ANALISIS BIOREMIDIASI DENGAN PEMANFAATAN TUMBUHAN ECENG GONDOK *(Eichhornia crassipes)* DAN TUMBUHAN HYDRILLA *(Hydrilla verticillates)* PADA BUDIDAYA IKAN MAS *(Cyprinus carpio)*

SKRIPSI
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

Oleh :

MAHARRANI RAHAYU PRATIWI
NIM. 135080501111043

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

ANALISIS BIOREMIDIASI DENGAN PEMANFAATAN TUMBUHAN ECENG GONDOK *(Eichhornia crassipes)* DAN TUMBUHAN HYDRILLA *(Hydrilla verticillates)* PADA BUDIDAYA IKAN MAS *(Cyprinus carpio)*

SKRIPSI
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

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

Oleh :

MAHARRANI RAHAYU PRATIWI
NIM. 135080501111043

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

SKRIPSI

ANALISIS BIOREMIDIASI DENGAN PEMANFAATAN TUMBUHAN ECENG GONDOK *(Eichhornia crassipes)* DAN TUMBUHAN HYDRILLA *(Hydrilla verticillates)* PADA BUDIDAYA IKAN MAS *(Cyprinus carpio)*

OLEH:
MAHARRANI RAHAYU PRATIWI
NIM. 135080501111043

Telah dipertahankan didepan penguji

pada tanggal 12 April 2018

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Tanggal : _____

Menyetujui,	
Dosen Pembimbing I	**Dosen Pembimbing II**
(Prof. Dr. Ir. Sri Andayani, MS)	**(Ir. Ellana Sanoesi, MP)**
NIP. 19611106 198602 2 001	**NIP. 19630924 199803 2 002**
Tanggal:_____	**Tanggal:_____**

Mengetahui,
Plh. Ketua Jurusan
Manajemen Sumberdaya Perairan

(Dr. Ir. Muhammad Firdaus, MP)
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal:_____

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

IDENTITAS PENGUJI

JUDUL : **ANALISIS BIOREMIDIASI DENGAN PEMANFAATAN TUMBUHAN ECENG GONDOK *(Eichhornia crassipes)* DAN TUMBUHAN HYDRILLA *(Hydrilla verticillates)* PADA BUDIDAYA IKAN MAS *(Cyprinus carpio)***

NAMA MAHASISWA : MAHARRANI RAHAYU PRATIWI
NIM : 135080501111098
PROGRAM STUDI : BUDIDAYA PERAIRAN

PENGUJI PEMBIMBING

PEMBIMBING 1 : Prof. Dr. Ir. Sri Andayani, MS

PEMBIMBING 2 : Ir. Ellana Sanoesi, MP

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

PENGUJI 1 : Dr. Ir. Agoes Soeprijanto, MS

PENGUJI 2 : Nasrullah Bai Arifin, S.Pi., M.Sc

TANGGAL UJIAN : 12 April 2018

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya 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 dikemudian 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, Februari 2018

Mahasiswa

Maharrani Rahayu Pratiwi

Repository Universitas Brawijaya
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
REPOSITORY.UB.AC.ID

RINGKASAN

MAHARRANI RAHAYU PRATIWI. Analisi Bioremediasi Dengan Pemanfaatan Tumbuhan Eceng Gondok *(Eichhornia crassipes)* Dan Tumbuhan Hydrilla *(Hydrilla verticillates)* Pada Tumbuhan ikan Mas *(Cyprinus carpio)* (Dibawah bimbingan **Prof. Dr. Ir Sri Andayani, Ms dan Ir. Ellana Sanoesi, MP).**

Bioremediasi merupakan proses pemulihan polutan atau pencemaran dengan memanfaatkan jasa organisme hidup seperti bakteri, mikro alga, jamur, dan tanaman hijau. Bioremediasi merupakam teknologi yang bersifat biologi yang mempunyai beberapa keunggulan diantaranya mudah didapat, efisen, hemat biaya serta ramah lingkungan. Bioremediasi dalam penelitian ini menggunakan jasa tanaman Eceng Gondok dan Hydrilla. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya serap tanaman air tersebut pada kelangsungan hidup Ikan Mas. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan 30 Januari – 20 Februari 2018 di Laboratorium Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial. Penelitian ini menggunakan tanaman air Eceng Gondok dan Hydrilla dengan perlakuan berat tanaman kontrol / pembanding; 0 gram; 15 gram; 30 gram dimana masing-masing perlakuan mendapat 3 kali pengulangan. Penelitian dilakukan selama 14 hari dengan pengukuran parameter kualitas air SR, Amonia, Nitrat, Nitrit, TDS, Fosfat, suhu, pH, dan DO. Setiap pengukuran parameter dilakukan setiap hari dimana pada pengukuran dilakukan 2 kali dalam sehari. Data kualitas air yang diperoleh dianalisis menggunakan Analysis Of Varian (Anova) pada tanaman air Eceng Gondok dan Hydrilla. Berdasarkan hasil uji Analisis Varian (Anova) Pengaruh bioremidiasi hydrilla dan enceng gondok pada nilai Survival Rate (SR) menghasilkan nilai tidak berbeda nyata hal ini dikarenakan nilai SR pada hari 7 dan 14 menghasilkan nilai F hitung < dibanding F tabel 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan air Eceng Gondok dapat menyerap atau menetralkan kualitas air pada budidaya Ikan Mas. Hasil pengamatan pada *Survival Rate* selama 14 hari mempunyai kecendurangan menurun pada hari ke-7. Hasil rekapitulasi hasil pengamatan *Survival Rate* nampak seragam di setiap perlakuan pada hari pertama yaitu 100%, dalam arti ikan berada pada kondisi yang bagus dan siap untuk dijadikan obyek penelitian. Pengamatan minggu pertama (hari ke - 7) karena prosentase *Survival Rate* terus menurun yaitu antara 33 – 53 % dan 0 – 33 % pada rerata *Survival Rate* di hari ke- 8 sampai hari ke- 14. Selain itu juga perbedaan antar perlakuan yang sangat berbeda kadarnya pada minggu pertama hingga akhir dari penelitian, hal tersebut sangat perlu di uji apakah setiap perlakuan tidak seragam.

Bedasarkan pengukuran kualitas air didapatkan suhu dalam penelitian ini bekisar antar 22,8 – 25 ^{o}C, untuk pH diperoleh kisaran antara 7,83 - 8,37, untuk DO diperoleh kisaran antara 5,99 – 7,35 mg/l, untuk NH_3 diperoleh kisaran antara 3,21 – 3,67 mg/l, untuk N02 diperoleh kisaran antara 0,93 – 2,25 mg/l, untuk $N0_3$ diperoleh kisaran antara 8,33 – 59,52 mg/l, untuk $P0_4$ diperoleh kisaran antara 0,1 – 1,48 mg/l, untuk TDS diperoleh kisaran antara 140,5 – 521,79 mg/l.Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini yaitu untuk mengurangi pencemaran pakan

dan feses pada budidaya Ikan Mas agar kelulus hidupan Ikan Mas semakin meningkat dengan menggunakan tumbuhan air berupa Eceng Gondok dan Hydrilla tersebut.

Repository Universitas Brawijaya

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat, pertolongan serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Penelitian Skripsi yang berjudul **"Analisi Bioremediasi Dengan Pemanfaatan Tumbuhan Eceng Gondok *(Eichhornia crassipes)* Dan Tumbuhan Hydrilla *(Hydrilla verticillates)* Pada Tumbuhan ikan Mas *(Cyprinus carpio)*."** Laporan Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam meraih gelar Sarjana Perikanan (S.Pi) di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Dalam penyusunan Laporan Skripsi ini tentunya tidak sedikit hambatan yang penulis hadapi. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Skripsi ini berjalan dengan baik atas bantuan, dorongan dan bimbingan dari orang tua, dosen-dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya serta pihak Laboratorium Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang yang sudah mengijinkan saya untuk melakukan penelitian disana. Semoga Penelitian Skripsi ini dapat diterima dengan baik, khususnya bagi penulis sehingga tujuan yang diharapkan dapat tercapai, Amin.

Malang, Februari 2018

Penulis

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR ISI

RINGKASAN i
KATA PENGANTAR iii
DAFTAR ISI iv
DAFTAR GAMBAR vi
DAFTAR TABEL vii
DAFTAR LAMPIRAN viii
BAB I. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan 4
1.4 Hipotesis 4
1.5 Kegunaan 4
1.6 Tempat dan Waktu 4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Biologi Eceng Gondok *(Eichhornia crassipes)* 5
2.1.1 Klasifikasi Dan Morfologi Eceng Gondok *(E. crassipes)* 6
2.1.2 Habitat Dan Penyebarannya 7
2.2 Biologi Hydrilla *(Hydrilla verticillates)* 8
2.2.1 Klasifikasi Dan Morfologi Hydrilla *(H. verticillates)* 9
2.2.2 Habitat Dan Penyebarannya 10
2.3 Biologi Ikan Mas *(Cyprinus carpio)* 11
2.3.1 Klasifikasi Dan Morfologi 11
2.3.2 Habitat Dan Penyebarannya 12
2.3.3 Pemberian Pakan 13
2.3.4 Sintasan 14
2.4 Bioremediasi 16
2.4.1 Pengertian Bioremidiasi 16
2.4.2 Proses Bioremidiasi 16
2.4.3 Jenis-jenis bioremediasi 17
2.5 Tanaman Air 20
2.6 Kualitas Air 22
2.6.1 Parameter Uji 22
2.6.2 Parameter Penunjang 25
BAB III. MATERI DAN METODE PENELITIAN 31
3.1 Materi Penelitian 31
3.1.1 Alat – alat yang digunakan dalam Penelitian 31
3.1.2 Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian 31
3.2 Metode Penelitian 31
3.3 Rancangan Percobaan 32
3.4 Prosedur Penelitian 34
3.4.1 Persiapan penelitian 34
3.5 Perlakuan Penelitian 35
3.5.1 Parameter Uji 35

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3.5.2 Parameter Penunjang 38
3.6 Analisis Data 39

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 40

4.1 Uji Normalitas Data 40
4.2 Survivel rate 41
4.3 TAN 42
4.4 Nitrit 44
4.5 Nitrat 45
4.6 Fosfat 47
4.7 TDS 50
4.8 Suhu 54
4.9 pH 55
4.10 DO 57

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN 60

5.1 Kesimpulan 60
5.2 Saran 60

DAFTAR PUSTAKA 61

DAFTAR LAMPIRAN 68

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR GAMBAR

1. Eceng Gondok *(Eichhornia crassipes)* 6
2. Hydrilla *(Hydrilla verticillates)* 9
3. Ikan Mas *(Cyprinus carpio)* 11
4. Rangka Ikan Mas (*C. Carpio)*..... 17
5. Diagram Siklus N. 18
6. Eceng Gondok Dan Hydrilla 22
7. Rancangan Penelitian. 33
8. Grafik Pengamatan *Survival Rate (SR)* 41
9. Grafik pengamatan TAN 43
10. Grafik pengamatan $N0_2$ 45
11. Grafik pengamatan $N0_3$ 46
12. Grafik pengamatan $P0_4$ 48
13. Regresi $P0_4$ 50
14. Grafik pengamatan TDS 51
15. Regresi TDS. 53
16. Grafik pengamatan Suhu 54
17. Grafik pengamatan pH 56
18. Grafik pengamatan DO 58

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR TABEL

Tabel

1. Jumlah Pemberian Pakan 13
2. Rekapitulasi Hasil Uji Normalitas Data 40
3. Hasil Uji Beda BNT $P0_4$ 49
4. Hasil Uji Beda BNT TDS..... 52

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR LAMPIRAN

1. Alat dan Bahan Penelitian 67
2. Perlakuan Penelitian 70
3. Uji Normalitas Data 72
4. Rekapitulasi Hasil Pengamatan SR 80
5. Rekapitulasi Hasil Pengamatan TAN 83
6. Rekapitulasi Hasil Pengamatan Nitrat 86
7. Rekapitulasi Hasil Pengamatan Nitrit 89
8. Rekapitulasi Hasil Pengamatan Fosfat 92
9. Rekapitulasi Hasil Pengamatan TDS 95
10. Rekapitulasi Hasil Pengamatan Suhu 98
11. Rekapitulasi Hasil Pengamatan pH 99
12. Rekapitulasi Hasil Pengamatan DO 100

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan mas (*Cyprinus carpio*) merupakan salah satu komoditas perikanan air tawar yang saat ini menjadi primadona di sub sektor perikanan. Ikan ini dipasaran memiliki nilai ekonomis tinggi dan jumlah permintaan yang besar terutama untuk beberapa pasar lokal di Indonesia. Ikan mas atau yang juga dikenal dengan sebutan *common carp* adalah ikan yang sudah mendunia. Hal ini tentunya menjadikan peluang untuk pengembangan budidaya ikan mas (Suseno, 2000).

Berbagai sistem budidaya telah diterapkan dan terus berkembang untuk memperoleh produksi ikan mas yang maksimal. Salah satunya dengan menerapkan sistem budidaya intensif yang ditandai dengan padat tebar tinggi dan penggunaan pakan buatan, serta teknologi yang modern. Namun budidaya ikan mas secara intensif juga memiliki dampak negatif, salah satunya adalah ikan rentan terserang penyakit. Penyakit adalah salah satu faktor yang dapat menyebabkan gangguan pada ikan budidaya bahkan dapat menyebabkan kematian hingga 100% dan sangat merugikan terutama secara ekonomi (Kurniastuty *et al*., 2004).

Salah satu upaya alternatif dalam pengelolaan kualitas air budidaya yang terus dikaji dan dikembangkan yaitu teknik bioremediasi yang merupakan pendekatan biologis dengan memanfaatkan aktivitas bakteri dalam rnerombak bahan organik dalam sistem perairan budidaya (Badjoeri dan Widiyanto, 2008). Proses bioremediasi oleh mikroorganise merupakan suatu proses degradasi zat oleh enzim ekstraselular yang dihasilkan oleh mikroorganisme agen bioremediasi.

Secara alamiah sistem perairan mampu melakukan proses *self purification,* namun apabila kandungan senyawa organik sudah melampaui batas kemampuan self purification, rnaka akumulasi bahan organik dan pembentukan senyawa-

senyawa toksik di perairan tidak dapat dikendalikan, sehingga menyebabkan menurunnya kondisi kualitas air bahkan kematian ikan yang dibudidayakan (Badjoeri dan Widiyanto, 2008). Kandungan bahan organik yang tinggi berasal dari sisa pakan, sisa metabolisme atau urin, organisme yang mati, pemupukan, pengapuran, pestisida yang digunakan serta konstribusi bahan organik dari sumber air yang masuk ke kolam melalui pergantian air (Febrianti *et al.*, 2010).

Pakan yang digunakan dalam budidaya ikan memiliki kandungan protein tinggi sekitar 25-30% dan dari pakan yang diberikan tidak seluruhnya mampu diasimilasi oleh tubuh ikan, hanya sebagian saja yang mampu diasimilasi ke dalam tubuh sedangkan sisanya terbuang ke perairan dalam bentuk sisa pakan dan buangan metabolit (Shafrudin, 2003).

Sisa pakan dan buangan metabolit menjadi masalah pada kolam ikan karena unsur protein yang tidak terlarut akan segera membentuk senyawa nitrogen anorganik berupa amoniak yang sangat berbahaya bagi organisme akuatik (Boyd, 1990). Hal ini juga dinyatakan oleh Widiyanto (2006) *dalam* Badjoeri dan Widiyanto (2008) bahwa, tingginya bahan organik di perairan dapat menimbulkan beberapa dampak yang merugikan yaitu, memacu munculnya bakteri patogen, eutrofkasi dan terbentuknya senyawa toksik (amoniak dan nitrit) serta menurunnya konsentrasi oksigen terlarut. Senyawa amoniak dan nitrit dalam batas-batas konsentrasi tertentu masih dapat ditoleransi oleh ikan namun, bila konsentrasinya sudah melebihi ambang batas akan bersifat toksik tetapi, mekanisme toksisitasnya bagi ikan masih belum banyak diketahui dengan jelas.

Polutan – polutan yang berlebihan dapat diserap oleh tumbuhan air yaitu Eceng Gondok (*E. Crassipes*) dan Hydrilla *(H. Verticillates).* Eceng Gondok (*E. Crassipes*) memiliki efektifitas terbaik dalam menurunkan nilai kualitas air, hal tersebut dikarenakan Eceng Gondok adalah tumbuhan air mengapumg yang memiliki kecepatan fotosintesis yang tinggi. Menurut Wolverton dan McDonald

(1976), Eceng Gondok (*E. Crassipes*) memiliki kemampuan menurunkan nilai kualitas air pada budidaya yang tercemar. Hydrilla *(H. Verticillates)* menyerap logam yang larut dalam air melalui akar – akarnya. Didalam akar, tanaman melakukan perubahan oleh akar bdan membentuk suatu zat kelat yang disebut fitosiderator.

Beberapa jenis atau kelompok bakteri diketahui mampu melakukan proses perombakan (dekomposisi) senyawa-senyawa metabolit toksik, dan dapat dikembangkan sebagai bakteri agen bioremediasi untuk pengendalian kualitas air. Beberapa penelitian telah dilakukan yang menunjukan bahwa penggunaan bakteri *Bacillus sp*. dapat digunakan sebagai bakteri agen bioremediasi serta menggunakan campuran bakteri *Bacillus sp.* dan *Saccharomyces sp*., campuran dari *Bacillus sp., Nitrosomonas sp. dan Nitrobacter sp.*. Jenis atau kelompok bakteri tersebut merupakan bakteri nitrifkasi, bakteri sulfur (pereduksi sulfit), dan bakteri pengoksidasi amoniak yang berperan sebagai bakteri nitirifikasi dan denitrifikasi. Peran bakteri nitrifikasi adalah mengoksidasi amoniak menjadi nitrit atau nitrat, sedangkan bakteri denitrifikasi akan mereduksi nitrat atau nitrit menjadi dinitrogen oksida (N_2O) atau gas nitrogen (N2) (Badjoeri dan Widiyanto, 2008).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan sebelumnya maka dapat dirumuskan permasalahan yang menjadi fokus penelitian ini, yaitu:

1) Apakah bioremediasi dengan menggunakan tumbuhan air Hydrilla *(H. vercillata*) dan Eceng Gendok (*E. crassipes)* dapat menyerap kotoran kotoran ikan (feses) dan pakan yang terbuang sehingga air dalam keadaan bersih ?

2) Apakah bioremediasi dengan menggunakan tumbuhan air Hydrilla (*H. vercillata*) dan Eceng Gendo*k (E. crassipes)* mempengaruhi kelulus hidupan pada budidaya Ikan Mas (C. Carpio) ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1) Mengetahui kemampuan daya serap tanaman air terhadap kualitas air diperairan.
2) Mengetahui Kelulus Hidupan pada Ikan Mas (*C. carpio*) terhadap Penambahan Tanaman Air.

1.4 Hipotesis

H0 = Bioremidiasi dengan tanaman Hydrilla *(H. vercillata)* dan Eceng Gendok *(E. crassipes)* tidak berpengaruh terhadap Kelulus hidupan Ikan Mas *(C. carpio).*

H1 = Bioremidiasi dengan tanaman Hydrilla *(H. vercillata)* dan Eceng Gendok *(E. crassipes)* berpengaruh terhadap Kelulus hidupan Ikan Mas *(C.carpio).*

1.5 Kegunaan

Adapun kegunaan yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah :

1) Memberikan informasi bagi pembaca khususnya dan masyarakat umumnya tentang pemanfaatan tanaman Hydrilla *(Hydrilla vercillata)* dan Eceng Gendok (*Eichhornia crassipes*) sebagai bioremidiasi budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*)
2) Bagi instansi pemerintah dapat dijadikan sebagai sumber informasi dan digunakan sebagai bahan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan

tanaman Hydrilla *(Hydrilla vercillata)* dan Eceng Gendok *(Eichhornia crassipes)* sebagai agen bioremidiasi limbah.

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan 30 Januari – 20 Februari 2018 di Laboratorium Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)

2.1.1 Klasifikasi Dan Morfologi Eceng Gondok *(E. crassipes)*

Menurut Moenandar (1988), klasifikasi eceng gondok yaitu sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Embryophytasi phonogoma

Subdivisi : Angiospermae

Klas : Monocotyledone

Ordo : Farinosae

Famili : Fontederiaceae

Genus : *Eichhornia*

Spesies : *Eichhornia crassipes*

Enceng gondok merupakan tumbuhan parenial yang hidup di perairan terbuka, mengapung di air jika tempat tumbuhnya cukup dalam dan berakar di dasar jika air dangkal. Tingginya sekitar 0,4 - 0,8 meter. Tidak mempunyai batang. Daunnya tunggal dan berbentuk oval. Ujung dan pangkalnya meruncing, pangkal tangkai daun menggelembung. Permukaan daunnya licin dan berwarna hijau. Bijinya berbentuk bulat dan berwarna hitam. Buahnya kotak beruang tiga dan berwarna hijau. Akarnya merupakan akar serabut. Perkembang biakan dapat terjadi secara vegetatif maupun secara generatif. Perkembangan terjadi jika tunas baru tumbuh pada ketiak daun lalu membesar dan akhirnya menjadi tumbuhan baru. Enceng gondok dapat menggandakan daunnya pada 7-10 hari. Perkembangbiakan secara generatif terjadi melalui bijinya, sebelum terjadinya biji didahului oleh penyerbukan pada bunga. Karangan enceng gondok berbentuk bulir

bertangkai panjang, berbunga 6 sampai 35 tangkai. Kelopaknya bunga berbentuk tabung, termasuk bunga majemuk, sehingga enceng gondok memungkinkan penyerbukan, setelah 20 hari bunganya akan masak, terbebas lalu 22 pecah dan bijinya masuk ke perairan untuk kemudian menjadi tanaman baru. Satu tanaman dapat menghasilkan 5 sampai 6 ribu biji tiap musim.

Kemampuan tanaman inilah yang banyak digunakan untuk mengolah air buangan, karena dengan aktivitas tanaman ini mampu mengolah air buangan domestik dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Salah satu gambaran untuk mengetahui kemampuan enceng gondok dalam mengelola limbah domestik adalah hasil penelitian Djaenudin (2006) yang memperoleh hasil sebagai berikut : nilai TSS (total padatan terlarut), sudah di bawah nilai baku mutu yang dipersyaratkan yaitu 180 mg/l dengan nilai ambang batas yaitu 200 mg/l. Tanaman enceng gondok juga ini mampu menurunkan konsentrasi ammonia sebesar 81% dalam waktu 10 hari. Dapat dilihat pada gambar 1.

Gambar 1.Eceng Gondok (*E. crassipes)*

2.1.2 Habitat Dan Penyebarannya

Menurut Ratnani *et al*. (2011), eceng gondok merupakan tanaman air yang memiliki habitat didaerah tropis dan subtropis. Tempat tumbuh ideal untuk eceng gondok ini adalah perairan yang dangkal dan berair keruh, dengan suhu berkisar antara 28 – 30ºc dan rentan pH yang luas yaitu berkisar antara 4 – 12. Sebaliknya, diperairan yang berada didataran tinggi yang dalan dan jernih, eceng gondok ini

biasanya akan sulit tumbuh. Daun eceng gondok berbentuk bulat telur dengan ujung tumpul dan hampir bulat telur dengan ujung tumpul dan hampir bulat , tulang ikan membengkok dengan ukuran 7 - 25 cm, serta pada bagian permukaan atas daun terdapat banyak stomata.

Eceng gondok memiliki akar serabut menjuntai ke dalam air yang dapat air yang dapat mengikat lumpur diantara bulu – bulu akar. Tanaman ini adalah salah satu gulma perairan yang dapat menyesuaikan diri terhadap perubahan lingkungan serta mampu berkembang biak secara tepat. Terkadangpertumbuhan eceng gondok yang cepat ini dapat menutupi permukaan air sehingga berdampak merugikan, namun disisi lain tanaman ini juga memiliki manfaat lain yaitu dapat menyerap bahan pencemar berupa zat organik, anorganik, maupun logam berat.

Menurut Suardana (2001), eceng gondok memiliki banyak nilai manfaat jika dikelola dengan baik. Di Cina eceng gondok digunakan sebagai pakan hewan, di India digunakan sebagai bahan dasar kertas, serta di Indonesia sendiri talah banyak dimanfaatkan untuk kerajinan. Pemanfaatan eceng gondok untuk pengolahan limbah pun juga telah banyak dilakukan, menurut Heider *et al.* (1984) *dalam* Tjokrokusumo dan Sahwan (2003), berbagai jenis anion, ion logam, dan senyawa organik di suatu larutan mampu diserap oleh tanaman eceng gondok. Menurut Penfound dan Earle (1948) *dalam* Rahmaningsih (2006), eceng gondok memiliki lubang stomata cukup besar, yaitu dua kali lebih besar dari kebanyakan tumbuhan lain. Hasil penelitian Ratnani *et al*. (2011), membuktikan bahwa eceng gondok dapat memperbaiki kualitas air limbah cair tahu, seperti COD, pH, warna air, serta bau, kemudian hasil penelitian oleh Rukmi *et al.* (2013), juga membuktikan bahwa eceng gondok mampu menurunkan kadar detergen, BOD, dan COD pada air limbah laundry.

2.2 Biologi Hydrilla (*Hydrilla verticillates)*

2.2.1 Klasifikasi Dan Morfologi Hydrilla *(H. verticillates)*

Menurut Tjitrosoepomo (1989) *dalam* Handoko dan Yunie (2012), klasifikasi dari tanaman *air H. verticillata* adalah:

Kingdom: Plantae

Divisi : Spermatophyta

Class : Monocotyledoneae

Order : Helobiae (Alismatales)

Family : Hydrocharitaceae

Genus : *Hydrilla*

Spesies : Hydrilla verticillata

Hydrilla (rumput laut) adalah jenis tanaman air yang hanya terdiri dari satu spesias. Meskipun beberapa ahli botani membaginya menjadi beberapa spesies yaitu: *H. asiatica, H. japonica, H. lithuanica*, dan *H, ovalifolica* (Rondonuwu, 2014). Hydrilla toleran dengan kondisi air yang luas dan dapat tumbuh pada intensitas cahaya yang rendah. Beberapa penelitian melaporkan Hydrilla dan tanaman air lainnya memainkan peranan penting dalam menagkap dan mengikat N dan P di sungai (Kanabkaew, 2004).

Hydrilla (*H. verticillates*) memiliki rimpang putih kekuningan yang tumbuh di sedimen bawah air sampai dengan kedalaman 2 m. Panjang batang yang tumbuh sekitar 1- 2 m. Hydrilla adalah tanaman produktif dalam air yang dapat tumbuh dengan cepat dan dapat berkembang dalam air dari beberapa sentimeter sampai 20 meter (Rondonuwu, 2014). Tanaman Hydrilla (*H. verticillates)* memiliki daun berukuran kecil berbentuk lanset yang tersusun mengelilingi batang. Batangnya bercabang dan mendatar sebagai stolon yang pada tempat tertentu membentuk akar serabut (Fitra, 2008).

Tanaman Hydrilla memiliki lebar daun 2 – 4 mm dan panjang 6 – 20 mm. Daunnya mempunyai 11 – 39 gerigi persentimeter sepanjang tepi. Memiliki pelepah yang terkadang berwarna merah (Langeland, 1996). Hydrilla merupakan tanaman bawah air. Tanaman Hydrilla mempunyai fragmentasi kecil yang dapat mempengaruhi akar untuk tumbuh dengan cepat (Phukan, 2015). Dapat dilihat pada gambar (Gambar 2).

Gambar 2. Hydrilla *(H. verticillates)*

2.2.2 Habitat Dan Penyebarannya

Hydrilla *(H.verticillates)* adalah sejenis tanaman air yang banyak tumbuh diperairan yang tenang dan jernih. Tanaman tersebut hidup didalam perairan yang seluruh bagian tubuhnya terendam didalam air. Akarnya sebagian terendam didasar perairan daan yang lainnya melayang bersama batang dan daunnya yang bergerak mengikuti arah gerakkan air. Dalam posisi dan kondisi tersebut, tanaman hydrilla sangat potensi untuk menyaring atau menyerap bahan – bahan yang terlarut di dalam air perairan (Yusuf, 2001). Hydrilla dapat mentolerir salinitas sampai sekitar 7 ppt. Hydrilla dapat hidup dengan tingkat cahaya dan CO2 yang rendah. Hydrilla tumbuh optimal pada suhu 20 – 24 C dan pertumbuhannya menjadi berhenti pada suhu dibawah 16 C. Hydrilla dapat hidup pada air yang keruh (Dulay, *et al.* 2010).

Hydrilla *(H. verticillates)*merupakan tumbuhan air yang cukup produktif dalam air yang dapat tumbuh dan berkembang dengan cepat, keberadaanya didukung dengan arus yang cenderung tenang. Hydrilla dapat tumbuh dengan subur pada kawasan yang kaya bahan organik. Jenis ini tumbuh secara horizontal sehingga membentuk tikar padat vegetasi. Hydrilla merupakan kelompok tumbuhan yang paling banyak dijumpai dan memegang peranan yang sangat penting sebagai pengikat lapisan dan endapan lumpur (Dewiyanti, 2012). Menurut Said (2006), Hydrilla sering ditemukan di sawah, kolam, dan sungai dangkal berlumpur dan biasanya sangat banyak.

2.3 Biologi Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

2.3.1 Klasifikasi Dan Morfologi

Menurut Effendi (1993), klasifikasi ikan mas sebagai berikut ;

Filum : Chordata

Sub filum : Vertebrata

Kelas : Osteichtyes

Ordo : Cypriniformei

Familyi : Cyprinidae

Genus : *Cyprinus*

Spesies : *Cyprinus carpio*

Tubuh ikan mas *(C. carpio*) dilengkapi dengan sirip. Sirip punggung (dorsal) berukuran relatif panjang dengan bagian belakang berjari-jari keras dan sirip terakhir yaitu sirip ketiga dan keempat, bergerigi. Letak antara sirip punggung dan perut berseberangan. Sirip pada pectoral terletak dibelakang tutup insang (overculum). Sisik ikan mas berukuran relatif lebih besar dan digolongkan kedalam tipe sisik sikloid linea lateralis (gurat sisi), terletak dipertengahan tubuh, melintang

dari tutup insang sampai keujung belakang pangkal ekor. *Pharynreal teeth* (gigi kerongkongan) terdiri dari tiga baris yang berbentuk gigi geraham (Suseno, 2003).

Ikan mas (*C.carpio*) merupakan ikan pemakan segala (omnivora). Kebiasaan makan ikan mas (*C. carpio*) yaitu sering mangaduk-ngaduk dasar kolam, termasuk dasar pematang untuk mencari jasad-jasad organik. Karna kebiasaan makannya seperti ini, ikan mas (*C. carpio)* dijuluki sebagai bottom feeder atau pemakan dasar. Di alam, danau atau sungai tempat hidupnya, ikan ini hidup menepi sambil mengincar makanan berupa binatang-binatang kecil yang biasanya hidup dilapisan lumpur tepi danau atau sungai (Susanto,2004).

Menurut Susanto (2004), ikan mas (*C. carpio*) mempunyai telur yang sifatnya merekat atau menempel atau adhesif. Kebiasaan sebelum melakukan pemijahan di alam adalah mencari tempat yang rimbun dengan tanaman air atau rumput-rumputan yang menutupi permukaan perairan. Perkembangan seksual ikan mas (*C. carpio*) yaitu ovivar dimana perkembangbiakan seksual yang ditandai dengan pelepasan sel telur jantan dan 6 betina, dimana spermatozoa diluar tubuh dan fertilisasi terjadi diluar tubuh. Ciriciri lain adalah sel telur berukuran besar karena banyak mengandung kuning telur yang dapat menjadi bekal bagi anak-anaknya dalam mengawali hidupnya diluar tubuh (Susanto,2004). Dapat dilihat pada gambar (Gambar 3).

Gambar 3. Ikan Mas (*C. Carpio)*

2.3.2 Habitat Dan Penyebarannya

Ikan Mas *(C. carpio*) menyukai tempat hidup (habitat) di perairan tawar yang airnya tidak terlalu dalam dan alirannya tidak terlalu deras, seperti di pinggiran sungai atau danau. Ikan Mas dapat hidup baik di daerah dengan ketinggian 150–600 meter di atas permukaan air laut (dpl) dan 8 pada suhu 25-30°C. Meskipun tergolong ikan air tawar, ikan Mas terkadang ditemukan di perairan payau atau muara sungai yang bersalinitas (kadargaram) 25-30‰ (Suseno, 2000).

Ikan Mas (*C. carpio*) merupakan ikan pemakan segala (omnivora). Kebiasaan makan ikan mas (*C. carpio*) yaitu sering mangaduk-ngaduk dasar kolam, termasuk dasar pematang untuk mencari jasad - jasad organik. Karena kebiasaan makannya seperti ini, ikan mas *(C.carpio*) dijuluki sebagai bottom feeder atau pemakan dasar. Di alam, ikan ini hidup menepi sambil mengincar makanan berupa binatang-binatang kecil yang biasanya hidup dilapisan lumpur tepi danau atau sungai (Susanto, 2004).

2.3.3 Pemberian Pakan

Ikan mas bersifat omnivora, artinya hewan pemakan segala jenis pakan. Pakan yang baik adalah pakan yang mampu meningkatkan kualitas warna, mempercepat pertumbuhan, dapat menangkal bibit penyakit dan dapat membantu berdasarkan ukuran tubuh, usia, kematangan ikan mas dan suhu air. Pakan yang diberikan harus mempunyai kandungan gizi yang seimbang. Keseimbangan gizi diatur berdasarkan ukuran tubuh, usia, kematangan ikan mas dan suhu air. Pemberian pakan yang berlebihan akan berpengaruh kurang baik, tubuh menjadi cepat gemuk dan mudah terserang penyakit. Begitu juga sebaliknya jika kekurangan pakan dapat menyebabkan tubuh menjadi kurus, kualitas warna kurang baik, pertumbuhannya lambat dan mudah terserang penyakit (Hikmat, 2002).

Lebih lanjut dinyatakan bahwa, Sebelum dilakukan pemberian pakan sebaiknya pakan direndam terlebih dahulu dalam air selama satu menit, sehingga akan memudahkan dalam proses pencernaan. Jumlah pakan yang diberikan harus sesuai dengan berat dan ukuran ikan. Frekuensi pemberian pakan dapat dilakukan sebanyak dua kali sehari pada pagi dan siang atau sore hari. Idealnya pakan diberikan tiga jam setelah matahari terbit dan tiga jam sebelum matahari terbenam. Sebaiknya pemberian pakan tidak terlalu pagi atau terlalu sore, karena kandungan oksigen dalam air sedikit sedangkan setiap setelah ikan mas makan membutuhkan oksigen yang lebih banyak dari keadaan biasanya. Untuk jumlah pakan yang akan diberikan disesuaikan dengan berat badan ikan untuk leih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah pemberian pakan

Ukuran ikan	Jumlah pakan per hari (% berat badan)
Baru manatas > 2 cm	15 – 20 %
Anakan (Berat 3 gr, Panjang 2 – 4 cm)	10 – 15 %
Sedang (Berat 10 gr, Panjang 5 cm)	5 %
Dewasa (Berat 100 gr, Panjang 12 cm)	2 %

Sumber : Hikmah, 2002.

2.3.4 Sintasan

Sintasan adalah persentase jumlah ikan yang hidup dalam kurun waktu tertentu Sintasan organisme dipengaruhi oleh padat penebaran dan faktor lainnya seperti, umur, pH, suhu dan kandungan amoniak. Faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan adalah tersedianya jenis makanan serta adanya lingkungan yang baik seperti oksigen, amoniak, karbondioksida, nitrat, hidrogen sulfida dan ion hidrogen (Effendie, 2002). Menurut Mudjiman (2004), tingkat kelangsungan hidup (SR) adalah prosentase jumlah benih ikan yang masih hidup pada akhir penelitian. Untuk mempertahankan kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan, maka 13 diperlukan makanan yang memenuhi kebutuhan nutrisi ikan. Makanan yang telah dimakan oleh ikan

digunakan untuk kelangsungan hidup dan selebihnya akan dimanfaatkan untuk pertumbuhan.

Ikan akan hidup, tumbuh, dan berkembang dengan baik pada habitat atau lingkungan dalam batas yang dapat ditolelir oleh ikan. Ikan-ikan air tawar mempunyai tekanan osmotik cairan internal (dalam tubuh) lebih besar dari tekanan osmotik eksternal (lingkungan), sehingga garam - garam dalam tubuh cenderung keluar sedangkan air cenderung masuk kedalam tubuh (Kadarini, 2009 *dalam* Warisah, 2013).

Peningkatan padat tebar ikan akan berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan, artinya bahwa peningkatan padat tebar ikan belum tentu menurunkan tingkat kelangsungan hidup. Walaupun terlihat kecenderungan bahwa semakin meningkat padat tebar ikan, maka tingkat kelangsungan hidup akan semakin kecil (Rukmana, 2003). Sintasan yang rendah dapat terjadi karena ikan mengalami kekurangan makan berkepanjangan, akibat tidak terpenuhinya energi untuk pertumbuhan dan mobilitas karena kandungan gizi pakan tidak mencukupi sebagai sumber energi. Salah satu upaya untuk mengatasi rendahnya sintasan yaitu dengan pemberian pakan yang tepat baik dalam ukuran, jumlah, dan kandungan gizi dari pakan yang diberikan (Wijayanti, 2010 *dalam* Nifa, 2013).

Faktor-faktor yang mempengaruhi sintasan adalah lingkungan baru, stres, dan keberadaan bibit penyakit. Faktor dari dalam tubuh adalah kemampuan dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan baru dan umur ikan. Kemampuan renang ikan juga mempengaruhi laju sintasan. Ikan yang 14 kemampuan renangnya masih belum sempurna menyebabkankemampuannya dalam mencari pakan terbatas. Maka dari itu ikan cenderung hanya memakan pakan alami yang berada didekatnya (Melianawati dan Imanto, (2004) *dalam* Nifa, 2013).

2.4 Bioremediasi

2.4.1 Pengertian Bioremidiasi

Bioremediasi berasal dari kata bio dan remediasi atau "remediate" yang artinya menyelesaikan masalah. Secara umum bioremediasi dimaksudkan sebagai penggunaan mikroba untuk menyelesaikan masalah-masalah lingkungan atau untuk menghilangkan senyawa yang tidak diinginkan dari tanah, lumpur, air tanah atau air permukaan sehingga lingkungan tersebut kembali bersih dan alamiah.

Bioremiasi merupakan penggunaan mikroorganisme untuk mengurangi polutan lingkungan. Saat bioremediasi terjadi, enzim-enzim yang diproduksi mikroorganisme memodifikasi polutan tersebut, sebuah peristiwa yang disebut biotransformasi. Pasa banyak kasus, biotransformasi berujung pada biodegradai dimana polutan beracun terdegradasi strukturnya menjadi tidak kompleks dan akhirnya menjadi metabolit yang tidak berbahaya dan tidak beracun.

Mikroba yang hidup di tanah dan di air tanah dapat “memakan” bahan kimia berbahaya tertentu, misalnya berbagai jenis minyak. Mikroba mengubah bahan kimia ini menjadi air dan gas yang tidak berbahaya misalnya CO2. Bakteri yang secara spesifik menggunakan karbon dari hidrokarbon minyak bumi sebagai sumber makanannya disebut sebagai bakteri petrofilik. Bakteri inilah yang memegang peranan penting dalam bioremediasi lingkungan yang tercemar limbah minyak bumi. Aplikasi bioremediasi di Indonesia mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 128 Tahun 2003 (KepMen LH no. 128/2003) mengatur tentang tatacara dan persyaratan teknis pengolahan limbah dan tanah terkontaminasi oleh minyak bumi secara biologis.

2.4.2 Proses Bioremidiasi

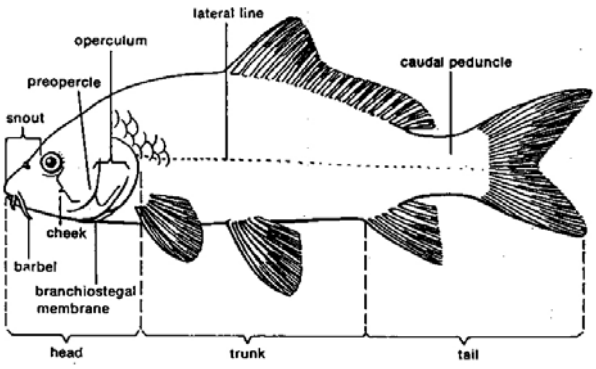
Bioremidiasi adalah suatu proses pemulihan polutan dengan memanfaatkan jasa makhluk hidup seperti mikroba (bakteri, fungi, khamir), tumbuhan hijau.

Sedangkan fitoremidiasi dilakukan dengan memanfaatkan kemampuan metabolisme tumbuhan dan hubungan positif antara tumbuhan dengan mikroorganisme lain untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan (Gunalan, (1998) *dalam* Pratiwi, 2012).

Bioremidiasi merupakan salah satu teknologi yang bersifat biologi, yaitu pemanfaatan jasa tumbuhan hijau ataupun mikroorganisme yang berasosiasi, untuk mengurangi polutan lingkungan, baik pada air, tanah atau udara, baik disebabkan polutan metal maupun organik (Firdaus dan Santriyana, 2012).

Senyawa amonium dan nitrit merupakan bentuk lain dari nitrogen anorganik. Effendi (2003) menyatakan bahwa nitrogen anorganik terdiri dari amonia (NH3), amonium (NH4), nitrit (NO2-), dan nitrogen (N2). Penambahan nitrogen sebagai salah satu nutrien pembatas utama dalam tingkat produsen primer di estuari selain fosfat dan silikat dipengaruhi oleh kegiatan manusia (Kennish, 1994). Pemberian pakan buatan dalam sistem budidaya dapat mengubah kondisi normal senyawa nitrogen di alam.

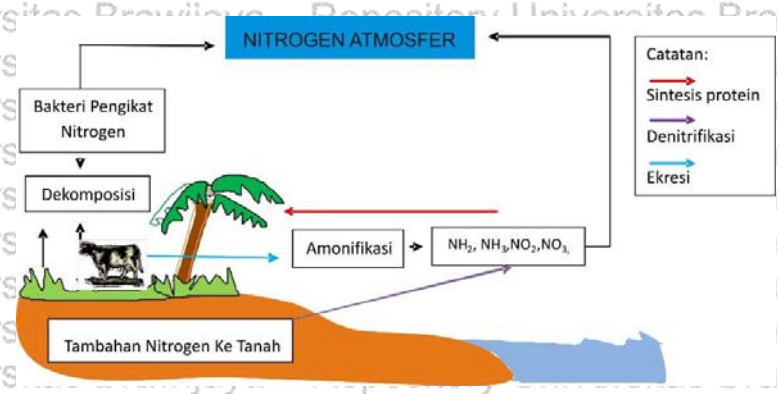
Sumber utama amoniak sebagai salah satu bentuk nitrogen anorganik dalam air budidaya adalah hasil perombakan bahan organik, sedangkan sumber bahan organik utama dalam tambak adalah degradasi sisa pakan dan sisa metabolisme ikan. Sebagian besar pakan yang diberikan akan dimanfaatkan untuk pertumbuhan, namun sebagian lagi akan diekskresikan dalam bentuk kotoran padat dan amonia terlarut (NH3) dalam air (Gambar 4). Sisa metabolisme ikan juga bisa mengalami perombakan menjadi NH3 dalam bentuk gas. Secara biologis, proses ini tidak hanya berhenti sampai di sini, di alam amonia akan mengalami perombakan menjadi nitrat (NO3) suatu bentuk yang tidak berbahaya dalam proses nitrifikasi. Lima proses siklus biogeokimia nitrogen adalah amonifikasi, nitrifikasi, asimilasi nitrogen, denitrifikasi, dan fiksasi nitrogen.



Gambar 4 Rangka Ikan Mas *(C. Carpio)*

Amonifikasi merupakan proses pembentukan amonia dari materi organik. Amonia juga mampu mengalami asimilasi menjadi asam amino dan dapat diasimilasi secara langsung oleh kelompok diatom, alga selular dan tanaman tingkat tinggi. Nitrifikasi merupakan reaksi oksidasi yaitu proses pembentukan nitrit atau nitrat dari amonia. Proses ini dapat ber-langsung secara biologis maupun kimiawi. Asimilasi nitrogen merupakan proses pemanfaatan nitrogen untuk pembentukan asam amino dalam protoplasma oleh fitoplankton, alga, dan bakteri.

Senyawa amonium dan nitrit merupakan bagian penting dari siklus nitrogen di alam (Gambar 3). Denitrifikasi merupakan reaksi reduksi nitrat menjadi nitrit, nitrit oksida, dan gas nitrogen. Sedangkan fiksasi nitrogen me-rupakan pengikatan gas nitrogen menjadi amonia dan nitrogen organik (Dong et al., 2004). Proses ini dapat terjadi di daerah tambak yang masih dalam area pantai sehingga bisa melibatkan simbiosis alga dan bakteri (Effendi, 2003). Tambak ikan sebagai salah satu bentuk ekosistem kecil daerah estuari, memiliki nitrogen anorganik utama yang dapat terlarut dalam air, yaitu amonia, amonium, nitrit, dan nitrat. Komposisi nitrogen anorganik sangat dipengaruhi oleh kandungan oksigen bebas dalam air. Konsentrasi oksigen yang rendah menyebabkan nitrogen akan bergerak menuju ke senyawa amonia, sedangkan konsentrasi oksigen tertinggi menyebabkan nitrogen akan bergerak menuju senyawa nitrat (Hutagalung dan Rozak, 1997).



Gambar 5 Diagram Siklus N

Menurut Barbarick (2006) nitrogen hadir dalam berbagai bentuk senyawa kimia dan mengalami serangkaian reaksi biokemis sebagai berikut :

- Mineralisasi, yaitu perubahan bentuk nitrogen organik menjadi ammonium. Lebih dari 95% kandungan nitrogen dalam tanah berada dalam bentuk nitrogen organik. Bentuk ini tidak dapat dimanfaatkan tanaman sebelum diubah oleh mikroorganisme tanah menjadi ion ammonium. Ion ini jarang dilindikan ke bawah karena merupakan ion positif yang diikat oleh muatan negatif mineral liat atau situs jerapan tanah (kompleks koloid tanah).

- Nitrifikasi, yaitu perubahan ammonium menjadi nitrat. Proses perubahan ini terjadi jika kondisi lingkungan hangat dan dalam tanah yang beraerasi baik. Nitrat adalah ion negatif nitrogen yang dimanfaatkan tanaman, dan mudah terlindi (bergerak ke bawah bersama air) karena tidak diikat mineral liat atau situs jerapan tanah. Bentuk ion nitrat ini merupakan salah satu penyebab timbulnya polusi air tanah.

- Immobilisasi , yaitu perubahan nitrat atau ammonium menjadi nitrogen organik. Mikroorganisme dalam tanah menggunakan nitrat dan ammonium pada saat mengurai sisa-sisa tanaman (bahan organik). Bentuk nitrogen ini bersifat sementara terikat dalam bentuk jaringan tubuh mikroorganisme.

- Denitrifikasi, yaitu proses perubahan nitrat menjadi gas nitrogen. Proses ini terjadi manakala tanah tidak cukup mengandung udara, maka mikroorganisme menggunakan oksigen dalam senyawa nitrat, sehingga nitrat berubah menjadi gas nitrogen (N2). Gas ini akan dilepaskan menuju atmosfer sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Pada kebanyakan kasus, peristiwa denitrifikasi akan terjadi antara 2 sampai 3 hari di dalam tanah dengan aerasi buruk.

- Volatilisasi, yaitu perubahan ammonium menjadi gas ammonia. Proses ini banyak terjadi di dalam tanah yang memiliki pH lebih besar dari 7,5.

➢ **Mekanisme Siklus N**

Penambatan nitrogen secara biologis dan secara kimiawi mengubah gas dinitrogen (N2) menjadi amonia dengan katalis enzim nitrogenase (Saika dan Jain, 2007). Enzim yang berperan penting dalam penambatan nitrogen adalah nitrogenase yang terdapat dalam sel bakteri penambat nitrogen.

Nitrogenase disusun oleh dua komponen yang saling menunjang yaitu protein Fe (komponen I) dan protein Mo-Fe (komponen II) (Hamdi, 1982). Protein Fe berukuran lebih kecil dari komponen II dan mempunyai dua sub-unit serupa berukuran masing-masing 30 sampai dengan 72 kDa, tergantung pada organisma. Setiap subunit berisi satu kluster besi-belerang (4 Fe dan 4 S2–) yang turut ambil bagian dalam reaksi redox terlibat dalam konversi N2 menjadi NH3. Protein MoFe mempunyai empat sub-unit, dengan masa total satu molekul sekitar 180 sampai dengan 235 kDa, tergantung pada spesies organisme. Setiap subunit mempunyai dua kluster Mo–Fe–S (Taiz dan Zeiger, 2002). Protein Fe adalah menjadi tidak aktif oleh O2 dengan waktu paruh kerusakan dari 30 sampai dengan 45 detik. Protein MoFe juga menjadi tidak aktif oleh oksigen, dengan satu waktu paruh 10 menit. (Dixon dan Wheeler 1986). Diduga 2 molekul protein Fe akan bersenyawa

dengan 1 molekul protein Mo-Fe untuk membentuk nitrogenase aktif di dalam sel sel bakteroid atau sel-sel Azotobacter (Hamdi, 1982). Gambaran terperinci dari pengikatan ATP, pengangkutan elektron dan pengikatan substrat di antara kompenan-kompenan nitrogenase secara sederhana dapat dilihat pada Gambar 3. Senyawa protein Fe dari nitrogenase menerima elektron-elektron berpotensial rendah dari Ferredoxin dan Flavodoxin, kemudian protein Fe bergabung dengan ATP menghasilkan suatu senyawa FeMgATP yang potensial oksidasinya rendah. Hanya satu molekul MoMgATP hasil reduksi yang dapat berlaku sebagai pereduksi protein Mo-Fe . Terbukti bahwa Mo-Fe yang berperan dalam penambatan N2 (Siegbahn et. al., 1998).

Proses fiksasi N2 dengan adanya enzim nitrogenase terjadi sebagai berikut: (1) energi ATP dan elektron feredoksin mereduksi protein Fe menjadi reduktan, (2) reduktan itu mereduksi protein MoFe yang kemudian mereduksi N2 menjadi NH3 dengan hasil sampingan berupa gas H2, dan (3) bersamaan dengan itu terjadi reduksi asetilen menjadi etilen yang dapat digunakan sebagai indikator proses fiksasi N2 secara biologis (Marschner, 1986; Buchanan et. al., 2000). MoFe protein dapat mereduksi beberapa substrat seperti asetilen, sianida dan azida (Tabel 2.), namun demikian dalam kondisi normal reaksi hanya terjadi antara N2 dan H+ yang dikatalisasi oleh enzim nitrogenase. Kemampuan ini dapat digunakan untuk mengukur kemampuan organisme dalam enambat nitroge menggunakan proses reduksi asetilen (ARA).

2.5 Tanaman Air

Tanaman air adalah tanaman yang memiliki habitat yaitu di air. Syarat mutlak pertumbuhan tanaman ini yaitu lingkungan yang memiliki kelembapan tinggi (Lestari dan kencana, 2015). Dulu tidak banyak yang berpikir bahwa tanaman air yang banyak tumbuh diperairan seperti rawa, sungai, maupun danau mempunyai

fungsi sebagai pembersih air yang tercemar polutan. Perhatian pada potensi tanaman air untuk menyerap limbah mulai banyak diberikan oleh para peneliti pada tahun 1970-an, baik untuk menyerap limbah industri maupun limbah rumah tangga (Tjokrokusumo dan Sahwan, 2003).

Menurut Gopal (1987) *dalam* Suardana (2001), saat ini tanaman air mulai banyak digunakan untuk memperbaiki mutu air limbah karena kemampuannya dalam menyerap kandungan zat dalam air langsung melalui akar atau keseluruhan permukaan tanaman melebihi keperluan untuk pertumbuhannya. Menurut Indah *et al*. (2014), tanaman air berperan besar sebagai penyerap partikel dan mineral diperairan, kemudian sebagai aerator melalui proses fotosintesis, mengatur aliran air, serta membersihkan air yang tercemar.

Menurut Dhir (2013), tanaman memiliki mekanisme yang sangat spesifik dan efisiensi untuk memperoleh mikronutrien penting dari lingkungan. Penyerapan dan penghilangan kontaminan bervariasi untuk setiap jenis tanaman air (free-floating, submerged, emerged). Cara penyerapan oleh tanaman juga berbeda untuk kontaminan organik dan anorganik. Penyerapan senyawa anorganik (bentuk ionik atau kompleks) melalui mekanisme penyerapan aktif atau pasif di dalam tanaman, sedangkan penyerapan senyawa organik umumnya diatur oleh hidrofobik dan polaritas. Serapan kontaminan organik didorong oleh difusi sederhana berdasarkan sifat kimia mereka. Kontaminan yang telah diasimilasi dan diserap, kemudian diubah dan didetoksifikasi oleh berbagai reaksi biokimia di dalam sistem tanaman dengan menggunakan mekanisme enzimatik.

Menurut Dhir (2013), tanaman air dapat dikelompokkan berdasarkan kebiasaan tumbuhnya, yaitu free-floating plant atau tanaman mengambang, submerged pland, dan emergent pland. Floating pland atau tanaman mengambang akarnya dibawah daun dan menggantung bebas di dalam air namun tidak sampai kedasar substrat. Beberapa contoh dari tanaman ini yaitu dari genus Lemna,

Eichhornia, Pistia, Salvinia, Azolla, dan Spirodela. Tanaman ini memiliki potensi untuk mendegradasi kontaminan dari suatu limbah cair. Prasad *et al*. (2006), menambahkan bahwa free-floating pland dapat digunakan dalam menghilangkan polutan di perairan karena mereka tidak kontak denagn sedimen. Akar tanaman ini memiliki akses penuh terhadap air yang tercemar, kemudian polutan yang telah terakumulasi di daun dapat menguap bersama air ke udara bebas. Dapat dilihat pada Gambar contoh tanaman air (Gambar 6).

Gambar 6. Hydrilla *(H. verticillates*) dan Eceng Gondok (E. *Crassipes)*

2.6 Kualitas Air

2.6.1 Parameter Uji

a) Survival Rate (SR)

Survival Rate atau kelangsungan hidup adalah persentase jumlah ikan yang hidup dalam kurun waktu tertentu Sintasan organisme dipengaruhi oleh padat penebaran dan faktor lainnya seperti, umur, pH, suhu dan kandungan amoniak. Faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan adalah tersedianya jenis makanan serta adanya lingkungan yang baik seperti oksigen, amoniak, karbondioksida, nitrat, hidrogen sulfida dan ion hidrogen (Effendie, 2002). Menurut Mudjiman (2004), tingkat kelangsungan hidup (SR) adalah prosentase jumlah benih ikan yang masih hidup pada akhir penelitian. Untuk mempertahankan kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan, maka 13 diperlukan makanan yang memenuhi kebutuhan nutrisi ikan. Makanan yang telah

dimakan oleh ikan digunakan untuk kelangsungan hidup dan selebihnya akan dimanfaatkan untuk pertumbuhan.

Ikan akan hidup, tumbuh, dan berkembang dengan baik pada habitat atau lingkungan dalam batas yang dapat ditolelir oleh ikan. Ikan-ikan air tawar mempunyai tekanan osmotik cairan internal (dalam tubuh) lebih besar dari tekanan osmotik eksternal (lingkungan), sehingga garam-garam dalam tubuh cenderung keluar sedangkan air cenderung masuk kedalam tubuh (Kadarini, 2009*dalam* Warisah, 2013).

Peningkatan padat tebar ikan akan berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan, artinya bahwa peningkatan padat tebar ikan belum tentu menurunkan tingkat kelangsungan hidup. Walaupun terlihat kecenderungan bahwa semakin meningkat padat tebar ikan, maka tingkat kelangsungan hidup akan semakin kecil (Rukmana, 2003). Sintasan yang rendah dapat terjadi karena ikan mengalami kekurangan makan berkepanjangan, akibat tidak terpenuhinya energi untuk pertumbuhan dan mobilitas karena kandungan gizi pakan tidak mencukupi sebagai sumber energi. Salah satu upaya untuk mengatasi rendahnya sintasan yaitu dengan pemberian pakan yang tepat baik dalam ukuran, jumlah, dan kandungan gizi dari pakan yang diberikan (Wijayanti, 2010 *dalam* Nifa, 2013).

Faktor-faktor yang mempengaruhi sintasan adalah lingkungan baru, stres, dan keberadaan bibit penyakit. Faktor dari dalam tubuh adalah kemampuan dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan baru dan umur ikan. Kemampuan renang ikan juga mempengaruhi laju sintasan. Ikan yang memiliki kemampuan untuk berenangnya masih belum sempurna menyebabkankemampuannya dalam mencari pakan terbatas. Maka dari itu ikan cenderung hanya memakan pakan alami yang berada didekatnya (Melianawati dan Imanto, 2004 *dalam* Nifa, 2013).

b) TAN *(Total Ammoniak Nitrogen)*

Di perairan alami pada suhu dan tekanan normal amoniak dalam bentuk gas dan membentuk kesetimbangan dengan ion amonium. Selain terdapat dalam bentuk gas amoniak juga membentuk kompleks dengan beberapa ion logam. Amoniak juga dapat terserap ke dalam bahan-bahan tersuspensi dan koloid sehingga mengendap di dasar peraiaran. Amoniak di perairan dapat menghilang melalui proses volatilisasi karena tekanan parsial amoniak dalam larutan meningkat dengan semakin meningkatnya pH. Amoniak dan garam-garamnya bersifat mudah larut dalam air. Amoniak banyak digunakan dalam proses produksi urea, industri bahan kimia serta industri bubur dan kertas (pulp & paper). Tinja dari biota akuatik yang merupakan limbah aktivitas metabolisme juga banyak mengeluarkan amoniak. Sumber amoniak yang lain adalah reduksi gas nitrogen yang berasal dari proses difusi udara atmosfer, limbah industri dan kosmetik.

Amoniak yang terukur di perairan berupa amoniak total (NH3 dan NH4 +). Amoniak bebas tidak dapat terionisasi (amoniak) sedangkan amonium (NH4 +) dapat terionisasi. Persentase amoniak meningkat dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan. Pada pH 7 atau kurang, sebagian besar amoniak akan mengalami ionisasi. Sebaliknya pada pH lebih besar dari 7 amoniak tak terionisasi yang bersifat toksik terdapat dalam jumlah yang lebih banyak. Amoniak bebas yang tak terionisasi bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas amoniak terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH, dan suhu (Effendi, 2003).

c) Nitrat

Menurut Effendi (2003), Nitrat (NO3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrien utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses sempurna senyawa nitrogen diperairan.

Nitrat merupakan hasil akhir dari oksidasi nitrogen dalam air laut. Kadar nitrogen akan semakin meningkat dengan bertambahnya kedalaman. Peningkatan kadar nitrat di dalam air laut dipengaruhi oleh masuknya limbah-limbah domestik dan pertanian yang banyak mengandung nitrat. Konsentrasi nitrat di perairan selain berasal dari nitrifikasi nitrit, juga berasal dari pengikatan nitrogen bebas dari udara oleh mikroorganisme (Nugroho, 2006).

Sumber pencemaran nitrat dalam air umumnya berasal dari limbah industri, septi tank, limbah hewan (ikan dan burung), dan limbah dari angkutan air (kapal, perahu, dan lain-lain). Selain itu limbah dari lahan-lahan pertanian akibat aktivitas pemupukan, penggunaan pestisida, dan lain-lain memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap polusi nitrat di dalam air permukaan (Surface water) dan air bawah tanah (Ground water) (Ompusunggu, 2009).

d) Nitrit

Di perairan alami, nitrit (NO2) biasanya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit. Lebih sedikit daripada nitrat, karena bersifat tidak stabil dengan keberadaan oksigen. Nitrit merupakan bentuk peralihan (intermediate) antara amonia dan nitrat (nitrifikasi), dan antara nitrat dan gas nitrogen (denitrifikasi). Denitrifikasi berlangsung pada kondisi anaerob (Effendi, 2003).

Sumber nitrit dapat berupa limbah industri dan limbah domestik. Kadar nitrit pada perairan relatif kecil, karena segera dioksidasi menjadi nitrat. Perairan alami mengandung nitrit sekitar 0,001 mg/L dan sebaiknya tidak melebihi 0,06 mg/L. Di perairan, kadar nitrit jarang melebihi 1 mg/L. Kadar nitrit yang lebih dari 0,05 mg/L dapat bersifat tosik bagi organisme perairan yang sangat sensitif. Untuk keperluan air minum, WHO merekomendasikan kadar nitrit sebaiknya tidak lebih dari 1 mg/L. Bagi manusia dan hewan, nitrit bersifat lebih toksik daripada nitrat. Pada manusia konsumsi nitrit yang berlebihan dapat mengakibatkan terganggunya proses

pengikatan oksigen oleh hemoglobin darah, yang selanjutnya membentuk methemoglobin yang tidak mampu mengikat oksigen (Effendi, 2003).

Menurut Chandra (2006), dalam keadaan normal, nitrit tidak ditemukan dalam air minum, kecuali dalam air yang berasal dari air tanah akibat adanya proses reduksi nitrat oleh garam besi.

Nitrit (NO2) beracun terhadap udang dan ikan karena mengoksidasi Fe2+ di dalam hemoglobin. Dalam bentuk ini kemampuan darah untuk mengikat oksigen sangat merosot. Mekanisme toksisitas dari nitrit ialah pengaruhnya terhadap transport oksigen dalam darah dan kerusakan jaringan. Akumulasi nitrit di dalam Universitas Sumatera Utara 18 tambak dan kolam diduga terjadi sebagai akibat tidak seimbangnya antara kecepatan perubahan dari nitrit menjadi nitrat dan dari amonia menjadi nitrit (Ghufran, 2007).

e) TDS (*Total Dissolved Solid*)

TDS adalah benda padat yang terlarut, yaitu semua mineral, garam, logam serta kation-anion yang terlarut di air, termasuk semua yang terlarut diluar molekul air murni (H2O). Secara umum, konsentrasi benda-benda padat terlarut merupakan jumlah antara kation dan anion di dalam air. TDS terukur dalam satuan Parts per Million (ppm) atau perbandingan rasio berat ion terhadap air (Santoso, 2008). Contoh padatan terlarut dalam air adalah zat kapur, besi, timah, magnesium, tembaga, sodium, klorida, klorin 16 dan lain-lain. Menurut Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum, kadar TDS yang diperbolehkan adalah 500 mg/l.

Air yang mengandung TDS tinggi, sangat tidak baik untuk kesehatan manusia. Mineral dalam air tidak hilang dengan cara direbus. Bila terlalu banyak mineral anorganik di dalam tubuh dan tidak dikeluarkan, maka seiring berjalannya waktu akan mengendap di dalam tubuh yang berakibat tersumbatnya bagian tubuh. Misalnya bila mengendap di mata akan mengakibatkan katarak, bila di ginjal

akan mengakibatkan batu ginjal atau batu empedu, di pembuluh darah akan mengakibatkan pengerasan pembuluh darah, tekanan darah tinggi, stroke dan lain-lain (Wahyu Nugroho dan Setyo Purwoto, 2013).

f) Fosfat

Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan (Dugan, 1972). Fosfor merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan alga, sehingga unsur ini menjadi faktor pembatas bagi tumbuhan dan alga akuatik serta sangat mempengaruhi tingkat produktivitas perairan.

Fosfat terdapat dalam air alam atau air limbah sebagai senyawa ortofosfat, polifosfat dan fosfat organis. Setiap senyawa fosfat tersebut terdapat dalam bentuk terlarut, tersuspensi atau terikat di dalam sel organisme air. Di daerah pertanian ortofosfat berasal dari bahan pupuk yang masuk ke dalam sungai atau danau melalui drainase dan aliran air hujan. Polifosfat dapat memasuki sungai melalui air buangan penduduk dan industri yang menggunakan bahan deterjen yang Universitas Sumatera Utara mengandung fosfat, seperti industri logam dan sebagainya. Fosfat organis terdapat dalam air buangan penduduk (tinja) dan sisa makanan. Fosfat organis dapat pula terjadi dari ortofosfat yang terlarut melalui proses biologis karena baik bakteri maupun tanaman menyerap fosfat bagi pertumbuhannya. Keberadaan senyawa fosfat dalam air sangat berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem perairan. Bila kadar fosfat dalam air rendah (< 0,01 mg P/L), pertumbuhan ganggang akan terhalang, kedaan ini dinamakan oligotrop. Sebaliknya bila kadar fosfat dalam air tinggi, pertumbuhan tanaman dan ganggang tidak terbatas lagi (kedaaan eutrop), sehingga dapat mengurangi jumlah oksigen terlarut air. Hal ini tentu sangat berbahaya bagi kelestarian ekosistem perairan (Alaerts, 1984).

Berdasarkan kadar fosfor total, perairan diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu: perairan dengan tingkat kesuburan rendah, yang memiliki kadar fosfat total

berkisar antara 0 – 0,02 mg/liter; perairan dengan tingkat kesuburan sedang, yang memiliki kadar fosfat total 0,021 – 0,05 mg/liter; dan perairan dengan tingkat kesuburan tinggi, yang memiliki kadar fosfat total 0,051 – 0,1 mg/liter (Yoshimura & Liaw, 1969).

2.6.2 Parameter Penunjang

a) Suhu

Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme, karena penyebaran organisme baik di lautan maupun di perairan tawar dibatasi oleh suhu perairan tersebut. Suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, dapat menekan kehidupan hewan budidaya bahkan menyebabkan kematian bila peningkatan suhu sampai ekstrim (Kordindan Tanjung, 2007). Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi di suatu perairan. Peningkatan suhu menyebabkan peningatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air, dan selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen (Effendi, 2003).

Setiap penelitian pada ekosistem air, pengukuran suhu air adalah hal yang mutlak dilakukan. Hal ini disebabkan karena kelarutan berbagai jenis gas didlam air serta semua aktivitas biologis di di dalam ekosistem air sangat dipengaruhi suhu. Suhu dipengaruhi oleh pertukaran panas antara air dengan udara, ketinggin topografi, masukkan air limbah dan penutupan oleh tanaman (Barus, 2002). Hydrilla tumbuh optimal pada suhu 20 – 24 C dan pertumbuhannya menjadi berhenti pada suhu dibawah 16 C (Dulay, *et al.* 2010).

b) Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman dalam suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang penting dalam memantau kestabilan perairan. Perubahan nilai pH

suatu perairan terhadap organisme akuatik mempunyai batasan tertentu dengan nilai pH yang bervariasi (Simanjuntak, 2012). Masuknya logam didalam perairan akan berinteraksi dengan berbagai faktor seperti pH sehingga akan berpengaruh terhadap kelarutan logam. Dengan derajat keasaman tinggi akan mengubah kestabilan ikatan dari karbonat ke hidroksida. Hidroksida ini akan mudah sekali membentuk ikatan permukaan partikel yang berada pada badan perairan (Sudarwin, 2008).

Organisme perairan mempunyai kemampuan yang berbeda dalam mentoleransi pH di perairan. Kematian lebih sering diakibatkan karena pH yang rendah dari pada pH yang tinggi (Wijayanti, 2007). Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai pH antara 7 – 8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan (Yuliastuti, 2011).

c) Oksigen Terlarut (DO)

Menurut Kordi dan Tanjung (2007), oksigen yang diperlukan untuk biota air harus terlarut dalam air. Oksigen merupakan faktor pembatas, bila ketersediaannya tidak mencukupi maka segala aktivitas akan terhambat. Menurut Boyd (1982), menyatakan oksigen merupakan salah satu komponen utama dalam suatu perairan sekitar 20,95 % oksigen larut dalam air. Konsentrasi oksigen terlarut dipengaruhi oleh proses respirasi biota akuatik dan proses dekomposisi bahan organik dan mikroba. Pengaruh ekologi lain yang menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut menurun adalah penambahan zat organik (buangan organik) (Connel dan Miller, (1995)*dalam* Wijayanti, 2007).

Pergerakan air dan adanya tanaman air seperti Hydrilla dan Eceng Gondok akan memperbesar kadar oksigen dalam air, bila kadar oksigen dalam air sudah terlalu jenuh maka difusi akan berhenti dan oksigen akan mengambang dari air kembali ke udara bila kadarnya sudah lebih jauh lagi (suppersaturasi) (Lesmana,

2001). Kadar oksigen terlarut dibawah 3 ppm akan membahayakan organisme perairan karena dapat mengakibatkan kematian (Hermawati, 2005).

Repository Universitas Brawijaya

BAB III
MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Alat – alat yang digunakan dalam Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Termometer, pH Meter, DO Meter, TDS Meter, timbangan digital, timbangan analitik, toples 27 buah ukuran 16 liter, pot kecil, kapas saring, 3 bak besar ukuran 30 liter, Aerator set, Seser, Pipet, Tetes, Blower, Pipa, Penggaris, Selang, Gunting Cutter. Alat – alat tersebut dapat dilihat pada lampiran 1.

3.1.2 Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Aquades, Tissu, Pakan, Amonia Kit, Phospat Kit, Nitrat Kit, Nitrit Kit, Tanaman air Hydrilla (*H. verticillata)*, Tanaman air Eceng Gondok *(E. crassipes)*, Ikan Mas (*C. carpio)*. Bahan – bahan tersebut dapat dilihat pada lampiran 1.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Menurut Sastrosupadi (2000), metode eksperimen bertujuan untuk menyelidiki ada dan tidaknya hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberi perlakuan – perlakuan tertentu ada beberapa kelompok eksperimental dan penyelidikan kontrol untuk perbandingan.

Metode penelitian yang digunakan yakni ekssperimental laboratorik dengan menggunakan wadah yang diisi komoditas Ikan Mas (*C. carpio*), eksperimental digunakan untuk mengetahui pengaruh variable tertentuterhadap suatu kelompok dalam kondisi yang terkontrol. Desain eksperimental terhadap kelompok

eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok kontrol dimasudkan sebagai pembanding terhadap perubahan akibat berbagai eksperimen tersebut (Paramitasari, 2014).

3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok faktorial (RAK) faktorial dengan 2 faktor yaitu faktor a = pemberian Jenis Tanaman Air dan faktor b = Dosis Jumlah Tanaman. Rancangan Acak Kelompok (RAK) digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang tidak seragam atau heterogen (Sastrosupardi, 2000).

Penelitian yang dilakukan 27 perlakuan dengan perlakuan tanpa tambahan tanaman air, dengan tambahan tanaman Hydrilla (*H. verticillata)* dan Eceng Gondok (*E. crassipes*) seberat 0 gram, 15 gram dan 30 gram. Kombinasi perlakuan yang digunakan adalah 3 (jenis tanaman) x 3 (dosis pemberian) yang kemudian masing-masing diulang 3 kali, maka satuan percobaannya terdiri dari 27 satuan percobaan. Model yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + Ai + B_{j(i)} + \varepsilon_{ij(K)}$$

i : 1, 2, ... a

j : 1, 2, ... b

k : 1, 2, ... n

Y_{ij} :respon yang diamati

μ : rata-rata umum (mean)

A_i : pengaruh factor A ke – i

$B_{j(i)}$: pengaruh factor B ke – j yang terpengaruh pada faktor A ke – i

$\varepsilon ij_{(k)}$: galat percobaan untuk ulangan ke – k pada faktor B ke – j yang bersarang pada A ke – i

Faktor I : Tanaman Hydrilla (*H. verticillata*)

H1 : 0 gram (kontrol)

H2 : 15 gram

H3 : 30 gram

Faktor II : Tanaman Eceng Gondok (*E. crassipes*)

E1 : 0 gram (kontrol)

E2 : 15 gram

E3 : 30 gram

H1E1	**H2E1**	**H3E1**	**H1E2**	**H2E2**	**H3E2**	**H1E3**	**H2E3**	**H3E3**
H1E1'	**H2E1'**	**H3E1'**	**H1E2'**	**H2E2'**	**H3E2'**	**H1E3'**	**H2E3'**	**H3E3'**
H1E1"	**H2E1"**	**H3E1"**	**H1E2"**	**H2E2"**	**H3E2"**	**H1E3"**	**H2E3"**	**H3E3"**

Gambar 7 Rancangan Penelitian

Keterangan :

H1E1: Hydrilla 0 gram dikombinasi dengan Enceng Gondok 0 gram

H2E1: Hydrilla 15 gram dikombinasi dengan Enceng Gondok 0 gram

H3E1: Hydrilla 30 gram dikombinasi dengan Enceng Gondok 0 gram

H1E2: Hydrilla 0 gram dikombinasi dengan Enceng Gondok 15 gram

H2E2: Hydrilla 15 gram dikombinasi dengan Enceng Gondok 15 gram

H3E2: Hydrilla 30 gram dikombinasi dengan Enceng Gondok 15 gram

H1E3: Hydrilla 0 gram dikombinasi dengan Enceng Gondok 30 gram

H2E3: Hydrilla 15 gram dikombinasi dengan Enceng Gondok 30 gram

H3E3: Hydrilla 30 gram dikombinasi dengan Enceng Gondok 30 gram

Penelitian diamati 3 kali pengulangan sebagai pembanding pada setiap perlakuan yang menjadi replika. Penyajian hasil pengamatan akan dibagi menjadi 3 (tiga) tahap yaitu hari ke - 1, hari ke - 7 dan hari ke – 14.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan penelitian

Penelitian ini terdiri dari penelitian pendahulu yaitu untuk mengetahui berapa lama kualitas air tersebut bertahan jernih dan penelitian utama yaitu untuk mengetahui pertumbuhanIkan Mas (Cyprinus carpio) yang telah diberi perlakuan. Tahapan – tahapan penelitian akan dijelaskan sebagai berikut:

- **Persiapan Bak Penelitian**

Disiapkan 27 bak berukuran 16 liter, dimana terdiri dari 9 bak eceng gondok (*E. crassipes*), 9 bak Hydrilla (*H. verticillata*), dan 9 bak kontrol. Bak kontrol ini hanya berisi budidaya Ikan Mas *(C. carpio*) tanpa diberi tanaman eceng gondok (*E. crassipes*) dan Hydrilla (*H. verticillata*), hal ini bertujuan untuk membandingkan kondisi ikan yang diberi tumbuhan air agar menekan kelulus hidupan pada ikan.

- **Pemilihan Tanaman Air dan Ikan Mas *(C. carpio)***

Pada Tanaman Air Eceng Gondok (*E. crassipes*) dan Hydrilla (*H. verticillata*) diambil dari tempat populasinya, kemudian dicuci bersih serta dipilih tanaman yang memiliki ukuran yang sama dan memiliki kondisi fisik yang bagus, Sedangkan pada Ikan Mas *(C.carpio)* dipilih pada ukuran yang sama kurang lebih ukuran 2 – 3 cm dan dilihat fisik ikan tersebut.

- **Aklimatisasi Tanaman Air dan ikan Mas (*C. carpio)***

Tanaman Air Hydrilla (*H. verticillata*) dan Eceng Gondok (*E. crassipes*) yang diperoleh kemudian diaklimatisasi menggunakan air bersih selama 5 hari (Purnamasari, 2014), hal ini bertujuan untuk membersihkan tanaman sehingga tidak ada lagi organisme maupun hama yang menempel pada tanaman Tanaman Air Hydrilla (*H. verticillata*) dan Eceng Gondok (*E. crassipes)*, selain itu agar tanaman dapat beradaptasi dengan lingkungan yang baru. Sedangkan pada ikan Mas (*C. carpio)* dilakukan aklimatisasi agar ikan tidak strees pada lingkungan yang baru.

- **Memasukkan Tanaman Tanaman Air dan Ikan Mas *(C. carpio)***

Tanaman Air Hydrilla *(H. verticillata*) dan Eceng Gondok (*E. crassipes*) yang telah diaklimatisasi kemudian dimasukkan ke dalam bak penelitian yang sebelumnya telah diberi tanda pada setiap bak percobaan sebagai perlakuan A, B, dan C. Kemudian bak yang sudah diberi air dan aerator set diisi Ikan Mas *(C. carpio*). Lalu masing – masing bak plastik yang sudah berisi air, aerator set dan ikan mas (C. Carpio) tersebut diberi tanaman Air Hydrilla (*H. verticillata*) dan Eceng Gondok (*E. crassipes*) sesuai pada perlakuan. Perlakuan dibuat pada perubahan berat dari hydrilla dan eceng gondok, dengan berat variasi antara 15 gram dan 30 gram. Disamping itu juga sebagai kontrol antar perlakuan hanya tamnpa ada penambahan hydrilla maupun eceng gondok.

3.5 Perlakuan Penelitian

3.5.1 Parameter Uji

- ***Survival Rate (SR)***

Kelangsungan hidup atau disebut juga dengan survival rate (SR) merupakan persentase ikan uji yang hidup pada akhir pemeliharaan dari jumlah ikan uji yang ditebar pada saat pemeliharaan dalam suatu wadah. Effendie (1979), bahwa tingkat kelangsungan hidup merupakan nilai persentase jumlah ikan yang hidup selama periode pemeliharaan.

Survival Rate (SR) dihitung menggunakan 5 ekor ikan mas dengan ukuran ikan 3 cm. Jumlah ikan yang dipergunakan dalam penelitian berdasarkan pedoman teknis budidaya ikan mas yaitu sebesar 100-200 ekor dalam 1 m^2 air didalam kolam. Pada bak yang dipergunakan dalam penelitian, diameter bak 18 cm atau luasnya 0,025 m^2 yang hanya di isi air 13 lt, sehingga dengan menggunakan perbandingan luas terhadap jumlah ikan yang dipergunakan didapatkan 0,025 x 200= 5 ekor.

Menurut Effendie (1997) *dalam* Zairin (2002), Kelangsungan Hidup (SR) pada Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*), sebagai berikut:

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

Keterangan :

SR = Kelangsungan hidup (%)

Nt = Jumlah Ikan yang hidup pada akhir percobaan (ekor).

No = Jumlah ikan yang hidup pada awal percobaan (ekor)

- **TAN *(Total Ammoniak Nitrogen)***

Prosedur pengukuran TAN menggunakan alat merk TAN kitt. Menurut buku panduan Schoot instrument (2001), tahap pengukuran TAN adalah:

a) bersihkan wadah tester dengan iar sample 5 ml

b) tambahkan 14 tetes reagen pada botol dan kocok rata

c) kemudian tambahkan 7 tetes reagen pada botol lalu kocok

d) lalu tambahkan 7 tetes reagen pada botol lalu kocok

e) setelah itu tunggu 10 menit hingga air sampel berubah warna

d) catat hasilnya

- **Fosfat**

Prosedur pengukuran Fosfat menggunakan alat merk Fosfat kitt. Menurut buku panduan Schoot instrument (2001), tahap pengukuran Fosfat adalah:

a) Bersihkan wadah kemudian ambil 5 ml air sampel

b) Tambahkan tetes reagen pada botol dan kocok

c) Tunggu 5 detik

d) Kemudian tambah 1 sendok padatan reagen

e) Lalu tutup dan di kocok

f) Kemudian tunggu hingga air sampel berubah

g) Catat hasilnya

- **Nitrat**

Prosedur pengukuran Nitrat menggunakan alat merk Nitrat kitt. Menurut buku panduan Schoot instrument (2001), tahap pengukuran Nitrat adalah:

a) Bersihkan wadah kemudian ambil sample 5 ml

b) Tambahkan 6 tetes reagen pada botol dan kocok

c) Kemudian tambahkan lagi 6 tetes reagen dan kocok

d) Lalu tambahkan ½ sendok reagen padatan dan kemudian kocok hingga 10 detik

e) Tambahkan lagi 6 tetes reagen lalu kocok

f) Kemudian tunggu hingga 1 menit

g) Lalu tunggu hingga warna berganti

h) Catat hasilnya

- **Nitrit**

Prosedur pengukuran Nitrit menggunakan alat merk Nitrit kitt. Menurut buku panduan Schoot instrument (2001), tahap pengukuran Nitrit adalah:

a) Bersihkan wadah kemudian ambil 5 ml air sampel

b) Tambahkan 6 tetes reagen pada wadah dan kocok

c) Kemudian tambahkan 6 tetes reagen pada wadah dan kocok

d) Tunggu hingga 5 menit hingga warna sampel berubah

e) Catat hasilnya

- **TDS *(Total Suspended Solid)***

Penentuan TDS digunakan alat TDS Meter dengan merk Eutech CON 700. Alat ini bisa digunakan juga untuk pengukuran konduktivitas dan suhu.

a) Pertama-tama tekan tombol power untuk menyalakan alat

b) kemudian elektroda dibilas menggunakan aquades

c) dikeringkan dengan tisu

d) Setelah itu dicelupkan kedalam sampel hingga batas eletroda

e) dan ditekan tombol CAL/MEAS untuk melakukan pengukuran terhadap TDS

f) Ditunggu nilai pembacaan TDS hingga stabil dan dicatat nilai TDS yang muncul pada layar

g) Diulangi 3 kali dan dilanjutkan pengukuran TDS dengan sampel berikutnya.

3.5.2 Parameter Penunjang

- **Suhu**

Prosedur pengukuran suhu menggunakan alat merk Schoot instrument. Menurut buku panduan Schoot instrument (2001), tahap pengukuran suhu adalah:

a) Menyiapkan alat Schoot instrument.

b) Mengkalibrasi tongkat pada alat Schoot instrument menggunakan aquaades.

c) Memasukkan tongkat ke dalam media air.

d) Membaca skala suhu yang tertera pada alat Schoot instrument.

e) Mencatat dalam skala

- **Derajat Keasaman (pH)**

Produser pengukuran pH menggunakan alat merk Schoot instrument.

Menurut buku panduan Schoot instrument (2001), tahap pengukuran pH adalah:

a) Menyiapkan alat Schoot instrument

b) Mengkalibrasi tongkat pada alat Schoot instrument menggunakan aquaades.

c) Memasukkan tongkat ke dalam media air.

d) Membaca skala pH yang tertera pada alat Schoot instrument.

e) Mencatat skala pH tersebut

- **Oksigen Terlarut (DO)**

Oksigen terlarut diukur menggunakan metode titrasi Winkler di Laboratorium Kimia Balai Riset Surabaya. Adapun prosedur pengukurannya adalah sebagai berikut:

a. Memasukkan air sampel ke dalam botol DO.
b. Menambahkan 1 ml $MnSO_4$.
c. Menambahkan 1 ml KOH-KI
d. Mengkocok botol DO lalu didiamkan sampai terbentuk endapan bewarna coklat .
e. Menambahkan 1 ml H_2SO_4.
f. Mengkocok botol DO lalu didiamkan sampai tidak ada endapan.
g. Mengambil sebanyak 100 ml air sampel.
h. Menambahkan $Na_2S_2O_3$ 0,0255 N hingga sampel berubah warna kuning pucat
i. Menambahkan 3 tetes amilum lalu sampel bewarna ungu.
j. Menambahkan dengan $Na_2S_2O_3$ 0,0255 N hingga sampel tidak berwarna.
k. Menghitung volume $Na_2S_2O_3$ yang terpakai dan dihitung nilai DO.
l. Mencatat hasil.

3.6 Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis secara manual menggunakan analisis keragaman sesuai dengan rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK). Data yang diperoleh sebelumnya dilakukan dengan uji normalitas data, selanjutnya untuk mengetahui pengaruh perlakuan perlu menggunakan analisis keragaman atau uji F. Apabila nilai F terjadi beda nyata atau berbeda sangat nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perlakuan mana yang memberikan respon terbaik. Kemudian dilanjutkan analisis regresi.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Normalitas Data

Uji Normalitas adalah sebuah uji yang dilakukan dengan tujuan untuk menilai sebaran data pada sebuah kelompok data atau variabel, apakah sebaran data tersebut berdistribusi normal ataukah masih memerlukan perbaikan data. Pada penelitian ini dipergunakan uji normalitas dengan menggunakan smirnov kolmogorof dengan sebaran normal. Hipotesis nol dan hipotesis tandingan dalam uji ini adalah sebagai berikut.

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Uji Normalitas Data

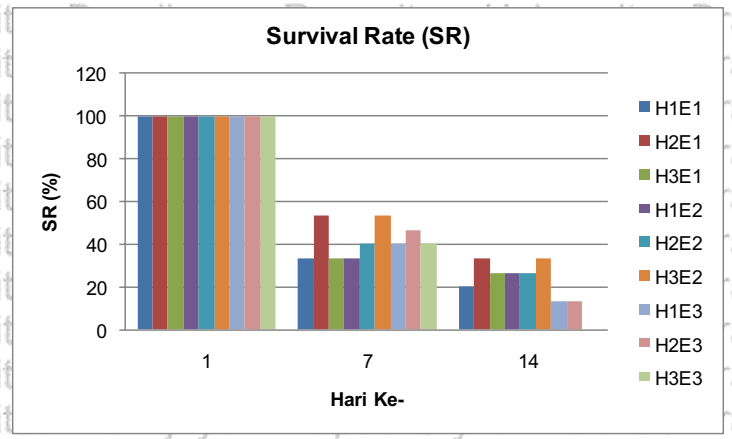
No	Parameter Uji	Dcr (max)								
		H1E1	H2E1	H3E1	H1E2	H2E2	H3E2	H1E3	H2E3	H3E3
1	Suhu	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
2	Ph	0,19	0,19	0,13	0,17	0,18	0,18	0,22	0,13	0,16
3	TDS	0,27	0,26	0,29	0,28	0,29	0,26	0,27	0,27	0,28
4	DO	0,22	0,29	0,20	0,27	0,24	0,22	0,23	0,28	0,20
5	PO4	0,18	0,18	0,20	0,15	0,19	0,23	0,23	0,21	0,23
6	NH3	0,28	0,29	0,29	0,28	0,21	0,22	0,22	0,28	0,22
7	NO3	0,28	0,29	0,29	0,28	0,21	0,22	0,22	0,28	0,22
8	NO2	0,23	0,29	0,21	0,22	0,29	0,22	0,29	0,26	0,24
Dcr (5%) = 0.349		**OK**	**OK**	**OK**	**OK**	**OK**	**OK**	**OK**	**OK**	**OK**

Sumber : Rekapitulasi Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan menyatakan bahwa data masih dalam range distribusi normal karena nilai Dcr < Dtabel sebesar 0,349, sehingga data tidak perlu untuk diperbaiki dan dapat di lanjutkan untuk analisa selanjutnya. Hasil rekapitulasi uji normalitas data dapat di lihat pada Tabel 2 dan untuk perhitungan uji normalitas data secara lengkap ada pada Lampiran 3.

4.2 Survivel rate

Hasil pengamatan *Survival Rate* selama 14 hari mempunyai kecendurangan menurun pada hari ke-7 yang di ilustrasikan pada Gambar 5. Hasil rekapitulasi hasil pengamatan *Survival Rate* nampak seragam di setiap perlakuan pada hari pertama yaitu 100%, dalam arti ikan berada pada kondisi yang bagus dan siap untuk dijadikan obyek penelitian. Pengamatan minggu pertama (hari ke - 7) karena prosentase *Survival Rate* terus menurun yaitu antara 33 – 53 % dan 0 – 33 % pada rerata *Survival Rate* di hari ke- 8 sampai hari ke- 14. Selain itu juga perbedaan antar perlakuan yang sangat berbeda kadarnya pada minggu pertama hingga akhir dari penelitian, hal tersebut sangat perlu di uji apakah setiap perlakuan tidak seragam. Seluruh hasil pengamatan dapat di lihat pada Lampiran 4.



Gambar 8 Pengamatan Survival Rate (SR)

Berdasarkan hasil uji Analisis Varian (Anova) Pengaruh bioremidiasi hydrilla dan enceng gondok pada nilai Survival Rate (SR) menghasilkan nilai tidak berbeda nyata hal ini dikarenakan nilai SR pada hari 7 dan 14 menghasilkan nilai F hitung < dibanding F tabel 5%.

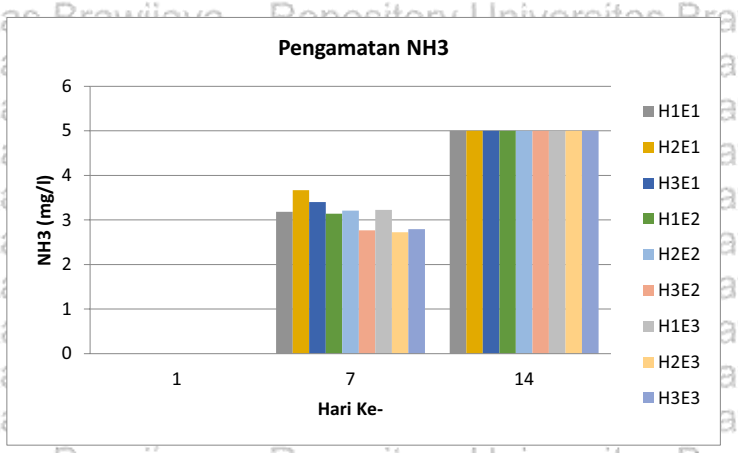
Berdasarkan hasil pada pengaruh bioremidiasi hydrilla dan eceng gondok pada nilai Survival Rate (SR) pada hari 7 dan 14 mengalami penurunan dikarenakan Rendahnya tingkat kelangsungan hidup pada perlakuan ikan

dalam wadah dan kondisi media hidup yang tidak lagi ideal bagi kehidupan ikan.Kondisi tersebut sesuai dengan apa yang dinyatakan Satyani (2001) dimana dengan semakin tingginya padat tebar akan membatasi ruang gerak dan semakin tingginya kandungan amoniak dan meningkatnya karbondioksida yang mengakibatkan benih ikan jadi stres dan tingkat kematian menjadi tinggi. lingkungan yang tidak mendukung atau semakin buruk menyebabkan fungsi normal ikan akan terganggu menjadi penyebab tingginya kematian.

4.3 TAN (*Total Ammoniak Nitrogen)*

TAN adalah senyawa basa yang terdapat dalam perairan. Ammonia biasanya terdapat pada bahan eksresi seperti urin dan keringat. Ammonia pada suatu perairan dapat juga dihasilkan oleh organisme yang hidup dalam perairan menghasilkan eksresi dan tercampur dalam air. Namun apabila eksresi yang dihasilkan oleh organisme dalam kondisi wajar maka kandungan amonia tidak akan melebihi batas wajar. Amonia merupakan bentuk nitrogen anorganik yang berifat toksik terhadap organisme budidaya. Konsentrasi amonia yang tinggi didalam air akan mempengaruhi permeabilitas ikan oleh air dan mengurangi konsentrasi ion di dalam tubuh. Amonia juga meningkatkan konsumsi oksigen di jaringan, merusak insang dan mengurangi kemampuan darah menyangkut oksigen (Boyd, 1982).

Hasil pengamatan Amonia selama 14 hari mempunyai kecendurangan meningkat pada hari ke-7 yang di ilustrasikan pada Gambar 6. Hasil rekapitulasi hasil pengamatan Amonia nampak seragam di setiap perlakuan pada hari pertama yaitu 0 mg/l. Pengamatan minggu pertama (hari ke - 7) karena kadar Amonia terus meningkat antara 3,21 – 3,67mg/l dan 5 mg/l pada rerata Amonia di hari ke- 8 sampai hari ke- 14. Lampiran 5.



Gambar 9 Grafik Pengamatan TAN

Berdasarkan hasil uji Analisis Varian (Anova) Pengaruh bioremidiasi hydrilla dan enceng gondok pada nilai TAN dalam air menghasilkan nilai tidak berbeda nyata hal ini dikarenakan suhu air pada seluruh perlakuan menghasilkan hasil yang sama sehingga menghasilkan nilai F hitung tak terhingga. Hasil uji dapat dilihat pada Lampiran 5.

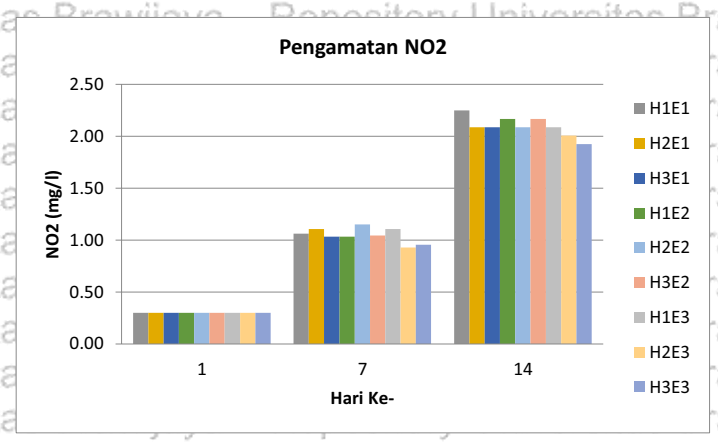
Berdasarkan hasil uji pada pengaruh bioremidiasi hydrilla dan enceng gondok pada nilai TAN mengalami kenaikan dikarenakan kotoran ikan (feses) pakan yang tidak dicerna oleh ikan. Pemberian pakan buatan pada lingkungan budidaya akan meningkatkan jumlah nitrogen yang masuk ke dalam perairan. Hal ini mengakibatkan kandungan nutrien dalam perairan meningkat, termasuk amonia yang berbahaya bagi organisme akuatik. Amonia tersebut akan digunakan sebagai sumber nitrogen oleh fitoplankton, alga, tumbuhan, dan bakteri. Tetapi jumlah nutrien yang berlebih akan mendorong pertumbuhan alga yang pesat (blooming) yang pada akhirnya berakibat pada kematian massal alga. Proses dekomposisi alga mati, sisa pakan, tanaman air dan organisme akuatik yang mati akan membebaskan amonia. Selain alga, bakteri juga memanfaatkan amonia melalui proses nitrifikasi yang akan mengubah amonia menjadi nitrit kemudian nitrat yang tidak berbahaya. Nitrat ini akan digunakan kembali oleh alga dan

tumbuhan air. Nitrat juga dapat diubah menjadi gas N2 oleh mikroorganisme melalui proses denitrifikasi (Duborrow et al., 1997). Mjoun *et al*., (2010) menyatakan bahwa ikan nila mampu bertahan dalam kisaran amonia hingga 7 mg/L dan kisaran optimum nilai TAN pertumbuhan ikan nila, yaitu kurang dari 0,05 mg/L.

4.4 Nitrit

Boyd (1981) menjelaskan bahwa nitrit hasil antara dari oksidasi amonia dalam proses nitrifikasi oleh bakteri autotropik *nitrosomonas,* yang menggunakan amonia sebagai sumber energi. Toksisitas nitrit terhadap ikan atau dapat dikatakan bahwa nitrit adalah hasil reaksi oksidasi amonia oleh bakteri nitrosomonas terutama dalam transpor oksigen dan kerusakan jaringan. Nitrit dalam darah mengoksidasi haemoglobin menjadi methemoglobin yang tidak mampu mengikat darah (Boyd, 1981; Maguire dan Allan, 1990). Sehingga konsentrasi amonia yang tinggi didalam air akan mempengaruhi permeabilitas ikan oleh air dan mengurangi konsentrasi ion di dalam tubuh. Amonia juga meningkatkan konsumsi oksigen di jaringan, merusak insang dan mengurangi kemampuan darah menyangkut oksigen (Boyd, 1982).

Hasil pengamatan Nitrit selama 14 hari mempunyai kecendurangan meningkat pada hari ke-7 yang di ilustrasikan pada Gambar 7. nampak seragam di setiap perlakuan pada hari pertama yaitu 0,3 mg/l. Pengamatan minggu pertama (hari ke - 7) karena kadar Nitrit terus meningkat antara 0,93 – 1,15 mg/l dan 2,25 – 1,92 mg/l pada rerata Nitrit di hari ke- 8 sampai hari ke- 14. Selain itu juga perbedaan antar perlakuan yang sangat berbeda kadarnya pada minggu pertama hingga akhir dari penelitian, hal tersebut sangat perlu di uji apakah setiap perlakuan tidak seragam. Seluruh hasil pengamatan dapat di lihat pada lampiran 6.



Gambar 10 Grafik Pengamatan NO_2

Berdasarkan hasil uji Analisis Varian (Anova) Pengaruh bioremidiasi hydrilla dan enceng gondok pada nilai NO_2 dalam air menghasilkan nilai tidak berbeda nyata hal ini dikarenakan nilai NO_2 pada hari 7 dan 14 menghasilkan nilai F hitung < dibanding F tabel 5%. Hasil uji dapat dilihat pada Lampiran 6.

Berdasarkan hasil pada pengaruh bioremidiasi hydrilla dan enceng gondok pada nilai NO_2 mengalami kenaikan dikarenakan wadah yang berisi ikan tidak ditutup sehingga menimbulkan oksigen bebas masuk. Menurut Zilfa *et., al* (2012), Tingginya kandungan nitrit disebabkan oleh perbedaan proses pengolahannya. Dimana, lokasi terbuka yang kaya dengan oksigen sehingga memudahkan proses pengoksidasian, sedangkan pada lokasi tertutup yang memiliki kadar oksigen air yang rendah sehingga sedikit proses pengoksidasian.

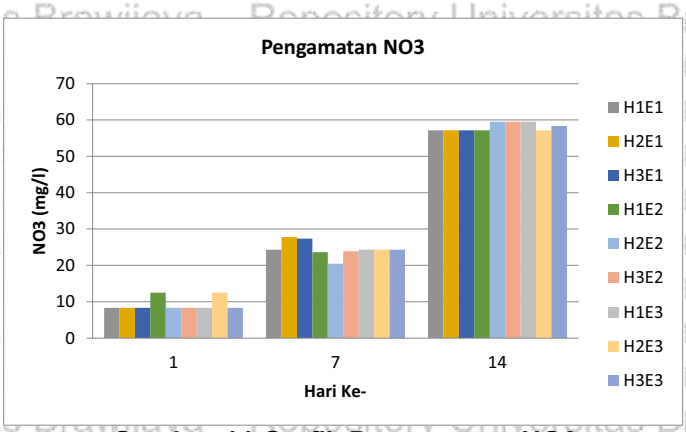
4.5 Nitrat

Nitrat atau NO_3 adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. NO_3 sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi yang merupakan proses pembentukan senyawa nitrit dan nitrat dari senyawa amonia oleh bakteri

nitrifikasi seperti bakteri *nitrosomonas sp.* dan *nitrobakter sp.* Faktor yang mempengaruhi proses nitrifikasi antara lain suhu, DO dan salinitas (Spotte,1970).

Nitrat jarang sekali menjadi masalah dalam budidaya hewan akuatik baik di tawar, payau maupun laut. Efek nitrat pada hewan akuatik hampir sama dengan nitrit yaitu pada transportasi oksigen dan proses osmoregulasi. Kadar nitrat dalam air yang berbahaya bagi ikan maupun invertrebata berkisar antara 1000 – 3000 mg/l. Oleh karena itu, keracunan nitrat pada hewan akuatik sangat jarang terjadi (Hanggono, 2004).

Hasil pengamatan Nitrat selama 14 hari mempunyai kecendurangan meningkat pada hari ke-7 yang di ilustrasikan pada Gambar 8. Hasil rekapitulasi hasil pengamatan Nitrat nampak seragam di setiap perlakuan pada hari pertama yaitu 8,33 – 12,5 mg/l. Pengamatan minggu pertama (hari ke - 7) karena kadar Nitrat terus meningkat antara 20,42 – 27,78 mg/l dan 57,14 – 59,52 mg/l pada rerata Nitrat di hari ke- 8 sampai hari ke- 14. Lampiran 7.



Gambar 11 Grafik Pengamatan NO3

Berdasarkan hasil uji Analisis Varian (Anova) Pengaruh bioremidiasi hydrilla dan enceng gondok pada nilai NO_3 dalam air menghasilkan nilai tidak berbeda nyata hal ini dikarenakan nilai NO_3 pada hari 1, 7 dan 14 menghasilkan nilai F hitung < dibanding F tabel 5%. Hasil uji dapat dilihat pada lampiran 7.

Berdasarkan hasil pada pengaruh bioremidiasi hydrilla dan enceng gondok pada nilai NO_3mengalami kenaikan dikarenakan tumbuhan hydrilla dan eceng gondok melakukan fotosintesis. Menurut Noor et. al (2015), Tingginya laju fotosintesis yang dapat memicu peningkatan nilai Ph dan DO pada perairan produktif. Jika kandungan oksigen terlarut yang tinggi sehingga mengakibatkan proses nitrifikasi berjalan dengan cepat dan jika kandungan nitrat yang cukup tinggi karena pertumbuhan bakteri nitrifikasi yang lebih lambat dari bakteri heterotrof, apabila perairan banyak trdapat bahan organik maka pertumbuhan bakteri heterotrof akan melebihi pertumbuhan bakteri nitrifikasi. Konsentrasi nitrat yang tinggi ini tidak terlalu dikhawatirkan karena cepat dimanfaatkan oleh fitoplankton (james *et al*., 1997 *dalam* Rustadi 2009).

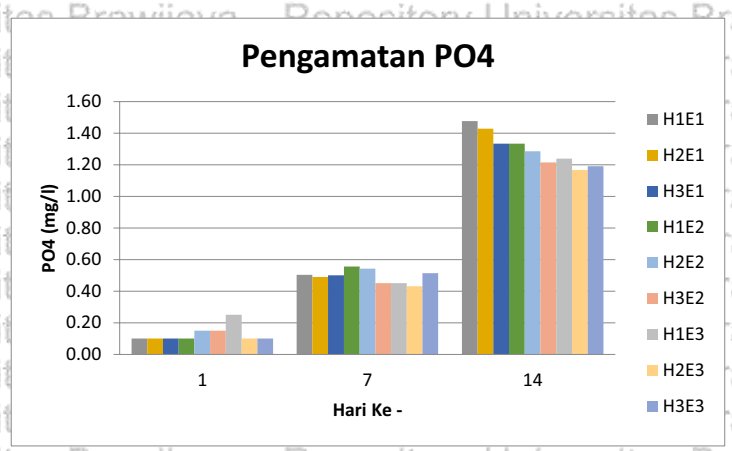
4.6 Fosfat

Keberadaan fosfor diperairan alami biasanya relative kecil, dengan kadar yang lebih sedikit dari pada kadar nitrogen. Fosfor tidak bersifat toksik bagi manusia, hewan, dan ikan. Keberadaan fosfor secara berlebihan yang disertai dengan keberadaan nitrogen dapat menstimulir ledakan pertumbuhan algae di perairan (algae bloom). Algae yang berlimpah ini dapat membentuk lapisan pada permukaan air, yang selanjutnya dapat menghambat penetrasi oksigen dan cahaya mathari sehingga kurang menguntungkan bagi ekosistem perairan. Pada saat perairan cukup mengandung fosfor, algae mengakumulasi fosfor di dalam sel melebihi kebutuhannya. Fenomena yang demikian dikenal istilah konsumsi berlebih (luxury consumption).

Keberadaan fosfat di dalam air akan terurai menjadi senyawa ionisasi, antara lain dalam bentuk ion $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}, PO_4^{3-}. Senyawa fosfat dalam perairan berasal dari sumber alami seperti erosi tanah, buangan dari hewan dan pelapukan tumbuhan, dan dari laut sendiri. Fosfat diabsorpsi oleh fitoplankton dan seterusnya masuk kedalam rantai makanan. Senyawa fosfat dalam perairan berasal daari

sumber alami seperti erosi tanah, buangan dari hewan dan pelapukan tumbuhan, dan dari laut itu sendiri. Peningkatan kadar fosfat dalam air laut, akan menyebabkan terjadinya ledakan populasi (blooming) fitoplankton yang akhirnya dapat menyebabkan kematian ikan secara massal. Batas optimum fosfat untuk pertumbuhan plankton adalah 0,27 – 5,51mg/liter.

Hasil pengamatan phospat selama 14 hari mempunyai kecendurangan meningkat pada hari ke-7 yang di ilustrasikan pada Gambar 5. Hasil rekapitulasi hasil pengamatan suhu nampak seragam di setiap perlakuan pada hari pertama yaitu 0,1 – 0,25 mg/l. Pengamatan minggu pertama (hari ke - 7) karena kadar phospat terus meningkat antara 0,43 – 0,56 mg/l dan 1,17– 1,48mg/l pada rerata phospat di hari ke- 8 sampai hari ke- 14. Selain itu juga perbedaan antar perlakuan yang sangat berbeda hasil phospat, hal tersebut sangat perlu di uji apakah setiap perlakuan tidak seragam. Seluruh hasil pengamatan dapat di lihat pada Lampiran 8.



Gambar 12 Grafik Pengamatan PO_4.

Berdasarkan hasil perhitungan Analisis Varian (Anova) pada pengaruh bioremidiasi hydrilla dan enceng gondok terhadap kualitas PO4 dalam air menghasilkan nilai yang tidak berbeda secara nyata (F.Hitung < F.tabel 5%) pada perlakuan Hydrilla pada umur 1 sampai 14 hari, enceng gondok umur 1 sampai 7 hari dan interaksi keduanya pada umur 1 sampai 14 hari. Sedangkan pada

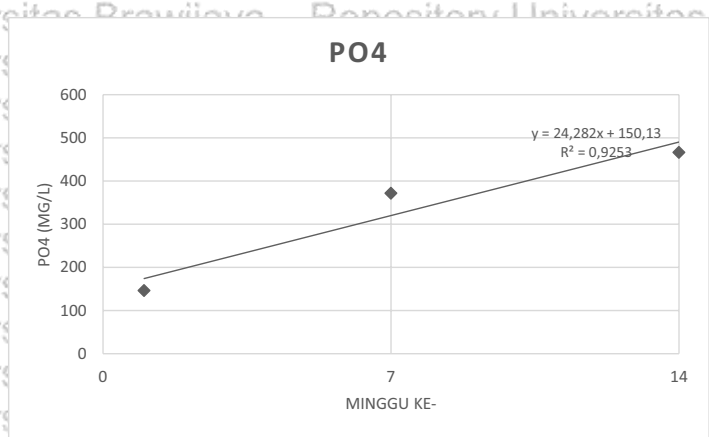
perlakuan enceng gondok umur 14 hari menghasilkan nilai yang Nyata (F.Hitung > F. Tabe;) pada perlakuan tersebut. Hasil nilai perlakuan yang dinyatakan berbeda secara Nyata dapat dilihat pada uji beda nyata terkecil (BNT) pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil UJi Beda BNT PO_4

Perlakuan	Minggu I		Minggu II	
Hydrilla				
H1 = 0 gram	0,45238	A	1,349	A
H2 = 15 gram	0,43413	A	1,293	A
H3 = 30 gram	0,43492	A	1,246	A
BNT 5%		**tn**		**tn**
Enceng Gondok				
E1 = 0 gram	0,44048	A	1,412	B
E2 = 15 gram	0,46111	A	1,277	A
E3 = 30 gram	0,41984	A	1,198	A
BNT 5%				**0,16**
Interaksi				
H1E1	0,445	A	1,476	A
H2E1	0,433	A	1,428	A
H3E1	0,442	A	1,333	A
H1E2	0,490	A	1,333	A
H2E2	0,485	A	1,285	A
H3E2	0,407	A	1,214	A
H1E3	0,421	A	1,238	a
H2E3	0,383	A	1,166	a
H3E3	0,454	A	1,190	a
BNT 5%		**tn**		**tn**

Sumber : Rekapitulasi Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan BNT hanya perlakuan Enceng gondok pada minggu ke II yang menghasilkan perbedaan nyata dimana antara perlakuan E1 berbeda nyata dengan perlakuan E2 dan E3, tetapi perlakuan E2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan E3, nilai selisih nyata antara E1 dan E3 adalah sebesae 0,21 dimana nilainya lebih besar dibanding nilai BNT 5% dengan nilai 0,16. sedangkan perlakuan yang lain, hydrilla dan interaksi menunjukkan perlakuan yang tidak nyata.



Gambar 13 Grafik regresi PO4

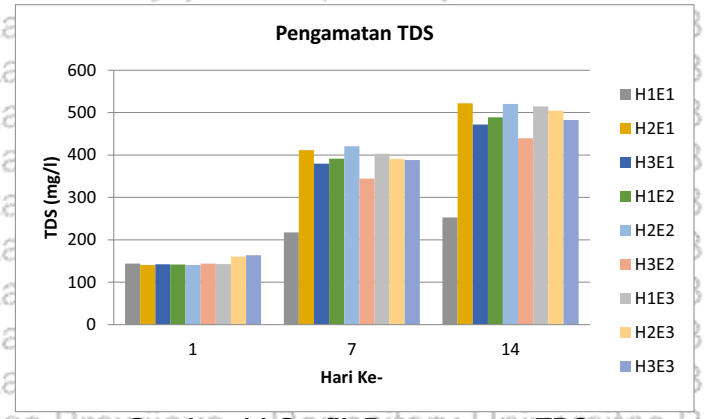
Berdasarkan hasil perhitungan uji regresi pada pengaruh bioremidiasi hydrilla dan enceng gondok terhadap kualitas PO4 mengalami kenaikan dikarenakan tanaman dan hewan yang mati akan diuraikan oleh bakteri pengurai yang selanjutnya akan mengendap di dasar perairan. Menurut Paytan dan McLaughlin (2007) *dalam* Risamasu dan Prayitno (2011), senyawa fosfor yang terikat di sedimen dapat mengalami dekomposisi dengan bantuan bakteri maupun melalui proses abiotik menghasilkan senyawa fosfor terlarut. Keberadaan fosfor dalam perairan sangat berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem perairan. Tingginya kadar fosfat dapat memicu pertumbuhan tanaman air dan juga alga secara berlebihan. Menurut Boney (1989) *dalam* Effendi (2003), keberadaan fosfor secara berlebihan disertai dengan keberadaan nitrogen dapat menstimulir ledakan pertumbuhan alga di perairan. Perkins (1974) *dalam* Silalahi (2010), perairan yang mengandung kadar fosfor tinggi melebihi kebutuhan normal organisme akuatik akan menyebabkan terjadinya eutrofikasi.

4.7 TDS

Total padatan terlarut (TDS) umumnya disebabkan oleh bahan anorganik yang berupa ion – ion yang biasa ditemukan di perairan. Nilai TDS perairan sangat dipengaruhi oleh pelapukan batuan, dan pengaruh antropogenik (berupa limbah domestic dan industri). Bahan – bahan terlarut pada perairan tidak bersifat toksik,

akan tetapi jika berlebihan dapat meningkatkan nilai kekeruhan. Bahan – bahan tersuspensi pada perairan tidak bersifat toksik, akan tetapi jika berlebihan dapat meningkatkan nilai kekeruhan, yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke kolom air dan akhirnya berpengaruh terhadap proses fotosintesis di perairan.

Hasil pengamatan TDS selama 14 hari mempunyai kecendurangan meningkat pada hari ke-7. Hasil rekapitulasi hasil pengamatan TDS nampak seragam di setiap perlakuan pada hari pertama yaitu 140,5 – 163,67 mg/l. Pengamatan minggu pertama (hari ke - 7) karena kadar TDS terus meningkat antara 217,56 – 420,75 mg/l dan 252,48 – 521,79 mg/l pada rerata TDS di hari ke-8 sampai hari ke- 14. Selain itu juga perbedaan antar perlakuan yang sangat berbeda hasil TDS nya, hal tersebut sangat perlu di uji apakah setiap perlakuan tidak seragam. Seluruh hasil pengamatan dapat di lihat pada Lampiran 9.



Gambar 14 Grafik Pengamatan TDS

Berdasarkan hasil perhitungan Analisis Varian (Anova) pada pengaruh bioremidiasi hydrilla dan enceng gondok terhadap niali TDS dalam air menghasilkan nilai yang tidak berbeda secara nyata (F.Hitung < F.tabel 5%) pada seluruh perlakuan pada umur 1 hari. Dan menghasilkan nilai yang berbeda secara nyata (F Hitung > F. Tabel 5%) pada seluruh perlakuan pada hari ke 7 dan 14.

Hasil nilai perlakuan yang dinyatakan berbeda secara Nyata dapat dilihat pada uji beda nyata terkecil (BNT) pada Lampiran 9.

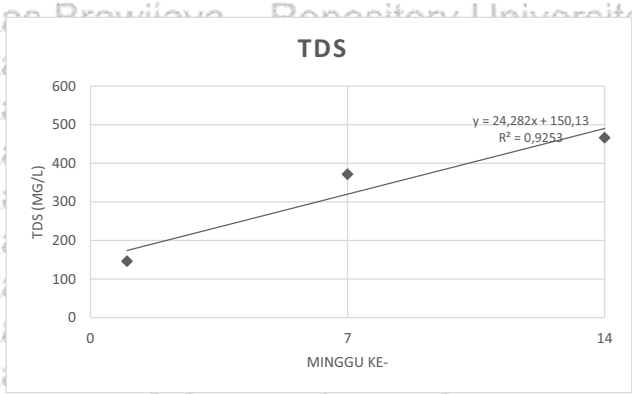
Tabel 4 Hasil UJi Beda BNT TDS

Perlakuan	Minggu I		Minggu II	
Hydrilla				
H1 = 0 gram	309,5	a	418,516	A
H2 = 15 gram	370,492	c	515,444	C
H3 = 30 gram	339,127	b	464,556	B
BNT 5%		**46,67**		**62,74**
Encen;g Gondok				
E1 = 0 gram	308,452	a	415,278	A
E2 = 15 gram	350,746	b	482,802	B
E3 = 30 gram	359,921	c	500,437	C
BNT 5%		**46,67**		**62,74**
Interaksi				
H1E1	206,976	a	252,476	A
H2E1	372,762	c	521,786	C
H3E1	345,619	bc	471,571	Bc
H1E2	355,69	bc	488,619	Bc
H2E2	380,714	c	520,31	C
H3E2	315,833	b	439,476	B
H1E3	365,833	c	514,452	C
H2E3	358	bc	504,238	C
H3E3	355,929	bc	482,619	Bc
BNT 5%		**46,67**		**62,74**

Sumber : Rekapitulasi Hasil Perhitungan

Dari pengujian BNT dapat dilihat seluruh perlakuan baik hydrilla, enceng gondok dan interaksi menghasilkan nilai yang berbeda nyata pada minggu I dan Minggu II. Pada minggu I pada perlakuan hydrilla, nilai H2 berbeda secara nyata dengan H1 dan H3 dimana nilai H1 memiliki selisih perbedaan yang senilai 60,992 dibanding dengan perlakuan H2. Pada minggu ke 2 pada perlakuan hydrilla, nilai H2 berbeda secara nyata dengan H1 dan H3 dimana nilai H1 memiliki selisih perbedaan yang senilai 90,928 dibanding dengan perlakuan H2. Untuk perlakuan enceng gondok terdapat perbedaan nyata antara perlakuan dimana nilai untuk minggu I E3 memiliki nilai selisih perbedaan nyata sebesar 51,469 dibanding E1 dan pada minggu ke II nilai E3 berbeda selisih secara nyata 85,159 dibanding E1.

Untuk perlakuan interaksi antara terjadi perbedaan nyata pada minggu I dan minggu II, pada minggu I perlakuan kontrol (H1E1) berbeda nyata dengan seluruh perlakuan, kemudian H2E1; H1E3 dan H2E2 berbeda nyata dengan perlakuan H3E2 selisih perbedaan nyata antara H3E2 dan H2E2 adalah sebesar 64.882. pada Minggu ke II perlakuan kontrol (H1E1) berbeda nyata dengan semua perlakuan, tetapi perlakuan H2E2 sampai dengan H3E3 tidak mengalami perbedaan nyata karena selisih data tidak lebih dari BNT 5% (62,74).



Gambar 15 Grafik Regresi TDS

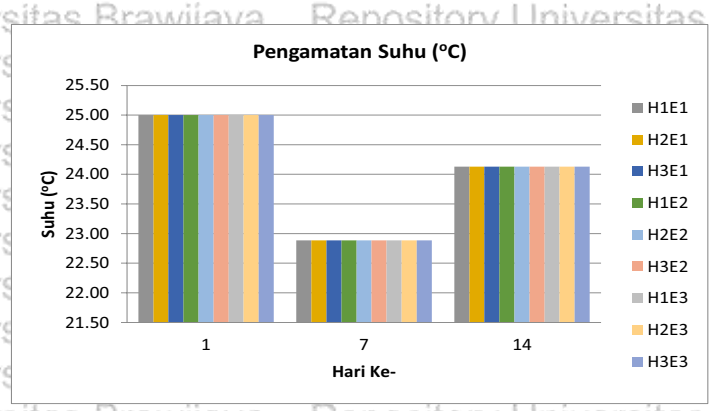
Berdasarkan hasil perhitungan uji regresi pada pengaruh bioremidiasi hydrilla dan enceng gondok terhadap niali TDS mengalami kenaikan dikarenakan pada wadah budidaya tidak dibersihkan. Menurut Sari *et al.,* (2015), tidak adanya penyaringan lebih lanjut pada bak inlet dan bak sedimentasi yang ditumbuhi algae. Menurut Khusnuryani (2008), bahwa adanya tanaman air atau algae yang tumbuh pada permukaan air limbah di kolam sedimentasi dapat menimbulkan eutrofikasi. Eutrofikasi menyebabkan peningkatan turbiditas atau kekeruhan dan warna pada badan air. Peningkatan tersebut tentunya akan mempengaruhi disolved solids yang harusnya mengendap.

4.8 Suhu

Pengamatan suhu pada penelitian pada dasarnya dipergunakan sebagai kontrol suhu agar tingkat kematian ikan mas tidak diakibatkan perubahan suhu yang signifikan. Sehingga, perlu ada penangan khusus apa bila terjadi perubahan

suhu air, karena pada dasarnya budidaya ikan mas sangat sensitif sekali terhadap suhu yang sangat rendah. Hasil rekapitulasi hasil pengamatan suhu nampak keseragaman suhu pada setiap perlakuan yaitu 25° C pada hari pertama, 22,88° C pada rerata suhu hari 1 sampai hari ke- 7 dan 24,13° C pada rerata suhu hari ke-8 sampai hari ke- 14. Seluruh hasil pengamatan dapat di lihat pada Lampiran 10.

Hasil pengamatan suhu selama 14 hari mempunyai kecenduran menurun pada hari ke-7 karena lokasi penelitian tidak pada ruang yang bisa dikontrol namun cukup untuk menghalau sinar matahari yang mampu meningkatkan suhu air secara drastis dan mempengaruhi perubahan pertumbuhan tanaman hydrilla dan enceng gondok. Seluruh suhu pada seluruh perlakuan maupun pada setiap pengulangan memiliki suhu yang sama hal tersebut di karenakan perletakan antar perlakuan dan pengulangan saling berdekatan.



Gambar 16 Grafik Pengamatan Suhu

Berdasarkan hasil pengamatan pada pengaruh bioremidiasi hydrilla dan enceng gondok terhadap niali Suhu mengalami penurunan dikarenakan Gerakan renang akan tidak beraturan dan arahnya pun akan tidak menentu. Adakalanya pergerakan yang dialami akan membentur dinding aquarium yang akan mengakibatkan timbul luka pada permukaan tubuh ikan. Selain itu pergerakan operculum ikan semakin cepat yang menunjukan bahwa ikan mulai susah bernafas. Hutabarat (1985) menyatakan bahwa Kisaran suhu normal pada

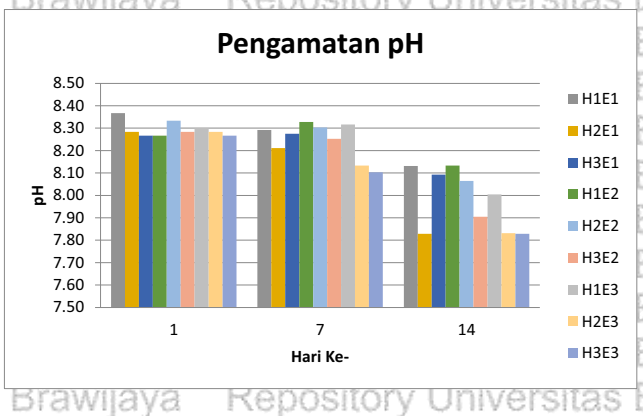
perairan tropis khususnya Indonesia adalah 27oC-32oC. Suhu ini adalah kisaran suhu tropis yang mendekati ambang batas penyebab kematian biota laut. Oleh karena itu peningkatan suhu yang kecil saja dari alami dapat menimbulkan kematian atau paling tidak gangguan fisiologis biota laut.

4.9 pH

Derajat keasaman atau pH merupakan suatu indeks kadar ion hidrogen (H+) yang mencirikan keseimbangan asam dan basa. Derajat keasaman suatu perairan, baik tumbuhan maupun hewan sehingga sering dipakai sebagai petunjuk untuk menyatakan baik atau buruknya suatu perairan (Odum, 1971). Nilai pH juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produktifitas perairan (Pescod, 1973). Nilai pH pada suatu perairan mempunyai pengaruh yang besar terhadap organisme perairan sehingga seringkali dijadikan petunjuk untuk menyatakan baik buruknya suatu perairan (Odum, 1971). Biasanya angka pH dalam suatu perairan dapat dijadikan indikator dari adanya keseimbangan unsur-unsur kimia dan dapat mempengaruhi ketersediaan unsur-unsur kimia dan unsur-unsur hara yang sangat bermanfaat bagi kehidupan vegetasi akuatik. Tinggi rendahnya pH dipengaruhi oleh fluktuasi kandungan O_2 maupun CO_2. Tidak semua mahluk bisa bertahan terhadap perubahan nilai pH, untuk itu alam telah menyediakan mekanisme yang unik agar perubahan tidak terjadi atau terjadi tetapi dengan cara perlahan (Sary, 2006). Pada kegiatan budidaya perikanan khususnya pada budidaya ikan mas terdapat batasan kadar pH didalam air yaitu antara 7 – 9.

Hasil pengamatan pH selama 14 hari mempunyai kecendurangan menurun pada hari ke-7. Hasil rekapitulasi hasil pengamatan pH nampak tidak terjadi ketidakseragaman pH di setiap perlakuan pada hari pertama yaitu 8,27 – 8,37 sehingga tidak perlu dilakukan penambahan kapur ataupun penyesuaian air dengan cara mengganti air. Pengamatan minggu pertama (hari ke - 7) karena

kadar pH masih seragam antara 8,10 – 8,32 dan 7,83 - 8,13 pada rerata pH di hari ke- 8 sampai hari ke- 14. Seluruh hasil pengamatan dapat di lihat pada Lampiran 11.



Gambar 17 Grafik Pengamatan pH

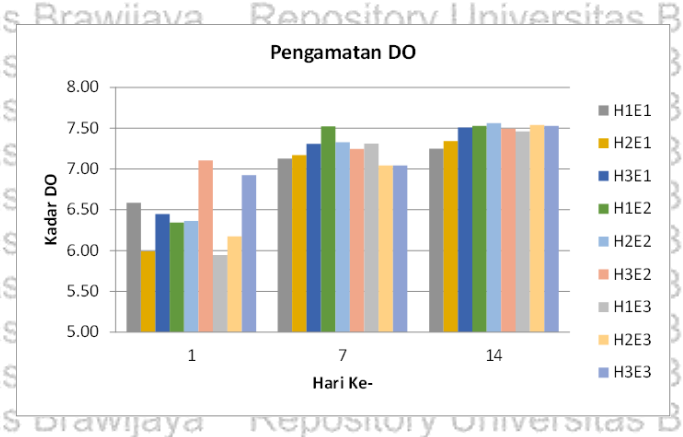
Berdasarkan hasil pengamatan pada pengaruh bioremidiasi hydrilla dan enceng gondok terhadap niali pH mengalami penurunan Tingkat keasaman (pH) perairan merupakan parameter kualitas air yang penting dalam ekosistem perairan tambak. Perubahan pH ditentukan oleh aktivitas fotosintesis dan respirasi dalam 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 ekosostem akan meningkatkan jumlah karbon dioksida, sehingga pH perairan menurun (Wetzel, 1983). Nilai pH perairan merupakan parameter yang dikaitkan dengan konsentrasi karbon dioksida (CO_2) dalam ekosistem. Semakin tinggi konsentrasi karbon dioksida, pH perairan semakin rendah. Konsetrasi karbon dioksida ditentukan pula oleh keseimbangan antara proses fotosintesis dan respirasi. Fotosintesis merupakan proses yang menyerap CO_2, ssehigga dapat meningkatkan pH perairan tambak. Sedangkan respirasi menghasilkan CO_2 kedalam ekosistem, sehingga pH perairan menurun. Karbon

dioksida dalam ekosistem perairan dihasilkan melalui proses respirasi oleh semua organisme dan proses perombakan bahan organik dan anorganik oleh bakteri.

4.10 DO

Pengamatan DO pada penelitian pada dasarnya dipergunakan sebagai kontrol kadar oksigen yang terlarut didalam air, selain itu diharapkan agar tingkat kematian ikan mas tidak diakibatkan kekurangan oksigen didalam air. Sehingga, perlu ada penangan khusus agar tetap kadar oksigen terlarut pada semua perlakuan menjadi sama, karena pada dasarnya budidaya ikan mas sangat sensitif sekali terhadap oksigen terlarut yaitu 6 - 8 mg/l.

Hasil pengamatan oksigen terlarut selama 14 hari mempunyai kecenduran meningkat pada hari ke-7. Hasil rekapitulasi hasil pengamatan DO nampak terjadi ketidakseragaman suhu di setiap perlakuan pada hari pertama yaitu 5,99 – 7,11 mg/l sehingga perlu dilakukan penambahan aerator pada setiap bak air penelitian. Tekanan air aerator semuanya dibuat sama, karena kran dibuka pada takaran yang sama. Pemberian aerator tersebut sangat berpengaruh besar pada pengamatan minggu pertama (hari ke - 7) karena kadar oksigen hampir seragam antara 6,92 – 7,35 mg/l dan 7,25 - 7,53 mg/l pada rerata oksigen terlarut di hari ke-8 sampai hari ke- 14. Seluruh hasil pengamatan dapat di lihat pada Lampiran 12.



Gambar 18 Grafik Pengamatan DO

Berdasarkan hasil pengamatan pada pengaruh bioremidiasi hydrilla dan enceng gondok terhadap niali DO mengalami kenaikan hal tersebut disebabkan aktivitas fotosintesis oleh fitoplankton yang menghasilkan oksigen dan proses difusi dari atmosfer ke air. Tinggi rendahnya oksigen dalam perairan juga dipengaruhi oleh kelarutan (solubity), suhu, dan salinitas (Riley dan Chester, 1971). Nilai Oksigen Terlarut cenderung tinggi, namun pada kedalaman 25- 100 m, nilai oksigen berkurang. Berkurangnya oksigen pada kedalaman tersebut lebih disebabkan oleh aktivitas respirasi dan menguraikan zat organik menjadi anorganik oleh mikroorganisme (Nybakken, 1988).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang analisis bioremidiasi dengan pemanfaatan tumbuhan eceng gondok *(Eichhornia crassipes)* dan tumbuhan hydrilla *(Hydrilla verticillates)* pada budidaya ikan mas *(Cyprinus carpio),* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perlakuan bioremidiasi dengan memanfaatan tumbuhan air terbaik pada penelitian selama 14 hari yaitu dengan menggunakan tanaman eceng gondok (*E. Crassipes*).
2. SR (*Survival Rate*) Pada Ikan Mas (*C. Crapio*) terhadap Tumbuhan Air adalahpada pengamatan minggu pertama (hari ke - 7) karena prosentase *Survival Rate* terus menurun yaitu antara 33 – 53 % dan 0 – 33 % pada rerata *Survival Rate* di hari ke- 8 sampai hari ke- 14.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian analisis bioremidiasi dengan pemanfaatan tumbuhan eceng gondok *(Eichhornia crassipes)* dan tumbuhan hydrilla *(Hydrilla verticillates)* pada budidaya ikan mas *(Cyprinus carpio)*, saran yang dapat diberikan yaitu diperlukan penelitian lebih lanjut dengan berat tanaman yang lebih banyak dan waktu kontak yang lebih lama agar diketahui berat serta waktu masimum tumbuhan dapat bertahan hidup dalam kolam atau akuarium yang berisikan ikan. Selain itudiperlukan penelitian lebih lanjut tentang cara atau metode untuk memisahkan tanaman yang sudah mati atau jenuh agar kolam atau akuarium yang berisi ikan tidak gampang mati atau stress.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, A. M., G. Djojowasito, dan R. Widiatmoko. 2012. Pita organik sebagai bahan penanaman padi sawah. Laporan Penelitian. Fakultas Teknik Pertanian – Universitas Brawijaya

Amri, K., Khairuman. 2002. Buku Pintar Budidaya 15 Ikan Konsumsi. Agromedia. Jakarta.

Artiyani, A. 2011. Penurunan Pada Kadar N – Total dan P – Total Pada Limbah Cair Tahu Dengan Metode Fitoremidiasi Dengan Aliran Batch dan Kontinyu Menggunakan Tanaman Hydrilla. Lingkungan. 18 (1): 9 – 14.

Badjoeri, M., dan Widiyanto T. 2008. Penggunaan bakteri nitrifikasi untuk bioremediasi dan pengaruhnya terhadap konsentrasi amonia dan nitrit di tambak udang. Jurnal Oseanologi dan Limnologi, 34 (2); 261 - 278

Barus, T. A. 2002. Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi. Fakultas MIPA. Universitas Sumatra Utara. Medan.

Boyd, C. E., dan F. Lichkoppler. 1979. Water Quality Management in Pond Fish Culture / Pengelolaan Kualitas Air Kolam. Alih Bahasa: Artati, F. Cholik, dan R. Arifudin. 1986. Dirjen Perikanan, Jakarta. 52 hlm.

Boyd, C. E. 1982. Water Quality Management For Pond Fish Culture. Entieic Public Company : New York. 537 hlm.

Boyd, C. E. 1990. Water Quality Management in Pond Fish Culture. Alabama agricultural experiment stasiun. Auburn Universitas of Alabama.

Boyd, CE. 1991. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. Editor Alex Bocek Pedoman Teknis dari Proyek Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Pusat Litbang Perikanan Indonesia.

Connell, D. W and G. J. Miller. 1995. Kimia dan ekotosikologi Pencernaan. Penerjemah: koestoer, Y. Jakarta: UI Press.

Dewiyanti, I. 2012. Keragaman Jenis dan Persen Penutupan Tumbuhan Air di Ekosistem Danau Laut Tawar, takengon, Provinsi Aceh. Depik. 1(2): 125 – 130.

Djajasewaka. 1985. Logam dalam sistem biologi makhluk hidup. UI Press: Jakarta

Djaenudin, A. F. N. 2006. Pengaruh berbagai macam bahan organik dan pemberian air terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi. Jurnal Produksi Tanaman. 1 (5): 389 – 397

Dhir, Bhupinder. 2013. Phytorenediation: Role of Aquatik Plants in Enviromental Clean-Up. Spinger: India.

Dulay, J. A. I,. Eugene B. C dan Ariene R. 2010. Phytoremediation of Cadmium Contaminated Water By Hydrilla (Hydrilla verticulata). SLU Research Journal. 41 (1): 23 – 33.

Duborrow RM, Crosby DM, Brunson MW. 1997. Ammonia in Fish Pond. Southern Regional Aquaculture Center. SRAC Publ. No. 463

Effendi, M. I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Bogor. 159 hlm 2 – 3

Effendi, M. I. 2002. Biologi Perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Perairan. Kanisius. Yogyakarta.

Febriani, L. 2010. Study Makanan Dan Pertumbuhan Ikan Bilih Di Danau Singkarak, Sumatra Barat. Departemen Manajement Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Firdaus, N. S., Santiyana. 2012. Penyerapan Logam Pb dan Cd oleh Eceng gondok: Pengaruh Konsentrasi logam dan lama Waktu Kontak. Jurnal Teknik Industri. 16 (1): 44 – 50

Fitria, E. 2008. Analisis Kualitas air dan hubungannya dengan keanekaragaman vegetasi di perairan parapat danau toba. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Universitas Sumatra Utara. Medan.

Handoko, P dan Fajarianti, Y. 2012. Pengaruh Spektrum Cahaya Tampak Terhadap Laju Fotosintesis Tanaman Air Hydrilla verticillata. Seminar Nasional.

Hariyadi, M. L., Utami, dan D. Suryani.1992 pengaruh variasi biomassa Pistia stratiotes L. Terhadap penurunan kadar BOD, COD, dan TSS limbah cair tahu di dusun klero sleman yogyakarta. KES MES. 4 (1): 1 – 16

Hermawati, E., Wiryanto, dan Solichatun. 2005. Fitoremidiasi Limbah detergen menggunakan kayu apu dan gender. BioSMART. 7 (2): 115 – 124.

Hikmat, Y. 2002. Bakteri Pengkopleks Logam Pb dan Cd Limbah Cair PT.Kawasan Industri Makassar. Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Hasanuddin. Marina Chimica Acta. Vol. 6 no. 1 Hal. 25 – 28 ISSN 1411 - 2132

Indah, L. S., B. Hendarto, dan P. Soedarsono. 2014. Kemampuan eceng gondok (Eichhornia crassipes), kangkung air, dan kayu apu dalam menurunkan bahan organik limbah industri tahu (Skala Laboratorium). Diponegoro Journal of Maquares. 3 (1): 1 – 6.

Kanabkaew, T dan U, Puetpaiboon. 2004. Aquatik Plants For Domestic Wastewater Treatment: Lotus (Nelumbo nurcifera) and Hydrilla (Hydrilla verticullata) System. Sci. Technol. 26 (5): 749 – 756.

Koes, B. S. 2010. Pengolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta: jakarta

Kordi, M. G, dan A. B. Tanjung. 2007. Pengelolaan Kualitas Air. Rineka Cipta. Jakarta. 205 hlm.

Kurniastuti. S. M., Udiharto, E. H. Legowo, E. Bagio. 2004. Aktifitas Mikroba dalam Transformasi Substansi di lingkungan Situs Hidrokarbo. Lembaran Publikasi Lemigas. Jakarta 2 : 28 – 38 .

Khusnuryani , A., 2008, "Mikrobia sebagai Agen Penurun Fosfat pada Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit", Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi – IST AKPRIND Yogyakarta

Langeland, K. A. 1996. Hydrilla verticulata (L.F) Royle (Hydrocharitacea). The Perfeck Aquatic Week. 61: 293 – 304.

Lesmana, D. 2001. Kualitas Air Untuk Ikan Hias Air Tawar. Penebar Swadaya, Jakarta. 88 hlm.

Lestari, G., dan I. P. Kencana. 2015. Tanaman Hias Lanskap. Penebar Swadaya: Jakarta

Libes, R. M. 1971. Ammonia in Fish Pond Ponds. [editorial]. Aqua KE Grov Doc, 463 : 1 – 2

Maizar, Dewi. 2011. Potensi Bakteri Pseudomonas pseudomallie Sebagai Biosorben Logam Berat Timbal (Pb). Skripsi. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Miswar , Z. A.2002. Pengaruh Beberapa Jenis Pakan Alami Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Larva Ikan Lele Dumbo (Clarias gariepinus). Jurnal Biologi Vol 3 No.2 Desember 2003. Diakses 10 Mei 2012 Pukul 10.00 WIB.

Mjoun, L. S., B. Hendarto, dan P. Soedarsono. 2014. Kemampuan eceng gondok (Eichhornia crassipes), kangkung air, dan kayu apu dalam menurunkan bahan organik limbah industri tahu (Skala Laboratorium). Diponegoro Journal of Maquares. 3 (1): 1 – 6.

Muhtar, Ali. 2008. Monograf Tinjauan Proses Bioremediasi. Surabaya : UPN " Veteran" Jawa Timur.

Moenandar, J. 1988. Pengantar Ilmu dan Pengendalian Gulma. Rajawali Press: Jakarta.

Mudjiman, A. K. 2004. Pemodelan Chemical Oxygen Demand (COD) sungai di Surabaya dengan metode Mixed Geographically

Nawari. 2010. Analisis Statistik dengan MS Excel 2007 dan SPSS 17. PT Alex Media Komputindo : Jakarta.

Nita, M. T. 2013. Keracunan sianida pada hewan dan upaya pencegahannya. Jurnal Litbang Pertanian. 31 (1): 21 – 26.

Noor, M. L., Utami, dan D. Suryani. 2015 pengaruh variasi biomassa Pistia stratiotes L. Terhadap penurunan kadar BOD, COD, dan TSS limbah cair tahu di dusun klero sleman yogyakarta. KES MES. 4 (1): 1 – 16.

Nurkemalasari, R,. M. Sutisna, dan E. Wardhani. 2013. Fitoremidiasi limbah cair tapioka dengan menggunakan tumbuhan kangkung air. Reka Lingkungan. 1 (2): 1 – 12.

Paramitasari, A. 2014. Kemampuan Tumbuhan Air Kiapu Pista stratiotes dan Kiambang Salvinia molesta dan kiambang salvinia molesta dalam fitoremidiasi timbal. SKRIPSI. Institut Pertanian Bogor: Bogor.

Phukan, P., Rupa P., S. N. Phukan. 2015. Heavy Metal Uptake Capacity of Hydrilla verticilla: Acommonly AvailableAquatic Plant.

Prasad, M. N. Y., K. Sajwan. Dan R. Naidu. 2006. Trace elemants in the envirotmens: biogeochemistry, and bioremididation. Taylor and Francis Group: Boca Raton.

Pratiwi., R. Rostika., dan Y. Dhahiyat. 2006. Pengaruh Tingkat Pemberian Pakan Terhadap Laju Pertumbuhan dan Deposisi Logam Berat pada Ikan Nilem di Karamba Jaring Apung Waduk Ir. H. djuanda. Jurnal Akuatik. 2 (2): 169 – 178.

Pratiwi, M. C. 2010. Pemanfaatan Kangkung Airdan Lumpur Aktif Pabrik Tekstil dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu. Skripsi. Fakultas Pertanian – Institut Pertanian Bogor

Pratiwi, A. Y. 2012. Penapisan Bakteri Resisten Terhadap Merkuri Sebagai Alternatif Agen Bioremidiasi Pada Pencemaran Tanah Pertambangan. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Purnamasari, M. 2014. Efektifitas Tanaman Eceng gondok (Eichhornia crassipes) dan kayu apu dalam menurunkan Kandungan nitrat (NO3-) dan Orthofosfat (PO43-) pada limbah air tahu. Skripsi. Fakultas Perikanan – Fakultas Brawijaya.

Putra, R. Manda. 2010. Pengaruh Kombinasi Penyuntikan HCG dan Ekstrak Kelenjar Hipofisa Ikan Mas Terhadap Volume Semen dan Kualitas Sperma Ikan Pantau (*Rasbora lateristriata* Blkr). *Jurnal Perikanan Dan Kelautan.* 15 (2): 161-172.

Rahmaningsih, H. D. 2006. Kajian Penggunaan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) pada penurunan senyawa nitrogen efluen pengolahan limbah cair PT. CAPSUGEL Indonesia. Skripsi. Fakultas Teknik Pertanian – Institut Pertanian Bogor.

Ratnani, R. D,. I. Hartati, dan L. Kurniasari. 2011. Pemanfaatan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) untuk menurunkan kandungan COD, pH, bau, dan warna pada limbah cair tahu. Momentum. 7 (1): 41 – 47.

Risamasu dan priyatno E. 2011. Fluktuasi Logam Berat Timbal dan Kadmium Dalam Air Dan Sedimen Di Perairan Teluk Jakarta. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.

Rismawati, S. I. 2012. Bioremidiasi Tanah Tercemar Logam Berat. Zn Menggunakan tanaman jarak pagar (Jatrophia curcas). Institut Teknologi Surabaya. Surabaya.

Rukmana. 2003. Pemanfaatan bakteri pereduksi nitrat disimilatif dan nitrifikasi agen bioremediasi untuk mengontrol kadar amonia ditambak udang pt. Garam kabupaten sumenep pasca panen dan keterkaitannya dengan faktor lingkungan okid parana astirin. Jurnal Akuakultur, 5(2): 42

Rukmi, D. P., Ellyke, dan R. S. Pujiati. 2013. Efektifitas eceng gondok (Eichhornia crassipes) dalam menurunkan kadar detergen, BOD, dan COD, oada limbah air limbah laundry (Study di laundry X di eklurahan jember lor kecamatan patrang kabupaten jember). Artikel penelitian mahasiswa. Fakultas Kesehatan Masyarakat – Universitas Jember.

Rustadi, H. D. 2006. Kajian Penggunaan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) pada penurunan senyawa nitrogen efluen pengolahan limbah cair PT. CAPSUGEL Indonesia. Skripsi. Fakultas Teknik Pertanian – Institut Pertanian Bogor.

Rondowunu, S. B. 2014. Fitoremidiasi Limbah Merkuri Menggunakan Tanaman dan Sistem Reaktor. Jurnal Ilmiah Sains, 14 (1): 52 – 59.

Said, A. 2006. Pengaruh Komposisi Hydrilla vericulata dan Lemna mina sebagai pakan harian terhadap pertumbuhan dan sintasan ikan nila (Oreocromus niloticus). Prosiding Seminar Nasional Ikan. 4: 145 – 152.

Santoso, S. 2009. Panduan Lengkap Menguasai Statistik dengan SPSS 17. PT Elrx Media Komputindo: Jakarta.

Sari W. P., Agustono, dan Y. Cahyoko. 2015. Pemberian Pakan dengan Energi yang Berbeda terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Kerapu Tikus (*Cromileptusaltivelia*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 1(2): 149 – 156.

Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian (Edisi Revisi). Kanisius: Yogyakarta.

Satyani D. 2001. Astaxanthin Sebagai Sumber Pakan Untuk Peningkatan Warna Ikan Hias. Warta PenelitianPerikanan Indonesia. 3(1) : 6-8.

Shafrudin. T. 2003. Pengaruh Padat Penebaran terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan gurame sistem resirkulasi. Skripsi. Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB

Simanjuntak, M. 2012. Kualitas Air Laut Ditinjau dari Aspek Zat Hara, Oksigen Terlarut, dan pH di Periran Banggal, Sulawesi Tengah. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. 4 (2): 290 – 303.

Silalahi J. 2010. Analisis Kualitas Air dan Hubungannya Dengan Keanekaragaman Vegetasi Akuatik di Perairan Balige Danau Toba. Tesis. USU Repository.

Sudarwin. 2008. Analisis Spessial Pencemaran Logam Berat (Pb dan Cd) pada Sedimen Aliran sungai dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Jatibarang Semarang. Universitas Diponegoro. Semarang.

Susanti T dan Hendrie S., 2006.Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen Waduk Selorejo Kabupaten Malang. Diakses dari http://eprints.undip.ac.id [Diakses pada 27 Februari 2015].

Suseno, D. 2000. Pengolahan Usaha Pembenihan Ikan Mas. Penebar Swadaya: Jakarta

Suseno, D. 2003. Pengolahan Usaha Pembenihan Ikan Mas. Penebar Swadaya: Jakarta

Suwardana, I. W. 2001. Penggunaan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) sebagai salah satu teknik pengolahan alternatif air limbah asal rumah pemotongan hewan (RPH) Kotamadya bogor. Tesis. Program Pasca Sarjana – Institut Pertanian Bogor.

Suwarsono, S. 2007. Teknik bioremediasi sebagai alternatif dalam upaya pengendalian pencemaran air. Jurnal Ilmu Akuakultur. 10(1): 38 - 48

Tjokrokusumo, S. W., dan F. L. Sahwan.2003. Tanaman potensial penyerap limbah study kasus di pulau batam. Journal Teknik lingkungan. 4 (2): 8 – 15.

Twigg, D. 2008. Informasi lengkap cara memberi makan, memelihara kesehatan, membiakkan, dan membeli serta memamerkan Nishikogi dalam kontes. Buku Pintar Koi. Gramedia. Jakarta .

Warisan, W. A. 2013. Dampak Pencemaran Lingkungan. Yogyakarta: Andi Offset.

Widiyanto, S. 2006. Identifikasi bakteri pengikat timbale (pb) pada sedimen diperairan Sungai Siak. Jurnal Biogenesis. 1(2): 62 – 65

Wijayati, H. 2007. Kajian Kualitas Perairan di Pantai Ngringo Karang anyar Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air, Tesis. Program Magister Manajement Sumber Daya Pantai. Universitas Diponegoro. Semarang.

Wisnu, P.2012. Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nilem Osteochilus hasselti C.V. yang Dipelihara dalam Keramba Jaring Apung di Waduk Cirata dengan Pakan Perifiton. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.

Yuliastuti, E. 2011. Kajian Kualitas Air Ngringo Karanganyar Dalam UpY Pengendalian Pencemaran Air. Tesis. Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro: Semarang.

Yusuf, G. 2001. Kemampuan Tanaman Air Pada Proses Bioremidiasi Limbah Rumah Tangga Dalam Skala Kecil Dengan Sistem Simulasi. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Zilfa, P dan Fajarianti, Y. 2012. Pengaruh Spektrum Cahaya Tampak Terhadap Laju Fotosintesis Tanaman Air Hydrilla verticillata. Seminar Nasional.