sebagai rasa syukur kepada berbagai pihak, diantaranya :

- Seluruh Dosen dan Staf FPIK UB atas bantuan dan kerjasamanya dalam memfasilitasi penulis untuk menempuh pendidikan Strata 1 dengan sebaik baiknya.
- Seluruh Staf Ipl Rumaha Sakit Saiful Anwar Malang , atas bantuan dan kerja samanya dalam memfasilitasi penulis untuk melakukan penelitian.
- Ibu Ir. Herawati Umi S.,MS dan Bapak Dr. Ir Muhammad Musa, MS selaku dosen pembimbing I dan dosen Pembimbing II yang dengan kebaikan hati memotivasi, membimbing dan memberi dukungan serta selalu menyediakan waktu ditengah kesibukannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik.
- Ibu Dr. Uun Yanuhar, S.Pi, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun pada saat ujian skripsi.
- Teman-teman seperjuangan Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan (MSP) angkatan 2011 yang selalu memberi motivasi dan dukungan pada penulis.

RINGKASAN

Zaeyzar Anggara Putra Pratama. KEMAMPUAN DAN LAJU PENYERAPAN ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*) TERHADAP AMONIUM DAN PHOSPAT BEDASARKAN PROSENTASE PENUTUPAN DAN LAMA KONTAK DALAM LIMBAH CAIR DI INSTALASI PENYEHATAN LINGKUNGAN RUMAH SAKIT SAIFUL ANWAR MALANG (di bawah bimbingan **Ir. Herwati Umi Subarijanti, MS** dan **Dr. Ir. Muhammad Musa, MS**).

Bedasarkan Peraturan Gubernur Jatim nomer 72 Tahun 2003 yang mengatur tentang baku mutu air limbah bagi rumah sakit parameter yang harus diukur meliputi Suhu, pH, BOD5, COD, TSS, NH3-N bebas, PO4 dan MPN- Kuman Golongan Koli. Berdasarkan parameter tersebut yang termasuk unsur hara adalah Nitrogen dalam bentuk NH3-N bebas dan dan Phospat dalam bentuk PO4, dimana untuk menanggulangi dan mengatasi unsur hara yang berlebih dalam perairan kita dapat menggunakan tanaman air untuk menyerap unsur hara tersebut. Salah satu yang tanaman air tersebut adalah Eceng gondok (*Eichornia crassipes*). Amonia bebas yang terukur di dalam perairan adalah amonium dan phospat yang dimanfaatkan tanaman air adalah orthofosfat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk perbedaan kemampuan dan laju penyerapan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap amonium dan phospat berdasarkan lama kontak dan prosentase penutupan. Kegunaan dari penelitian ini bagi Rumah Sakit Saiful Anwar dapat dijadikan suatu alternatif penurunan kadar amonium dan phospat dalam air limbah dengan memanfaatkan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) sebagai agen remediasi. Penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Penyehatan Lingkungan Rumah Sakit Saiful Anwar Malang pada bulan April - Mei 2015.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan model Rancangan Acak Lengkap Tersarang. Penelitian ini dilaksanakan selama 6 hari dengan waktu pengukuan amonium, phospat dan kualitas air setiap 2 hari serta menggunakan 3 perlakuan yang berbeda yaitu perlakuan penutupan 100%, 50% dan 25%. Model rancangan tersebut dibuat ntuk mengetahui perbedaan di setiap perlakuan prosentase penutupan dan lama kontak pada kemampuan dan laju penyerapan amonium dan phospat. Untuk mengetahui perlakuan mana yang terbaik digunakan uji BNT dan untuk mengetahui kombinasi waktu tersarang dalam perlakuan yang terbaik digunakan uji BNJ. Data kualitas air yang digunakan untuk mendukung penelitian adalah oksigen terlarut, pH dan suhu.

Hasil yang didapat setelah data yang didapat dihitung menggunakan Rancangan Acak Lengkap Tersarang adalah sebagai berikut, tidak terdapat perbedaan pengaruh prosentase penutupan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap laju dan penyerapan kadar amonium sedangkan pada phospat hanya terdapat pengaruh pada penyerapan dan perlakuan yang paling berpengaruh terdapat pada prosentase penutupan 100%.

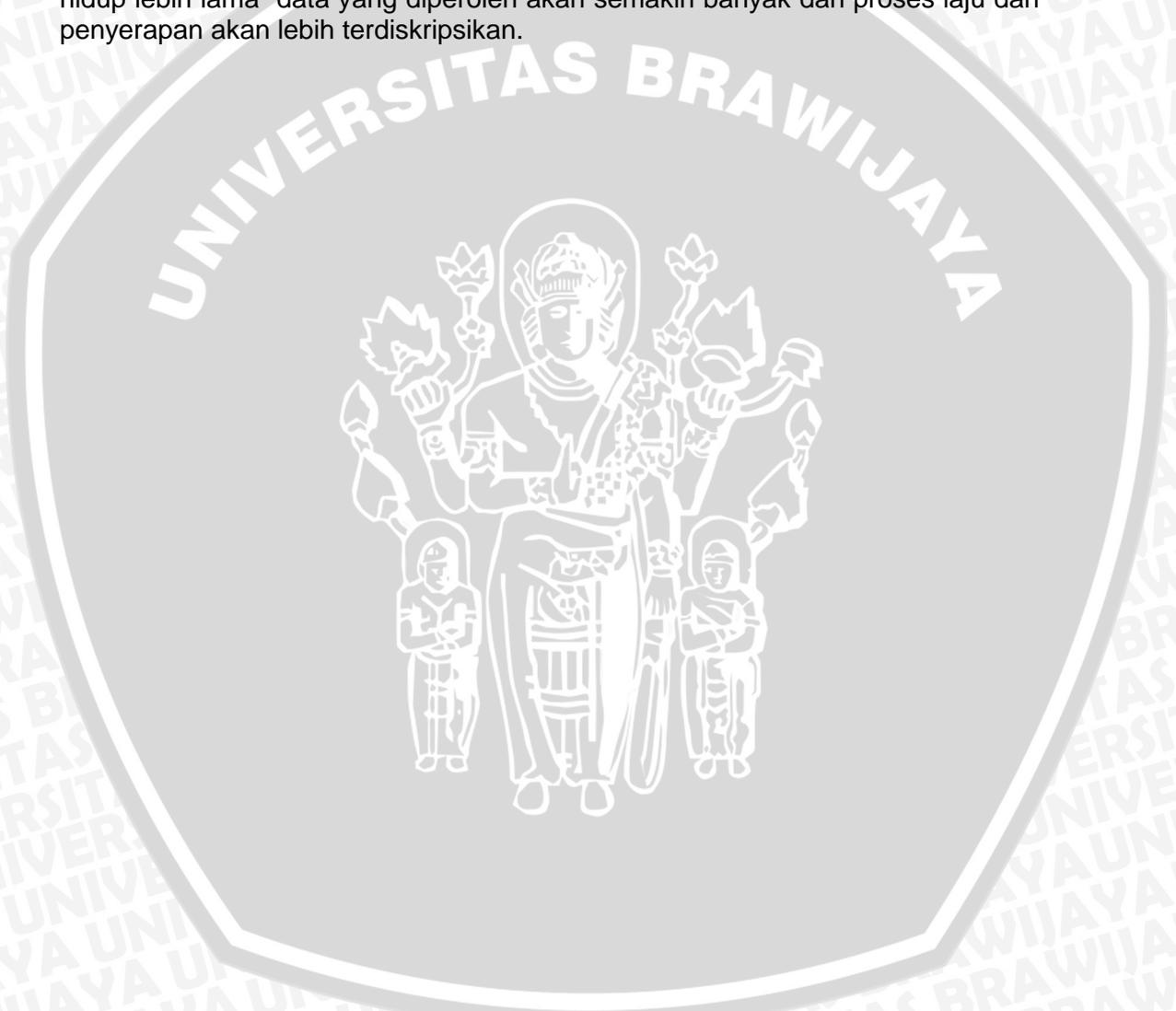
Terdapat pengaruh lama kontak Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) pada media tanaman terhadap laju dan penyerapan kadar amonium dan phospat. Pada penyerapan amonium, lama kontak yang paling berpengaruh terdapat pada hari ke-4 di perlakuan penutupan 50%. Pada penyerapan phospat, penyerapan, lama kontak yang paling berpengaruh terdapat pada hari-6 di perlakuan penutupan 100%. Pada laju penyerapan amonium, lama kontak yang paling berpengaruh terdapat pada waktu 2 hari di perlakuan penutupan 100%.

repository.ub.ac.id

Pada laju penyerapan fosfat, lama kontak yang paling berpengaruh terdapat pada waktu 2 hari di perlakuan penutupan 100%.

Hasil analisis kualitas air dengan kisaran sebagai berikut, suhu 26- 28 °C, pH 7.48-7.77, oksigen terlarut 8.21-9.11 mg/l. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air yang tertera menunjukkan keadaan di media tanam masih dapat ditoleransi oleh Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) untuk kelangsungan hidupnya.

Saran dari penelitian ini adalah untuk penellitian lanjutan yang efektif sebaiknya media tanaman Eceng gondok (*E.crassipes*) tidak diletakkan di dalam suatu ruangan atau labaraturium melainkan di luar ruangan yang semi tertutup agar tanaman air dapat supplai cahaya matahari lebih banyak karena semakin banyak cahaya matahari yang diterima oleh agen fitoremediasi semakin lama juga kelangsungan hidup dari Eceng gondok (*E.crassipes*). Ketika kelangsungan hidup lebih lama data yang diperoleh akan semakin banyak dan proses laju dan penyerapan akan lebih terdiskripsikan.



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya saya dapat menyajikan skripsi yang berjudul “Kemampuan dan Laju Penyerapan Eceng Gondok (*Eichhorna Crasspes*) terhadap Amonium dan Phospat berdasarkan Prosentase Penutupan dan Lama Kontak dalam Limbah Cair di Instalasi Penyehatan Lingkungan Rumah Sakit Saiful Anwar Malang”. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya tidak sedikit hambatan yang saya hadapi. Namun kami menyadari bahwa dalam penyusunan Praktek Kerja Lapang ini berjalan dengan baik atas bantuan, dorongan dan bimbingan dari orang tua maupun dosen – dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Oleh karena itu kami mengucapkan terima kasih

Sangat disadari bahwa denga kekuranga dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemamouan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangtepatan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, September 2015

Zaeyzar Anggara P P

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kegunaan	5
1.5 Hipotesis	5
1.6 Tempat dan Waktu.....	5

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran	6
2.2. Limbah Rumah Sakit.....	7
2.3 Amonium.....	8
2.4 Orthofosfat	9
2.5 Fitoremediasi	10
2.6 Eceng Gondok (<i>Eichornia crassipes</i>)	11
2.7 Parameter Kualitas Air Pendukung	11
2.7.1 Oksigen Terlarut	12
2.7.2 Suhu	13
2.7.3 pH	14

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	15
3.3 Metode Penelitian.....	16
3.4 Persiapan Penelitian	18
3.5 Pengukuran Amonium.....	20
3.6 Pengukuran Orthofosfat.....	21
3.7 Parameter Kualitas Air Pendukung	22
3.7.1 Oksigen Terlarut	22
3.7.2 pH.....	22
3.7.3 Suhu	23
3.8 Analisa Data	23



4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Karakterisasi Limbah Cair Rumah Sakit Saiful Anwar	25
4.2 Kondisi Eceng gondok (<i>Eichornia crasspes</i>) selama penelitian	25
4.3 Kualitas Air pendukung	28
4.3.1 Suhu	28
4.3.2 pH	30
4.3.3 Oksigen terlarut	32
4.4 Kemampuan Penyerapan Eceng Gondok (<i>Eichornia crasspes</i>) terhadap Amonium	35
4.5 Kemampuan Penyerapan Eceng Gondok (<i>Eichornia crasspes</i>) terhadap Phospat	39
4.6 Laju Penyerapan Eceng Gondok (<i>Eichornia crasspes</i>) terhadap Amonium	43
4.7 Laju Penyerapan Eceng Gondok (<i>Eichornia crasspes</i>) terhadap Phospat	47
5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	58



DAFTAR TABEL

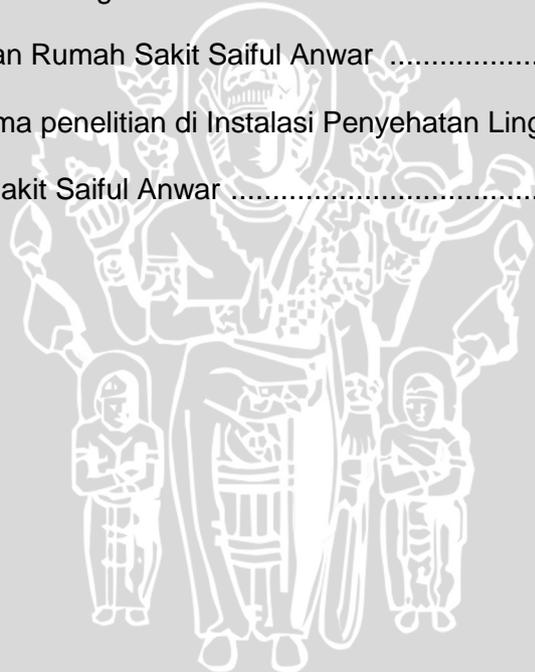
Tabel 1. Alat Penelitian beserta Fungsinya.....	16
Tabel 2. Bahan Penelitian beserta Fungsinya.....	17
Tabel 3. Rancangan Penelitian dengan RAL Tersarang	18
Tabel 4. Tabel Beda Nyata Terkecil.....	24
Tabel 5. Rata –rata suhu pada Media tanam.....	28
Tabel 6. Rata-rata pH pada Media tanam.....	30
Tabel 7. Rata –rata Oksigen terlarut pada Media tanam	33
Table 8. Rata-rata Amonium pada media tanam	36
Tabel 9. Sidik Ragam Konsentrasi Amonium pada media tanam.....	38
Tabel 10. Rata – rata Phospat pada Media tanam	40
Tabel 11. Sidik ragam Kandungan Phospat pada Media tanam	42
Tabel 12. Tabel BNT pada penyerapan Phospat	43
Tabel 13. Rata – rata Laju Penyerapan Amonium pada Media tanam	44
Tabel 14. Sidik Ragam Laju Penyerapan Amonium pada Median tanam.....	46
Tabel 15. Rata – rata Laju Penyerapan Phospat pada Media tanam	48
Tabel 16. Sidik Ragam Laju Penyerapan Phospat pada Median tanam.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bagan Alir Perumusan Masalah	3
Gambar 2. Eceng Gondok (<i>Eichornia crasspes</i>)	11
Gambar 3. Denah Tata Letak Percobaan	18
Gambar 4. Ilustrasi Prosentase Penutupan.....	21
Gambar 5. Eceng Gondok (<i>Eichornia crasspes</i>) pada hari ke-0.....	25
Gambar 6. Eceng Gondok (<i>Eichornia crasspes</i>) pada hari ke-2.....	25
Gambar 7. Eceng Gondok (<i>Eichornia crasspes</i>) pada hari ke-4	25
Gambar 8. Eceng Gondok (<i>Eichornia crasspes</i>) pada hari ke-6	26
Gambar 9. Grafik Perubahan Suhu selama penelitian	29
Gambar 10. Grafik Perubahan pH selama penelitian	31
Gambar 11. Grafik Perubahan Oksigen terlarut selama penelitian	34
Gambar 12. Grafik Penyerapan Eceng gondok (<i>Eichonia crasspes</i>) terhadap Amoium	37
Gambar 13. Grafik Penyerapan Eceng gondok (<i>Eichonia crasspes</i>) terhadap Phospat	41
Gambar 14. Grafik Laju Penyerapan Eceng gondok (<i>Eichonia crasspes</i>) terhadap Amoium	45
Gambar 15. Grafik Laju Penyerapan Eceng gondok (<i>Eichonia crasspes</i>) terhadap Phospat	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan data Penyerapan Amonium.....	58
Lampiran 2. Perhitungan data Penyerapan Phospat.....	61
Lampiran 3. Perhitungan data Laju Penyerapan Amonium	65
Lampiran 4. Perhitungan data Laju Penyerapan Amonium	68
Lampiran 5. Foto tabel yang digunakan pada pengukuran Amonium	71
Lampiran 6. Foto Metode Pengukuran amonium di Instalasi Penyehatan Lingkungan Rumah Sakit Saiful Anwar	72
Lampiran 7. Foto Metode Pengukuran amonium di Instalasi Penyehatan Lingkungan Rumah Sakit Saiful Anwar	73
Lampiran 8. Foto selama penelitian di Instalasi Penyehatan Lingkungan Rumah Sakit Saiful Anwar	74



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air limbah rumah sakit adalah semua limbah cair yang berasal dari kegiatankegiatan rumah sakit antara lain dari kegiatan pencucian atau laundry, dapur, floor drain, laboratorium, toilet , wastafel, ruang perawatan, UGD, ruang bedah, kebidanan dan lain-lain. Air limbah rumah sakit umumnya mempunyai komposisi yang hampir sama dengan limbah rumah tangga atau domestik. Perbedaannya adalah adanya kandungan mikroorganisme, bahan kimia beracun dan bahan radioaktif yang terdapat pada limbah rumah sakit (Zaman dan Sutrisno, 2006).

Bedasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor KEP-58/MENLH/12/1995, tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan rumah sakit maka setiap rumah sakit diwajibkan menyediakan sarana pengelolaan limbah cair maupun padat agar seluruh limbah yang akan di buang ke saluran umum harus memenuhi baku mutu limbah cair yang ditetapkan. Air sisa pengolahan limbah di Rumah Sakit Saiful Anwar Malang diketahui pada akhirnya akan dibuang ke badan perairan, yakni Sungai Brantas. Oleh karena itu, sebelum tindakan tersebut dilaksanakan, pelaksanaan proses pengolahan limbah harus benar-benar dipastikan telah sesuai dengan prosedur yang berlaku, sehingga ketika air limbah tersebut sudah dibuang ke badan perairan harus dapat dipastikan bahwa air limbah tersebut aman, tidak melebihi ambang batas dan tidak membahayakan bagi siapapun.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Harsono (2014) kandungan amonium san phospta di limbah rumah sakit Saiful Anwar Malang yang sudah diolah danlrm Instalasi Penyehatan Lingkungan telah melebihi dari ambang batas dari peraturan yang ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jatim nomer 73

tahun 2013. Nilai amonium pada waktu itu adalah 0,31 mg/l yang standar maksimumnya adalah 0,1 mg/l dan nilai dari phospat pada waktu itu adalah 19,13 mg/l yang standar maksimumnya adalah 2 mg/l.

Bedasarkan penelitian tersebut penulis menawarkan suatu alternatif untuk menanggulangi hal tersebut karena ketika air limbah tersebut dibuang ke perairan umum maka yang terjadi adalah pengkayaan unsur hara. Unsur hara yang dimaksud disini adalah nitrogen dan phospat dimana nitrogen dalam bentuk NH_4 dan phospat dalam bentuk PO_4 . Alternatif yang dapat digunakan untuk menanggulangi unsur hara yang berlebih di perairan tersebut adalah menggunakan tanaman air sebagai agen fitoremediasi. Salah satu tanaman air tersebut adalah menggunakan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*).

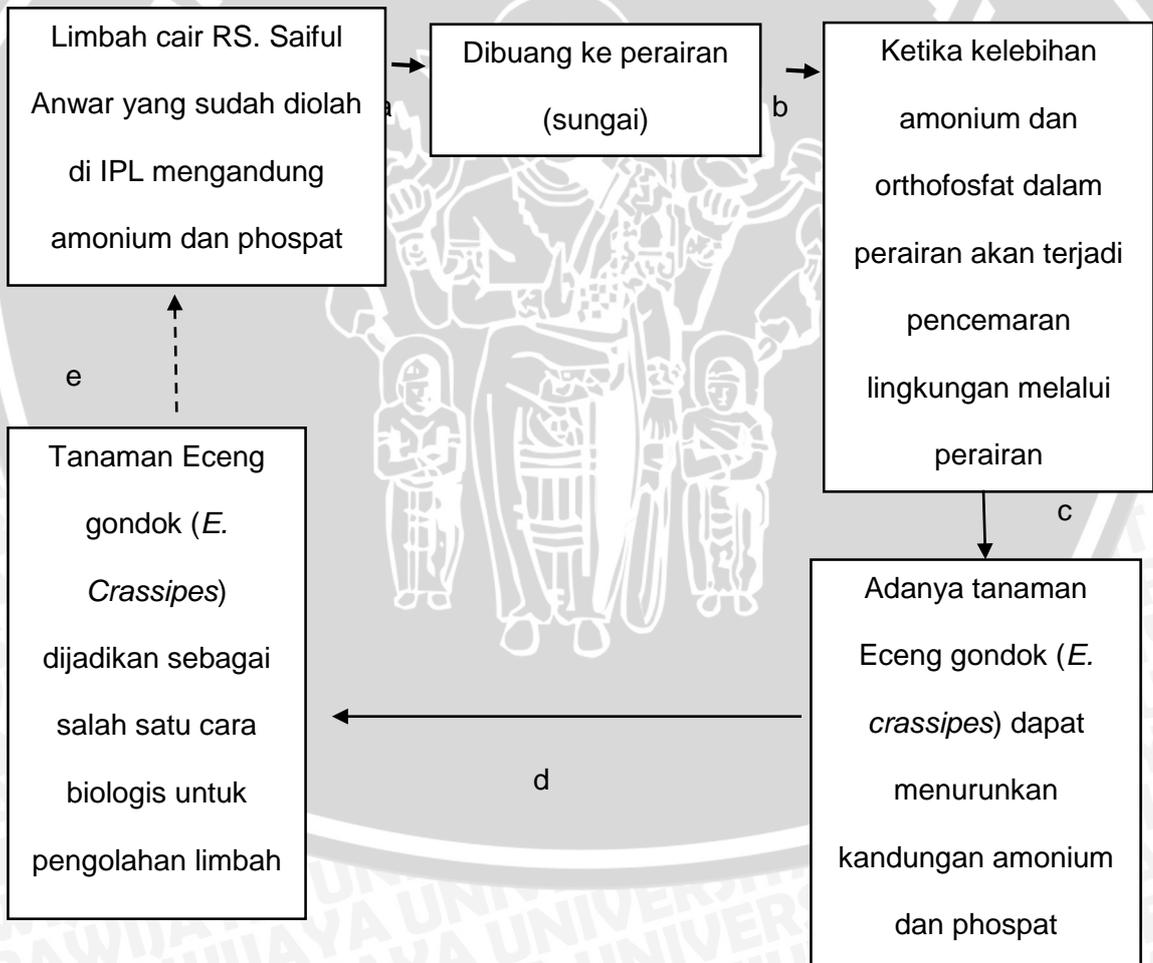
Menurut Eames dan Daniel (1947) dalam Nurhayati (1989) tumbuhan Eceng gondok adalah gulma air yang berasal dari Amerika Selatan. Tumbuhan ini mempunyai daya regenerasi yang cepat karena potongan-potongan vegetatifnya yang terbawa arus air akan terus berkembang menjadi eceng gondok dewasa. Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) sangat peka terhadap keadaan yang unsur haranya di dalam air kurang mencukupi tetapi mempunyai respon terhadap konsentrasi unsur hara yang tinggi.

Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan penyerapan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dalam menyerap amonium dan phospat berdasarkan prosentase penutupan dan lama kontak, selain itu penulis menawarkan salah satu cara untuk mengurangi kandungan unsur hara dalam limbah cair di Rumah Sakit Saiful Anwar, Malang dengan menggunakan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*).

1.2 Rumusan Masalah

Limbah cair rumah sakit adalah limbah yang mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan bahan radioaktif, salah satunya yaitu amonia dimana ketika kadarnya di perairan melebihi ambang batas maka akan terjadi pencermaran dan membahayakan bagi lingkungan yang dialiri oleh limbah cair tersebut. Untuk meminimalisir dampak dari limbah yang dihasilkan maka perlu dilakukan pengolahan limbah secara biologis dengan menggunakan agen remediasi (tanaman air) untuk mengurangi kandungan amonium dan phospat dalam perairan.

Dari uraian sebelumnya dapat ditarik suatu permasalahan sebagai berikut :



Gambar 1. Bagan Alur Perumusan Masalah

Keterangan :

—————▶ : Identifikasi Masalah

-----▶ : Solusi

a. Limbah cair RS. Saiful Anwar yang sudah diolah di Instalasi Penyehatan Lingkungan mengandung amonium dan fosfat dibuang ke perairan sungai brantas.

b. Pada saat kadar amonium dan fosfat dalam limbah tersebut di bawah ambang batas yang ditentukan maka tidak berbahaya jika dibuang ke perairan, tapi ketika melebihi ambang batasnya dapat menyebabkan pencemaran bagi lingkungan yang dialiri sungai tersebut.

c. Tanaman Eceng gondok (*E.crassipes*) adalah tanaman yang dapat memanfaatkan unsur hara untuk pertumbuhannya termasuk amonia.

d. Dengan dimanfaatkannya unsur hara oleh Eceng gondok (*E. Crassipes*), maka tanaman tersebut dapat dijadikan sebagai salah satu cara biologis untuk pengolahan limbah.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Mengetahui perbedaan pengaruh prosentase penutupan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap laju dan penyerapan kadar amonium dan fosfat dalam limbah cair Rumah Sakit Saiful Anwar.
- Mengetahui perbedaan pengaruh lama kontak Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap laju dan penyerapan kadar amonium dan fosfat dalam limbah cair Rumah Sakit Saiful Anwar.
- Mengetahui parameter kualitas air yang mempengaruhi penyerapan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap amonium dan Fospat.

1.4 Kegunaan

Adapun kegunaan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Bagi pembaca diharapkan dapat memberikan informasi tentang tanaman Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) sebagai agen remediasi dalam menurunkan kadar amonium dan fosfat dalam air limbah rumah sakit.
- Bagi Instansi pemerintah sebagai sumber informasi dan dapat digunakan sebagai bahan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) sebagai agen remediasi bahan pencemar yang dihasilkan oleh suatu industri.
- Bagi Rumah Sakit Saiful Anwar dapat dijadikan suatu alternatif penurunan kadar amonium dan fosfat dalam air limbah dengan memanfaatkan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) sebagai agen remediasi.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

H₀ : Diduga bahwa tidak ada perbedaan kemampuan dan laju penyerapan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap amonium dan fosfat berdasarkan lama kontak dan prosentase penutupan.

H₁ : Diduga bahwa terdapat perbedaan kemampuan dan laju penyerapan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap amonium dan fosfat berdasarkan lama kontak dan prosentase penutupan.

1.6 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April – Mei 2015 di Instalasi Penyehatan Lingkungan Rumah Sakit Saiful Anwar Malang sebagai tempat penempatan bak – bak percobaan yang berisikan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*), pengukuran kualitas air serta analisis kandungan amonium dan fosfat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran

Bedasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 02/MENKLH/I/1988 yang dimaksud dengan pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air dan atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air atau udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Menurut Sumarno *et al* (1996), salah satu sumber pencemaran lingkungan di perairan yaitu merupakan limbah domestik yang bersifat cair, berasal dari air buangan limbah yang mengandung detergen, seperti limbah rumah tangga, *laundry*, rumah makan serta pabrik.

Menurut Effendi (2003), sumber pencemar (polutan) dapat berupa suatu lokasi tertentu (point source) atau tak tersebar/tertentu (non-point source). Sumber pencemar point source misalnya knalpot mobil, cerobong asap pabrik dan saluran limbah industri. Sumber pencemar non-point source dapat berupa point source dalam jumlah banyak, misalnya limpasan dari daerah permukiman (domestik) dan limpasan dari daerah perkotaan.

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, Nomor 1204/MENKES/SK/X/2004, tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, disebutkan bahwa limbah Rumah Sakit adalah semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit dalam bentuk padat, cair dan gas. Limbah cair rumah sakit adalah semua air buangan termasuk tinja yang berasal dari kegiatan rumah sakit yang kemungkinan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radioaktif yang dapat menimbulkan pencemaran dan berbahaya bagi kesehatan.

2.2 Limbah Rumah Sakit

Bedasarkan Kepmenkes Republik Indonesia No.1204/Menkes/SK/X/2004, mengatakan Limbah Rumah Sakit ada 3 macam yakni; 1) Limbah cair artinya semua air buangan termasuk tinja yang berasal dari kegiatan rumah sakit yang kemungkinan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radioaktif yang berbahaya bagi kesehatan. 2) Limbah Gas adalah semua limbah yang berbentuk gas yang berasal dari kegiatan pembakaran di rumah sakit seperti insenerator, dapur, perlengkapan generator, anastesi, dan pembuatan obat Sitotoksik. 3) Limbah padat adalah semua limbah rumah sakit yang berbentuk padat sebagai akibat kegiatan rumah sakit yang terdiri dari limbah medis padat dan limbah padat non medis.

Menurut Alamsyah (2007) mengatakan bahwa limbah rumah sakit adalah semua limbah yang dihasilkan oleh kegiatan rumah sakit dan kegiatan penunjang lainnya. Mengingat dampak yang mungkin timbul, maka diperlukan upaya pengelolaan yang baik meliputi alat dan sarana, keuangan dan tatalaksana pengorganisasian yang ditetapkan dengan tujuan memperoleh kondisi rumah sakit yang memenuhi persyaratan kesehatan lingkungan. Limbah cair rumah sakit dapat mengandung bahan organik dan anorganik yang umumnya diukur dengan parameter BOD, COD, TSS, dan lain-lain.

Bahan-bahan kimia yang digunakan rumah sakit mempunyai potensi sebagai sumberpolusi air. Bahan kimia tersebut mungkin mencemari sistem air perkotaan dan menyebabkan penyakit, bahkan terjadinyawabah dan penyakit seperti kolera. Satu dari permasalahan lingkungan utama yang disebabkan oleh limbah rumah sakit adalah pembuangan limbah cair ke dalam sistemperairan tanpa melalui pengolahan limbah (Kumar dan Sabumon, 2006).

2.3 Amonium

Amonia yang terukur di perairan berupa amonia total (NH_3 dan NH_4^+). Amonia bebas tidak dapat terionisasi (amoniak), sedangkan amonium (NH_4^+) dapat terionisasi. Presentase amoniak meningkat dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan. Pada pH 7 atau kurang, sebagian amonia akan mengalami ionisasi. Sebaliknya, pada pH lebih besar dari 7, amonia tak terionisasi bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas amoniak terhadap organisme akuatik akan meningkat jika penurunan kadar oksigen terlarut, pH dan suhu (Effendi, 2003).

Amonia ada di dalam air tanah secara alamiah dengan jumlah kurang dari 0,2 mg/l. Kandungan yang lebih tinggi dijumpai pada air tanah yang berhumus atau dalam hutan dengan konsentrasi mencapai 3 mg/l, sedangkan air permukaan kandungan amonianya dapat mencapai 12 mg/l (Fawel et al, 1996)

Menurut Brigden dan Stringer(2000), mengatakan bahwa amonia dalam bentuk gas bersifat mengiritasi kulit, mata, dan saluran pernafasan. Apabila terhirup akan mengiritasi hidung, tenggorokan dan jaringan mukosa. Iritasi terjadi pada konsentrasi mulai 130 mg/l sampai dengan 200 mg/l. Pada konsentrasi 400-700 mg/l dapat mengakibatkan kerusakan permanen akibat iritasi diorgan mata dan pernafasan. Toleransi paparan singkat maksimum pada konsentrasi 300-500 mg/l selama setengah sampai 1 jam. Paparan pada konsentrasi sebesar 5000-10000 mg/l dapat menyebabkan kematian. Amonia merupakan basa lemah. Pembentukan ion hidroksida akan meningkatkan pH larutan, sehingga larutan menjadi alkali. Jika ion-ion hidroksida atau amonium bereaksi lebih lanjut dengan senyawa lain yang ada di dalam air, maka amonia akan terkonversi lebih banyak lagi untuk menjaga kesetimbangan reaksi (Appl, 1999).

2.4 Phospat

Fosfor tidak dibutuhkan dalam jumlah besar untuk pertumbuhan tanaman, tidak seperti karbon, oksigen dan nitrogen. Tapi fosfor merupakan salah satu elemen pembatas baik di tanah maupun di perairan tawar, karena fosfor sangat langka dan terkandung dalam batuan dengan jumlah sedikit fosfor tidak memiliki bentuk gas dalam siklusnya sehingga tidak dapat difiksasi seperti nitrogen, selain itu fosfor terikat secara reaktif pada beberapa jenis tanah. Secara umum ada tiga bentuk fosfor di ekosistem akuatik, yaitu fosfor terlarut, fosfor total terlarut dan fosfor partikulat. Fosfor di perairan baik dalam bentuk organik dan anorganik. Bentuk anorganik fosfat sebagian besar adalah orthofosfat (PO_4^-), dan bentuk monofosfat (HPO_4^-) dan dihidrogen monofosfat (H_2PO_4^-) (Goldman dan Horne, 1983 dalam Apridayanti, 2008). Fosfor terdapat dalam air limbah sebagai fosfat dalam bentuk orthofosfat dan polifosfat (Janie dan Rahayu, 1993).

Orthofosfat merupakan fosfor dalam bentuk anorganik yang dapat langsung dimanfaatkan dan mudah diserap oleh organisme autotrof untuk pertumbuhannya. Orthofosfat merupakan bagian dari total fosfat. Bila kadar orthofosfat dalam air rendah ($< 0,001 \text{ mg/l}$) maka pertumbuhan fitoplankton dan organisme autotrof lainnya akan terhambat (Apriadi, 2008).

Senyawa Orthofosfat merupakan faktor pembatas di perairan bila kadarnya $< 0,009 \text{ mg/l}$ kisaran orthofosfat optimum sebesar $0,09-1,80 \text{ mg/l}$ pada air limbah yang mengandung bakteri, pembentukan orthofosfat akan berlangsung lebih cepat dan lebih bersih. Bakteri memiliki peran penting dalam penyediaan orthofosfat di perairan (Sidharta, 2000). Fosfat berada dalam air limbah dalam bentuk organik. Sebagai ortophosfat anorganik atau sebagai fosfat-fosfat kompleks. Fosfat kompleks mewakili kira-kira separuh dari fosfat air limbah perkotaan dan berasal dari penggunaan bahan-bahan detergen sintetis.

Fosfatkompleks mengalami hidrolisa selama pengolahan biologis menjadi bentuk ortofosfat (Budi, 2006).

2.5 Fitoremediasi

Penggunaan tanaman untuk memulihkan lahan dan air yang tercemar senyawa organik dan anorganik dengan fitoremediasi sudah terbukti efektif Purwaningsih *et al*, (2008). Keunggulan metode ini dibandingkan dengan teknologi pengolahan limbah yang lain adalah karena prosesnya yang alami, adanya hubungan yang sinergi antara tanaman, mikroorganisme dan lingkungan atau habitat hidup, serta tidak diperlukan teknologi tinggi. Kelebihan tersebut menyebabkan biaya operasi proses fitoremediasi relatif lebih rendah dibandingkan dengan metode lain. Sebagai bahan perbandingan, di USA biaya operasional fitoremediasi antara \$ 3.00 - \$ 100.00 (m³/tahun) dengan cara kimia dan fisika antara \$ 100.00 - \$ 1000.00(m³/tahun), sedangkan dengan bioremediasi antara \$ 50.00 - \$ 400.00 (m³/tahun) (Glass,1998).

Diantara tanaman yang prospektif untuk digunakan sebagai agen fitoremediasi limbah organik adalah enceng gondok (*Eichornia crassipes*), yang lebih dikenal sebagai tanaman gulma. Enceng gondok dipilih sebagai remediator karena tanaman ini mampu hidup mengapung di air yang kualitasnya tidak baik dan kemampuan tumbuhnya luar biasa. Dari sepuluh tanaman dewasa dapat berkembang menjadi sekitar 65.000 hanya dalam delapan bulan (O'Keefe *et al*,1987).

Bedasarkan pendapat Subroto (1996) *dalam* Hardayanti dan Rahmawati (2007) fitoremediasi adalah upaya penggunaan tanaman dan bagian-bagiannya untuk dekontaminasi limbah dan masalah-masalah pencemaran lingkungan baik secara *ex-situ* menggunakan kolam buatan atau reaktor maupun *in-situ* pada tanah atau limbah Menurut Hardiani (2009), fitoremediasi adalah salah satu metode remediasi dengan mengandalkan para peranan tumbuhan untuk

menyerap, mendegradasi, mentransformasi dan mengimobilisasi bahan pencemar dari tanah atau perairan yang terkontaminasi.

2.6 Enceng gondok (*Eichornia crassipes*)

Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) di Indonesia pada mulanya diperkenalkan oleh Kebun Raya Bogor pada tahun 1894, yang akhirnya berkembang di sungai Ciliwung sebagai tanaman pengganggu (Brij dan Sharma, 1981). Menurut (Moenandir, 1990) klasifikasi eceng gondok (*Eichornia crassipes*) secara umum adalah sebagai berikut :

Divisi : Spermatophyta

Sub divisi : Angiospermae

Kelas : Monocotyledoneae

Suku : Pontederiaceae

Marga : *Eichornia*

Spesies : *Eichornia crassipes*



Gambar 2. Eceng gondok (*Eichornia crassipes*)
Sumber : (Google image, 2015)

Eceng gondok hidup mengapung bebas bila airnya cukup dalam tetapi berakar di dasar kolam atau rawa jika airnya dangkal. Tingginya sekitar 0,4 - 0,8 meter. Daunnya tunggal dan berbentuk oval. Ujung dan pangkalnya meruncing, pangkal tangkai daun menggelembung. Permukaan daunnya licin dan berwarna hijau. Bunganya termasuk bunga majemuk, berbentuk bulir, kelopaknya

berbentuk tabung. Bijinya berbentuk bulat dan berwarna hitam. Buahnya kotak beruang tiga dan berwarna hijau. Akarnya merupakan akar serabut.

Gerbano dan Siregar (2005) menyebutkan, eceng gondok termasuk famili Pontederiaceae. Tanaman ini hidup di daerah tropis maupun subtropis. Eceng gondok digolongkan sebagai gulma perairan yang mampu menyesuaikan diri terhadap perubahan lingkungan dan berkembang biak secara cepat. Tempat tumbuh yang ideal bagi tanaman eceng gondok adalah perairan yang dangkal dan berair keruh, dengan suhu berkisar antara 28°-30° C dan kondisi pH berkisar 4-12. Di perairan yang dalam dan berair jernih di dataran tinggi, tanaman ini sulit tumbuh. Eceng gondok mampu menghisap air dan menguapkannya ke udara melalui proses evaporasi.

Eceng gondok memiliki keunggulan dalam kegiatan fotosintesis, penyediaan oksigen dan penyerapan sinar matahari. Bagian dinding permukaan akar, batang dan daunnya memiliki lapisan yang sangat peka sehingga pada kedalaman yang ekstrem sampai 8 meter di bawah permukaan air masih mampu menyerap sinar matahari serta zat-zat yang larut di bawah permukaan air. Akar, batang, dan daunnya juga memiliki kantung-kantung udara sehingga mampu mengapung di air. Keunggulan lain dari eceng gondok adalah dapat menyerap senyawa nitrogen dan fosfordari air yang tercemar, berpotensi untuk digunakan sebagai komponen utama pembersih air limbah dari berbagai industri dan rumah tangga (Ratnani *et al*, 2011).

2.7 Parameter Kualitas Air Pendukung

2.7.1 Oksigen Terlarut

Sumber utama oksigen terlarut dalam air adalah penyerapan oksigen dari udara melalui kontak antara permukaan air dengan udara dan dari proses fotosintesis. Selanjutnya air kehilangan oksigen melalui pelepasan dari permukaan ke atmosfer dan melalui kegiatan respirasi dari semua organisme air. Selain itu, kehadiran senyawa organik dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut di dalam air sebagai akibat dari terjadinya proses penguraian yang dilakukan oleh mikroorganisme yang berlangsung secara aerob (Barusdalam Sandriati, 2010).

Di perairan tawar, kadar oksigen terlarut berkisar antara 15 mg/l pada suhu 0°C dan 8 mg/l pada suhu 25°C. Kadar oksigen terlarut di perairan dipengaruhi oleh proses aerasi, fotosintesis, respirasi dan oksidasi limbah. Semua limbah yang teroksidasi, terutama limbah domestik, termasuk dalam katagori limbah penyebab penurunan kadar oksigen terlarut, Oksigen sangat penting bagi kelangsungan hidup organisme pada ekosistem perairan. Sumber oksigen terlarut dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (sekitar 35%) dan aktivitas fotosintesis oleh fitoplankton dan tumbuhan air (Effendi, 2003)

Jenie dan Rahayu (1993), mengatakan bahwa pada perairan dengan kadar oksigen terlarut 3,00 – 5,00 mg/L telah memenuhi syarat untuk dilepas ke lingkungan, karena pada kondisi seperti itu proses anaerobik di dalam perairan dapat dicegah, sehingga kehidupan organisme di dalamnya dapat berlangsung.

2.7.2 Suhu

Peningkatan suhu disertai dengan penurunan kadar oksigen terlarut, sehingga keberadaan oksigen sering kali tidak mampu memenuhi kebutuhan oksigen bagi organisme akuatik untuk melakukan proses metabolisme dan respirasi (Effendi, 2003).

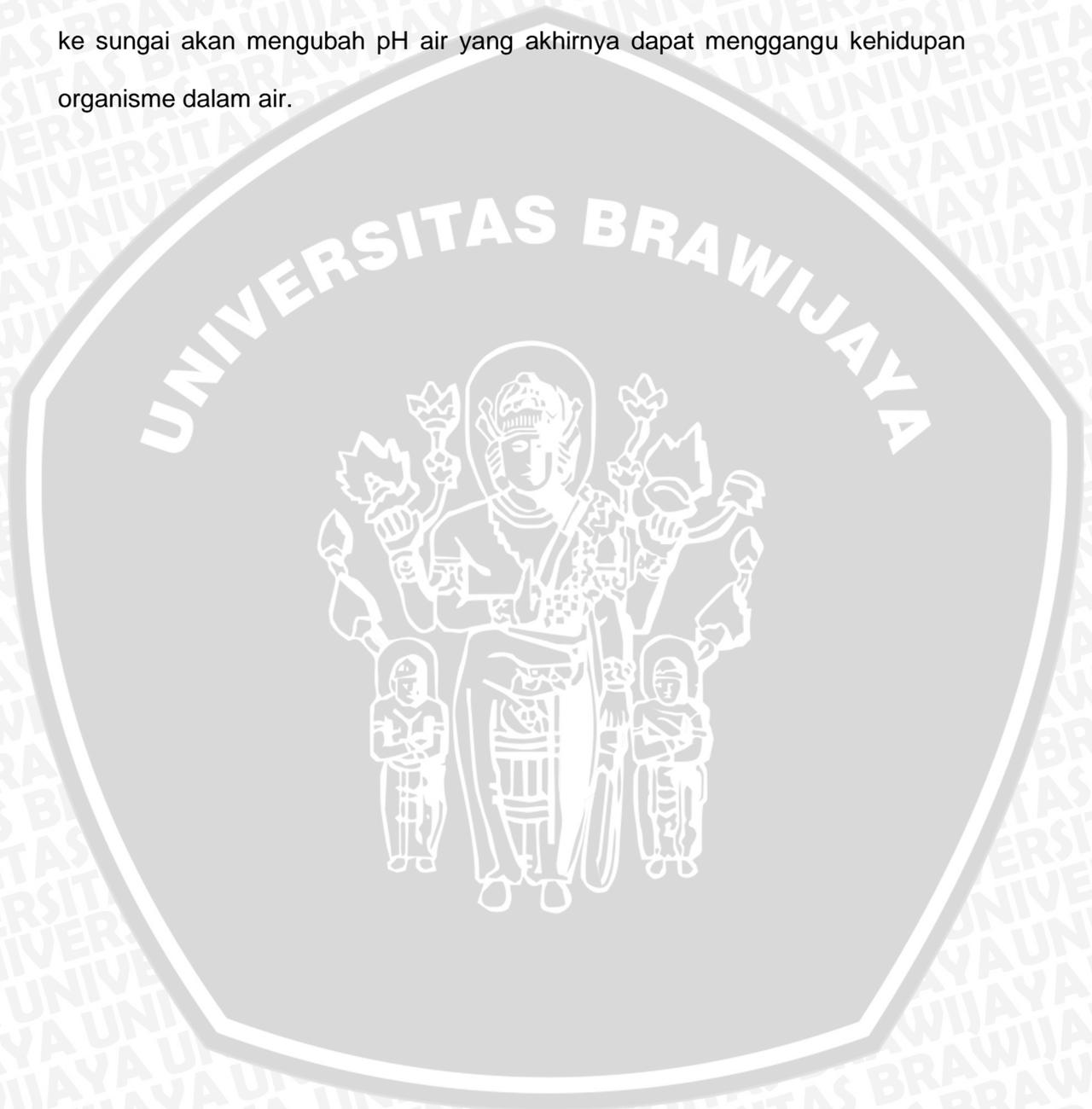
Menurut Nxawe *et al* (2010), suhu air dapat mempengaruhi banyak proses fisiologis selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Suhu di bawah atau di atas tingkat optimal dapat mempengaruhi aktivitas metabolisme tanaman positif atau negatif. Suhu optimal dari media pertumbuhan dapat berkontribusi terhadap peningkatan dan mengoptimalkan proses fisiologis tanaman. Hidayat (2011) mengungkapkan jika semakin tinggi suhu lingkungan tanaman maka semakin tinggi pula tingkat penyerapan tanaman tersebut, dimana suhu lingkungan akan menyebabkan proses fotosintesis meningkat, sehingga penyerapan nutrisi oleh tanaman juga akan meningkat. Menurut Gerbano (2005) dalam Ratnani *et al* (2011), suhu air yang ideal untuk pertumbuhan Eceng gondok (*E. Crassipes*) adalah 28-30°C.

2.7.3 Derajat Keasaman (pH)

Menurut Sugiharto (1987) dalam Apriadi (2008) mengatakan bahwa air limbah dengan konsentrasi pH yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis, sehingga mengganggu proses penjernihannya. Laju dekomposisi bahan organik turut dipengaruhi pH sebagaimana dipengaruhi pula oleh suhu, ketersediaan oksigen dan sifat bahan organik. Prefensi pH berbeda-beda pada mikroorganisme yang berbeda, akan tetapi secara umum bakteri pendekomposisi tumbuh dengan baik pada kondisi netral hingga agak sedikit basa. Bahan organik pun terdekomposisi lebih cepat pada kondisi netral atau basa dibandingkan kondisi asam (Boyd) dalam Pratiwi (2010). Nilai pH mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Pada perairan dengan pH rendah, banyak ditemukan senyawa amonium yang dapat terionisasi. Pada suasana alkalis (pH) tinggi lebih banyak ditemukan amonia yang tidak terionisasi dan bersifat toksik (Apriadi, 2008).

Menurut Sudarwin (2003), banyak tanaman air yang dapat bertahan hidup dengan pH berkisar antara 6,5-7,4. Tetapi tidak semua tanaman air hidup pada

kisaran itu melainkan tergantung dari jenis tanaman. Menurut Wardhana (2005) dalam Pratiwi (2010), air yang memiliki pH lebih kecil dari pH normal akan bersifat asam, sedangkan air yang mempunyai pH lebih besar dari normal akan bersifat basa. Air limbah dan bahan buangan dari kegiatan industri yang dibuang ke sungai akan mengubah pH air yang akhirnya dapat mengganggu kehidupan organisme dalam air.



3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah Eceng gondok (*Eichornia crassipes*), amonium (NH_4) dan limbah cair Rumah Sakit Saiful Anwar yang telah diolah di Instalasi PenyehatanLingkungan. Parameter utama yang diukur yaitu perubahan kandungan amonium (NH_4)dan orthofosfat (PO_4) pada media tanam. Sedangkan parameter kualitas air yang diukur yaitu oksigen terlarut (DO), suhu dan pH.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan penelitian yang digunakan untuk pengukuran parameter dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Alat Penelitian beserta Fungsinya

No	Nama Alat	Fungsi
1	Spektrofotometer	Menganalisa amonium dan phospat pada media tanam dan air sampel
2	DO meter	Mengukur Oksigen Terlarut air
3	pH Meter	Mengukur pH dan suhu air
4	Erlenmenyer 500 ml	Wadah sampel
5	Bak percobaan 10 liter	Wadah percobaan
6	Pipet volume	Mengambil larutan dalam skala besar atau yang diinginkan
7	Bola Hisap	Membantu mengambil larutan
8	Cuvet	Wadah untuk pengukuran amonium

Tabel 2. Bahan Penelitian beserta Fungsinya

No.	Bahan	Fungsi
1.	Air PDAM	Aklimatasi tanaman air
2.	Eceng gondok	Tanaman yang akan dianalisa konsentrasi amonia yang terserap
3.	Larutan larutan ZnSO ₄	Pengukuran amonium
4.	larutan pereaksi Nessler	Pengukuran amonium
5.	Limbah cair rumah sakit	Bahan uji analisis amonium dan fosfat
6.	Kertas Label	Pemberi Keterangan
7.	Larutan SnCl ₂	Pengukuran fosfat
8.	amonium molybdat	Pengukuran fosfat

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Menurut Hanifah (2005), metode eksperimen atau percobaan suatu tindakan coba-coba yang dirancang untuk menguji hipotesa yang diajukan dan dalam penelitian ini kondisi baik bahan, media maupun lingkungannya dibuat sehomogen mungkin. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap Tersarang dengan perlakuan prosentase penutupan 25%, 50% dan 100% sebagai dan lama kontak 0, 2, 4, 6 hari serta ulangan dilakukan secara tiga kali. Sehingga didapatkan rancangan yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rancangan Penelitian dengan RAL Tersarang

Perlakuan	Lama Kontak (hari)	Ulangan		
		I	II	III
Penutupan 25%	0			
	2			
	4			
	6			
Penutupan 50%	0			
	2			
	4			
	6			
Penutupan 100%	0			
	2			
	4			
	6			

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah model umum dari Rancangan Acak Lengkap Tersarang yaitu :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{j(i)} + \varepsilon_{(ij)k}$$

Dengan $i = 1, 2, \dots, a$

$j = 1, 2, \dots, b$

$k = 1, 2, \dots, c$

Keterangan :

Y_{ijk} = variabel respon (penyerapan amonium dan fosfat) karena prosentase penutupan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dan lama kontak.

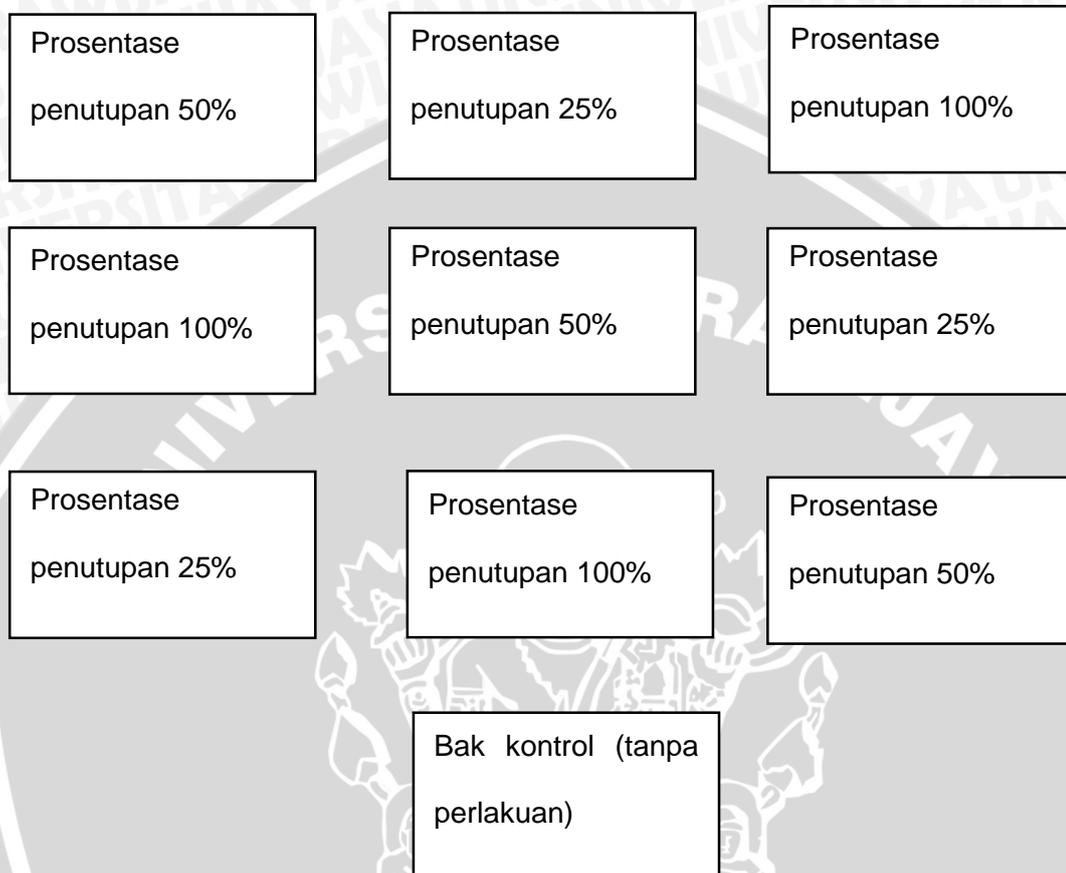
μ = rata-rata sebenarnya (berharga konstan)

α_i = efek taraf ke i pada kolom perlakuan prosentase penutupan

$\beta_{j(i)}$ = efek taraf ke j pada kolom lama kontak yang bersarang pada kolom prosentase penutupan taraf ke i

\sum_{kij} = Pengaruh galat percobaan untuk ulangan ke k pada lama kontak taraf ke j yang bersarang pada perlakuan prosentase penutupan taraf ke i

Tata letak bak percobaan dilakukan secara acak, adapun denah tata letak berdasarkan prosentase penutupannya di bak percobaan yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Denah Tata Letak Bak Percobaan

3.4 Persiapan Penelitian

1. Persiapan Wadah

Wadah yang digunakan dalam penelitian yaitu 10 bak percobaan yang terdiri dari 9 bak perlakuan dan 1 bak kontrol dengan volume 14 liter, dimana fungsi dari bak kontrol ini adalah sebagai pembanding antara bak yang diberi perlakuan dan tidak. Bak percobaan diletakkan di tempat dengan instalasi cahaya matahari yang cukup dan terlindung dari hujan. Urutan bak percobaan dilakukan secara acak setiap perlakuan.

2. Penyortiran Eceng gondok (*Eichornia crassipes*)

Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) diperoleh dari populasi di danau senggeng kabupaten Malang, lalu dicuci bersih dan dipilih yang memiliki berat, ukuran dan lebar daun yang sama serta daun dalam keadaan segar dan tidak menguning.

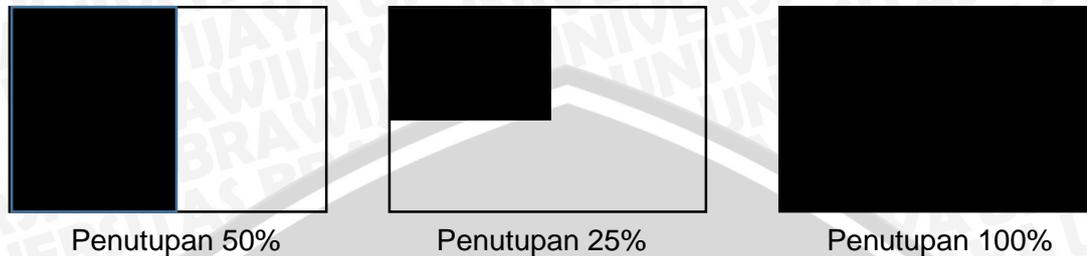
3. Aklimitasi Eceng gondok (*Eichornia crassipes*)

Tanaman air Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) yang telah dipilih kemudian dibersihkan dari kotoran yang menempel untuk selanjutnya diaklimitasi sebelum penelitian. Aklimitasi tanaman dilakukan dengan mengadaptasikan tanaman selama 3 hari dengan air PDAM. Aklimitasi dilakukan di Instalasi Penyehatan Lingkungan Rumah Sakit Saiful Anwar. Tanaman diaklimitasi selama 3 hari dengan tujuan agar menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya, untuk mengurai pengotor dalam akar sehingga diharapkan tanaman dapat menyerap amonia dalam kondisi optimum. Pengukuran amonium, phospat dan kualitas air dilakukan setiap dua hari.

4. Penentuan Prosentase Penutupan

Langkah awal dalam menentukan prosentase penutupan pada penelitian ini adalah satu bak penelitian diberi tanaman Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) sampai memenuhi permukaan bak, lalu dihitung berapa batang tanamannya dan dihitung sebagai penutupan 100%. Kemudian jumlah total batang tanaman yang ada dalam bak percobaan sampai penuh tersebut dikalikan setengah sebagai penutupan 50% dan dikalikan seperempat sebagai penutupan 25%. Penutupan 0% tidak diberi perlakuan penutupan karena digunakan sebagai bak kontrol. Setelah melakukan hasil tersebut, langkah selanjutnya adalah memberi batas dengan benang pada setiap perlakuan pada perlakuan penutupan 100%, 50% dan 25%. Setelah itu Eceng gondok (*Eichornia*

crassipes)disebar merata ke seluruh bak percobaan. Ilustrasi dari perlakuan penentuan prosentase penutupan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Ilustrasi Penentuan Prosentase Penutupan

Keterangan

 = daerah bak yang tertutupi Eceng gondok (*Eichornia crassipes*)

 daerah bak yang tidak tertutupi Eceng gondok (*Eichornia crassipes*)

3.5 Pengukuran Amonium

Untuk prosedur pengukuran amonium menurut Instruksi Kerja Instalasi Penyehatan Lingkungan RSUD Dr. Saiful Anwar Malang (2011) yaitu:

- Diukur masing-masing 50 ml air blanko dan air sample
- Dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml yang berbeda
- Ditambahkan masing-masing 1 ml Larutan Kalium Natrium Tidrat
- Ditambahkan masing-masing 2 ml Larutan Nessler
- Diaduk dan biarkan proses reaksi berlangsung paling sedikit 10 menit
- Dimasukkan ke dalam cuvet dan baca serapannya pada spektrofotometer dengan panjang 400-425 nm
- Setelah terbaca serapannya di spektrofotometer di masukkan ke dalam rumus berikut ; $NH_4H = \frac{18}{14} \times F \times \text{Bacaan serapan di spektrofotometer}$

dimana nilai F didapat dari tabel pH dan suhu dari air sampel sebelum diuji kadar amoniumnya. Tabel tersebut dapat dilihat pada lampiran 1.

3.6 Pengukuran Phospat

Prosedur pengukuran fosfat menurut Instruksi Kerja Instalasi Penyehatan Lingkungan RSUD Dr. Saiful Anwar Malang (2011) adalah sebagai berikut:

- Diukur masing-masing 100 ml air blanko dan air sample
- Dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml yang berbeda
- Ditambahkan masing-masing 3 ml Larutan Amonium Molidibat
- Ditambahkan masing-masing 1 tetes Larutan Stano Klorida
- Diaduk dan biarkan proses reaksi berlangsung paling sedikit 10 menit
- Dimasukkan ke dalam cuvet dan baca serapannya pada spektrofotometer dengan panjang 650-700 nm

3.7 Parameter Kualitas Air Pendukung

3.7.1 Oksigen Terlarut (DO)

Menurut Suprpto (2011), untuk mengetahui oksigen terlarut dalam air dapat diukur menggunakan DO meter yaitu dengan cara :

1. Melakukan kalibrasi DO meter dengan larutan zero (DO 0%) dan 100% (udara lembab) / sesuai instruksi kerja alat DO meter
2. Untuk contoh uji yang mempunyai suhu tinggi, mengkondisikan contoh uji sampai suhu kamar
3. Mengeringkan dengan kertas tisu selanjutnya bilas elektroda dengan aquadest
4. Membilas elektroda dengan contoh uji
5. Mencelupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai DO meter menunjukkan pembacaan yang tetap
6. Mencatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari DO meter.

3.7.2 Derajat Keasaman (pH)

Menurut Harsono (2014) pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter. Adapun prosedur yang dilakukan yaitu pertama mengambil air sampel yang akan diukur pH nya, kemudian ambil unit pH meter. Nyalakan pH meter dan masukkan ke sampel air. Tunggu beberapa saat sampai angka pembacaan menunjukkan nilai yang konstan.

3.7.3 Suhu

Suhu air limbah diukur dengan menggunakan thermometer air raksa yang mempunyai garis skala 0,1°C. Pengukuran langsung dilakukan di lokasi tempat pengambilan sampel kemudian dicatat hasil yang didapat.

3.8 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian, kemudian dianalisis secara statistik manual dengan menggunakan analisis keragaman (ANOVA) sesuai dengan rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap Tersarang (RAL-Tersarang). Analisis keragaman (ANOVA) dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap respon yang diukur dengan uji F dengan taraf 5% dan 1%. Jika terdapat hasil yang berbeda nyata maka dilakukan uji BNT pada taraf 5% dan 1% untuk mengetahui perlakuan mana yang paling berpengaruh.

Menurut Hanafiah (2005), apabila hasil analisis keragaman/sidik ragam ternyata berbeda nyata atau berbeda sangat nyata maka dilakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan sehingga didapatkan urutan terbaik dengan menggunakan rumus :

$$SED = \sqrt{\frac{2xKT \text{ acak}}{r}}$$

$$BNT \ 5\% = t \text{ tabel } 5\% \text{ (db acak)} \times SED$$

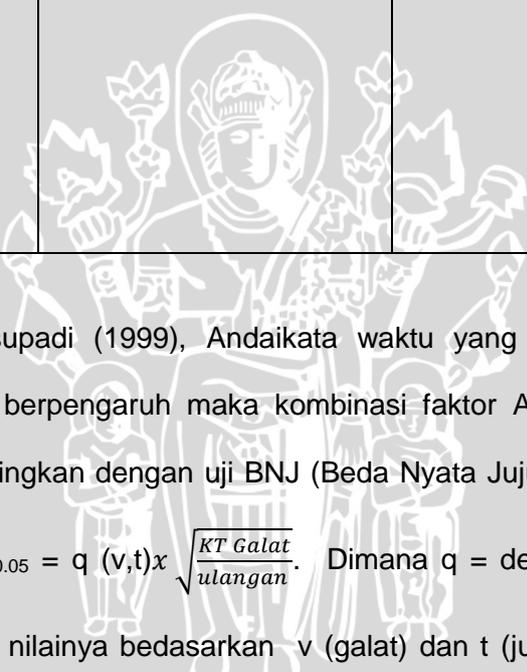
Kemudian dibuat Tabel BNT yang merupakan tabel selisih harga rata-rata terbesar ke terkecil atau sebaliknya, tergantung parameter yang diamati.

Selanjutnya dibandingkan dengan nilai BNT 5% dan 1% dengan ketentuan :

- Bila selisih < BNT 5% \longrightarrow n.s (non significant), berarti tidak berbeda nyata
- Bila BNT 5% <, \longrightarrow berarti berbeda nyata

Ditentukan notasinya dengan ketentuan notasi sama apabila hasilnya tidak berbeda nyata seperti Tabel 5.

Tabel 4. Tabel Beda Nyata Terkecil

Rata-rata perlakuan	Kecil \longrightarrow Besar	Notasi
Kecil \downarrow Besar		

Menurut Sastrosupadi (1999), Andaikata waktu yang tersarang dalam perlakuan pada uji F berpengaruh maka kombinasi faktor A (perlakuan) dan faktor B(waktu) dibandingkan dengan uji BNJ (Beda Nyata Jujur) dengan rumus sebagai berikut : $BNJ_{0.05} = q(v,t) \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{\text{ulangan}}}$. Dimana q = derajat bebas pada tabel HSD yang dapat nilainya berdasarkan v (galat) dan t (jumlah waktu yang tersarang dalam perlakuan).

Setelah itu dihitung dan diurutkan rata-rata kombinasi antara kombinasi waktu yang tersarang dalam perlakuan untuk mengetahui perlakuan mana yang paling berpengaruh.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakterisasi Limbah Cair Rumah Sakit Saiful Anwar

Limbah cair di ambil dari bak indikator IPL (Instalasi Penyehatan Lingkungan) Rumah Sakit Saiful Anwar Malang dimana limbah tersebut adalah hasil akhir dari pengolahan limbah di tempat tersebut. Karakteristik dari limbah cair pada waktu di saat pengambilan mempunyai suhu 26°C dengan nilai pH 7.59 dan mempunyai kandungan oksigen terlarut (DO) sebesar 8,21 mg/l, bewarna putih bening dan tidak berbau, serta memiliki amonium (NH₄) sebesar 0,0056 mg/l dan fospat sebesar 0,071 mg/l.

4.2 Kondisi Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) selama penelitian

Sebelum penelitian keadaan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) memiliki daun yang bewarna hijau segar, ukurannya relatif sama dan kondisi akar juga bagus dan sehat. Seiring dengan berjalannya waktu dalam penelitian dan tumbuhan yang digunakan dalam penelitian ini mulai melakukan adaptasi lingkungan baru dengan media tanam pada bak percobaan. Adaptasi tumbuhan dengan lingkungan tersebut ditunjukan dengan adanya perubahan secara bertahap dari hari ke hari yang meliputi warna daun dan kondisi akar.

Pada hari ke-0 daun tumbuhan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) masih hijau segar dan masih belum ada kerontokan pada akar.



Gambar 5. Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) pada hari ke-0

Pada hari ke-2 daun tumbuhan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) masih hijau segar dan beberapa muncul bintik-bintik coklat.



Gambar 6. Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) pada hari ke-2

Pada hari ke-4 daun tumbuhan Eceng gondok (*E. crassipes*) pada bagian daun dan batang mulai kecoklatan namun tidak mendominasi sedangkan masih belum ditemukan kerontokan pada akar.



Gambar 7. Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) pada hari ke-4

Pada hari ke-6 daun tumbuhan Eceng gondok (*E. crassipes*) Daun menjadi kuning kecoklatan dan mulai jatuh pada kolom perairan serta terjadi beberapa kerontokan akar.



Gambar 8. Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) pada hari ke-6

Gambar dan deskripsi di atas menunjukkan adanya perubahan kondisi fisik dari tanaman Eceng Gondok (*E. crassipes*) selama waktu penelitian. Perubahan warna daun dari yang berwarna hijau hingga menjadi kecoklatan sampai layu yang terjadi pada Eceng Gondok (*E. crassipes*) sebanding dengan semakin lamanya waktu fitoremediasi disebabkan karena berkurangnya unsur hara dalam air limbah. Menurut Hermawati *et al.*, (2005), perubahan warna daun menjadi kekuningan pada beberapa spesies dapat disebabkan oleh pencemaran bahan organik.

Tanaman Eceng Gondok (*E. crassipes*) mengalami perubahan warna dari hijau segar menjadi kecoklatan hingga layu dikarenakan tumbuhan tersebut telah mengalami defisiensi nitrogen seperti yang dikatakan Samekto dalam Budisanjaya (2013), bagian dari tanaman yang sering menjadi indikator kurangnya ketersediaan nitrogen adalah bagian daun, karena daun merupakan organ aktif untuk asimilasi dan dapat merefleksikan status nutrisi dari tanaman. Defisiensi nitrogen ditandai dengan perubahan warna daun yang menguning,

dimulai dari bagian bawah daun. Defisiensi yang kuat akan menyebabkan daun berwarna semakin coklat dan mati.

4.3 Kualitas Air Pendukung

4.3.1 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor fisika yang dapat mempengaruhi proses kimia tanaman air dan medianya. Hasil pengukuran suhu yang diperoleh saat penelitian memiliki nilai rata-rata berkisar antara 26- 28. °C. Data hasil rata-rata suhu pada saat penelitian dapat dilihat pada Tabel 6.

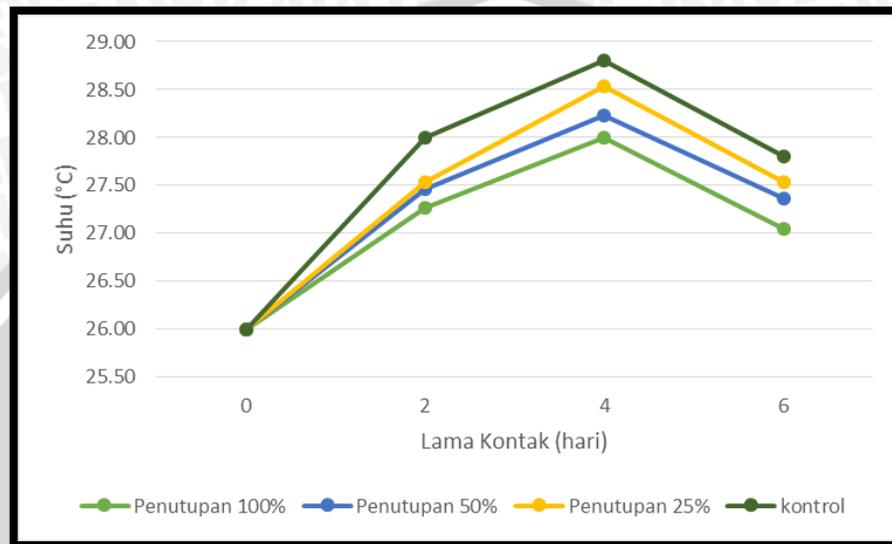
Tabel 5. Rata-rata Suhu pada media tanam

Perlakuan Penutupan (%)	Pengamatan hari ke	Ulangan (mg/l)			Rata-rata
		I	II	III	
100	0	26	26	26	26.00
	2	27.6	27.4	26.8	27.27
	4	28.3	28.3	27.4	28.00
	6	27.6	27.2	26.9	27.05
50	0	26	26	26	26.00
	2	27.5	27.8	27.1	27.47
	4	28.8	28.3	27.6	28.23
	6	27.8	27.9	26.4	27.37
25	0	26	26	26	26.00
	2	27.2	27.5	27.9	27.53
	4	28.9	28.2	28.5	28.53
	6	27.5	27.8	27.3	27.53
Kontrol	0	26			
	2	28			
	4	28.8			
	6	27.8			

Tabel 9. di atas dapat dilihat bahwa perubahan suhu pada masing-masing bak percobaan tidak terlalu signifikan sehingga pada kedua bak dengan perlakuan yang berbeda mempunyai kisaran suhu yang hampir sama atau tidak berbeda jauh. Berdasarkan kisaran suhu pada bak percobaan yang ditanami oleh tumbuhan air Eceng Gondok (*E. crassipes*) masih dapat dikatakan bagus

untuk pertumbuhan tanaman jika dilihat nilai kisaran suhu menurut Kusumastuti (1995) dalam Aeni et al., (2011), suhu optimum yang sesuai untuk pertumbuhan Eceng Gondok (*E. crassipes*) adalah berkisar antara 25-30 °C.

Hasil pengukuran suhu dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Perubahan Suhu Selama Penelitian

Gambar 5. di atas menunjukkan bahwa hasil pengukuran suhu pada bak percobaan yang ditanami oleh Eceng Gondok (*E. crassipes*) terus mengalami peningkatan pada hari ke-0 sampai hari ke-4 kemudian mengalami penurunan di hari ke-6. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi suhu semakin tinggi tingkat penyerapan nutrisi dalam penelitian ini nutrisi yang dimaksud adalah amonium dan Phosphat. Penurunan suhu yang terjadi di hari ke-6 dikarenakan pada waktu pengukuran saat itu cuaca sedang mendung sehingga bak percobaan kurang tersinari oleh sinar matahari. Suhu tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol karena semakin sedikit permukaan perairan di bak yang tertutupi semakin banyak cahaya matahari yang dapat masuk ke perairan tersebut dan menyebabkan suhu di bak perlakuan meningkat. Hal ini sesuai dengan pendapat Hidayat (2011), jika semakin tinggi suhu lingkungan tanaman maka semakin tinggi pula tingkat penyerapan oleh tanaman, dimana suhu lingkungan akan

menyebabkan proses fotosintesis meningkat sehingga penyerapan nutrisi oleh tanaman juga semakin meningkat. Menurut Rosnah (2012), semakin tinggi suhu lingkungan tanaman maka semakin tinggi penyerapan oleh tanaman, dimana suhu lingkungan akan menyebabkan proses fotosintesis meningkat, sehingga penyerapan tanaman terhadap unsur hara meningkat juga.

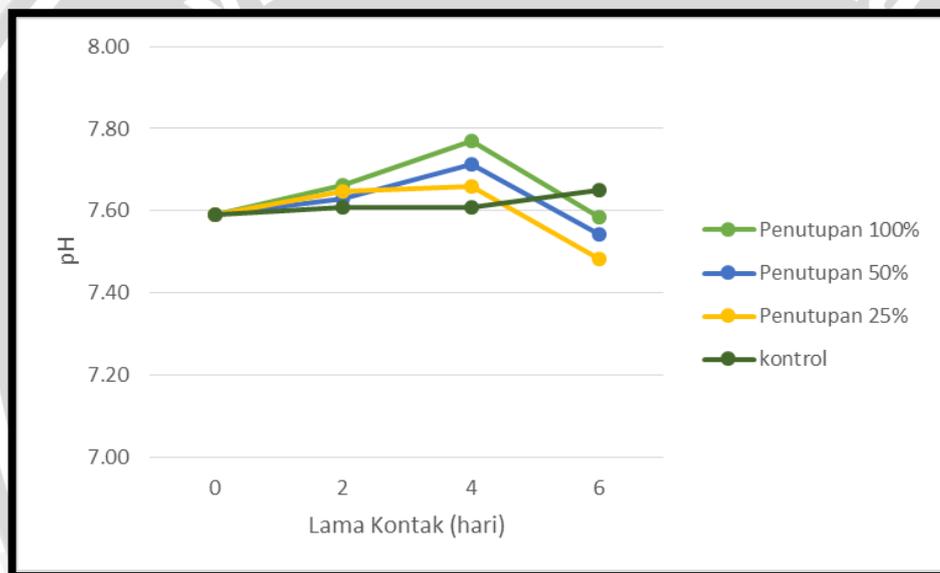
4.3.2 pH

Derajat keasaman (pH) media tanam merupakan faktor kimia yang berpengaruh terhadap laju pertumbuhan tanaman, hal ini karena mempengaruhi pertumbuhan akar (Purnamasari, 2014) Nilai pH di media pada tanaman air Eceng Gondok (*E. crassipes*) memiliki nilai rata-rata berkisar antara 7.48-7.77. Data hasil rata-rata pH pada media tanam dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel.6 Rata-rata pH pada Media Tanam

Perlakuan Penutupan (%)	Pengamatan hari ke	Ulangan (mg/l)			Rata-rata
		I	II	III	
100	0	7.59	7.59	7.59	7.59
	2	7.72	7.62	7.65	7.66
	4	7.79	7.83	7.69	7.77
	6	7.52	7.58	7.65	7.58
50	0	7.59	7.59	7.59	7.59
	2	7.69	7.62	7.58	7.63
	4	7.72	7.73	7.69	7.71
	6	7.51	7.59	7.53	7.54
25	0	7.59	7.59	7.59	7.59
	2	7.62	7.64	7.68	7.65
	4	7.76	7.59	7.63	7.66
	6	7.55	7.42	7.48	7.48
Kontrol	0	7.59			
	2	7.61			
	4	7.61			
	6	7.65			

Bedasarkan nilai pH yang tertera di tabel dapat diketahui bahwa kondisi pH pada media tanam masih cukup mendukung untuk pertumbuhan tanaman. Menurut Salisbury dan Ross (1995), tanaman tidak dapat tumbuh pada pH yang sangat rendah (di bawah 4,0) dan sangat tinggi (di atas 9,0) karena pH tersebut merupakan kondisi yang sangat beracun bagi pertumbuhan akar tanaman. Menurut Kusumastuti dalam Aeni et al., (2011), derajat kemasaman (pH) optimum untuk pertumbuhan Eceng Gondok (*E. crassipes*) adalah berkisar 7,0-7,5 dan dapat hidup pada pH 3,5-10. Hasil pengukuran pH pada saat penelitian dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar. 10



Gambar 10. Grafik Perubahan pH selama Penelitian

Bedasarkan tabel tersebut dapat diketahui semakin bertambahnya lama kontak tanaman Eceng Gondok (*E. crassipes*) dengan limbah yang berada di media tanam pH nya semakin meningkat mulai pada hari ke-0 samapai hari ke-4, kemudian mengalami penurunan pada hari ke-6. Hal ini dikarenakan kadar pH di suatu perairan ditentukan oleh aktivitas respirasi dan fotosintesis. Ketika aktivitas fotosintesis lebih tinggi daripada respirasi maka oksigen di perairan tersebut akan bertambah dan karbondioksida akan berkurang dan berkurangnya

karbondioksida di perairan tersebut menyebabkan peningkatan pH. Sedangkan pada hari ke-6 pH mengalami penurunan hal tersebut dikarenakan suhu pada hari tersebut menurun dan cahaya matahari lebih sedikit yang masuk ke bak percobaan dibanding hari-hari sebelumnya dan sebagian tanaman sudah layu dan daunnya menguning . Hal tersebut menyebabkan aktivitas respirasi yang dilakukan mikroba lebih besar daripada fotosintesis Eceng gondok (*E. crassipes*) yang sudah layu. Berdasarkan perlakuan penutupan Eceng gondok (*E. crassipes*), peningkatan pH yang terbesar terjadi pada perlakuan 100%. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak tanaman air yang berada di bak percobaan maka aktivitas fotosintesis makin meningkat. Wetzel (1983) dalam Izzati (2002) mengatakan tingkat keasaman (pH) perairan merupakan parameter kualitas air yang penting dalam ekosistem perairan tambak. Perubahan pH ditentukan oleh aktivitas fotosintesis dan respirasi dalam ekosistem. Fotosintesis memerlukan karbon dioksida, yang oleh komponen autotrof akan dirubah menjadi monosakarida. Penurunan karbon dioksida dalam ekosistem akan meningkatkan pH perairan. Sebaliknya, proses respirasi oleh semua komponen ekosistem akan meningkatkan jumlah karbon dioksida, sehingga pH perairan menurun. Pada perlakuan kontrol pH pada bak perlakuan meningkat secara perlahan karena walaupun tidak diberi agen fitoremediasi oksigen masuk ke dalam bak secara difusi dari hari ke hari dan menyebabkan oksigen meningkat dimana oksigen adalah senyawa yang bersifat basa dan menyebabkan peningkatan pH.

4.3.3 DO

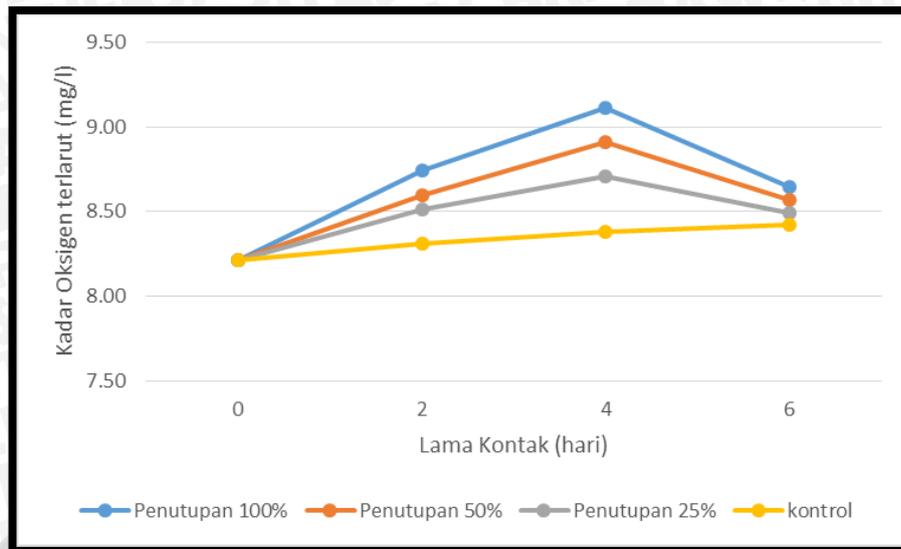
Oksigen terlarut sangat berperan dalam proses dekomposisi, jika oksigen tersedia di perairan, maka akan terjadi dekomposisi aerob. Jika oksigen sangat sedikit atau tidak tersedia di perairan, maka akan terjadi dekomposisi anaerob. Nilai rata-rata pengukuran oksigen terlarut (DO) yang didapatkan pada penelitian

ini berkisar antara 8.21-9.11 mg/l. Data hasil rata-rata oksigen terlarut pada saat penelitian dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata DO pada media tanam

Perlakuan Penutupan (%)	Pengamatan hari ke	Ulangan (mg/l)			rata-rata
		I	II	III	
100	0	8.21	8.21	8.21	8.21
	2	8.71	8.82	8.69	8.74
	4	9.23	9.32	8.78	9.11
	6	8.57	8.76	8.61	8.65
50	0	8.21	8.21	8.21	8.21
	2	8.67	8.52	8.59	8.59
	4	9.07	8.78	8.87	8.91
	6	8.63	8.55	8.52	8.57
25	0	8.21	8.21	8.21	8.21
	2	8.51	8.49	8.54	8.51
	4	8.79	8.53	8.81	8.71
	6	8.56	8.49	8.43	8.49
Kontrol	0	8.21			
	2	8.31			
	4	8.38			
	6	8.42			

Tabel diatas menunjukkan bahwa selama penelitian terjadi fluktuasi naik dan turunnya oksigen terlarut yang berada di setiap bak penelitian. Flutuasi tersebut terjadi dikarenakan proses respirasi, fotosintesis dan difusi oksigen dari udara. Menurut Effendi (2003), sumber oksigen terlarut di perairan dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (sekitar 35%). Fluktasi harian oksigen dapat mempengaruhi parameter kimia lain, terutama saat kondisi tanpa oksigen, yang dpat mengakibatkan perubahan sifat kelarutan beberapa unsur kimia di perairan. Hasil pengukuran DO pada saat penelitian dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar. 11



Gambar 11. Grafik Perubahan Oksigen Terlarut Selama Penelitian

Gambar grafik di atas menunjukkan bahwa hasil pengukuran oksigen terlarut dari awal sampai akhir penelitian terjadi perubahan pada bak percobaan. Pada umumnya kadar oksigen terlarut (DO) setiap harinya mengalami kenaikan pada bak percobaan yang ditanami oleh Eceng Gondok (*E. crassipes*) kecuali pada hari ke-6 mengalami penurunan. Penurunan kadar oksigen terlarut pada media tanam dipengaruhi oleh faktor cahaya matahari yang kurang bisa masuk ke dalam Laboratorium Instalasi Penyegatan Lingkungan Rumah Sakit Saiful Anwar. Cahaya yang sangat diperlukan untuk melakukan fotosintesis, dimana hasil dari fotosintesis itu adalah oksigen serta terjadinya proses dekomposisi bahan organik dikarenakan Eceng gondok (*E. crassipes*) sebagian besar mengalami kelayuan. Menurut Hadinafta (2009), dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai nol (anaerob). Cahaya matahari akan membantu proses terjadinya fotosintesis yang akan menghasilkan oksigen terlarut yang merupakan faktor penting dalam kehidupan akuatik (Margono, 2009).

Kenaikan kadar oksigen terlarut yang terjadi pada hari ke-0 sampai hari ke-4 dikarenakan adanya aktivitas fotosintesis yang dilakukan oleh Eceng Gondok

(*E. crassipes*), semakin banyak tanaman air dalam bak perlakuan makan semakin banyak pula oksigen yang dihasilkan karena itu perlakuan dengan penutupan 100% memiliki rata-rata kadungan oksigen terlarut terbanyak. Sedangkan pada perlakuan kontrol oksigen dari hari ke hari naik tapi tidak sebesar yang diberi perlakuan. Hal tersebut dikarenakan oksigen bertambah ke bak perlakuan kontrol melalui difusi udara secara langsung.

4.4 Kemampuan Penyerapan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap Amonium

Unsur nitrogen dalam perairan dapat berbentuk gas nitrogen (N_2), amonia (NH_3) terlarut atau senyawa amonium (NH_4^+), nitrit (NO_2) dan nitrat (NO_3^-) yang merupakan mata rantai daur (siklus) nitrogen dalam perairan alami.

Pada air limbah rumah sakit kandungan amonium berasal dari aktivitas ekskresi manusia, dan proses dekomposisi bahan organik dari sisa makanan pasien rumah sakit. Menurut Effendi (2003), sumber amonia lainnya di perairan adalah gas nitrogen dari proses difusi udara yang tereduksi di dalam air. Amonia di perairan dapat dijumpai dalam bentuk amonia total yang terdiri dari amonia bebas (NH_3) dan ion amonium (NH_4).

Amonia (NH_4) pada suatu perairan berasal dari urin dan feses yang dihasilkan oleh ikan. Kandungan amonia ada dalam jumlah yang relatif kecil jika dalam perairan kandungan oksigen terlarut tinggi. Sehingga kandungan amonia dalam perairan bertambah seiring dengan bertambahnya kedalaman. Pada dasar perairan kemungkinan terdapat amonia dalam jumlah yang lebih banyak dibanding perairan di bagian atasnya karena oksigen terlarut pada bagian dasar relatif lebih kecil (Welch, 1952 dalam Setiawan, 2006). Kemampuan Eceng Gondok (*E. crassipes*) dalam menurunkan kandungan kadar amonium pada media tanam ditunjukkan dengan adanya perubahan konsentrasi selama waktu

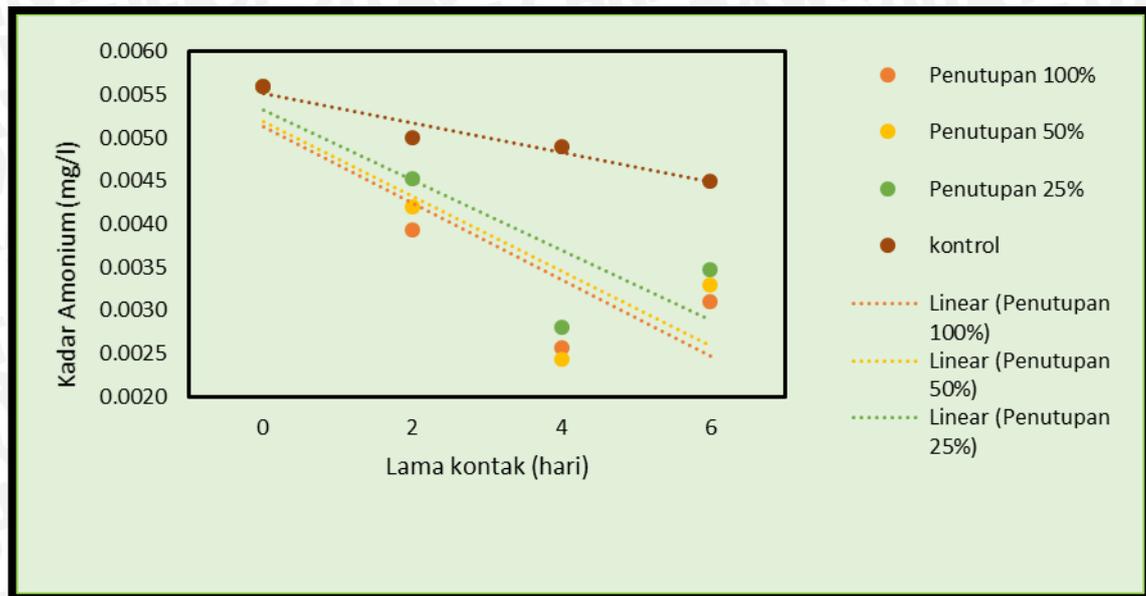
pengamatan. Hasil konsentrasi amonium pada media tanam dapat dilihat pada

Tabel 8

Tabel 8 Rata-rata Amonium pada media tanam

Perlakuan Penutupan (%)	Pengamatan hari ke	Ulangan (mg/l)			Rata-rata
		I	II	III	
100	0	0.0056	0.0056	0.0056	0.0056
	2	0.0038	0.0031	0.0029	0.0033
	4	0.0016	0.0018	0.0019	0.0018
	6	0.0023	0.0019	0.0025	0.0022
50	0	0.0056	0.0056	0.0056	0.0056
	2	0.0032	0.0028	0.0026	0.0029
	4	0.0013	0.0034	0.0018	0.0022
	6	0.0023	0.003	0.0026	0.0026
25	0	0.0056	0.0056	0.0056	0.0056
	2	0.0045	0.0035	0.0041	0.0040
	4	0.0021	0.0040	0.0036	0.0032
	6	0.0032	0.0034	0.0042	0.0036
Kontrol	0	0.0056			
	2	0.005			
	4	0.0049			
	6	0.0045			

Perlakuan fitoremediasi menunjukkan bahwa tingkat konsentrasi nilai rata-rata amonium terkecil dalam media pada bak percobaan yang ditanami tumbuhan air Eceng Gondok (*E. crassipes*) yaitu sebesar 0.0018 mg/l yang terdapat pada perlakuan penutupan 100% pada hari ke 4. Berdasarkan Tabel di atas kandungan amonium di limbah Rumah Sakit Saiful Anwar Malang masih belum melebihi ambang batas karena menurut Peraturan Gubernur Jatim nomer 72 tahun 2013 batas maksimum kandungan amonium di dalam limbah rumah sakit sebelum di buang ke perairan umum adalah sebesar 0.1 mg/l.



Gambar 12. Grafik Penyerapan Eceng Gondok (*E. crassipes*) terhadap amonium.

Kandungan amonium yang berada di Rumah Sakit Saiful Anwar berasal dari aktivitas ekskresi manusia, yaitu urine dan feses yang banyak bahan organik yang berasal dari sisa metabolisme tubuh. Amonia di perairan berasal dari sisa metabolisme (ekskresi) hewan dan proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme (Wibowo, 2009). Berdasarkan grafik tersebut kandungan amonium di limbah cair Rumah Sakit Saiful Anwar relatif menurun. Pada hari ke-0 sampai ke-4 amonium mengalami penurunan pada setiap perlakuan, namun pada hari ke-6 ada kenaikan sedikit karena pada hari ke-6 tanaman Eceng Gondok (*E. crassipes*) mengalami kelayuan, daunnya menguning kecoklatan sehingga penyerapan yang dilakukan tidak optimum seperti hari sebelumnya. Penyerapan yang dilakukan Eceng Gondok (*E. crassipes*) tidak optimum karena ketika tanaman tersebut layu maka proses fotosintesis tidak optimum dan berkurang di banding hari hari sebelumnya dan menyebabkan respirasi yang dilakukan mikroba dalam bak pengamatan lebih tinggi yang menyebabkan kandungan karbondioksida lebih tinggi daripada kandungan oksigen terlarut,

ketika kandungan karbondioksida lebih tinggi daripada oksigen menyebabkan pH di perairan menjadi asam, dan ketika pH rendah maka kadar amonium akan naik. Tingkat racun dari amonia selain karena faktor pH dan amonia juga dipengaruhi oleh kandungan oksigen di dalam air. Air dengan nilai pH rendah maka yang dominan adalah amonium (NH_4), sebaliknya bila nilai pH tinggi yang dominan adalah amonia (NH_3) dan amonia adalah bentuk yang paling beracun dari amonia (Yahya, 2011).

Hasil keseluruhan dari ke-0 sampai dengan hari ke-6 dapat dikatakan mengalami penurunan kadar amonium pada semua perlakuan sedangkan pada perlakuan kontrol mengalami penurunan namun tidak terlalu drastis dan cenderung stabil. Hal ini membuktikan bahwa Eceng gondok (*E.crassipes*) dapat menyerap amonium pada limbah Rumah Sakit Saiful Anwar Malang. Sesuai pendapat Zaman dan Sutrisno (2006), tumbuhan Eceng gondok (*E.crassipes*) dapat menurunkan konsentrasi amonia dalam limbah rumah sakit.

Berdasarkan hasil analisa ragam yang dapat dilihat pada Lampiran 3. dilakukan uji F untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap respon yang diukur sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Sidik Ragam Konsentrasi Amonium (NH_4) Pada Media Tanam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel 5 %	F tabel 1%
Perlakuan	2	2.659E-07	1.329E-07	1.5906	3.4	5.61
Waktu dalam perlakuan	9	2.344E-05	2.604E-06	31.1609**	2.3	3.25
Galat	24	2.006E-06	8.358E-08			
Total	35					

Keterangan ** = berbeda sangat nyata

Bedasarkan tabel Anova di atas dapat diketahui perlakuan penutupan dan waktu yang tersarang dalam perlakuan tidak memiliki pengaruh yang nyata terhadap penurunan amonium (NH_4). Hal tersebut dibuktikan dengan F hitung pada perlakuan dan waktu yang tersarang dalam perlakuan kurang dari F tabel 5%. Pada waktu yang tersarang dalam perlakuan terdapat perbedaan yang sangat nyata dibuktikan dengan F hitung melebihi nilai F tabel 1%. Kombinasi waktu yang tersarang yang terbaik berdasarkan uji BNJ (Beda Nyata Jujur) adalah perlakuan penutupan 50% pada hari ke-4.

4.5. Kemampuan Penyerapan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap Phospat

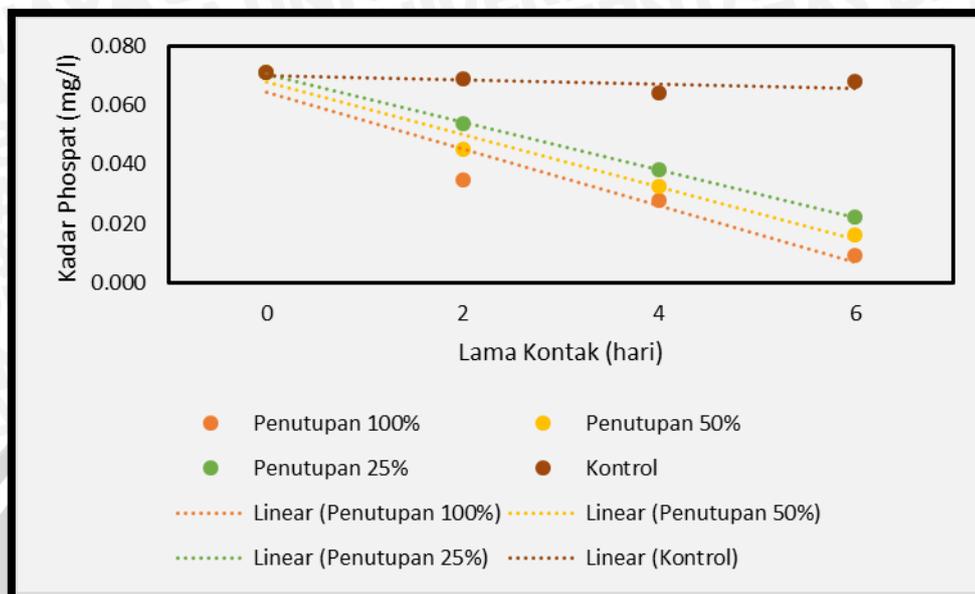
Phospat merupakan salah satu bahan kimia yang sangat penting bagi makhluk hidup. Phospat terdapat di alam dalam dua bentuk yaitu senyawa fosfat organik dan senyawa fosfat anorganik. Senyawa fosfat organik terdapat pada tumbuhan dan hewan, sedangkan senyawa fosfat anorganik terdapat pada air dan tanah dimana Phospat ini terlarut di air tanah maupun air laut yang terkikis dan mengendap di sedimen. Phospat juga merupakan faktor pembatas. Phospat terdapat dalam air alam atau air limbah sebagai senyawa ortofosfat, polifosfat dan fosfat organik. Setiap senyawa fosfat tersebut terdapat dalam bentuk terlarut, tersuspensi atau terikat di dalam sel organisme air. Phospat organik terdapat dalam air buangan penduduk (tinja) dan sisa makanan. Menurut Purnamasari (2014) mengatakan bahwa ortofosfat di dalam perairan dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan air secara langsung tanpa harus adanya penyederhaan senyawa. Kemampuan tumbuhan air dalam menurunkan kandungan senyawa phospat dalam media ditunjukkan dengan adanya perubahan konsentrasi selama waktu pengamatan. Hasil konsentrasi phospat dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Rata-rata Phosfat (PO_4) Pada Media Tanam

Perlakuan Penutupan (%)	Pengamatan hari ke	Ulangan (mg/l)			Rata-rata
		I	II	III	
100	0	0.071	0.071	0.071	0.071
	2	0.038	0.035	0.031	0.035
	4	0.03	0.025	0.026	0.027
	6	0.009	0.007	0.012	0.009
50	0	0.071	0.071	0.071	0.071
	2	0.061	0.059	0.052	0.057
	4	0.032	0.03	0.036	0.033
	6	0.008	0.017	0.013	0.013
25	0	0.071	0.071	0.071	0.071
	2	0.061	0.057	0.063	0.060
	4	0.032	0.039	0.034	0.035
	6	0.014	0.015	0.018	0.016
Kontrol	0	0.071			
	2	0.069			
	4	0.064			
	6	0.068			

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa nilai konsentrasi rata-rata senyawa Phospat terkecil dalam media tanam Eceng Gondok (*E. crassipes*) adalah 0.009 mg/l yang berada pada perlakuan penutupan 100 % pada lama kontak 6 hari sedangkan nilai konsentrasi rata-rata terbesar adalah 0.071 mg/l yang berada pada setiap perlakuan di hari ke-0. Phospat yang berada di limbah Rumah Sakit Saiful Anwar berasal dari sisa detergen yang digunakan oleh pihak Rumah sakit. Dengan kisaran tersebut kandungan Phospat di limbah Rumah Sakit Saiful Anwar tidak melebihi ambang batas dari batas yang ditentukan di Peraturan Gubernur Jatim nomer 72 tahun 2013 karena batas maksimum phospat limbah rumah sakit yang akan di buang ke perairan umum adalah 2 mg/l. Hasil

analisa penurunan konsentrasi senyawa Phospat dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 9.



Gambar 13. Grafik Penyerapan Eceng Gondok (*E. crassipes*) terhadap phospat.

Bedasarkan grafik di atas diketahui bahwa dari hari ke-0 sampai hari ke-6 senyawa phospat terus mengalami penurunan. Perlakuan yang paling mengalami penurunan terbanyak adalah pada perlakuan penutupan 100% karena semakin banyak agen fitoremediasi di dalam bak percobaan maka semakin banyak pula phospat yang terserap. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Purnamasari (2014), dimana semakin banyak individu dari suatu tanaman maka semakin banyak pula unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman tersebut.

Dari hasil penurunan konsentrasi senyawa phospat yang secara terus-menerus oleh tanaman Eceng Gondok (*E. crassipes*) selama 6 hari masa tanam dikarenakan adanya pemanfaatan senyawa phospat anorganik yang terlarut yaitu ortofosfat di dalam suatu perairan yang dibutuhkan oleh tanaman dalam proses metabolismenya yang berperan sebagai enzim di dalam jaringannya yang

berfungsi untuk mempercepat proses pertumbuhan Eceng Gondok (*Eichornna crassipes*). Menurut (Hariyadi *et al.*, 1992 dalam Apridayanti, 2008) fosfat anorganik merupakan salah satu bentuk fosfor (P) yang larut dalam air dan dapat dimanfaatkan oleh organisme nabati atau tanaman air. Unsur hara P merupakan unsur hara yang penting bagi metabolisme sel tumbuhan. Berdasarkan hasil analisa ragam yang telah dilakukan uji F untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap respon yang diukur sebagai mana ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 11. Sidik Ragam Kandungan Phospat (PO₄) pada media tanam.

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kudrat Tengah	FHitung	F tabel 5 %	Ftabel 1%
Perlakuan	2	0.00032	0.00016	13.78664**	3.4	5.61
Waktu dalam perlakuan	9	0.00677	0.00075	64.74457**	2.3	3.25
Galat	24	0.00028	0.00001			
Total	35					

Keterangan ** = berebeda sangat nyata

Bedasarkan tabel anova di atas dapat diketahui perlakuan penutupan tanaman Eceng gondok (*Eichornna crassipes*) dan waktu yang tersarang dalam perlakuan memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap penurunan phospat di limbah cair Rumah Sakit Saiful Anwar Malang. Hal tersebut dibuktikan dengan F hitung pada perlakuan dan dan waktu yang tersarang dalam perlakuan melebihi F tabel 1%. Untuk mengetahui perlakuan mana yang paling berpengaruh maka lang selanjutnya dilakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil). Hasil dari perhitungan dengan metode tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel.12 Tabel hasil BNT (Beda Nyata Terkecil) pada penyerapan fosfat

Perlakuan penutupan	Kadar fosfat pada media tanam	
100 %	8.780795 /12	0.731733a
50 %	8.826605 /12	0.735550 b
25 %	8.868465 /12	0.739039 c
BNT _{0.05}	0.0029	

Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa perlakuan yang paling berpengaruh adalah perlakuan penutupan 100%. Sertaberdasarkan uji BNJ (Beda Nyata Jujur) kombinasi waktu dalam perlakuan yang paling berpengaruh adalah pada perlakuan penutupan 100% di hari ke-6.

4.6 Laju Penyerapan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap Amonium

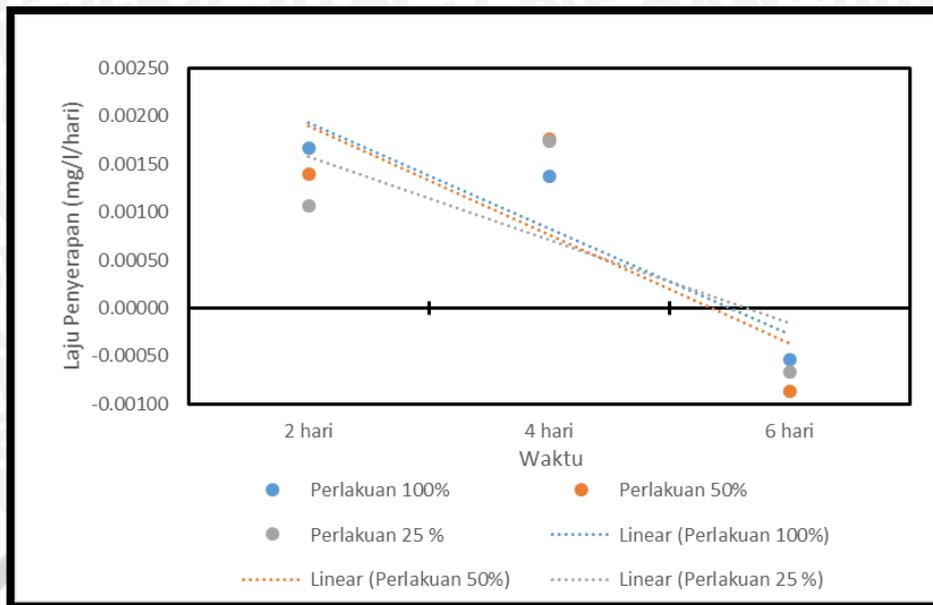
Setelah diketahui kemampuan penyerapan Eceng gondok (*E. crassipes*) terhadap amonium, dimana kemampuan yang tertinggi yaitu pada penutupan Eceng gondok (*E. crassipes*) 100%. Maka untuk mengetahui seberapa besar kecepatan Eceng gondok (*E. crassipes*) dalam menyerap amonium dalam limbah cair Rumah Sakit Saiful Anwar Malang maka dihitung juga laju penyerapan. Cara menghitung laju penyerapan yaitu kandungan amonium pada media tanam awal dikurangi kandungan amonium pada media tanam hari setelahnya pada setiap perlakuan. waktu dalam perlakuan mana yang paling cepat dalam menurunkan amonium. Berikut ini adalah nilai laju penyerapan amonium pada setiap perlakuan yang disajikan dalam bentuk tabel berikut ini.

Tabel 13. Rata-rata Laju Peyerapan Amonium pada Media Tanam

Perlakuan Penutupan	Waktu	Ulangan (mg/l/hari)			Rata-rata
		I	II	III	
100	2 hari	0.0018	0.0015	0.0017	0.0017
	4 hari	0.0012	0.0009	0.0020	0.0014
	6 hari	-0.0007	-0.0006	-0.0003	-0.0005
50	2 hari	0.0014	0.0008	0.0020	0.0014
	4 hari	0.0019	0.0024	0.0010	0.0018
	6 hari	-0.0010	-0.0006	-0.0010	-0.0009
25	2 hari	0.0006	0.0011	0.0015	0.0011
	4 hari	0.0027	0.0020	0.0005	0.0017
	6 hari	-0.0009	-0.0005	-0.0006	-0.0007

Berdasarkan tabel tersebut data rata-rata laju penyerapan tertinggi terdapat pada perlakuan penutupan Eceng gondok (*E.crassipes*) dengan prosentase 50% pada 4 hari yaitu sebanyak 0.0018 mg/l data terendah terdapat pada penutupan Eceng gondok (*E.crassipes*) dengan prosentase penutupan 50% pada 6 hari yaitu -0.009 mg/l.

Untuk lebih menganalisa laju penyerapan Eceng gondok (*E.crassipes*) terhadap amonium dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Laju Penyerapan Eceng Gondok (*E. crassipes*) terhadap Amonium

Bedasarkan gambar grafik di atas diketahui bahwa laju penyerapan Eceng gondok (*E. crassipes*) terhadap amonium selama 6 hari rata-rata semakin menurun pada setiap perlakuan karena trendline pada setiap perlakuan menunjukkan penurunan. Pada waktu 6 hari laju penyerapan bernilai negatif atau tidak mengalami penyerapan Hal tersebut dikarenakan kandungan amonium di perairan sangat dipengaruhi oleh pH dan suhu. Pada saat pH dan suhu menurun maka kandungan amonium dalam perairan akan meningkat. Nilai laju penyerapan pada hari ke-6 bernilai negatif karena pada hari tersebut tidak terjadi penyerapan kadar amonium melainkan peningkatan kadar amonium. Peningkatan amonium tersebut terjadi karena penurunan kadar pH pada media tanam pada hari ke-6, dimana pH adalah salah satu faktor yang mempengaruhi penguraian amonia. Hal ini sesuai Kursistiyanto (1987) dalam Mustaniroh *et al.*, (2009), beberapa faktor meliputi densitas perairan, arus, pH dan suhu dapat mempengaruhi efisiensi penguraian amonia.

Untuk mengetahui apakah setiap perlakuan penutupan dan kombinasi waktu yang tersarang di dalam perlakuan Eceng gondok (*E.crassipes*) memberi pengaruh yang berbeda atau tidak maka data yang telah di dapat tersebut di analisa menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap Tersarang. Berdasarkan hasil analisa ragam yang telah dilakukan uji F untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap respon yang diukur sebagai mana ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 14. Sidik Ragam Laju Penyerapan Amonium pada Media Tanam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel 5 %	F tabel 1%
Perlakuan	2	3.37464E-08	1.68732E-08	0.1081	3.55	6.01
Waktu dalam perlakuan	6	1.49624E-05	2.49373E-06	15.9806**	3.66	4.01
Galat	18	2.80883E-06	1.56046E-07			
Total	26					

Keterangan =** berbeda sangat nyata

Berdasarkan tabel sidik ragam di atas diketahui bahwa setiap perlakuan penutupan Eceng gondok (*E.crassipes*) tidak memberikan pengaruh yang nyata jadi perlakuan penutupan berapapun akan menghasilkan laju penyerapan yang sama akan tetapi terdapat perbedaan pengaruh yang sangat nyata pada kombinasi waktu yang tersarang dalam perlakuan. Untuk mengetahui kombinasi mana yang memiliki laju penyerapan tertinggi maka dilakukan Uji BNJ (Beda Nyata Jujur). Berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan metode tersebut maka kombinasi waktu dalam perlakuan tersebut yang memiliki laju tertinggi

adalah perlakuan penutupan 100% pada waktu 2 hari. Kombinasi tersebut yang paling memiliki laju penyerapan tertinggi karena Eceng gondok (*E.crassipes*) pada hari tersebut masih segar sehingga memiliki laju penyerapan yang lebih optimal dibanding hari lainnya, hal tersebut disebabkan juga semakin hari kondisi Eceng gondok (*Eichornna crassipes*) semakin mengalami penurunan dikarenakan kurangnya sinar matahari yang masuk ke dalam laboratorium percobaan, bahkan pada hari ke-6 sebagian besar Eceng gondok (*Eichornna crassipes*) pada bak percobaan mengalami kelayuan.

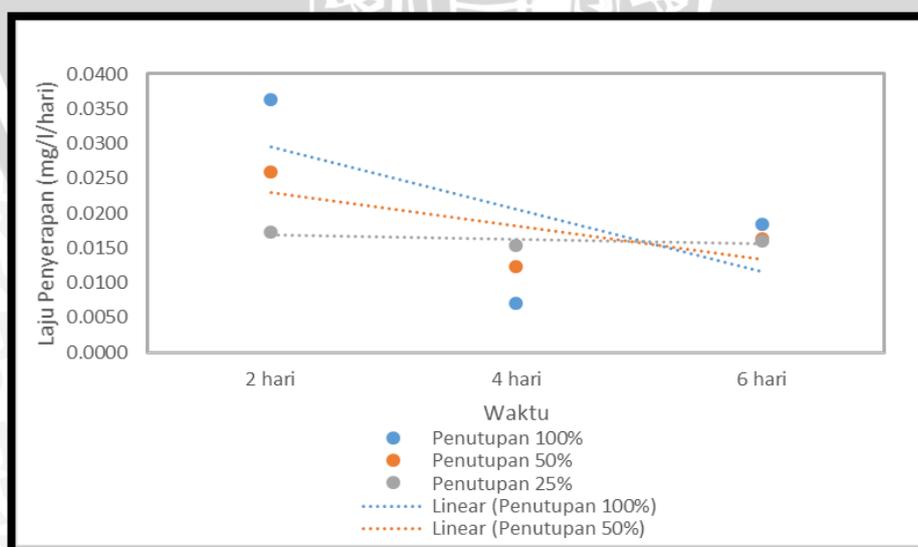
4.7 Laju Penyerapan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap Phospat

Setelah diketahui kemampuan penyerapan Eceng gondok (*E. crassipes*) terhadap phospat, dimana kemampuan yang tertinggi yaitu pada penutupan Eceng gondok (*E. crassipes*) 100%. Maka untuk mengetahui seberapa besar kecepatan Eceng gondok (*E. crassipes*) pada setiap perlakuan penutupan dalam menyerap phospat dalam limbah cair Rumah Sakit Saiful Anwar Malang maka dihitung juga laju penyerapannya. Cara menghitung laju penyerapan Eceng gondok (*Eichornna crassipes*) terhadap phospat yaitu kandungan phospat pada media tanam awal dikurangi kandungan phospat pada media tanam hari setelahnya pada setiap perlakuan. Berikut ini adalah nilai laju penyerapan phospat pada setiap perlakuan yang disajikan dalam bentuk tabel.14

Tabel 15. Rata-rata Laju Penyerapan Phospat pada Media Tanam

Perlakuan Penutupan	Waktu	Ulangan (mg/l/hari)			rata-rata
		I	II	III	
100%	2 hari	0.0330	0.0360	0.0400	0.0363
	4 hari	0.0080	0.0100	0.0030	0.0070
	6 hari	0.0210	0.0180	0.0160	0.0183
50%	2 hari	0.0230	0.0260	0.0290	0.0260
	4 hari	0.0160	0.0150	0.0060	0.0123
	6 hari	0.0302	0.0030	0.0160	0.0164
25%	2 hari	0.0100	0.0240	0.0180	0.0173
	4 hari	0.0190	0.0080	0.0190	0.0153
	6 hari	0.0180	0.0140	0.0160	0.0160

Rata-rata laju penyerapan tertinggi terdapat pada perlakuan penutupan Eceng gondok (*E.crassipes*) dengan prosentase penutupan 100% pada 2 hari yaitu sebanyak 0.0363mg/l data terendah terdapat pada penutupan Eceng gondok (*E.crassipes*) dengan prosentase penutupan 100% pada 6 hari yaitu 0.0070 mg/l. Untuk lebih menganalisa laju penyerapan Eceng gondok (*E.crassipes*) terhadap phospat dapat dilihat pada Gambar 15.

Gambar 15. Grafik Laju Penyerapan Eceng Gondok (*E. crassipes*) terhadap Phospat

Laju peyerapan yang dilakukan oleh tanaman air Eceng gondok (*E. crassipes*) meyebabkan kandungan phospat di dalam media menurun. Hal ini membuktikan bahwa Eceng gondok (*E. crassipes*) dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi karena dapat mengurangi kandungan phospat pada limbah cair Rumah Sakit Saiful Anwar Malang. Sesuai yang dinyatakan oleh Gopal dan Sharma, (1981) dalam Sandriati (2010), penurunan senyawa ortofosfat disebabkan oleh adanya proses penyaringan oleh jaringan batang dan akar pada Eceng Gondok (*E. crassipes*). Berdasarkan trendline grafik diatas diketahui bahwa terjadi penurunan laju penyerapan yang drastis pada semua perlakuan penutupan Eceng Gondok (*E. crassipes*) selama 6 hari. Penurunan laju peyerapan terjadi dikarenakan tanaman air Eceng gondok (*E. crassipes*) yang digunakan pada penelitian ini semakin lama semakin menguning dan layu. Untuk mengetahui apakah setiap perlakuan penutupan dan kombinasi waktu yang tersarang di dalam perlakuan Eceng gondok (*E. crassipes*) memberi pengaruh yang berbeda atau tidak, maka data yang telah di dapat tersebut di analisa menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap Tersarang. Hasil dari analisa model tersebut terpapar pada tabel. 15

Tabel 16. Sidik Ragam Laju Penyerapan Phospat pada Media Tanam.

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	F tabel 5 %	F tabel 1%
perlakuan	2	3.9639E-05	1.98195E-05	1.053308	3.55	6.01
Waktu dalam perlakuan	6	0.00077431	0.000129052	6.858464**	3.66	4.01
Galat	18	0.0003	1.88164E-05			
Total	26					

Keterangan ** = berebeda sangat nyata

Bedasarkan tabel sidik ragam di atas diketahui bahwa setiap perlakuan penutupan Eceng gondok (*E.crassipes*) tidak memberikan pengaruh yang nyata jadi perlakuan penutupan berapapun akan menghasilkan laju penyerapan yang sama akan tetapi terdapat perbedaan pengaruh yang sangat nyata pada kombinasi waktu yang tersarang dalam perlakuan. Perbedaan tersebut berarti bahwa kombinasi waktu yang tersarang dalam perlakuan yang berbeda akan menghasilkan laju penyerapan yang berbeda. Untuk mengetahui kombinasi mana yang memiliki laju penyerapan tertinggi maka dilakukan Uji BNJ (Beda Nyata Jujur). Berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan metode tersebut maka kombinasi waktu dalam perlakuan tersebut yang memiliki laju tertinggi adalah perlakuan penutupan 100% pada waktu 2 hari. Kombinasi tersebut yang paling memiliki laju penyerapan tertinggi karena Eceng gondok (*E.crassipes*) pada hari tersebut masih segar sehingga memiliki laju penyerapan yang semakin maksimal dibanding hari lainnya, hal tersebut disebabkan juga semakin hari kondisi Eceng gondok (*E.crassipes*) semakin mengalami penurunan dikarenakan kurangnya sinar matahari yang masuk ke dalam laboratorium percobaan, bahkan pada hari ke-6 sebagian besar Eceng gondok (*E.crassipes*) pada bak percobaan mengalami kelayuan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Tidak terdapat perbedaan pengaruh prosentase penutupan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap laju dan penyerapan kadar ammonium sedangkan pada fosfat hanya terdapat pengaruh pada penyerapan dan perlakuan yang paling berpengaruh terdapat pada prosentase penutupan 100%.
- Terdapat perbedaan pengaruh lama kontak Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) pada media tanaman terhadap laju dan penyerapan kadar amonium dan fosfat. Pada penyerapan amonium, lama kontak yang paling berpengaruh terdapat pada hari ke-4 di perlakuan penutupan 50%. Pada penyerapan fosfat, penyerapan, lama kontak yang paling berpengaruh terdapat pada hari-6 di perlakuan penutupan 100%. Pada laju penyerapan amonium, lama kontak yang paling berpengaruh terdapat pada waktu 2 hari di perlakuan penutupan 100%. Pada laju penyerapan fosfat, lama kontak yang paling berpengaruh terdapat pada waktu 2 hari di perlakuan penutupan 100%.
- Hasil analisis kualitas air dengan kisaran sebagai berikut, suhu 26- 28 °C, pH 7.48-7.77, oksigen terlarut 8.21-9.11 mg/l. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air yang tertera menunjukkan keadaan di media tanam masih dapat ditoleransi oleh Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk kelangsungan hidupnya.

5.2 Saran

Untuk penelitian lanjutan yang efektif sebaiknya media tanaman Eceng gondok (*E.crassipes*) tidak diletakkan di dalam suatu ruangan atau labaratorium melainkan di luar ruangan yang semi tertutup agar tanaman air dapat supplai cahaya matahari lebih banyak karena semakin banyak cahaya matahari yang diterima oleh agen fitoremediasi semakin lama juga kelangsungan hidup dari Eceng gondok (*E.crassipes*). Serta perlu ditambahkan perlakuan kontrol negatif dan positif pada rancangan percobaan untuk mengurangi bias pada pembacaan hasil.



DAFTAR PUSTAKA

- Aeni, R.N.,P. Setyono.,L.B. Utami. 2011. **Pengaruh Limbah Lumpur Minyak Mentah terhadap Pertumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)**. Jurnal Ekosains 3 (2): 88-104.
- Alamsyah, Bestari. 2007. **Pengelolaan Limbah di Rumah Sakit Pupuk Kaltim Bontang untuk Memenuhi Batu mutu Lingkungan**.Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro; Semarang.
- Appl, M., 1999. **Ammonia : Principles and Industrial Practice**.Wiley-VCH,Weinheim, pp. 221-235.
- Apriadi, T. 2008. **Kombinasi Bakteri dan Tumbuhan Air sebagai Bioremediator dalam Mereduksi Kandungan Bahan Organik Limbah Kantin**. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor; Bogor.
- Apridayanti, E. 2008. **Evaluasi Pengelolaan Lingkungan Perairan Waduk Lahor Kabupaten Malang Jawa Timur**. Tesis. Universitas Diponegoro : Semarang.
- Brigden, K. and Stringer, R. 2000, **Ammonia and Urea Production : Incidents of Ammonia Release From The Profertil Urea and Ammonia Facility**. Bahia Blanca, Argentina, Greenpeace Research Laboratories, Departement of Biological Science University of Exeter, UK.
- Brij, D dan K.P. Sharma. 1981. **Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm.) The Most Trouble Oweed ot The World**. Hindiasia Publisher. India.
- Budi, S.S. 2006. **Penurunan Fosfat dengan Penambahan Kapur (Lime), Tawas dan Filtrasi Zeolit pada Limbah Cair (Studi Kasus RS Bethesda Yogyakarta)**. Program Master Ilmu Lingkungan. Unversitas Diponegoro; Semarang.
- Budisanjaya, I Putu Gede. **Identification of nitrogen Status in Brassica juncea I. Using Color Moment, glcm and Backpropagation**. Neural Network. 2013. Faculty of Agricultural Technology; Udayana University.
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan Perairan**. Penerbit Kanisius;Yogyakarta.
- Fawel, J. K., Lund, U., Mintz, B., 1996. **Guidelines for Drinking Water Quality, 2nd ed. Vol.2**. Health criteria and other supporting information,WHO, Geneva.
- Gerbano, A. dan Siregar, A., 2005, **Kerajinan Eceng Gondok**, Kanisius; Yogyakarta.

- Glass, D., 1998. **The 1998 United States Market for Phytoremediation**, D. Glass Associates, Inc. Needham, MA, Introduction to Phytoremediation, <http://www.cluin.org/download/remed/introphyto.pdf>, 20 Februari 2015.
- Greenberg, A. E., L. S. Clesceri, and A. D. Eaton (ed.). 1992. **Standard methods for the examination of water and wastewater, 18th ed.** American Public Health Association, Washington, D.C.
- Hadinafta, Riyan. 2009. **Analisis Kebutuhan Oksigen Untuk Dekomposisi Bhan Organik di Lapisan Dasar Perairan Estuari Sungai Cisadane, Tangerang (Skripsi)**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor; Bogor
- Hanifiah, H. 2009. **Rancangan Percobaan Teori dan aplikasi, Edisi Ketiga**. PT. Raja Grafindo Persada; Jakarta.
- Hardayanti, N dan Rahmawati, S.S. 2007. **Fitoremediasi Phospat dengan Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) pada Limbah Cair Industri Kecil Laundry**. Jurnal Prestisipasi Vol. 2 No. 1 Maret 2007, ISSN 1907-187X.
- Hardiani, Henggar. 2009. **Potensi Tanaman dalam Mengakumulasi Logam Cu pada Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri Kertas**. BS, Vol. 44 No 1, Juni 2009 : 27-40.
- Harsono, Suko. 2014. **Kajian tentang Proses Pengolahan dan Efektifitas Limbah Cair (Water wasted) di Instalasi Penyehatan Lingkungan (IPL) Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Dr. Saiful Anwar Malang, Propinsi Jawa Timur**. PKL. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya; Malang.
- Hidayat, I. 2011. **Efektivitas Tanaman Eceng gondok (*Eichornia crassiper*) dalam Penurunan Kadar Besi (Fe) pada Air Limbah Rumah Tangga**. Unversitas Muhamadiyah Semarang; Semarang
- Izzati, Munifatul. 2008. **Perubahan Konsentrasi Oksigen Terlarut dan pH Perairan Tambak setelah Penambahan Rumput Laut *Sargassum Plagyophyllum* dan Ekstraknya**. Biologi FMIPA UNDIP, Jurnal Hal60-69, Nomor 3.Semarang.
- Jenie, B.S.L dan Rahayu W.P. 1993. **Penanganan Limbah Industri Pangan**. Penerbit Kanasius; Yogyakarta.
- Kementrian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 1995. **KEP-58/MENLH/12/1995**. Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Rumah Sakit.
- Kementrian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 1988. **02/MENKLH/I/1988**. Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan.

Kementrian Negara Kesehatan Republik Indonesia. 2004. **1204/MENKES/SK/X/2004**. Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit.

Kumar, G.A, S., Sabumon P.C. 2006. **Preliminary Study of Physico-Chemical Treatment Options for Hospital Wastewater**. Journal of Enviromental Management. Vellore Institute of Technology. Vellore Tamil Nadu. India.

Margono, Widyarto. 2009. **Perkembangan dan Pertumbuhan Karang Jenis Lobophyllia hemprichii di Pulau Pramuka Kepulauan Seribu**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB: Bogor.

Moenandir, J. 1990. **Pengendalian Gulma (Ilmu Gulma-Buku I)** Universitas Brawijaya. Rajawali Pers. Jakarta.

Mustaniroh, Wigyanto dan E. Bernandus. **Efektivitas Penurunan Bahan Organik dan Anorganik pada Limbah Cair Penyamakan Kulti Menggunakan Tumbuhan Kayu Apu (Pistia stratiotes L) sebagai Biofilter**. 2009. Fakultas Teknolohi Pertanian Universitas Brawijaya; Malang.

Nurhayati, Diana, 1989. **Pengaruh Kepadatan Eceng Gondok Terhadap pH, BOD, dan zat Organik**. APK-TS Yogyakarta.

Nxawe, S.P.A. Ndakidemi dan C.P Laubscher. 2010. **Possible Effect of Regulating Hydroponic Water Temperature on Plant Growth, Accumulation of Nutrients and Other Metabolites**: South Africa. African Journal of Biotechnology Vol. 9(54): 9128-9134.

O'Keefe, D. H., Wiese T. E., Brummet, S. R., & Miller, T. D., 1987. **Uptake and Metabolism of Phenolic Compounds by The Water Hyacinth**. Recent Advances in Phytochemistry, Vol. 21, New York and London Plenum Press, New York.

Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomer 72. 2013. **Baku Mutu Air Ilmbah Bagi Industri Dan / Atau Kegiatan Usaha Lainnya**

Pratiwi, M.C. 2010. **Pemanfaatan Kangkung Air (Ipomea Aquatic) dan Lumpur Aktif Pabrik Tekstil dalam Pengelolaan Limbah Cair Tahu**. Skripsi. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor: Bogor.

Purnamasari, Meuthia. **Efektifitas Tanaman Eceng Gondok (Eicchorna crassipes) dan Kayu Apu (Pistia stratiotes) dalam Menurunkan Kandungan Nitrat dan Orthofosfat pada Limbah Cair Tahu**. Skripsi. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya; Malang.

Purwaningsih, I.S, Evelyn, Wanda M., dan Yusmanelly, 2008. **Laju “Uptake” Fenol oleh Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*) pada Proses Fitoremediasi**. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia, Teknologi Oleo & Petrokimia Indonesia, 18 Desember, ISSN 1907-0500. Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau, Pekanbaru.

Ratnani, R.D. I. Hartati dan L. Kurniasari. 2011. **Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) untuk Menurunkan Kandungan COD, pH dan Warna pada Limbah Cair Tahu**. Momentum, Vol7, No. 1, April 2011 : 41-47.

Rosnah. 2012. **Efektifitas Fitoremediasi Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap Phospat pada Limbah Laundry**. Skripsi. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Universitas Maritim Raja Ali Haji; Tanjung Pinang.

Salisbury, F.B dan C.W Ross. 1992. **Fisiologi Tumbuhan, Jilid Satu**. Penerbit ITB; Bandung.

Sandriati, D. 2010. **Kajian Pemanfaatan Tanaman Air Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dan Kiambang (*Salvinia molesta*) untuk Menurunkan Kadar Nutrien pada Limbah Cair Tahu**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institute Pertanian Bogor.

Sastropuadi, Adji. 1997. **Rancangan Praktis Bidang Pertanian**. Kanikus ; Malang.

Setiawan, B.D. 2006. **Kandungan N-nitrogen (Nitrat, Nitrit, Amonia) dan N-Organik pada karamba jaring apung di waduk Cirata, kabupaten Cianjur, Jawa Barat**. Skripsi. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Institut Pertanian Bogor; Bogor.

Sidharta, B.R. 2000. **Pengantar Mikrobiologi Kelautan**. Universitas Atmajaya, Yogyakarta;32-34.

SNI. 1990. **Metode Pengukuran Kualitas Air**. Dinas Pekerjaan Umum; Jakarta.

Sudarwin. 2003. **Analisa Spasial Logam Berat (Pb dan Cu) pada Sedimen Aliran Sungai dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang**. Tesis. Universitas Diponegoro: Semarang.

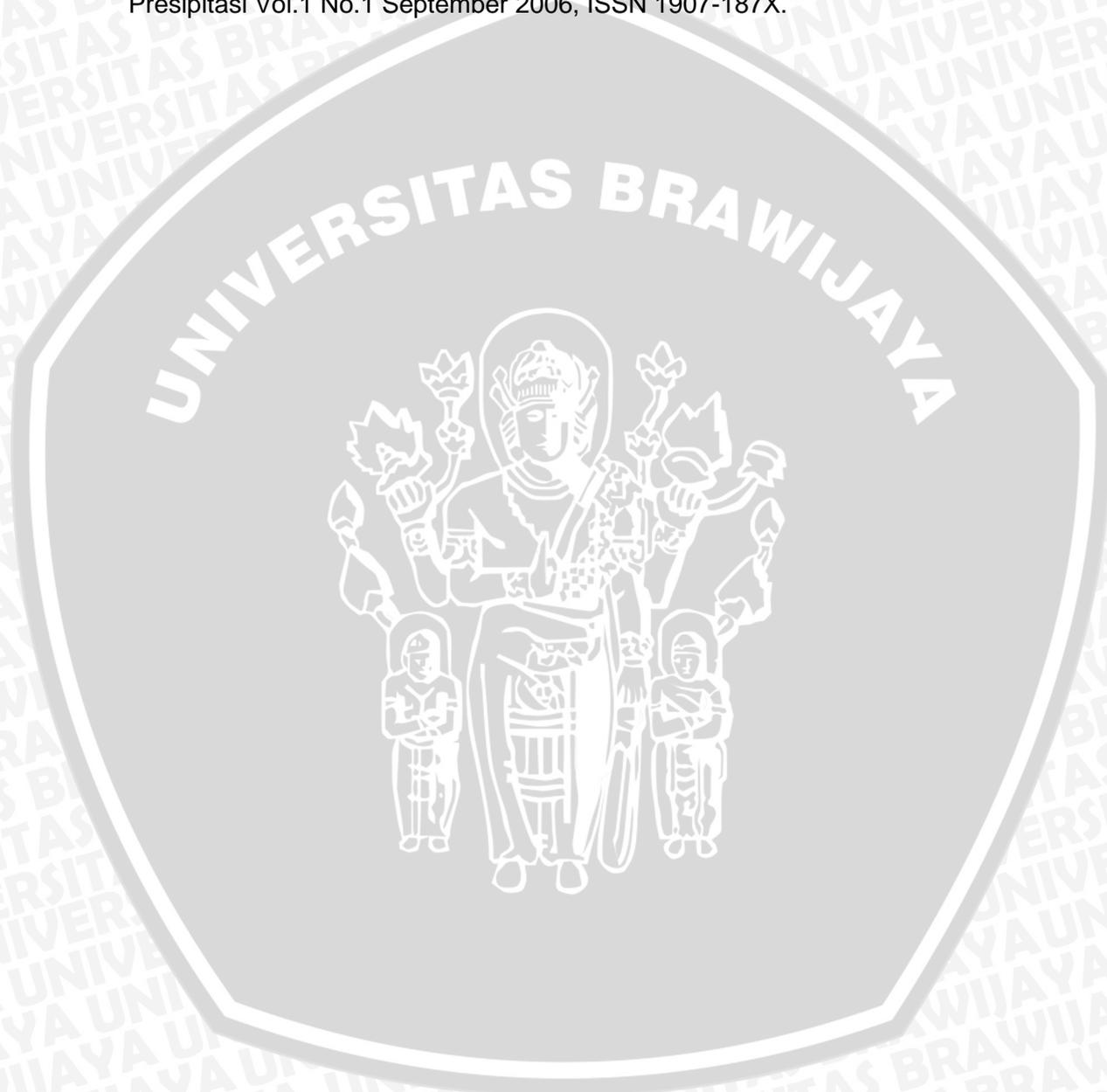
Sumarno, I. Sumatri dan A. Nugroho. 1996. **Penurunan Kadar Detergen dalam Limbah cair dengan pengendapan secara kimiawi**. Laporan Hasil Penelitian. Universitas Diponegoro; Semarang.

Suprpto, Djoko. 2011. **Ekofologi Bivalvia dan Konsumsi Oksigen. Semarang**. Badan Penerbit Universitas Diponegoro; Semarang.

Wibowo, R.K.A. 2009. **Analisis kualitas air pada sentral outlet tambak udang sistem terpadu, tulang bawang, Lampung**. Skripsi. Institut Pertanian Bogor; Bogor.

Yahya, Fahrul. 2011. **Studi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Biofilter Aerasi menggunakan Media Bioball dan enceng gondok (*eichornia crassipes*)**. Jurusan Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember; Surabaya.

Zaman, B dan E.Sutrisno. 2006. **Kemampuan Penyerapan Eceng Gondok terhadap amoniak dalam Limbah Rumah Sakit Berdasarkan Umur dan Lama Kontak (Studi Kasus RS Panti Wilasa, Semarang)**.Jurnal Presipitasi Vol.1 No.1 September 2006, ISSN 1907-187X.



Lampiran 1. Perhitungan data Penyerapan Amonium

Data Asli kandungan Amonium pada media tanam

Perlakuan Penutupan (%)	Pengamatan hari ke	Ulangan (mg/l)		
		I	II	III
100	0	0.0056	0.0056	0.0056
	2	0.0038	0.0041	0.0039
	4	0.0026	0.0032	0.0019
	6	0.0033	0.0038	0.0022
50	0	0.0056	0.0056	0.0056
	2	0.0042	0.0048	0.0036
	4	0.0023	0.0024	0.0026
	6	0.0033	0.003	0.0036
25	0	0.0056	0.0056	0.0056
	2	0.005	0.0045	0.0041
	4	0.0023	0.0025	0.0036
	6	0.0032	0.003	0.0042

Data setelah di transformasi menggunakan rumus transformasi akar $\sqrt{(X + 0.5)}$

Perlakuan Penutupan (%)	Pengamatan hari ke	Ulangan (mg/l)			Jumlah
		I	II	III	
100	0	0.7111	0.7111	0.7111	2.133
	2	0.7098	0.7100	0.7099	2.130
	4	0.7089	0.7094	0.7084	2.127
	6	0.7094	0.7098	0.7087	2.128
50	0	0.7111	0.7111	0.7111	2.133
	2	0.7101	0.7105	0.7096	2.130
	4	0.7087	0.7088	0.7089	2.126
	6	0.7094	0.7092	0.7096	2.128
25	0	0.7111	0.7111	0.7111	2.133
	2	0.7106	0.7103	0.7100	2.131
	4	0.7087	0.7089	0.7096	2.127
	6	0.7094	0.7092	0.7101	2.129

Lanjutan Lampiran 1

Faktor A	Faktor B				Total
	B1	B2	B3	B4	
A1	2.1332	2.1304	2.1261	2.1288	8.5184
A2	2.1332	2.1302	2.1265	2.1283	8.5182
A3	2.1332	2.1299	2.1271	2.1289	8.5191

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{Y^2}{abn} = \frac{(2.1332+2.1304+\dots+2.1289)^2}{3 \times 4 \times 3} = \frac{(25.5556)^2}{36} = 18.14137$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total (JKT)} &= \sum_{i=1} \sum_{j=1} \sum_{k=1} Y_{ijk}^2 - \frac{(Y)^2}{abn} \\ &= (2.1332^2 + 2.1304^2 + \dots + 2.1289^2) - 18.14137 \\ &= 18.1414 - 18.14137 \\ &= 2.57\text{E-}05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan (JKP)} &= \sum_{i=1} \frac{y_i^2}{bn} - \frac{(Y)^2}{abn} \\ &= \frac{(8.5184^2 + 8.5182^2 + 8.5191^2)}{3 \times 4} - 18.14137 \\ &= 18.1413746 - 18.14137 = 2.66\text{E-}07 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Waktu (Perlakuan)} &= \sum_{i=1} \sum_{j=1} \frac{y_{ij}^2}{n} - \left(\sum_{i=1} \frac{y_i^2}{bn} \right) \\ &= \frac{(2.1332^2 + 2.1304^2 + \dots + 2.1289^2)}{3} - \frac{(8.5184^2 + 8.5182^2 + 8.5191^2)}{3 \times 4} \\ &= 18.141398 - 18.1413746 \\ &= 2.34386\text{E-}05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat (JKG)} &= \text{JK Total} - (\text{JK Perlakuan} + \text{JK Waktu}) \\ &= (2.57\text{E-}05) - (2.66\text{E-}07 + 2.34\text{E-}05) \\ &= 2.00581\text{E-}06 \end{aligned}$$

Lanjutan lampiran 1

Perhitungan BNJ kombinasi waktu dalam perlakuan penyerapan Amonium

$$\begin{aligned}
 \text{BNJ}_{0.05} &= q(v,t) \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{\text{ulangan}}} \\
 &= q(12 ; 24) \times 0.000166909 \\
 &= 5.1 \times 0.000166909 \\
 &= 0.000851234
 \end{aligned}$$

Kombinasi waktu dalam perlakuan	Kadar amonium dalam media percobaan	
a1b1	2.133167 / 3 =	0.711056
a1b2	2.130351 / 3 =	0.710117
a1b3	2.126758 / 3 =	0.708919
a1b4	2.127886 / 3 =	0.709295
a2b1	2.133167 / 3 =	0.711056
a2b2	2.130211 / 3 =	0.71007
a2b3	2.126476 / 3 =	0.708825
a2b4	2.128309 / 3 =	0.709436
a3b1	2.133167 / 3 =	0.711056
a3b2	2.130915 / 3 =	0.710305
a3b3	2.127251 / 3 =	0.709084
a3b4	2.128661 / 3 =	0.709554
BNJ _{0.05}		0.000851234



Lampiran 2. Perhitungan data Penyerapan Phospat

Data Asli kandungan Phospat pada media tanam

Perlakuan Penutupan (%)	Pengamatan hari ke	Ulangan (mg/l)		
		I	II	III
100	0	0.071	0.071	0.071
	2	0.038	0.035	0.031
	4	0.03	0.025	0.028
	6	0.009	0.007	0.012
50	0	0.071	0.071	0.071
	2	0.048	0.045	0.042
	4	0.032	0.03	0.036
	6	0.0018	0.027	0.02
25	0	0.071	0.071	0.071
	2	0.061	0.047	0.053
	4	0.042	0.039	0.034
	6	0.024	0.025	0.018

Data setelah di transformasi menggunakan rumus transformasi akar $\sqrt{(X + 0.5)}$

Perlakuan Penutupan (%)	Pengamatan hari ke	Ulangan (mg/l)			Jumlah
		I	II	III	
100	0	0.7556	0.7556	0.7556	2.26694
	2	0.7335	0.7314	0.7287	2.19362
	4	0.7280	0.7246	0.7266	2.17922
	6	0.7134	0.7120	0.7155	2.14102
50	0	0.7556	0.7556	0.7556	2.26694
	2	0.7403	0.7382	0.7362	2.21472
	4	0.7294	0.7280	0.7321	2.18951
	6	0.7084	0.7259	0.7211	2.15544
25	0	0.7556	0.7556	0.7556	2.26694
	2	0.7490	0.7396	0.7436	2.23223
	4	0.7362	0.7342	0.7308	2.20113
	6	0.7239	0.7246	0.7197	2.16817

Lanjutan lampiran 2

Faktor A	Faktor B				Total
	B1	B2	B3	B4	
A1	2.2669	2.1936	2.1792	2.1410	8.7808
A2	2.2669	2.2147	2.1895	2.1554	8.8266
A3	2.2669	2.2322	2.2011	2.1682	8.8685

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{Y^2}{abn} = \frac{(2.2669+2.1936+\dots+2.1682)^2}{3 \times 4 \times 3} = \frac{(26.4759)^2}{36} = 19.4714282$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total (JKT)} &= \sum_{i=1} \sum_{j=1} \sum_{k=1} Y_{ijk}^2 - \frac{(Y)^2}{abn} \\ &= (2.1332^2 + 2.1936^2 + \dots + 2.1682^2) - 19.4714282 \\ &= 19.4788 - 19.4714282 \\ &= 0.00737181 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan (JKP)} &= \sum_{i=1} \frac{Y_i^2}{bn} - \frac{(Y)^2}{abn} \\ &= \frac{(8.7808^2 + 8.8266^2 + 8.8685^2)}{3 \times 4} - 19.4714282 \\ &= 19.47174866 - 19.4714282 = 0.00032047 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Waktu (Perlakuan)} &= \sum_{i=1} \sum_{j=1} \frac{Y_{ij}^2}{n} - \left(\sum_{i=1} \frac{Y_i^2}{bn} \right) \\ &= \frac{(2.1332^2 + 2.1936^2 + \dots + 2.1682^2)}{3} - \frac{(8.7808^2 + 8.8266^2 + 8.8685^2)}{3 \times 4} \\ &= 19.47852106 - 19.4714282 \\ &= 0.00677241 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat (JKG)} &= \text{JK Total} - (\text{JK Perlakuan} + \text{JK Waktu}) \\ &= (0.00737181) - (0.00032047 + 0.00677241) \\ &= 0.00027894 \end{aligned}$$

Lanjutan lampiran 2.

Perhitungan BNT perlakuan penyerapan Phospat

$$\begin{aligned}
 \text{BNT}_{0.05} &= t_{0.05} \times \sqrt{\frac{2KT \text{ Galat}}{\text{ulangan}}} \\
 &= 2.063 \times 0.000166909 \\
 &= 2.063 \times 0.001391788 \\
 &= 0.002872508
 \end{aligned}$$

Perlakuan penutupan	Kadar phospat pada media tanam	
100 %	8.780795 /12	0.731733 a
50 %	8.826605 /12	0.735550 b
25 %	8.868465 /12	0.739039 c
	BNT _{0.05}	0.002872508

Perhitungan BNJ kombinasi waktu dalam perlakuan penyerapan phospat

$$\begin{aligned}
 \text{BNJ}_{0.05} &= q(v,t) \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{\text{ulangan}}} \\
 &= q(12 ; 24) \times 0.001968285 \\
 &= 5.1 \times 0.001968285 \\
 &= 0.010038253
 \end{aligned}$$

Lanjutan lampiran 2.

Kombinasi waktu dalam perlakuan	Kadar phospat dalam media percobaan	
a1b1	$2.266936 / 3 =$	0.755645
a1b2	$2.193619 / 3 =$	0.731206
a1b3	$2.179216 / 3 =$	0.726405
a1b4	$2.141023 / 3 =$	0.713674
a2b1	$2.266936 / 3 =$	0.755645
a2b2	$2.214718 / 3 =$	0.738239
a2b3	$2.189514 / 3 =$	0.729838
a2b4	$2.155436 / 3 =$	0.718479
a3b1	$2.266936 / 3 =$	0.755645
a3b2	$2.232234 / 3 =$	0.744078
a3b3	$2.201126 / 3 =$	0.733709
a3b4	$2.168169 / 3 =$	0.722723
BNJ _{0.05}		0.010038253

Lampiran 3. Perhitungan data Laju Penyerapan Amonium

Data Asli kandungan Amonium pada media tanam

Perlakuan Penutupan	Waktu Laju penurunan	Ulangan		
		I	II	III
100%	2 hari	0.0018	0.0015	0.0017
	4 hari	0.0012	0.0009	0.002
	6 hari	-0.0007	-0.0006	-0.0003
50%	2 hari	0.0014	0.0008	0.002
	4 hari	0.0019	0.0024	0.001
	6 hari	-0.001	-0.0006	-0.001
25%	2 hari	0.0006	0.0011	0.0015
	4 hari	0.0027	0.002	0.0005
	6 hari	-0.0009	-0.0005	-0.0006

Data setelah di transformasi menggunakan rumus transformasi akar $\sqrt{(X + 0.5)}$

Perlakuan Penutupan	Waktu Laju penurunan	Ulangan			Jumlah
		I	II	III	
100%	2 hari	0.70838	0.70817	0.70831	2.1249
	4 hari	0.70795	0.70774	0.70852	2.1242
	6 hari	0.70661	0.70668	0.70689	2.1202
50%	2 hari	0.70810	0.70767	0.70852	2.1243
	4 hari	0.70845	0.70880	0.70781	2.1251
	6 hari	0.70640	0.70668	0.70640	2.1195
25%	2 hari	0.70753	0.70788	0.70817	2.1236
	4 hari	0.70901	0.70852	0.70746	2.1250
	6 hari	0.70647	0.70675	0.70668	2.1199

Lanjutan Lampiran 3.

Faktor A	Faktor B			
	B1	B2	B3	
A1	2.124853	2.124217	2.120189	6.369259
A2	2.124288	2.125064	2.119481	6.368833
A3	2.123582	2.124993	2.119906	6.368481

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} \frac{Y^2}{abn} = \frac{(2.12485+2.12422+\dots+2.11991)^2}{3 \times 3 \times 3} = \frac{(19.1066)^2}{27} = 13.5207822$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total (JKT)} &= \sum_{i=1} \sum_{j=1} \sum_{k=1} Y_{ijk}^2 - \frac{(Y)^2}{abn} \\ &= (2.12485^2 + 2.12422^2 + \dots + 2.11991^2) - 13.5207822 \\ &= 13.5208 - 13.5207822 \\ &= 1.78049E-05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan (JKP)} &= \sum_{i=1} \frac{Y_i^2}{bn} - \frac{(Y)^2}{abn} \\ &= \frac{(6.36926^2 + 6.36883^2 + 6.36848^2)}{3 \times 3} - 13.5207822 \\ &= 13.52078223 - 13.5207822 = 3.37464E - 08 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Waktu (Perlakuan)} &= \sum_{i=1} \sum_{j=1} \frac{Y_{ij}^2}{n} - \left(\sum_{i=1} \frac{Y_i^2}{bn} \right) \\ &= \frac{(2.12485^2 + 2.12422^2 + \dots + 2.11991^2)}{3} - \frac{(6.36926^2 + [(6.36883]^2 + 6.36848^2)}{3 \times 3} \\ &= 13.52079719 - 13.52078223 \\ &= 1.49624E-05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat (JKG)} &= \text{JK Total} - (\text{JK Perlakuan} + \text{JK Waktu}) \\ &= (1.78049E-05) - (3.37464E-08 + 1.49624E-05) \\ &= 2.80883E-06 \end{aligned}$$

Lanjutan Lampiran 3.

Perhitungan BNJ kombinasi waktu dalam perlakuan laju penyerapan amonium

$$\begin{aligned}
 \text{BNJ}_{0.05} &= q(v,t) \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{\text{ulangan}}} \\
 &= q(9; 24) \times 0.000228069 \\
 &= 4.81 \times 0.000228069 \\
 &= 0.001097011
 \end{aligned}$$

Kombinasi waktu dalam perlakuan	Kadar phospat dalam media percobaan	
a1b1	2.125064/ 3 =	0.70835
a1b2	2.124217/ 3 =	0.70807
a1b3	2.120189/ 3 =	0.70673
a2b1	2.124288/ 3 =	0.70810
a2b2	2.124853 / 3 =	0.70828
a2b3	2.119481/ 3 =	0.70649
a1b1	2.123582/ 3 =	0.70786
a3b2	2.124993/ 3 =	0.70833
a3b3	2.119906/ 3 =	0.70664
BNJ _{0.05}		0.00109701

Lampiran 4. Perhitungan data Laju Penyerapan Phospat

Data Asli kandungan Phospat pada media tanam

Perlakuan Penutupan	Waktu Laju penurunan	Ulangan		
		I	II	III
100%	2 hari	0.0330	0.0360	0.0400
	4 hari	0.0080	0.0100	0.0030
	6 hari	0.0210	0.0180	0.0160
50%	2 hari	0.0230	0.0260	0.0290
	4 hari	0.0160	0.0150	0.0060
	6 hari	0.0302	0.0030	0.0160
25%	2 hari	0.0100	0.0240	0.0180
	4 hari	0.0190	0.0080	0.0190
	6 hari	0.0180	0.0140	0.0160

Data setelah di transformasi menggunakan rumus transformasi akar $\sqrt{(X + 0.5)}$

Perlakuan Penutupan	Waktu Laju penurunan	Ulangan			Jumlah
		I	II	III	
100%	2 hari	0.7301	0.7321	0.7348	2.1970
	4 hari	0.7127	0.7141	0.7092	2.1361
	6 hari	0.7218	0.7197	0.7183	2.1599
50%	2 hari	0.7232	0.7253	0.7273	2.1758
	4 hari	0.7183	0.7176	0.7113	2.1473
	6 hari	0.7281	0.7092	0.7183	2.1557
25%	2 hari	0.7141	0.7239	0.7197	2.1577
	4 hari	0.7204	0.7127	0.7204	2.1536
	6 hari	0.7197	0.7169	0.7183	2.1550

Lanjutan Lampiran 4.

Faktor A	Faktor B			jumlah
	B1	B2	B3	
A1	2.1970	2.1361	2.1599	6.4930
A2	2.1758	2.1473	2.1557	6.4788
A3	2.1577	2.1536	2.1550	6.4663

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{Y^2}{abn} = \frac{(2.1970+2.1361+\dots+2.1599)^2}{3 \times 3 \times 3} = \frac{(19.4381)^2}{27} = 13.99405$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total (JKT)} &= \sum_{i=1} \sum_{j=1} \sum_{k=1} Y_{ijk}^2 - \frac{(Y)^2}{abn} \\ &= (2.1970^2 + 2.1361^2 + \dots + 2.1550^2) - 13.99405 \\ &= 13.9952 - 13.99405 \\ &= 0.0012 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan (JKP)} &= \sum_{i=1} \frac{Y_i^2}{bn} - \frac{(Y)^2}{abn} \\ &= \frac{(6.4930^2 + 6.4788^2 + 6.4663^2)}{3 \times 3} - 13.99405 \\ &= 13.994086 - 13.99405 = 3.9639E-05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Waktu (Perlakuan)} &= \sum_{i=1} \sum_{j=1} \frac{Y_{ij}^2}{n} - \left(\sum_{i=1} \frac{Y_i^2}{bn} \right) \\ &= \frac{(2.1970^2 + 2.1361^2 + \dots + 2.1550^2)}{3} \\ &= \frac{(6.4930^2 + [6.4788]^2 + 6.4663^2)}{3 \times 3} \end{aligned}$$

$$= 13.9948613 - 13.994086$$

$$= 0.00077431$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat (JKG)} &= \text{JK Total} - (\text{JK Perlakuan} + \text{JK Waktu}) \\ &= (0.0012) - (3.9639E-05 + 0.00077431) \\ &= 0.0003 \end{aligned}$$

Lanjutan Lampiran 4

Perhitungan BNJ kombinasi waktu dalam perlakuan laju penyerapan amonium

$$\begin{aligned}
 \text{BNJ}_{0.05} &= q(v,t) \times \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{\text{ulangan}}} \\
 &= q(9; 24) \times 0.002504423 \\
 &= 4.81 \times 0.002504423 \\
 &= 0.012046277
 \end{aligned}$$

Kombinasi waktu dalam perlakuan	Kadar phospat dalam media percobaan	
	a1b1	2.19704 / 3 =
a1b2	2.13611/ 3 =	0.71204
a1b3	2.15986/ 3 =	0.71995
a2b1	2.17577/ 3 =	0.72526
a2b2	2.14730/ 3 =	0.71577
a2b3	2.15570/ 3 =	0.71857
a1b1	2.15774/ 3 =	0.71925
a3b2	2.15357/ 3 =	0.71786
a3b3	2.15499/ 3 =	0.71833
$\text{BNJ}_{0.05}$		0.01204627

Lampiran 5. Foto tabel pH dan Suhu yang digunakan pada pengukuran Amonium

pH	Temperatur												
	18°C	19°C	20°C	21°C	22°C	23°C	24°C	25°C	26°C	27°C	28°C	29°C	30°C
6,00	0,0348	0,0374	0,040	0,044	0,048	0,052	0,056	0,060	0,064	0,068	0,072	0,076	0,080
6,10	0,0504	0,0542	0,058	0,0636	0,0692	0,0748	0,0804	0,086	0,0916	0,0972	0,1028	0,1084	0,114
6,20	0,066	0,0710	0,076	0,0832	0,0904	0,0976	0,1048	0,112	0,1192	0,1264	0,1336	0,1408	0,148
6,30	0,0816	0,0878	0,094	0,1028	0,1116	0,1204	0,1292	0,138	0,1468	0,1556	0,1644	0,1732	0,182
6,40	0,0972	0,1046	0,112	0,1224	0,1328	0,1432	0,1536	0,164	0,1744	0,1848	0,1952	0,2056	0,216
6,50	0,1128	0,1214	0,130	0,142	0,154	0,166	0,178	0,19	0,202	0,214	0,226	0,238	0,25
6,60	0,1284	0,1372	0,148	0,1616	0,1752	0,1896	0,204	0,2184	0,2328	0,2472	0,2616	0,276	0,2904
6,70	0,144	0,1536	0,164	0,1784	0,1936	0,2096	0,2256	0,2416	0,2576	0,2736	0,2896	0,3056	0,3216
6,80	0,1596	0,1696	0,1816	0,2016	0,2224	0,2432	0,264	0,2848	0,3056	0,3264	0,3472	0,368	0,3888
6,90	0,1752	0,1856	0,1984	0,2208	0,244	0,2672	0,2904	0,3136	0,3368	0,36	0,3832	0,4064	0,4296
7,00	0,1908	0,2016	0,2152	0,2392	0,264	0,2888	0,3136	0,3384	0,3632	0,388	0,4128	0,4376	0,4624
7,10	0,2064	0,2176	0,2328	0,2584	0,2848	0,3116	0,3384	0,3656	0,3928	0,42	0,4472	0,4728	0,4984
7,20	0,222	0,2336	0,2496	0,2768	0,3048	0,3336	0,3624	0,3912	0,42	0,4496	0,4792	0,5088	0,5384
7,30	0,2376	0,2496	0,2664	0,2948	0,324	0,3536	0,3832	0,4128	0,4424	0,472	0,5016	0,5312	0,5608
7,40	0,2532	0,2656	0,2832	0,3128	0,3432	0,3744	0,4056	0,4368	0,468	0,4992	0,5304	0,5616	0,5928
7,50	0,2688	0,2816	0,3008	0,3316	0,3632	0,3956	0,4288	0,4616	0,4944	0,5272	0,56	0,5928	0,6256
7,60	0,2844	0,2976	0,3176	0,3496	0,3824	0,416	0,4504	0,4848	0,5192	0,5536	0,588	0,6224	0,6568
7,70	0,300	0,3136	0,3344	0,3672	0,4016	0,4368	0,472	0,5072	0,5424	0,5776	0,6128	0,648	0,6832
7,80	0,3156	0,3296	0,3512	0,3848	0,4196	0,4552	0,4908	0,5264	0,5616	0,5968	0,632	0,6672	0,7024
7,90	0,3312	0,3456	0,368	0,4024	0,4384	0,4744	0,5104	0,5464	0,5824	0,6184	0,6544	0,6904	0,7264
8,00	0,3468	0,3616	0,3848	0,4196	0,456	0,4928	0,5296	0,5664	0,6032	0,64	0,6768	0,7136	0,7504
8,10	0,3624	0,3776	0,4016	0,4372	0,4744	0,512	0,5496	0,5872	0,6248	0,6624	0,7008	0,7392	0,7776
8,20	0,378	0,3936	0,4184	0,4548	0,4928	0,5312	0,57	0,6088	0,6472	0,6856	0,724	0,7624	0,8008
8,30	0,3936	0,4096	0,4352	0,4728	0,5116	0,5512	0,5908	0,6304	0,67	0,7096	0,7496	0,7896	0,8296
8,40	0,4092	0,4256	0,452	0,4904	0,53	0,5704	0,6104	0,6504	0,6904	0,7304	0,7704	0,8104	0,8504
8,50	0,4248	0,4416	0,4688	0,5072	0,5472	0,588	0,6288	0,6696	0,7104	0,7512	0,792	0,8328	0,8736
8,60	0,4404	0,4576	0,4856	0,5248	0,5664	0,6088	0,6512	0,6936	0,736	0,7784	0,8208	0,8632	0,9056
8,70	0,456	0,4736	0,5024	0,5424	0,5848	0,628	0,6712	0,7144	0,7576	0,8008	0,844	0,8872	0,9304
8,80	0,4716	0,4896	0,5192	0,5608	0,604	0,6488	0,6936	0,7384	0,7832	0,828	0,8728	0,9176	0,9624
8,90	0,4872	0,5056	0,536	0,5784	0,6232	0,6688	0,7144	0,7608	0,8072	0,8536	0,9008	0,9472	0,9936
9,00	0,5028	0,5216	0,5528	0,596	0,6416	0,688	0,7344	0,7808	0,8272	0,8736	0,9208	0,9672	1,0136
9,10	0,5184	0,5376	0,5696	0,6144	0,6616	0,7104	0,7592	0,808	0,8568	0,9056	0,9544	1,0032	1,052
9,20	0,534	0,5536	0,5864	0,6328	0,6816	0,732	0,7832	0,8344	0,8856	0,9368	0,988	1,0392	1,0904
9,30	0,5496	0,5696	0,6032	0,6512	0,7016	0,7536	0,8064	0,8592	0,912	0,9648	1,0176	1,0704	1,1232
9,40	0,5652	0,5856	0,6208	0,6704	0,7224	0,776	0,8304	0,8848	0,9392	0,9936	1,048	1,1024	1,1568
9,50	0,5808	0,6016	0,6376	0,6888	0,7424	0,7976	0,8536	0,9104	0,9672	1,024	1,0808	1,1376	1,1944
9,60	0,5964	0,6176	0,6544	0,7072	0,7632	0,8208	0,8792	0,9384	0,9976	1,0568	1,116	1,1752	1,2344
9,70	0,612	0,6336	0,6712	0,7256	0,7832	0,8424	0,9024	0,9632	1,024	1,0848	1,1456	1,2064	1,2672
9,80	0,6276	0,6496	0,688	0,744	0,8032	0,8636	0,9248	0,9864	1,048	1,1096	1,1712	1,2328	1,2944
9,90	0,6432	0,6656	0,7056	0,7624	0,8232	0,8856	0,9488	1,0128	1,0768	1,1408	1,2048	1,2688	1,3328
10,00	0,6588	0,6816	0,7232	0,7816	0,8432	0,9064	0,9704	1,0352	1,1008	1,1664	1,232	1,2976	1,3632



Lampiran 6. Foto Metode Pengukuran Amonium di Instalasi Penyehatan Lingkungan Rumah Sakit Saiful Anwar Malang.

RSSA
RSUD Dr. SAIFULL ANWAR MALANG

INSTRUKSI KERJA	NO.	NO. REVISI
PEMERIKSAAN AMMONIUM (NH₄⁺N)	TANGGAL TERBIT : 20 DEC 2011	
	HALAMAN : 1 dari 2	
DITETAPKAN OLEH KEPALA INSTALASI PENYEHATAN LINGKUNGAN <i>[Signature]</i> EDWIN YUNUS NASIBU, ST NIP. 19690717 199203 1 010		

1. PRINSIP :
Ion Ammonium dalam suasana basa akan bereaksi dengan larutan Nessler membentuk senyawa kompleks yang berwarna kuning sampai coklat. Warna yang terbentuk diukur serapannya secara spektrofotometri pada panjang gelombang 400-425 nm

2. METODE :
Spektrofotometri dengan cara uji Nessler

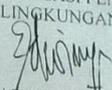
3. PELAKSANA :
Petugas pemeriksaan kimia/fisika lingkungan.

4. RINCIAN INSTRUKSI KERJA :

NO.	TAHAPAN AKTIVITAS	KETERANGAN
1.	Siapkan alat dan bahan : Alat : 1. Neraca Analitik. 2. Spektrofotometer. 3. Glass ware. Bahan : a. Air	
2.	Pereaksi : 1. Larutan Kalium Natrium Tartrat Timbang dengan teliti 50 gram Kalium Natrium Tartrat Tetrahidrate KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O kemudian larutkan kedalam 1000 ml air suling. 2. Larutan Pereaksi Nessler. Larutkan 100 gram HgI ₂ dan 70 gram KI kedalam sedikit air. Kemudian masukkan kedalam 500 ml larutan dingin yang mengandung 160 gram NaOH sambil diaduk dengan hati-hati dan encerkan sampai 1 liter. Simpan dalam botol berwarna gelap ditempat dingin.	
3.	Ukur 50-ml blanko/standar/contoh dan masukkan kedalam labu erlenmeyer 100 ml	
4.	Tambahkan 1 ml Larutan Kalium Natrium Tartrat.	
5.	Tambahkan 2 ml Larutan Pereaksi Nessler.	
6.	Aduk dan biarkan proses reaksi berlangsung paling sedikit 10 menit.	
7.	Masukkan kedalam kuvet dan baca serapannya pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 400-425 nm.	

19

Lampiran 7. Foto Metode Pengukuran Phospat di Instalasi Penyehatan Lingkungan Rumah Sakit Saiful Anwar Malang.

INSTRUKSI KERJA	NO.	NO. REVISI
PEMERIKSAAN PHOSPHAT RISSA SAIFUL ANWAR MALANG		
	TANGGAL TERBIT : 20 DEC 2011 HALAMAN : 2 dari 2 DITETAPKAN OLEH : KEPALA INSTALASI PENYEHATAN LINGKUNGAN  EDWIN YUNUS NASIBU, ST NIP. 19690717 199203 1 010	
akuadest sampai tanda batas.		
Pembuatan Kurva Kalibrasi :		
1. Siapkan 7 buah labu ukur 100 ml. Masukkan larutan baku kerja kedalam labu ukur masing-masing 0.0 ml, 0.1 ml, 0.2 ml, 0.4 ml, 0.8 ml, 1.6 ml, 2 ml. 2. Tambahkan akuadest sampai tanda batas. 3. Tambahkan 3 ml larutan ammonium molibdat. 4. Tambahkan 1 tetes larutan stano klorida. 5. Aduk hingga campur sempurna. 6. Biarkan 10 menit. 7. Baca pada Spektrofotometer dengan panjang gelombang 650 – 700 nm.		
Pembuatan Kurva Kalibrasi :		ambil 100 ml sampel.
PERHITUNGAN :		



Lampiran 8. Foto selama penelitian di Instalasi Penyehatan Lingkungan Rumah Sakit Saiful Anwar Malang.

