

**PENGUNAAN TANAMAN HYDRILLA (*Hydrilla verticillata*) PADA
PROSES BIOREMEDIASI DALAM BUDIDAYA
IKAN MAS (*Cyprinus carpio*, L)**

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

Oleh :
**RAHMAD NAZAR
NIM. 0910850031**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014**

**PENGGUNAAN TANAMAN HYDRILLA (*Hydrilla verticillata*) PADA
PROSES BIOREMEDIASI DALAM BUDIDAYA
IKAN MAS (*Cyprinus carpio*, L)**

**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 :
RAHMAD NAZAR
NIM. 0910850031



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014**

SKRIPSI
PENGGUNAAN TANAMAN HYDRILLA (*Hydrilla verticillata*) PADA
PROSES BIOREMEDIASI DALAM BUDIDAYA
IKAN MAS (*Cyprinus carpio*, L)

Oleh :
RAHMAD NAZAR
NIM. 0910850031

telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 4 Maret 2014
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I

(Prof. Dr.Ir. Sri Andayani, MS.)
NIP. 19611106 198602 2 001

Tanggal :

Dosen Penguji II

(Ir. M. Rasyid Fadholi, M.Si)
NIP. 19520713 198003 1 001

Tanggal :

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Anik Martinah H. MSc)
NIP. 19610310 198701 2 001

Tanggal :

Dosen Pembimbing II

(Ir. Ellana Sanoesi, MP)
NIP. 19630924 199803 2 002

Tanggal :

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP

(Dr. Ir. Happy Nursyam, MS)
NIP. 19600322 198601 1 001
Tanggal :

RINGKASAN

RAHMAD NAZAR. Penggunaan Tanaman *Hydrilla (Hydrilla verticillata)* pada Proses Bioremediasi dalam Budidaya Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) (di bawah bimbingan **Dr. Ir. Anik Martinah H, M.Sc. dan Ir. Ellana Sanoesi, MP**).

Produksi budidaya perikanan dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang tajam. Seiring dengan menurunnya produksi perikanan tangkap maka sektor perikanan budidaya yang kemudian menjadi harapan untuk menghasilkan produk perikanan. Untuk produksi ikan mas (*Cyprinus carpio*, L) dunia pada tahun 1997 mencapai 2.181.182 ton dan meningkat menjadi 3.202.561 ton pada tahun 2002. Ini menunjukkan bahwa akuakultur telah menjadi sebuah industri, konsekuensinya akuakultur cenderung dilakukan dengan metode produksi intensif. Sistem intensif hingga kini masih terkendala, salah satunya buangan limbah akuakultur yang berakibat tingginya senyawa-senyawa yang beracun bagi ikan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut yaitu melalui pendekatan biologi, menggunakan tanaman air seperti hydrilla. Tanaman hydrilla dapat tumbuh dengan subur pada tempat yang kaya bahan organik, bagian daun, batang, dan akar terendam di air yang memudahkan tanaman hydrilla untuk mendegradasi bahan pencemar (N, P dan logam berat).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penurunan konsentrasi TAN pada proses bioremediasi dalam budidaya ikan mas **dan mengetahui** pengaruh teknologi bioremediasi terhadap pertumbuhan ikan mas. Penelitian ini telah dilaksanakan pada tanggal 10 September sampai 10 Oktober 2013 dan dilaksanakan di Laboratorium Reproduksi, Pembenihan dan Pemuliaan Ikan, FPIK – UB, Malang.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini terdiri dari lima perlakuan dan tiga ulangan. Sebagai perlakuan yaitu K (tanpa pemberian hydrilla dan probiotik), A (hydrilla 100%=43,5 g), B (probiotik 100%= 0,5 ml/l), C (hydrilla 50%=21,75 dan probiotik 50%=0,25 ml/l) dan D ((hydrilla 100%=43,5 dan probiotik 100%=0,5 ml/l). Parameter utama pada penelitian ini adalah TAN, Amoniak (NH_3) dan SR. Sedangkan parameter penunjangnya adalah SGR, FCR dan parameter kualitas air yang meliputi pH, suhu dan DO.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan yang berbeda memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kandungan TAN (Total Amoniak Nitrogen) dan amoniak (NH_3) dalam media budidaya ikan mas. Perlakuan 100% hydrilla merupakan perlakuan terbaik dalam menurunkan TAN dan amoniak (NH_3) dengan nilai TAN terendah sebesar 0,137 mg/l dan amoniak (NH_3) sebesar 0,0054 mg/l. Hal ini disebabkan adanya kemampuan tanaman air untuk menyerap unsur-unsur pencemar sebagai sumber nutrisi, atau secara tidak langsung dengan cara menyediakan tempat tumbuh bagi mikroorganisme yang akan mengurai bahan pencemar. Untuk nilai SR ikan mas menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antar perlakuan. Hal ini dikarenakan perlakuan pemberian hydrilla atau probiotik tidak memberikan pengaruh secara langsung terhadap kelangsungan hidup ikan mas, melainkan ditujukan untuk memperbaiki kualitas air dan untuk perlakuan 50% hydrilla dan probiotik memiliki nilai SR tertinggi sebesar 98,89%.

Untuk parameter penunjang nilai SGR dari perlakuan yang berbeda memberikan pengaruh berbeda sangat nyata antar perlakuan. Perlakuan 50% hydrilla dan probiotik merupakan perlakuan terbaik dengan nilai SGR 1,6 sedangkan perlakuan kontrol merupakan perlakuan terburuk dengan nilai SGR terendah 0,61. Selanjutnya untuk nilai FCR dari perlakuan yang berbeda

memberikan hasil pengaruh yang berbeda sangat nyata antar perlakuan. Perlakuan 50% hydrilla dan probiotik merupakan perlakuan terbaik dengan nilai FCR terendah yaitu 1,85. Faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan dan kelulushidupan ikan selain pakan adalah kualitas air. Hal ini disebabkan jika kondisi lingkungan baik maka energi akan lebih banyak dimanfaatkan oleh ikan untuk pertumbuhan.

Untuk parameter penunjang kualitas air pH dan DO saat pagi maupun sore selama penelitian masih dalam kondisi baik untuk kegiatan budidaya ikan mas. Namun untuk parameter suhu selama penelitian lebih rendah daripada suhu optimal untuk budidaya ikan mas. Untuk nilai pH pagi dari perlakuan yang berbeda memberikan hasil berbeda nyata antar perlakuan dan memberikan hasil tidak berbeda nyata untuk nilai pH sore. Untuk nilai pH pagi perlakuan 100% hydrilla berbeda nyata dengan perlakuan 100% probiotik. Perlakuan 100% hydrilla memiliki nilai pH pagi terendah 7,65 sedangkan perlakuan 100% probiotik memiliki nilai pH pagi tertinggi 7,77. Untuk parameter penunjang yang lain seperti parameter suhu dan DO, perlakuan yang berbeda memberikan hasil tidak berbeda nyata antar perlakuan.

Disimpulkan bahwa tanaman hydrilla (*Hydrilla verticillata*) dapat menurunkan konsentrasi TAN dan penurunannya sebanyak 43,99% dibandingkan tanpa perlakuan. Penggunaan teknologi bioremediasi dalam budidaya, berpengaruh terhadap laju pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio*, L). Perlakuan dengan pemberian 50% hydrilla dan probiotik merupakan perlakuan terbaik, mampu menghasilkan pertumbuhan ikan mas tertinggi.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan, untuk melihat kandungan N pada tanaman hydrilla.



KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW, sehingga penulis dapat menyajikan laporan Skripsi yang berjudul “Penggunaan Tanaman Hydrilla (*Hydrilla Verticillata*) pada Proses Bioremediasi dalam Budidaya Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L)”. Laporan Skripsi ini merupakan salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana (S-1) pada Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- Dr. Ir. Anik M Hariati. MSc selaku dosen pembimbing I yang senantiasa membimbing, memberikan dukungan, kritik dan saran.
- Ir. Ellana Sanoesi, MP selaku dosen pembimbing II yang senantiasa membimbing, memberikan dukungan, kritik dan saran.
- Kepada semua pihak-pihak yang telah memberi bantuan dan dukungan

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan laporan Skripsi ini. Penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat dalam menambah pengetahuan dan memberikan informasi bagi pihak-pihak yang berminat dan membutuhkannya.

Malang, 27 Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|------------|
| RINGKASAN | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR GAMBAR | v |
| DAFTAR TABEL | vi |
| DAFTAR LAMPIRAN | vii |
| 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.4 Kegunaan Penelitian | 5 |
| 1.5 Hipotesis | 6 |
| 1.6 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian | 6 |
| 2. TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1 Biologi Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) | 7 |
| 2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) | 7 |
| 2.1.2 Habitat dan Penyebaran Ikan Mas | 8 |
| 2.1.3 Pakan dan Kebiasaan Makan Ikan Mas | 9 |
| 2.2 Karakteristik Tanaman Hydrilla (<i>Hydrilla verticillata</i>) | 9 |
| 2.2.1 Morfologi dan Klasifikasi Tanaman Hydrilla | 9 |
| 2.2.2 Habitat dan Lingkungan Hidup Tanaman Hydrilla | 10 |
| 2.3 Proses Bioremediasi | 11 |
| 2.3.1 Penggunaan Tanaman Hydrilla dalam Proses Bioremediasi | 12 |
| 2.3.2 Penggunaan Probiotik dalam Proses Bioremediasi | 13 |
| 2.4 Kualitas Air dalam Kegiatan Budidaya Ikan Mas | 15 |
| 2.4.1 Amoniak | 15 |
| 2.4.2 Derajat Keasaman (pH) | 16 |
| 2.4.3 Suhu | 17 |
| 2.4.4 Oksigen Terlarut | 17 |
| 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN | 19 |
| 3.1 Alat dan Bahan Penelitian | 19 |
| 3.1.1 Alat Penelitian | 19 |
| 3.1.2 Bahan Penelitian | 19 |
| 3.2 Metode Penelitian | 19 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3 Rancangan Penelitian | 20 |
| 3.4 Prosedur Penelitian..... | 21 |
| 3.4.1 Persiapan Sebelum Penelitian | 21 |
| 3.4.2 Pelaksanaan Penelitian..... | 22 |
| 3.5 Parameter Uji..... | 22 |
| 3.5.1 Parameter Utama..... | 22 |
| 3.5.2 Parameter Penunjang | 23 |
| 3.6 Analisa Data | 24 |
| 4. PEMBAHASAN | 25 |
| 4.1 TAN dan Amoniak (NH ₃) | 25 |
| 4.2 Kelulushidupan Ikan | 31 |
| 4.3 Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)..... | 33 |
| 4.4. Rasio Konversi Pakan (FCR)..... | 36 |
| 4.5 Kualitas Air..... | 38 |
| 4.5.1 pH | 38 |
| 4.5.2 Suhu..... | 40 |
| 4.5.3 DO..... | 41 |
| 5. KESIMPULAN DAN SARAN | 44 |
| 5.1 Kesimpulan | 44 |
| 5.2 Saran | 44 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 45 |
| LAMPIRAN..... | 49 |



DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. Kerangka pemikiran | 4 |
| 2. Ikan mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) | 7 |
| 3. Hydrilla (<i>Hydrilla verticillata</i>) | 11 |
| 4. Denah percobaan | 21 |
| 5. Grafik Perubahan Nilai TAN pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian | 25 |
| 6. Grafik Perubahan Nilai Amoniak (NH_3) pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian..... | 29 |
| 7. Grafik Kelulushidupan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) pada Perlakuan Media yang Berbeda Selama Penelitian | 32 |
| 8. Grafik SGR Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian pada Perlakuan Media yang Berbeda Selama Penelitian..... | 34 |
| 9. Grafik FCR Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian pada Perlakuan Media yang berbeda Selama Penelitian | 36 |
| 10. Grafik pH pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian | 38 |
| 11. Grafik Suhu pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian | 40 |
| 12. Grafik DO pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian | 41 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|---------|
| 1. Data Rata-rata TAN (Total Amoniak Nitrogen) pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian..... | 26 |
| 2. Sidik Ragam TAN pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian | 26 |
| 3. Uji Tukey TAN pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian..... | 27 |
| 4. Sidik Ragam Amoniak pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian | 30 |
| 5. Uji Tukey Amoniak pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian | 30 |
| 6. Sidik Ragam Kelulushidupan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) pada Perlakuan Media yang Berbeda Selama Penelitian..... | 32 |
| 7. Uji Tukey SGR Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) pada Perlakuan Media yang Berbeda | 34 |
| 8. Uji Tukey FCR Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) pada Perlakuan Media yang Berbeda | 37 |
| 9. Sidik Ragam Nilai pH pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian | 38 |
| 10. Uji Tukey Nilai pH Pagi pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian | 39 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|--|---------|
| 1. Alat dan Bahan Penelitian | 49 |
| 2. Data Hasil Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian . | 51 |
| 3. Data Kandungan Nilai TAN dan Amoniak (NH ₃) Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian | 53 |
| 4. Analisis Kandungan Nilai TAN pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian..... | 54 |
| 5. Analisis Kandungan Nilai Amoniak (NH ₃) pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian..... | 56 |
| 6. Analisis Kelulushidupan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian..... | 58 |
| 7. Analisis Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian | 60 |
| 8. Analisis Perumbuhan Rasio Konversi Pakan (FCR) Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian..... | 62 |
| 9. Analisis Nilai pH Pagi dan Sore pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian..... | 64 |
| 10. Analisis Nilai Suhu Pagi dan Sore pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian | 66 |
| 11. Analisis Kandungan Nilai DO Pagi dan Sore pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> , L) Selama Penelitian..... | 68 |

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produksi budidaya perikanan dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang tajam. Seiring dengan menurunnya produksi perikanan tangkap maka sektor perikanan budidaya yang kemudian menjadi harapan untuk menghasilkan produk perikanan. Menurut Cholik, *et al.* (2005), untuk produksi ikan mas (*Cyprinus carpio*, L) dunia pada tahun 1997 mencapai 2.181.182 ton dan meningkat menjadi 3.202.561 ton pada tahun 2002 dengan 96 negara pembudidaya dengan produsen utamanya yaitu Cina. Ikan mas juga sebagai komoditi akuakultur yang utama untuk dipelihara di perairan tawar di Indonesia. Jumlah produksi ikan mas di Jawa Timur saja telah kembali naik, yang sebelumnya sempat jatuh akibat serangan KHV. Jumlah produksi ikan mas di Jawa Timur pada tahun 2009 sebanyak 2.727 ton dan pada tahun 2010 meningkat menjadi 3.263 ton (KKP 2012).

Fakta ini menunjukkan bahwa akuakultur telah menjadi sebuah industri. Konsekuensinya akuakultur cenderung dilakukan dengan metode produksi intensif. Untuk memanfaatkan peluang ini akuakultur dihadapkan pada tantangan yang berkaitan dengan sumber daya alam. Terbatasnya sumber daya alam seperti air dan lahan, menjadikan intensifikasi sebagai pilihan yang paling memungkinkan dalam meningkatkan produksi budidaya.

Berbagai upaya untuk mengembangkan perikanan budidaya terutama sistem intensif hingga kini masih terus dilakukan mengingat sistem ini masih terkendala oleh berbagai masalah salah satunya buangan limbah akuakultur. Sehingga perkembangan teknologi akuakultur saat ini difokuskan pada pemecahan masalah tersebut. Intensifikasi tentunya membutuhkan lebih banyak input produksi terutama benih dan pakan, serta sistem manajemen yang lebih

baik. Organisme akuatik umumnya membutuhkan protein yang cukup tinggi dalam pakannya. Namun demikian organisme akuatik hanya dapat meretensi protein sekitar 20-25% dan selebihnya akan terakumulasi dalam air (Ekasari, 2009).

Padat penebaran tinggi menuntut tingginya jumlah pakan yang diberikan kepada ikan sehingga mengakibatkan penumpukan bahan organik dalam wadah baik dari sisa metabolisme ikan maupun sisa pakan yang terbuang. Akumulasi bahan organik akan menyebabkan terjadinya mineralisasi nutrisi dari bahan organik, penyerapan oksigen menjadi tinggi dan pembentukan senyawa-senyawa yang beracun bagi ikan, sehingga mempercepat penurunan kualitas air. Mineralisasi bahan organik nitrogen yang terdiri atas protein dan asam amino akan menghasilkan yaitu, amoniak (NH_3), nitrit (NO_2) dan nitrat (NO_3). Pada kondisi jumlah air yang terbatas, penurunan kualitas air sangat membahayakan bagi kelangsungan hidup ikan (Djokosetiyanto, 2006).

Amoniak (NH_3) yang terdapat dalam air dapat bersifat letal (mematikan) terhadap ikan-ikan yang dibudidayakan. Nilai LC_{50} amoniak dalam waktu 96 jam untuk jenis-jenis ikan biasanya berkisar antara 0,4 ppm — 3,1 ppm, sedangkan untuk jenis-jenis moluska berkisar antara 3,3 ppm - 6,0 ppm. Kerusakan organ-organ tubuh organisme perairan akibat amoniak biasanya terjadi pada organ yang ada kaitannya dengan sistem transpor oksigen seperti insang, sel-sel eritrosit dan jaringan penghasil eritrosit. Nitrat adalah produksi dari nitrit di dalam proses nitrifikasi dan merupakan bentuk oksidasi terbanyak dari nitrogen dalam air. Alga dan diatom serta tumbuhan lainnya dengan mudah berasimilasi dengan ion Nitrat dalam air. Daya racun nitrat kurang kuat bila dibandingkan dengan nitrit dan amoniak (Mayunar, 1990).

Kemampuan tanaman air untuk mengendalikan limbah cair sudah mulai banyak mendapat perhatian. Menurut Yusuf (2008), pemanfaatan tanaman air

sebagai pengendalian limbah cair sudah banyak dikemukakan peneliti, seperti yang dikemukakan Stowell yang menyatakan bahwa tanaman air memiliki kemampuan secara umum untuk menetralkan komponen-komponen tertentu di dalam perairan.

Hydrilla (Hydrilla verticillata) adalah tanaman air yang selalu terendam yang mirip jerami yang dimanfaatkan sebagai pakan binatang dan hiasan akuarium. *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 menangkap dan mengikat N dan P di sungai (Kanabkaew, 2004).

Hydrilla merupakan tumbuhan air yang cukup produktif dalam air yang dapat tumbuh dan berkembang dengan cepat, keberadaannya didukung dengan arus yang cenderung tenang. *Hydrilla* dapat tumbuh dengan subur pada kawasan yang kaya bahan organik (Dewiyanti, 2012). Menurut Artiyani, (2011) *hydrilla* cenderung hidup melayang di air, dimana bagian daun, batang, dan akar terendam di air yang memudahkan tanaman *hydrilla* untuk mendegradasi bahan pencemar (N, P dan logam berat).

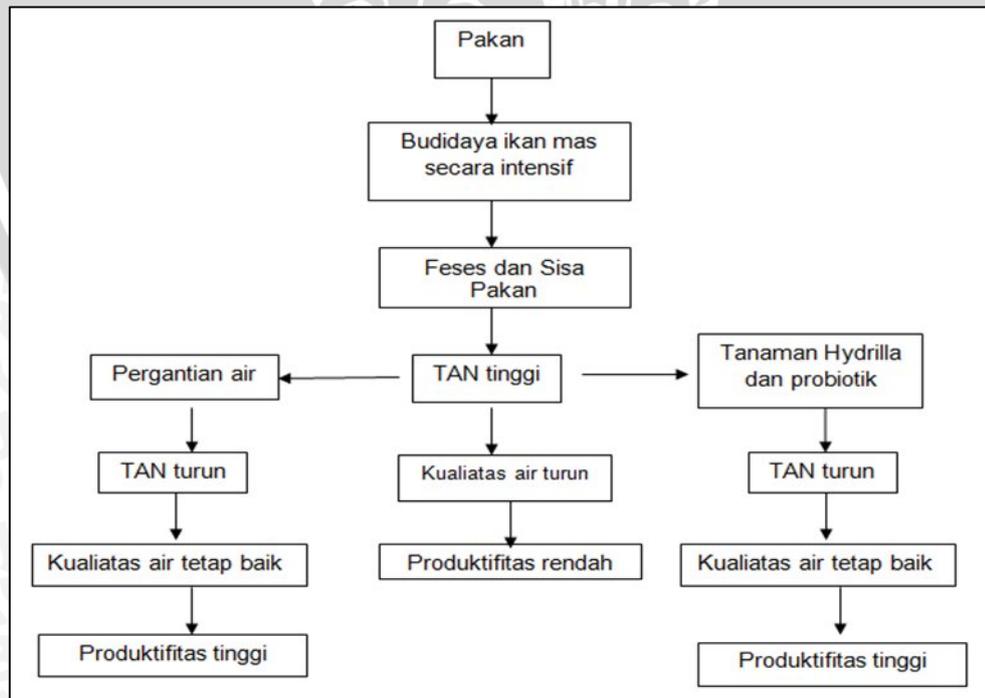
1.2 Rumusan Masalah

Terbatasnya sumber daya alam seperti air dan lahan, menjadikan intensifikasi sebagai pilihan yang paling memungkinkan dalam meningkatkan produksi budidaya. Intensifikasi budidaya dicirikan dengan adanya peningkatan kepadatan ikan dan banyaknya pakan tambahan yang diberikan. Pakan juga menyediakan nutrisi bagi ikan namun disisi lain merupakan sumber polutan dalam kegiatan budidaya.

Metabolisme protein oleh organisme akuatik umumnya menghasilkan amoniak sebagai hasil ekskresi. Pada saat yang sama protein dalam feses dan

sisanya akan diuraikan oleh bakteri menjadi produk yang sama. Dengan demikian semakin intensif kegiatan budidaya yang dilakukan maka akan diikuti dengan tingginya konsentrasi senyawa nitrogen khususnya amoniak yang mengakibatkan turunnya kualitas air. Jika kandungan amoniak dilingkungan budidaya tinggi maka akan mengakibatkan pertumbuhan organisme yang dipelihara tidak bisa optimal bahkan dapat menyebabkan kematian.

Menurut Ekasari (2009), agar tidak membahayakan organisme yang dibudidayakan, maka konsentrasi amoniak dalam media budidaya harus dibatasi. Pergantian air merupakan metode paling umum dalam membatasi konsentrasi amoniak dalam air. Namun metode ini membutuhkan air dalam jumlah besar serta dapat mencemari lingkungan perairan sekitar, jika air yang dibuang tidak diberi perlakuan lebih lanjut. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian dalam menghadapi masalah tersebut, salah satunya dengan pendekatan biologi menggunakan tanaman air seperti hydrilla. Untuk lebih jelasnya mengenai kerangka pemikiran dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat dirumuskan beberapa masalah yaitu:

- Seberapa besar penurunan konsentrasi TAN pada proses bioremediasi dalam budidaya ikan mas?
- Bagaimana pengaruh penggunaan teknologi bioremediasi terhadap kelulushidupan ikan mas?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

- Mengetahui penurunan konsentrasi TAN pada proses bioremediasi dalam budidaya ikan mas.
- Mengetahui pengaruh teknologi bioremediasi terhadap kelulushidupan ikan mas.

1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi yang berguna bagi masyarakat mengenai potensi tanaman hydrilla dalam mengendalikan limbah amoniak dalam budidaya ikan mas agar kualitas air budidaya tetap baik.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dalam pelaksanaan penelitian ini adalah:

H_0 : Diduga penggunaan tanaman hydrilla pada proses bioremediasi dalam budidaya ikan mas, tidak mampu menurunkan konsentrasi TAN dan tidak meningkatkan kelulushidupan ikan mas.

H_1 : Diduga penggunaan tanaman hydrilla pada proses bioremediasi dalam budidaya ikan mas, mampu menurunkan konsentrasi TAN dan meningkatkan kelulushidupan ikan mas.

1.6 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan selama 30 hari, dimulai pada tanggal 10 September sampai 10 Oktober 2013 dan dilaksanakan di Laboratorium Reproduksi, Pembenihan dan Pemuliaan Ikan (FPIK – UB) Malang.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L)

Menurut Khoiruman (2008), klasifikasi ikan mas sebagai berikut :

| | |
|------------|--------------------------------|
| Philum | : Chordata |
| Subphilum | : Vertebrata |
| Superclass | : Pisces |
| Class | : Osteichthyes |
| Subclass | : Actinopterygii |
| Ordo | : Cypriniformes |
| Subordo | : Cyprinoidea |
| Family | : Cyprinidae |
| Subfamily | : Cyprininae |
| Genus | : <i>Cyprinus</i> |
| Spesies | : <i>Cyprinus carpio</i> Linn. |

Ikan mas (Gambar 2) memiliki nama asing *Common carp* dan memiliki nama lokal yaitu: ikan mas, tombro, masmasan (Jawa Tengah, Jawa Timur), lauk mas (Jawa Barat), ikan royo atau ikan ameh (Sumatera Barat).



Gambar 2. Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) (Anonymous, 2012).

Ikan mas memiliki bentuk tubuh memanjang dan memipih tegak (*copressed*). Mulutnya terletak dibagian tengah ujung kepala dan dapat disembulkan (*protaktil*). Dibagian anterior mulut terdapat dua pasang sungut. Secara umum hampir seluruh tubuh ikan mas ditutupi sisik, kecuali pada beberapa varietas yang hanya memiliki sedikit sisik. Sisik ikan mas digolongkan sisik sikloid (lingkaran). Sirip punggungnya memanjang dengan berjari-jari keras. Sirip duburnya mempunyai ciri seperti sirip punggung. Garis rusuknya (*linea lateralis*) tergolong lengkap, berada dipertengahan tubuh dan melintang dari tutup insang sampai pangkal ekor (Khoiruman, 2008).

2.1.2 Habitat dan Penyebaran Ikan Mas

Ikan mas menyukai tempat hidup (habitat) berupa perairan tawar yang airnya tidak terlalu dalam dan alirannya tidak terlalu deras, seperti di pinggiran sungai atau danau (Khoiruman, 2008). Ikan mas hidup di lingkungan air tawar di dataran rendah sampai tinggi. Suhu optimum untuk hidupnya berkisar antara 26-28°C, sedangkan pH air yang dikehendakinya antara 6-8. Ikan ini juga memerlukan tingkat kadar oksigen yang tinggi untuk hidupnya, yaitu antara 4-5 ppm, tetapi ikan ini masih tetap tahan pada kadar oksigen 1-2 ppm. Dalam keadaan kadar oksigen sangat rendah ikan ini biasanya berenang dipermukaan air (Cholik, *et al.* 2005).

Mengenai asal-usul ikan mas, ada yang mengatakan ikan ini berasal dari sungai Danube dan Laut Hitam, tetapi ada juga yang mengatakan berasal dari Cina dan Rusia. Ikan mas dikenal pertama kali di daerah Galuh (Ciamis), Jawa Barat sekitar tahun 1810. Petani mulai memelihara sekitar tahun 1860 dan semenjak itu berkembang ke daerah lain di Jawa Barat. Penyebaran ikan mas di Indonesia begitu cepat, karena cara pembudidayaannya yang cukup mudah (Khoiruman, 2008).

2.1.3 Pakan dan Kebiasaan Makan Ikan Mas

Ikan mas termasuk kelompok ikan omnivora, pada masa mudanya memakan zooplankton dan setelah tumbuh lebih besar ikan ini berkelakuan sebagai ikan pemakan jasad-jasad air yang hidup di dasar perairan (benthos). Larva mulai kehabisan kuning telur setelah berumur 2-4 hari. Ikan ini sangat tanggap terhadap pakan buatan berkadar protein 25-30% (Cholik, *et al.* 2005). Ikan mas tergolong ikan omnivora (pemakan berbagai jenis makanan). Makanannya antara lain tumbuhan air dan binatang renik (Khoiruman, 2008).

Organisme akuatik umumnya membutuhkan protein yang cukup tinggi dalam pakannya. Namun demikian organisme akuatik hanya dapat meretensi protein sekitar 20-25% dan selebihnya akan terakumulasi dalam air (Ekasari, 2009). Untuk ikan mas sendiri hanya mampu meretensi protein sekitar 24,46% dan selebihnya akan dibuang keperairan (Mokoginta, *et al.* 2004).

2.2 Karakteristik Tanaman Hydrilla (*Hydrilla verticillata*)

2.2.1 Morfologi dan Klasifikasi Tanaman Hydrilla

Tanaman hydrilla seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3 memiliki daun berukuran kecil berbentuk lanset yang tersusun mengelilingi batang. Batangnya bercabang dan tumbuh mendatar sebagai stolon yang pada tempat tertentu membentuk akar serabut. Merupakan tumbuhan yang seluruh bagian tubuhnya tenggelam di bawah permukaan air. Dengan adanya stolon perkembangbiakan hydrilla terjadi dengan pesat (Fitra, 2008).

Tanaman hydrilla memiliki lebar daun 2-4 mm dan panjang 6-20 mm. Daunnya mempunyai 11- 39 gigi persentimeter sepanjang tepi. Memiliki pelepah yang terkadang berwarna merah. Memiliki akar adventif berwarna putih, kecuali yang tumbuh pada sedimen yang tinggi bahan organik akar akan berwarna merah kecoklatan (Langeland, 1996).

Hydrilla atau yang dikenal ganggang oleh orang Jawa mempunyai

klasifikasi menurut Zipcodezoo (2012), sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Subkingdom : Tracheobionta

Phylum : Tracheophyta

Subphylum : Euphyllophytina

Class : Liliopsida

Ordo : Hydrocharitales

Famili : Hydrocharitaceae

Genus : Hydrilla

Spesies : *Hydrilla verticillata*



Gambar 3. Hydrilla (*Hydrilla verticillata*) (James, 2013).

2.2.2 Habitat dan Lingkungan Hidup Tanaman Hydrilla

Hydrilla adalah sejenis tanaman air yang banyak tumbuh di perairan yang tenang dan jernih. Tanaman tersebut hidup di dalam perairan yang seluruh bagian tubuhnya terendam di dalam air. Akarnya sebagian tertanam di dasar perairan dan yang lainnya melayang bersama batang dan daunnya yang bergerak mengikuti arah gerakan air. Dalam posisi dan kondisi tersebut, tanaman

hydrilla sangat potensial untuk menyaring atau menyerap bahan-bahan yang terlarut di dalam perairan (Yusuf, 2001).

Hydrilla merupakan tumbuhan air yang cukup produktif dalam air yang dapat tumbuh dan berkembang dengan cepat, keberadaannya 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-sawah, kolarn-kolarn dan sungai dangkal berlumpur dan biasanya sangat banyak.

Hydrilla mampu tumbuh di berbagai lingkungan ekologi dan dapat ditemukan diberbagai habitat perairan. Hydrilla tumbuh mulai dari pH asam sampai netral, dari *oligotrophic* (nutrisi rendah) sampai *eutrophic* (nutrisi tinggi) dan mulai dari air tawar sampai air payau. Hydrilla dapat mentolerir salinitas sampai sekitar 7 ppt. Hydrilla dapat hidup dengan tingkat cahaya dan CO₂ yang rendah (Zipcodezoo, 2012). Hydrilla tumbuh optimal pada suhu 20-24⁰C dan pertumbuhannya menjadi berhenti pada suhu di bawah 16⁰C. Hydrilla dapat hidup pada air yang keruh (Dulay, *et al.* 2010).

2.3 Proses Bioremediasi

Bioremediasi adalah suatu proses pemulihan polutan dengan memanfaatkan jasa makhluk hidup seperti mikroba (bakteri, fungi, khamir), tumbuhan hijau misalnya tanaman air yaitu hydrilla. Berdasarkan agen, teknik, dan proses biologis, bioremediasi dibagi menjadi lima kelompok, yaitu Bioremediasi *ex situ* yaitu proses bioremediasi yang dilakukan dengan cara memindahkan dan mengumpulkan kontaminan ke suatu tempat untuk diberikan

beberapa perlakuan. Bioremediasi *in situ* bioremediasi yang hanya mengandalkan kemampuan mikroorganisme setempat. Bioaugmentasi merupakan bioremediasi dengan cara menambahkan atau memasukkan mikroorganisme pendegradasi sehingga pemulihan lingkungan yang tercemar semakin cepat. Bioremediasi penambahan surfaktan merupakan salah satu proses bioremediasi yang memanfaatkan fungsi surfaktan meningkatkan ketersediaan nutrisi kontaminan sehingga mikroorganisme mampu mendegradasinya dalam jumlah yang lebih banyak. Sedangkan fitoremediasi 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).

2.3.1 Penggunaan Tanaman Hydrilla dalam Proses Bioremediasi

Sistem tanaman air telah digunakan sebagai salah satu proses untuk pemulihan dan daur ulang air limbah. Tujuan utama dari menggunakan sistem ini berfokus pada pada stabilisasi limbah dan penghilangan nutrisi. Asimilasi nutrisi dan pemanfaatannya oleh tanaman merupakan salah satu mekanisme untuk menghilangkan polutan. Biaya yang rendah dan perawatannya yang mudah membuat tanaman air seperti hydrilla menarik untuk digunakan. Kolam-kolam yang dibangun dengan tanaman air semakin diterapkan sebagai pengolahan yang layak untuk air limbah. Diketahui hydrilla mampu menurunkan amoniak (NH_3) sebesar 87% dari 1,03 ppm menjadi 0,14 ppm yang dilakukan pada kolam air mengalir selama 5 hari (Kanabkaew, 2004).

Berdasarkan penelitian Yusuf (2001), mengenai kemampuan tanaman air pada proses bioremediasi limbah rumah tangga, diketahui bahwa tanaman hydrilla mampu menurunkan amoniak 17,36%, nitrit 10,53%, nitrat 17,96% dan

besi terlarut 19,05%. Tanaman hydrilla yang digunakan dalam penelitian sebanyak 3 batang dengan volume air 12 liter selama 48 jam. Menurut Artiyani (2011), dalam penggunaan tanaman hydrilla sebagai metode fitoremediasi limbah cair tahu, diketahui pada dosis 80 mg/cm² selama 6 hari mampu menurunkan konsentrasi N total sebesar 72,76% dan P Total sebesar 60,40% pada *reaktor batch*.

Menurut Mardiana (1986) tanaman hydrilla lebih baik dalam menurunkan amoniak dari pada tanaman rumput air (*Vallisneria spiralis*). Karena tanaman hydrilla memiliki luas permukaan yang lebih luas. Dalam penyerapan unsur hara juga dipengaruhi besarnya kontak antara permukaan tumbuhan dengan air. Semakin luas permukaannya pada berat yang sama maka mempunyai kesempatan yang lebih besar dalam memanfaatkan unsur hara. Proses penurunan amoniak oleh tanaman air terjadi pada saat proses fotosintesis dan tanaman juga akan menghasilkan oksigen. Pada kondisi oksigen yang cukup akan terjadi proses nitrifikasi yang menghasilkan nitrat. Nitrat adalah bentuk nitrogen yang mudah diserap oleh tanaman dan juga relatif aman untuk biota air tawar.

2.3.2 Penggunaan Probiotik dalam Proses Bioremediasi

Upaya untuk meningkatkan hasil produksi budidaya ikan sampai saat ini terus dikaji dan dikembangkan. Salah satu upaya alternatif yang terus dikembangkan ialah teknik bioremediasi. Bioremediasi dan penerapannya dalam budidaya ikan menurut Badjoeri (2008), bioremediasi merupakan pendekatan biologis dalam pengelolaan kualitas air dengan memanfaatkan aktivitas bakteri dalam merombak bahan organik dalam sistem perairan budidaya. 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. Jenis atau kelompok bakteri tersebut antara lain bakteri nitrifikasi, bakteri sulfur (pereduksi sulfid), dan bakteri pengoksidasi amoniak. Beberapa produk bakteri agen bioremediasi hasil penelitian telah dikomersilkan dan diaplikasikan di tambak pada saat ini, antara lain EM4, Starbio, Aquazyme dan Super PS.

Probiotik adalah makanan tambahan dalam bentuk mikroba hidup, yang memberi pengaruh menguntungkan bagi inang. Pada hewan akuatik, tidak hanya saluran pencernaan yang penting, tetapi juga air yang menjadi habitatnya. Pada hewan akuatik selain saluran pencernaan, air di sekeliling organisme tersebut juga memegang peranan penting. Oleh karena itu probiotik untuk hewan akuatik adalah agen mikroba hidup yang memberikan pengaruh menguntungkan pada inang dengan memodifikasi komunitas mikroba atau berasosiasi dengan inang, menjamin perbaikan dalam penggunaan pakan atau memperbaiki nilai nutrisinya, memperbaiki respon inang terhadap penyakit atau memperbaiki kualitas lingkungannya (Sabariah, 2010).

EM4 merupakan kultur campuran dari beberapa mikroorganisme yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Mikroorganisme alami yang terdapat dalam EM4 bersifat fermentasi (peragian) terdiri dari lima kelompok mikroorganisme yaitu bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas* sp.), jamur fermentasi (*Saccharozymes* sp.), bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp.), dan *Actinomycetes*. EM4 mampu mempercepat dekomposisi limbah dan sampah organik, meningkatkan ketersediaan nutrisi tanaman, dan menekan aktivitas mikroorganisme patogen. Selain itu EM4 juga dapat digunakan untuk membersihkan air limbah, serta meningkatkan kualitas air pada tambak udang dan ikan (Fitria, 2008).

2.4 Kualitas Air dalam Kegiatan Budidaya Ikan Mas

2.4.1 Amoniak

Dari kegiatan budidaya ikan misalnya seperti pada budidaya ikan mas pasti akan menghasilkan limbah amoniak. Secara umum amoniak berada dalam dua bentuk, yaitu *Unionized Ammonia* atau UIA (NH_3) dan *Ionized Ammonia* atau IA (NH_4^+). Keberadaan UIA membuat ikan mabuk atau keracunan jika kadarnya dalam air tinggi, sementara daya racun IA kurang kuat. Makin tinggi pH dan suhu maka makin tinggi konsentrasi NH_3 sehingga makin kuat daya racunnya. Pada pH rendah daya racun amoniak dan nitrit menjadi lebih tajam. Nitrit terjadi dari proses oksidasi amoniak dan merupakan gas beracun untuk ikan. Kadar nitrit yang tinggi biasanya disebabkan oleh kadar amoniak yang tinggi. Kadar amoniak dan nitrit tinggi sering sebagai penyebab utama terjadinya penyakit. Nitrat merupakan produk akhir dari oksidasi amoniak. Nitrat merupakan substansi yang dapat ditoleransi oleh kebanyakan ikan sehingga keberadaannya dapat diabaikan (Lesmana, 2001).

Persentase amoniak bebas meningkat dengan meningkatnya nilai pH dan suhu suatu perairan, di mana pada pH 7 atau kurang sebagian besar amoniak akan mengalami ionisasi, sebaliknya pada pH lebih dari 7, amoniak tak terionisasi yang bersifat toksik terdapat dalam jumlah yang lebih banyak. Nitrifikasi merupakan proses oksidasi amoniak menjadi nitrit dan nitrat, yang merupakan proses penting dalam siklus nitrogen yang berlangsung pada kondisi aerob. Proses Nitrifikasi seperti terlihat pada reaksi berikut:



Oksidasi amoniak menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri *nitrosomonas*. Sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh *nitrobacter*. Kedua jenis bakteri ini merupakan bakteri kemosotrofik, yaitu bakteri mendapatkan energi dari proses

kimiawi. Di perairan alami nitrit (NO_2) biasanya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit, lebih sedikit dari pada nitrat, karena tidak bersifat setabil dengan keberadaan oksigen, nitrit di perairan segera dioksidasi menjadi nitrat (Efendi, 2003).

Alga, diatom serta tumbuhan lainnya seperti hydrilla dengan mudah berasimilasi dengan ion nitrat dalam air. Daya racun nitrat kurang kuat bila dibandingkan dengan nitrit dan amoniak. Amoniak dalam air mengalami hidrolisis dan menghasilkan ion amonium (NH_4^+), sesuai dengan persamaan reaksi :



Kerusakan organ-organ tubuh organisme perairan akibat amoniak biasanya terjadi pada organ yang ada kaitannya dengan sistem transport oksigen seperti insang, sel-sel eritrosit dan jaringan penghasil eritrosit (Mayunar, 1990).

2.4.2 Derajat Keasaman (pH)

Keasaman juga sangat menentukan kualitas air karena juga menentukan proses kimiawi dalam air. Sekala pH adalah logaritmik, artinya setiap satu unit yang terukur merupakan sepuluh kali perubahan konsentrasi ion. Jadi perubahan sedikit nilai pH berarti terjadi perubahan yang sangat besar pada perbedaan kandungan ion. Perubahan pH secara mendadak akan menyebabkan ikan mas meloncat-loncat atau berenang sangat cepat dan tampak seperti kekurangan oksigen sehingga mati mendadak. Sedangkan perubahan pH secara perlahan akan menyebabkan lendir keluar berlebihan, kulit menjadi keputihan dan mudah terserang penyakit (Lesmana, 2001). Ikan mas memiliki toleransi terhadap pH sangat luas sekitar 6-8 (Khairuman, 2008).

Organisme perairan mempunyai kemampuan yang berbeda dalam mentoleransi pH perairan. Kematian lebih sering diakibatkan karena pH yang

rendah daripada 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 lingkungan perairan (Yulastuti, 2011).

2.4.3 Suhu

Pada kegiatan budidaya ikan mas suhu lingkungan sangat mempengaruhi keberhasilan dalam kegiatan budidayanya. Faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan mas selain pakan adalah kualitas air terutama suhu. Karena suhu dapat mempengaruhi pertumbuhan dan nafsu makan ikan. Suhu juga dapat mempengaruhi aktivitas penting ikan seperti pernafasan, pertumbuhan dan reproduksi. Suhu yang tinggi dapat mengurangi oksigen terlarut dan mempengaruhi selera makan ikan (Kelabora, 2009).

Suhu pada air mempengaruhi kecepatan reaksi kimia, baik dalam media atau cairan tubuh ikan mas. Ikan mas akan mengalami penurunan kemampuan dalam mengambil oksigen (*hypoxia*), jika ikan berada pada lingkungan bersuhu rendah, karena disebabkan menurunnya detak jantung. Selain itu juga akan mengakibatkan proses osmoregulasi terganggu. Pada suhu rendah menyebabkan ikan tidak aktif, tidak mau makan dan berenang. Jika sebaliknya pada suhu tinggi, menyebabkan ikan menjadi aktif dan metabolisme cepat, sehingga mengakibatkan kotoran akan lebih banyak, dan akan menyebabkan penurunan kualitas air (Lesmana, 2001).

2.4.4 Oksigen Terlarut

Boyd (1982), menyatakan oksigen merupakan salah satu komponen utama dalam suatu perairan sekitar 20,95% oksigen larut dalam air. Konsentrasi kelarutan oksigen tertinggi adalah pada suhu 0°C, dan akan menurun terus dengan semakin bertambahnya suhu. Daya larut oksigen dalam perairan akan menurun dengan semakin tingginya salinitas.

Menurut Lesmana (2001), pergerakan air dan adanya tanaman air seperti hydrilla 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 jenuh lagi (*supersaturasi*). Hydrilla dan tanaman air lainnya, terutama alga yang berwarna hijau, sangat berhubungan dengan proses fotosintesis, bila sinar matahari yang masuk ke air sedikit maka proses fotosintesis akan terhambat sehingga produksi oksigen berkurang. Kandungan oksigen dalam air secara nyata tergantung dari keseimbangan biologi antara oksigen yang dikonsumsi organisme air dan oksigen yang masuk. Pengurangan oksigen dalam air juga tergantung pada banyaknya partikel organik air yang membutuhkan perombakan oleh bakteri melalui proses oksidasi.

Oksigen terlarut merupakan variabel kimia yang mempunyai peranan yang sangat penting bagi kehidupan ikan mas dan biota air lainnya, sekaligus menjadi faktor pembatas bagi kehidupan biota air. Ikan mas agar dapat hidup dengan baik membutuhkan oksigen terlarut minimal 5 ppm. Daya larut oksigen dapat berkurang disebabkan naiknya suhu air dan meningkatnya salinitas. Konsentrasi oksigen terlarut dipengaruhi oleh proses respirasi biota air dan proses dekomposisi bahan organik oleh mikroba (Wijayanti, 2007).

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Penelitian

3.1.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- Tabung nesler
- pH meter
- DO meter
- Spektrofotometer
- Beaker glass
- Gelas ukur
- Pipet tetes
- Botol kaca
- Corong
- Aquarium
- Baskom
- Nampan
- Sesor
- Timbangan digital
- Blower
- Selang aerasi
- Batu aerasi

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- Aquades
- Tissue
- Larutan nesler
- Probiotik
- Hydrilla
- Ikan mas
- Pakan ikan
- Kertas label

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Menurut Nusalam (2008), ciri penelitian ini adalah mengungkapkan hubungan sebab akibat dengan cara melibatkan kelompok kontrol di samping kelompok eksperimental yang dipilih dengan menggunakan teknik acak. Pada kelompok

perlakuan dilakukan suatu intervensi dan kemudian kelompok kontrol tidak dilakukan tindakan. Penelitian ini biasanya dilakukan pada binatang percobaan.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Menurut Sastrosupadi (2000), Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam atau homogen, sehingga RAL banyak digunakan untuk percobaan skala laboratorium, rumah kaca dan perternakan. Karena media homogen maka media atau tempat percobaan tidak memberikan pengaruh pada respon yang diamati dan model untuk RAL adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Y_{ij} = respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ = nilai tengah umum

T_i = pengaruh perlakuan bioremediasi

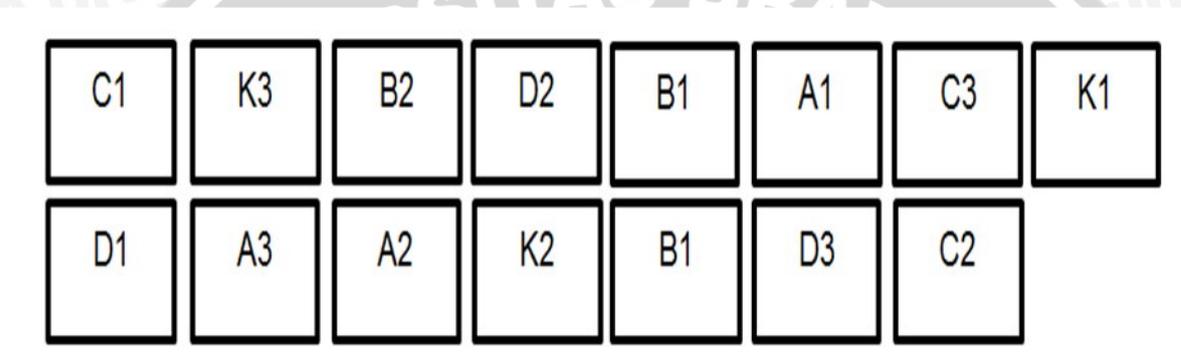
E_{ij} = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Pemberian jumlah hydrilla berdasarkan kepadatan hydrilla di alam yang mengacu berdasarkan hasil penelitian Olsson (2004), kepadatan hydrilla pada perairan alami yang diambil secara acak berkisar antara 289 g/m². Adapun perlakuan yang menggunakan probiotik EM4 mengacu pada hasil penelitian Beauty (2011), perlakuan pemberian probiotik EM4 0,5 ml/l memberikan hasil kelulushidupan tertinggi pada benih ikan mas koki ukuran 2-4 gram dan mampu menurunkan amoniak.

Sebagai perlakuan dalam penelitian ini adalah dilakukan penambahan hydrilla dan probiotik ke dalam aqurium dengan dosis sebagai berikut:

- K = tanpa pemberian hydrilla dan probiotik
- A = dimasukkan hydrilla 43,5 g (100%)
- B = dimasukkan probiotik 0,5 ml/liter (100%)
- C = dimasukkan hydrilla 21,75 g (50%) dan probiotik 0,25 ml/liter (50%)
- D = dimasukkan hydrilla 43,5 g (100%) dan probiotik 0,5 ml/liter (100%)

Dalam penelitian ini masing-masing perlakuan diberi ulangan sebanyak tiga kali dan ditempatkan secara acak. Denah percobaan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Denah percobaan.

Keterangan : **A, B, C dan D** : Perlakuan
1, 2 dan 3 : Ulangan
K : Kontrol

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Sebelum Penelitian

Sebelum melakukan kegiatan penelitian dilakukan persiapan wadah dan peralatan. Disiapkan aquarium ukuran 50 cm x 30 cm x 30 cm, sebanyak 15 buah. Aquarium dibersihkan, dicuci dan dikeringkan. Aquarium diletakkan pada tempat yang telah ditentukan dan dilakukan pemasangan instalasi aerasi. Aquarium diisi air setinggi 20 cm dan air diaerasi selama 24 jam. Ikan mas dan hydrilla sebelum digunakan dalam penelitian diadaptasikan terlebih dahulu di dalam kolam dan dipelihara selama 3 hari.

3.4.2 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian diawali dengan penimbangan hydrilla dengan berat yang telah ditentukan, selanjutnya hydrilla ditebar ke dalam aquarium. Perlakuan yang menggunakan probiotik akan ditambahkan probiotik di saat hari pertama saja, dengan dosis dosis yang telah ditentukan. Ikan mas yang digunakan dalam penelitian adalah ikan mas ukuran 5-7 cm. Ikan mas ditimbang dan dicatat sebagai (W_0), ikan mas yang telah ditimbang ditebar kedalam aquarium dengan kepadatan 1 ekor/liter. Ikan diberi pakan sebanyak 5% dari berat total biomasa, pakan diberikan 3 kali sehari. Pemberian pakannya sedikit demi sedikit sampai kenyang atau *adlibitum* dan jika terdapat sisa pakan, maka sisa pakan ditimbang.

Dilakukan pengukuran kualitas air meliputi pH, suhu, DO setiap pagi dan sore. Untuk pengukuran kandungan TAN dan penimbangan berat ikan dilakukan setiap 10 hari sekali. Selama penelitian tidak akan dilakukan peyifonan dan pergantian air.

3.5 Parameter Uji

3.5.1 Parameter Utama

Parameter utama yang diamati dalam penelitian ini antara lain:

a. TAN dan Amoniak

Metode analisa amoniak menggunakan Nessler dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Air sampel diambil sebanyak 25 mL dan dimasukkan ke dalam beaker glass 50 mL.
- Ditambahkan 1 mL larutan Nessler, goyang-goyang beaker glass agar larutan tercampur sempurna dan diamkan selama \pm 20 menit.

- Dimasukkan sampel ke dalam cuvet kemudian ukur dengan menggunakan Spektrofotometer DR 2000 dengan panjang gelombang 425 nm.

- Dicatat nilai TAN yang terukur.

Agar didapatkan nilai amoniak (NH_3) maka nilai TAN yang sudah diketahui dihitung dengan rumus (Boyd, 1990) berikut:

$$\text{NH}_3 = \text{Total amoniak} / (1 + \text{antilog}(\text{pKa} - \text{pH}))$$

$$\text{pKa} = 0,09018 + (2729,92 / (273,2 + T))$$

b. Kelulushidupan (%)

Kelulushidupan ikan uji diamati dengan menghitung jumlah ikan yang hidup pada akhir penelitian dan dihitung berdasarkan rumus (Effendi, 1979) yaitu:

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

SR = Kelulushidupan hewan Uji (%).

Nt = Jumlah ikan uji pada akhir penelitian (ekor).

No = Jumlah ikan uji pada awal penelitian (ekor).

3.5.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang yang akan diamati dalam penelitian ini antara lain :

a. Laju Pertumbuhan Spesifik (%/hari)

Laju pertumbuhan spesifik dihitung dengan rumus Steffens (1989)

dalam Rudiyanti dan Ekasari (2009):

$$\text{SGR} = (\ln \text{Wt} - \ln \text{Wo}) / t \times 100\%$$

SGR = laju pertumbuhan spesifik (%/hari)

Wo = bobot rata-rata pada awal penelitian (g)

Wt = bobot rata-rata pada waktu t (g)

t = lama pemeliharaan (hari).

b. Rasio Konversi Pakan

Menurut Djarijah (2000), pengukuran kualitas pakan dilakukan dengan membandingkan jumlah pakan yang diberikan dengan pertambahan berat ikan yang dihasilkan. FCR dihitung dengan rumus:

$$FCR = \frac{F}{(Bt + D) - Bo}$$

FCR = rasio konversi pakan

F = Jumlah total pakan yang diberikan (kg)

Bo = berat total ikan awal tebar (kg)

Bt = berat total ikan saat panen (kg)

D = berat total ikan mati (kg)

c. Kualitas Air

Untuk parameter penunjang kualitas air meliputi pH, suhu dan DO yang diukur setiap pagi dan sore

- pH dengan menggunakan pH meter.
- Suhu dengan menggunakan thermometer.
- DO (oksigen terlarut) dengan menggunakan DO meter.

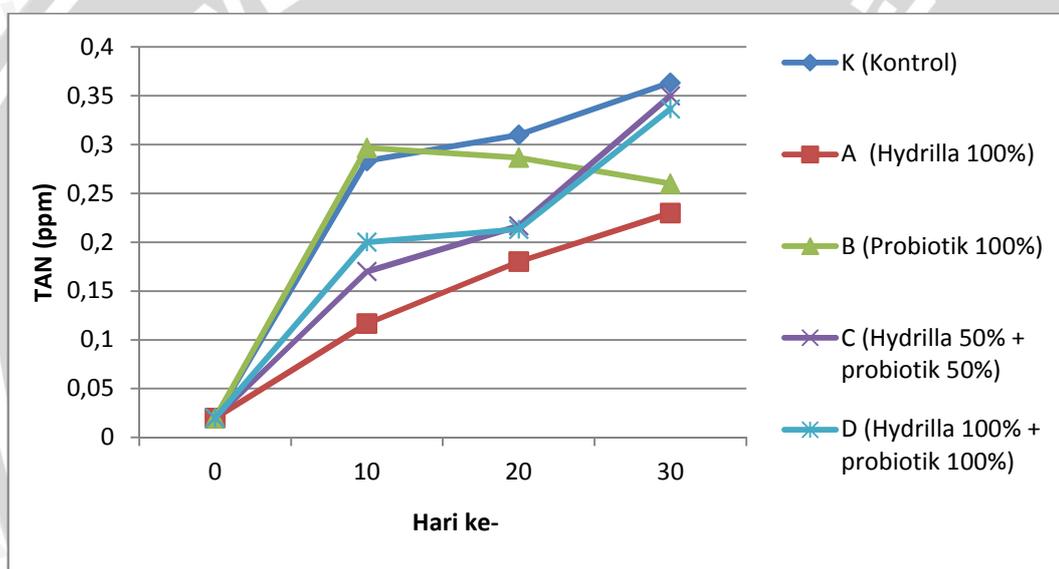
3.6 Analisa Data

Semua analisis statistik menggunakan software SPSS (Statistical Package for Social Sciences) versi 18.0 *for Windows*. Sebelum dilakukan analisis, dilakukan uji kenormalan data menggunakan statistik Kolmonogorove-Smirnov (K-S). Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap respon parameter digunakan analisis keragaman *Univariate Analysis Of Variance* atau yang biasa dikenal ANOVA. Selanjutnya dilakukan Uji Tukey untuk mengidentifikasi perbedaan antar kelompok perlakuan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 TAN dan Amoniak (NH_3)

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan data kandungan TAN (Total Amoniak Nitrogen) dalam media budidaya ikan mas yang telah diberi perlakuan yang berbeda, yang merupakan salah satu parameter utama dalam penelitian ini. Menurut Puspita (2007), amoniak yang terukur pada perairan alami adalah amoniak total (NH_3 dan NH_4^+). Dari hasil pengamatan yang dilakukan selama 30 hari diperoleh data perubahan nilai TAN yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Perubahan Nilai TAN pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian.

Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa perlakuan 100% hydrilla memiliki nilai TAN terendah bila dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Pada perlakuan 100% probiotik terlihat grafik nilai TAN mengalami penurunan pada hari kedua puluh, hal ini disebabkan ikan pada perlakuan 100% probiotik kurang nafsu makan, sehingga pemberian pakannya lebih sedikit. Ini dapat diketahui dari berat sisa pakan yang belum diberikan lebih banyak bila dibandingkan

dengan perlakuan yang lain. Seiring dengan lama waktu kegiatan budidaya ikan mas kandungan TAN pada media budidaya semakin meningkat.

Tabel 1. Data Rata-rata TAN (Total Amoniak Nitrogen) pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian.

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rata-Rata | Standart Deviasi |
|-----------|---------|-------|-------|-------|-----------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| K | 0,263 | 0,218 | 0,253 | 0,733 | 0,244 | 0,024 |
| A | 0,140 | 0,140 | 0,130 | 0,410 | 0,137 | 0,006 |
| B | 0,213 | 0,238 | 0,198 | 0,648 | 0,216 | 0,020 |
| C | 0,195 | 0,198 | 0,175 | 0,568 | 0,189 | 0,013 |
| D | 0,210 | 0,175 | 0,193 | 0,578 | 0,193 | 0,018 |
| | Total | | | 2,935 | 2,935 | 2,935 |

Pada Tabel 1 terlihat perlakuan kontrol memiliki rata-rata kandungan TAN tertinggi 0,244 ppm, sedangkan perlakuan 100% hydrilla memiliki rata-rata kandungan TAN terendah 0,137 ppm. Untuk mengetahui apakah perlakuan media yang berbeda berpengaruh terhadap kandungan TAN dalam media budidaya ikan mas, maka dilakukan analisis statistik (Lampiran1). Berdasarkan analisa sidik ragam / ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan media yang berbeda berpengaruh terhadap kandungan TAN dalam media budidaya ikan mas yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Sidik Ragam TAN pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian.

| | | Jumlah Kuadrat | DB | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|-----|-----------|----------------|----|----------------|-------|--------|
| TAN | Perlakuan | 0,019 | 4 | 0,005 | 16,18 | 0,000* |
| | Acak | 0,003 | 10 | 0,000 | | |
| | Total | 0,022 | 14 | | | |

Keteranganagn: *Nilai Sig < 0.05 = berbeda sangat nyata

Hasil perhitungan sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang berbeda memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kandungan TAN

dalam media budidaya ikan mas. Untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan, maka dilakukan Uji Tukey yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Tukey TAN pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian.

| Perlakuan | N | Rata-rata TAN | | | Notasi |
|-----------|---|---------------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| A | 3 | 0,1367 | | | a |
| C | 3 | | 0,1892 | | b |
| D | 3 | | 0,1925 | | b |
| B | 3 | | 0,2158 | 0,2158 | bc |
| K | 3 | | | 0,2442 | c |
| Sig. | | 1,0000 | 0,3703 | 0,3183 | |

Dari uji Tukey Total Amoniak Nitrogen (TAN) perlakuan 100% hydrilla berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Jika dibuat perbandingan perlakuan 100% hydrilla memiliki kandungan TAN lebih rendah 43,99% dibanding dengan perlakuan kontrol, lebih rendah 36,68% dibanding dengan perlakuan 100% probiotik, lebih rendah 27,69% dibanding dengan perlakuan 50% hydrilla dan probiotik dan lebih rendah 29,19% dibanding dengan perlakuan 100% hydrilla dan probiotik. Menurut Sunanisari (2008), tumbuhan air dapat menurunkan kadar pencemar secara langsung, yaitu dengan menyerap unsur-unsur pencemar sebagai sumber nutrisi, atau secara tidak langsung dengan cara menyediakan tempat tumbuh bagi mikroorganisme yang akan mengurai bahan pencemar, serta memasok oksigen untuk proses-proses penguraian yang bersifat aerobik. Menurut Artiyani (2011), bahan organik hasil penguraian bakteri dimanfaatkan tanaman untuk proses fotosintesis. Seiring dengan berlangsungnya proses fotosintesis dan penguraian, maka terjadi juga proses penurunan konsentrasi N total.

Menurut Simanjuntak, *et al.* (2000), N diserap tanaman dalam bentuk amonium atau nitrat yang mendorong peningkatan sintesis klorofil daun dalam jaringan tanaman, menyebabkan aktifitas fotosintesis meningkat, sehingga karbohidrat hasil fotosintesis juga meningkat. Dengan tersedianya N dan karbohidrat yang cukup akan meningkatkan sintesis protein. Peningkatan sintesis akan meningkatkan protoplasma sebagai penyusun sel.

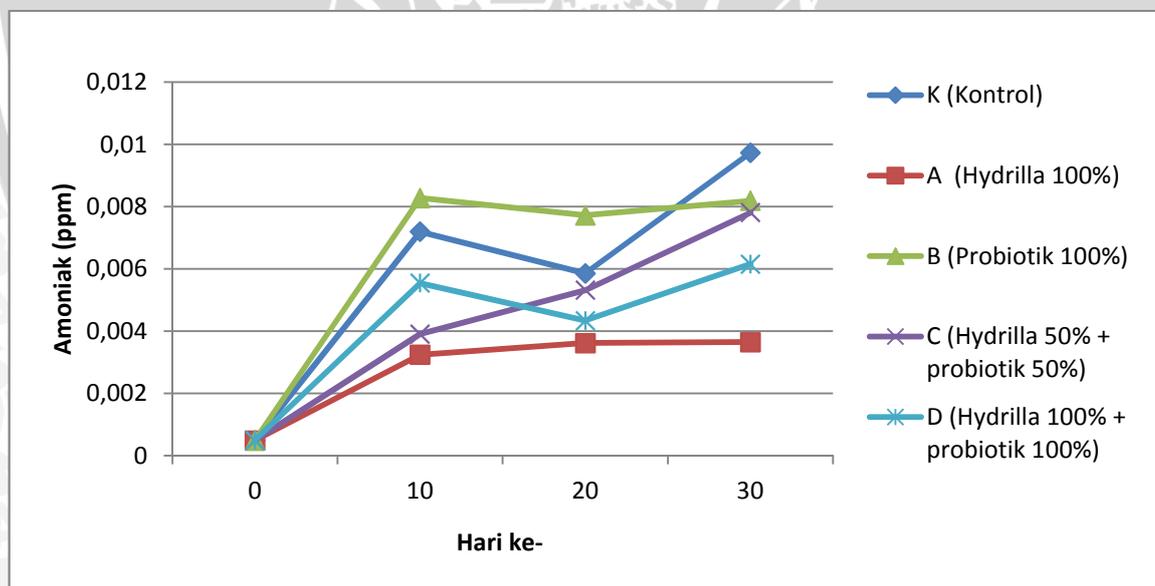
Sedang untuk perlakuan 50% hydrilla dan probiotik dan perlakuan 100% hydrilla dan probiotik yang sama-sama diberi hydrilla akan tetapi memiliki kandungan TAN yang tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan 100% hydrilla, tetapi masih lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini terjadi karena tanaman hydrilla tidak bisa melakukan fotosintesis dengan baik, yang disebabkan gelapnya warna air akibat dari pemberian probiotik. Sehingga cahaya yang dapat masuk ke dalam perairan hanya sedikit. Mengakibatkan hydrilla tidak bisa melakukan fotosintesis dengan baik, banyak daun yang menjadi layu dan banyak batang yang putus, yang pada akhirnya juga akan mengalami proses pembusukan yang juga dapat meningkatkan amoniak. Hal tersebut juga sesuai dengan pernyataan Puspita (2007), amoniak juga bisa berasal dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan biota akuatik yang telah mati) yang dilakukan oleh mikroba dan jamur.

Untuk masalah ini probiotik kurang bisa berperan, akibat kurangnya unsur C dalam media, padahal unsur C sangat dibutuhkan bakteri dan mikroorganisme lain. Sehingga bakteri dan mikroorganisme lainnya tidak bisa memanfaatkan unsur N. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fitria (2008), karbon dimanfaatkan sebagai sumber energi dan nitrogen sebagai sumber protein untuk perkembangan dan pertumbuhan mikroorganisme.

Menurut Puspita (2007), senyawa nitrogen yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman adalah senyawa nitrogen dalam bentuk NH_4^+ dan NO_3^- , sedangkan

senyawa nitrogen organik terlarut harus mengalami proses terlebih dahulu untuk dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Nutrien yang diserap oleh tanaman digunakan untuk pertumbuhannya. Sunanisari (2008), juga menyatakan hampir 70 % TAN pada daun terdapat pada kloroplas dan 18% nitrogen pada protein-protein. Menurut EPA (2013), kandungan TAN 45 ppm pada pH 7 dan suhu 28°C selama 4 hari akan menyebabkan ikan mas ukuran 4-5 cm keracunan tingkat akut.

Amoniak yang tidak terionisasi NH_3 atau yang biasa dikenal UIA (*Unionized Amonia*) lebih beracun dari pada amoniak NH_4^+ . Nilai NH_3 diperoleh dari nilai TAN dengan memperhitungkan kondisi pH dan suhu. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa perlakuan 100% hydrilla memiliki nilai rata-rata NH_3 terendah bila dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Untuk mengetahui grafik perubahan nilai NH_3 pada media pemeliharaan ikan mas selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Perubahan Nilai Amoniak (NH_3) pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian.

Selanjutnya dilakukan analisa sidik ragam dan diperoleh hasil analisa sidik ragam data Amoniak NH_3 yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Sidik Ragam Amoniak pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian.

| | Jumlah Kuadrat | DB | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|-----------|----------------|----|----------------|--------|--------|
| Perlakuan | 0,000 | 4 | 0,000 | 46,703 | 0,000* |
| Acak | 0,000 | 10 | 0,000 | | |
| Total | 0,000 | 14 | | | |

Keterangan : *Nilai Sig. < 0.05 = berbeda sangat nyata

Hasil perhitungan sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang berbeda memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kandungan amoniak (NH_3) dalam media budidaya ikan mas. Untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan, maka dilakukan Uji Tukey (Tabel 5).

Tabel 5. Uji Tukey Amoniak pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian.

| Perlakuan | N | Rata-rata NH_3 | | | Notasi |
|-----------|---|-------------------------|-------|-------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| A | 3 | 0,003 | | | a |
| D | 3 | | 0,004 | | b |
| C | 3 | | 0,004 | | b |
| K | 3 | | | 0,006 | c |
| B | 3 | | | 0,006 | c |
| Sig. | | 1,000 | 0,901 | 0,733 | |

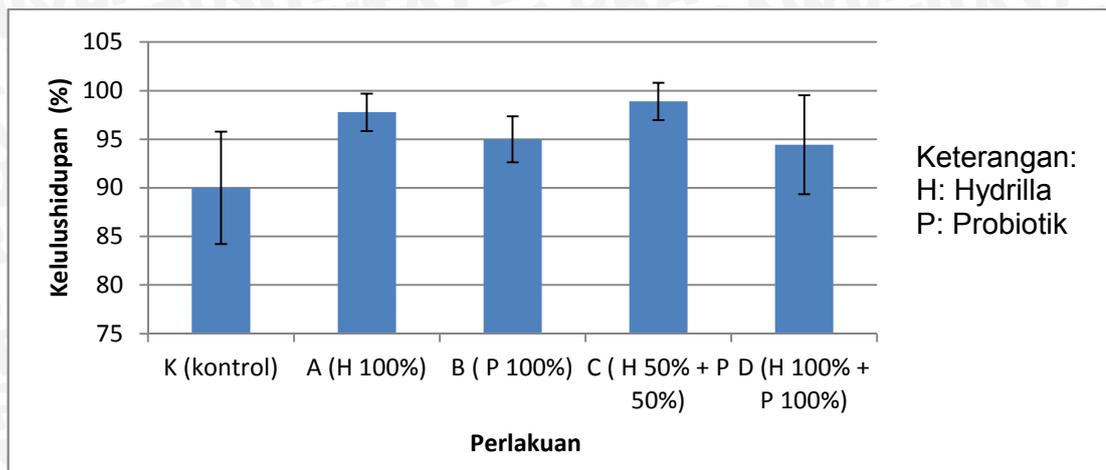
Dari uji tukey diketahui bahwa perlakuan 100% hydrilla berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Jika dibuat perbandingan perlakuan hydrilla 100% lebih rendah 52,69% dibanding perlakuan kontrol, lebih rendah 55,39% dibandingkan dengan perlakuan 100% probiotik, lebih rendah 37,17% dibandingkan dengan perlakuan 50% hydrilla dan probiotik dan lebih rendah 33,39% dibandingkan dengan perlakuan 100% hydrilla dan probiotik.

Kandungan amoniak (NH_3) pada hari ke-0 sampai ke-10 untuk semua perlakuan cenderung mengalami peningkatan. Hal ini diduga karena air untuk kegiatan budidaya banyak mengandung kotoran ikan dan sisa pakan yang terus menumpuk dan mengalami pembusukkan. Pada hari ke-20 untuk semua perlakuan cenderung mengalami penurunan, hal ini diduga karena adanya peran bakteri dan juga kondisi oksigen yang cukup sehingga amoniak dirubah kebentuk lain. Menurut Kordi (2007), secara biologis di alam dapat terjadi perombakan amoniak menjadi nitrat (suatu bentuk yang tidak berbahaya), dalam proses nitrifikasi dengan bantuan bakteri nitrifikasi dan oksigen yang cukup.

Menurut Kordi (2007), makin tinggi pH air daya racun amoniak semakin meningkat, karena TAN sebagian besar dalam bentuk NH_3 , sedangkan amoniak dalam bentuk molekul (NH_3) lebih beracun dari pada bentuk ion (NH_4). Amoniak dalam bentuk molekul dapat menembus membran sel dengan lebih cepat dari pada NH_4 . Menurut Boyd (1990) toksisitas konsentrasi amoniak yang tidak terionisasi terhadap ikan air tawar bervariasi antara 0.7-2,4 ppm. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa kandungan amoniak (NH_3) masih dalam kondisi aman untuk kegiatan budidaya ikan mas. Berdasarkan penelitian Abbas (2006), diketahui nilai LC 50 amoniak dalam waktu 96 jam untuk benih ikan mas ukuran 5 gram adalah 0,34 ppm pada pH 6,48 dan suhu 24 °C.

4.2 Kelulushidupan Ikan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh data rata-rata kelulushidupan ikan mas selama penelitian seperti yang terlihat pada Gambar 7. Diketahui bahwa perlakuan 50% hydrilla dan probiotik memiliki nilai rata-rata kelulushidupan tertinggi bila dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Sedangkan perlakuan kontrol memiliki nilai kelulushidupan terendah.



Gambar 7. Grafik Kelulushidupan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) pada Perlakuan Media yang Berbeda Selama Penelitian.

Untuk mengetahui apakah perlakuan media yang berbeda berpengaruh terhadap kelulushidupan ikan mas, maka dilakukan analisis statistik (Lampiran 6). Hasil analisa sidik ragam kelulushidupan ikan mas disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Sidik Ragam Kelulushidupan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) pada Perlakuan Media yang Berbeda Selama Penelitian.

| | Jumlah Kuadrat | DB | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|-----------|----------------|----|----------------|-------|--------|
| Perlakuan | 362,764 | 4 | 90,691 | 2,017 | 0,176* |
| Acak | 404,623 | 9 | 44,958 | | |
| Total | 767,388 | 13 | | | |

Keterangan : *Nilai Sig. > 0.05 = tidak berbeda nyata

Hasil perhitungan sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang berbeda tidak memberikan pengaruh terhadap kelulushidupan ikan mas. Hal ini dikarenakan perlakuan pemberian hydrilla atau probiotik tidak memberikan pengaruh secara langsung terhadap kelulushidupan ikan mas, melainkan ditujukan untuk memperbaiki kualitas air. Kualitas air semua perlakuan selama penelitian masih sesuai untuk kegiatan budidaya ikan mas. Menurut Efendi (1997), kelulushidupan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi yaitu resistensi terhadap penyakit, pakan dan umur.

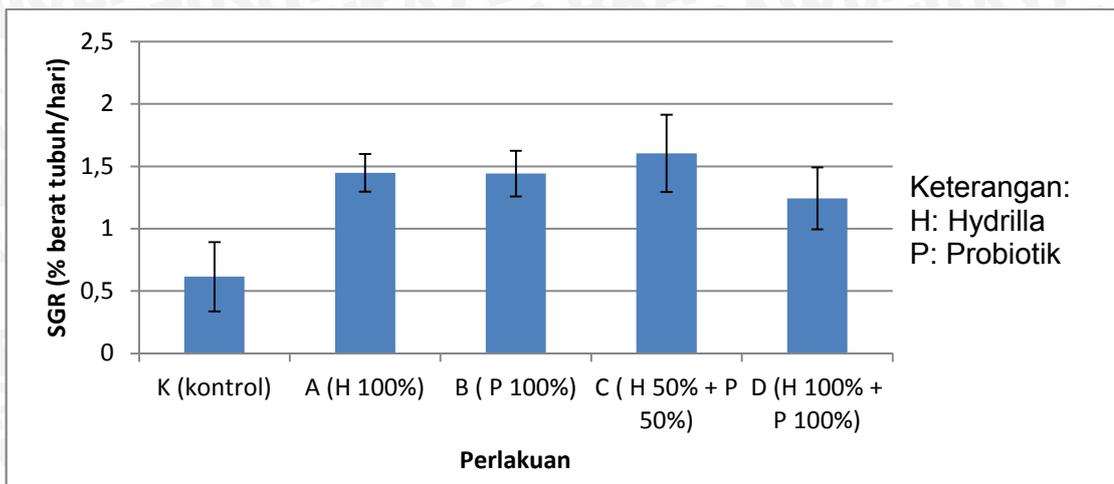
Faktor eksternal yang mempengaruhi antara lain yaitu padat tebar, penyakit serta kualitas air (sifat fisika dan sifat kimia) dari suatu lingkungan perairan.

Apabila dilakukan perbandingan nilai kelulushidupan, perlakuan 100% hydrilla memberikan perbedaan lebih tinggi 7,95 % dibanding dengan perlakuan kontrol, lebih tinggi 2,84% dibanding dengan perlakuan 100% probiotik, lebih rendah 1,14% dibanding perlakuan 50% hydrilla dan probiotik dan menghasilkan nilai lebih tinggi 3,41% dibanding perlakuan 100% hydrilla dan probiotik.

Pada perlakuan kontrol memiliki nilai kelulushidupan yang rendah, salah satu penyebabnya adalah perbedaan nilai pH pagi dan sore yang tinggi dibanding perlakuan yang lain. Perbedaan pH pagi dan sore yang tinggi membuat ikan menjadi mudah stres. Ini ditunjukkan dengan nafsu makan berkurang dan ikan sibuk berenang ke atas dan berusaha mendekati udara dari batu aerasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lesmana (2001), pada lingkungan terlalu basa atau terlalu asam akan mempengaruhi reaksi didalam tubuh ikan sehingga mempengaruhi perilakunya. Perubahan pH secara mendadak akan menyebabkan ikan meloncat-loncat atau berenang sangat cepat, karena ikan stres dan tampak ikan seperti kekurangan oksigen sehingga mati mendadak

4.3 Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan data SGR ikan mas dari perlakuan media budidaya yang berbeda yang dapat dilihat pada Gambar 8. Diketahui bahwa perlakuan 50% hydrilla dan probiotik memiliki nilai rata-rata SGR ikan mas terbesar bila dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Sedangkan perlakuan kontrol memiliki nilai rata-rata SGR terendah. Menurut Cholik (2005), laju pertumbuhan spesifik sangat bermanfaat untuk memperoleh informasi laju pertumbuhan ikan-ikan kecil.



Gamabr 8. Grafik SGR Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian pada Perlakuan Media yang Berbeda Selama Penelitian.

Berdasarkan analisis statistik hasil perhitungan sidik ragam / ANOVA (Lampiran 7) menunjukkan bahwa perlakuan media yang berbeda memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap nilai SGR ikan mas. Untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan, maka dilakukan Uji Tukey (Tabel 7).

Tabel 7. Uji Tukey SGR Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) pada Perlakuan Media yang Berbeda.

| Perlakuan | N | Rata-rata SGR | | Notasi |
|-----------|---|---------------|-------|--------|
| | | 1 | 2 | |
| K | 3 | 0,615 | | a |
| D | 3 | 1,243 | 1,243 | ab |
| B | 2 | | 1,442 | b |
| A | 3 | | 1,448 | b |
| C | 3 | | 1,605 | b |
| Sig. | | 0,088 | 0,471 | |

Diketahui bahwa perlakuan kontrol tidak berbeda nyata dengan perlakuan 100% hydrilla dan probiotik, dan berbedanyata dengan perlakuan yang lain. Perlakuan 50% hydrilla dan probiotik memiliki nilai SGR tertinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain dan perlakuan kontrol memiliki nilai SGR terendah. Jika dilakukan perbandingan perlakuan 100% hydrilla lebih tinggi 57,52% dibanding perlakuan kontrol, lebih tinggi 0,36% dibandingkan perlakuan 100%

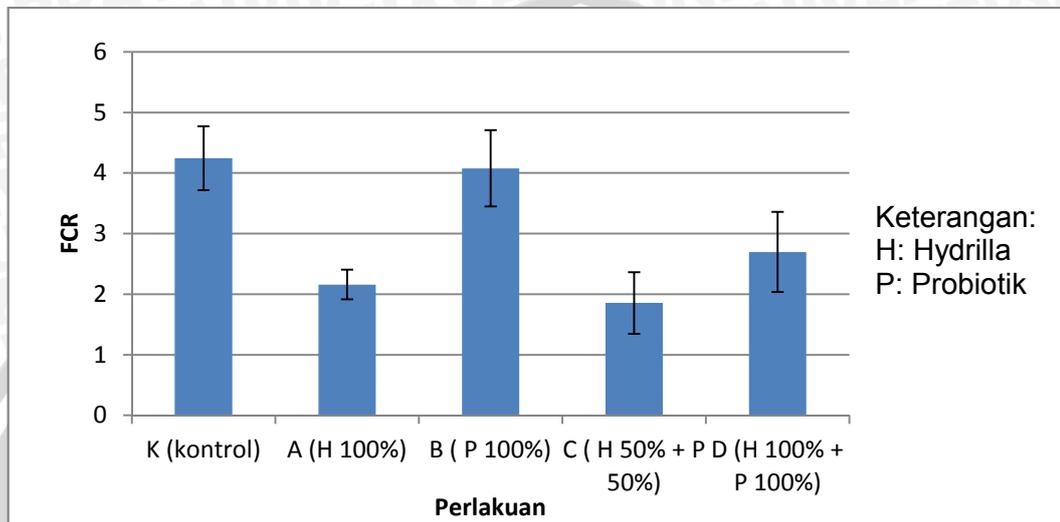
probiotik, lebih rendah 10,85% dibandingkan perlakuan 50% hydrilla dan probiotik dan menghasilkan nilai lebih tinggi 14,16% dibandingkan perlakuan 100% hydrilla dan probiotik.

Menurut Effendie (1997), pertumbuhan dapat didefinisikan sebagai penambahan ukuran panjang dan berat suatu individu atau populasi dalam kurun waktu tertentu. Menurut Effendi (2003), pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal merupakan faktor-faktor yang berhubungan dengan ikan itu sendiri dan sulit untuk dikontrol seperti umur dan sifat genetik ikan yang meliputi keturunan, jenis kelamin, kemampuan memanfaatkan makanan dan ketahanan terhadap penyakit. Faktor eksternal merupakan faktor yang berkaitan dengan lingkungan tempat hidup ikan yang meliputi sifat fisika dan kimia air, ruang gerak, ketersediaan nutrien dan penyakit. Adanya kemampuan tanaman hydrilla menjaga kualitas air tetap baik membuat ikan mampu tumbuh dengan baik.

Perlakuan 50% hydrilla dan probiotik memiliki nilai SGR tertinggi yang disebabkan adanya peran probiotik yang mampu menjaga kualitas air dan meningkatkan kemampuan sistem pencernaan ikan dalam menyerap nutrisi. Sehingga mampu mendorong ikan untuk dapat tumbuh optimal. Menurut Beauty, *et al.* (2012), probiotik EM4 yang di tambahkan pada media pemeliharaan merupakan suatu kultur dari mikroorganisme yang hidup secara alami dan menguntungkan untuk meningkatkan kualitas air. Selain itu bakteri probiotik dalam saluran pencernaan akan bersaing dalam memperoleh nutrisi dengan bakteri lain yang merugikan dan dapat membangun sistem kekebalan tubuh ikan. Selain itu menurut Purnomo (2012), bakteri heterotrof yang hidup dalam media budidaya dapat menjadi biomasa berprotein yang dapat dimanfaatkan oleh ikan sebagai sumber pakan tambahan berprotein.

4.4 Rasio Konversi Pakan (FCR)

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan data FCR ikan mas dari perlakuan media budidaya yang berbeda, yang disajikan pada Gambar 9.



Gamabr 9. Grafik FCR Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian pada Perlakuan Media yang Berbeda Selama Penelitian.

Berdasarkan Gambar 9 diketahui perlakuan kontrol memiliki nilai FCR tertinggi yaitu 4,31 dan perlakuan 50% hydrilla dan probiotik memiliki nilai FCR terendah sebesar 1,85. Menurut Djarijah (2000), efisiensi setiap jenis ikan untuk memanfaatkan sumber nutrisi berbeda-beda. Salah satu faktor utama yang mempengaruhi adalah macam dan jumlah nutrisi dalam pakan. Selain itu menurut Effendi (2003), jika kondisi lingkungan baik maka energi akan lebih banyak dimanfaatkan oleh ikan untuk pertumbuhan.

Berdasarkan analisis statistik (Lampiran 8) yang dilakukan diketahui bahwa perlakuan media yang berbeda memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap nilai FCR ikan mas. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, maka dilakukan uji tukey (dapat dilihat pada Tabel 8).

Tabel 8. Uji Tukey FCR ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) pada Perlakuan Media yang Berbeda.

| Perlakuan | N | Rata-rata FCR | | Notasi |
|-----------|---|---------------|-------|--------|
| | | 1 | 2 | |
| C | 3 | 1,855 | | a |
| A | 3 | 2,160 | | a |
| D | 3 | 2,697 | 2,697 | ab |
| B | 2 | | 4,078 | b |
| K | 2 | | 4,245 | b |
| Sig. | | 0,434 | 0,061 | |

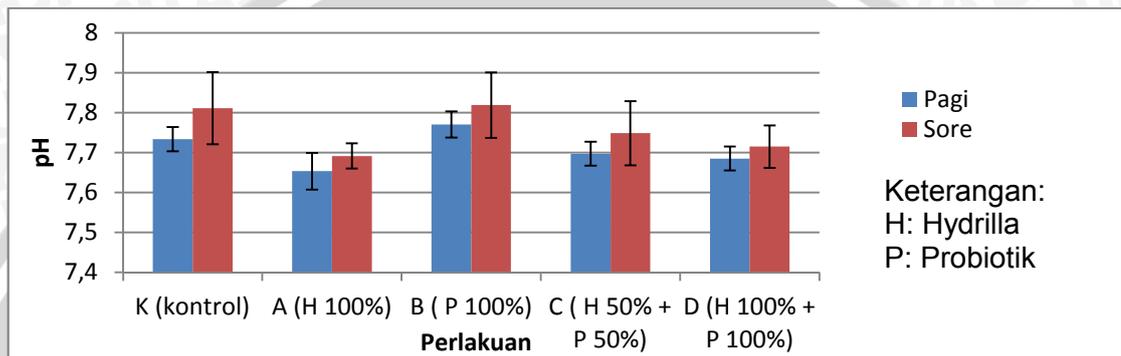
Perlakuan 50% hydrilla dan probiotik memiliki nilai FCR terendah dibanding dengan perlakuan yang lain dan perlakuan kontrol memiliki Nilai FCR tertinggi. Jika dilakukan perbandingan nilai FCR perlakuan 100% hydrilla lebih rendah 49,12% dibandingkan dengan perlakuan kontrol, lebih rendah 47,04% dibanding perlakuan 100% probiotik, lebih tinggi 16,42% dibanding perlakuan 50% hydrilla dan probiotik dan lebih rendah 19,93% dibandingkan dengan perlakuan 100% hydrilla dan probiotik. Menurut Mokoginta (2004), ikan mas hanya mampu meretensi protein sekitar 24,46% dan selebihnya akan dibuang ke perairan. Menurut Mudjiman (2008), faktor konversi makanan pada ikan berkisar antara 1,5-8. Secara umum, suatu jenis makanan dikatakan cukup efisien jika faktor konversinya sekitar 1,7.

Faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan selain pakan adalah kualitas air. Misalnya suhu seperti pendapat Kelbora (2009), suhu dapat mempengaruhi aktivitas penting ikan seperti pernafasan, pertumbuhan dan reproduksi. Menurut Mudjiman (2008), jumlah energi yang digunakan untuk pertumbuhan tergantung pada jenis ikan, umur, kondisi lingkungan dan komposisi makanan. Semua faktor tersebut berpengaruh pada metabolisme dasar.

4.5 Kualitas Air

4.5.1 pH

Pengukuran pH air selama penelitian dilakukan setiap hari secara dua kali yaitu pagi hari sekitar pukul 07.00 WIB dan sore hari sekitar pukul 15.00 WIB. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh data nilai pH pada media budidaya ikan mas seperti yang terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik pH pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian.

Dari Gambar 10 dapat diketahui bahwa perlakuan 100% probiotik memiliki nilai pH pagi dan sore tertinggi, sedangkan perlakuan 100% hydrilla memiliki rata-rata pH pagi dan sore terendah. Untuk mengetahui apakah perlakuan media yang berbeda berpengaruh terhadap nilai pH pada media budidaya ikan mas, maka dilakukan analisis statistik (dapat dilihat pada Lampiran 9). Hasil analisa sidik ragam data rata-rata nilai pH dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Sidik Ragam Nilai pH pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian.

| | | Jumlah Kuadrat | DB | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|---------|-----------|----------------|----|----------------|-------|--------|
| Ph pagi | Perlakuan | 0,025 | 4 | 0,006 | 5,209 | 0,016* |
| | Acak | 0,012 | 10 | 0,001 | | |
| | Total | 0,036 | 14 | | | |
| Ph sore | Perlakuan | 0,039 | 4 | 0,01 | 1,92 | 0,184 |
| | Acak | 0,05 | 10 | 0,005 | | |
| | Total | 0,089 | 14 | | | |

Keterangan : *Nilai Sig. < 0.05 = berbeda nyata

Hasil perhitungan sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang berbeda memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap nilai pH pada media budidaya ikan mas di pagi hari dan memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap nilai pH di sore hari. Karena hasil analisa sidik ragam pH di pagi hari menunjukkan berbeda nyata maka perlu dilakukan uji Tukey yang disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Uji Tukey Nilai pH Pagi pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian.

| Perlakuan | N | Rata-rata pH Pagi | | Notasi |
|-----------|---|-------------------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | |
| A | 3 | 7,6536 | | a |
| D | 3 | 7,6852 | 7,6852 | ab |
| C | 3 | 7,6971 | 7,6971 | ab |
| K | 3 | 7,7338 | 7,7338 | ab |
| B | 3 | | 7,7706 | b |
| Sig. | | 0,097 | 0,073 | |

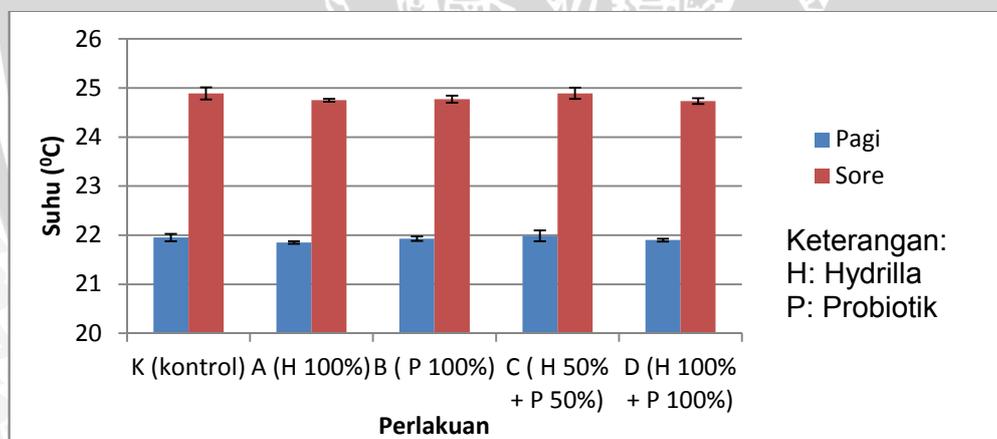
Dari Uji Tukey nilai pH pagi perlakuan 100% hydrilla hanya berbeda nyata dengan perlakuan 100% probiotik dan tidak berbedanya dengan perlakuan yang lain. Perlakuan 100% hydrilla memiliki nilai pH yang lebih rendah yang disebabkan adanya tanaman hydrilla yang pada malam harinya juga melepas gas CO₂ dan semakin tinggi CO₂ maka akan membuat semakin rendah pH air. Hal ini sesuai pernyataan Kordi (2007), perairan umum dengan segala aktifitas fotosintesis dan respirasi organisme hidup di dalamnya akan membentuk reaksi karbonat. Semakin banyak CO₂ yang dihasilkan reaksi bergerak ke kanan dan secara bertahap melepas ion H⁺ yang menyebabkan pH turun.

Menurut Lesmana (2001), pH atau keasaman juga sangat menentukan kualitas air karena juga menentukan proses kimiawi dalam air. Kordi (2004), pada kolam budidaya fluktuasi pH sangat dipengaruhi oleh proses respirasi, karena karbondioksida yang dihasilkannya. Pada kolam yang banyak alga dan

tanaman air pH pagi hari bisa kurang dari 6,5 sedang pada sore hari mencapai 8-9. Pada kolam dengan sistem tertutup, air cenderung menjadi asam karena proses nitrifikasi dari bahan organik akan menghasilkan karbondioksida dan ion hidrogen. Menurut Yuningsih, *et al.* (2014), komposisi bahan organik dapat mempengaruhi pH air, hal ini dapat terjadi karena pada proses dekomposisi bahan organik dapat menghasilkan asam. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH. Menurut Khoiruman (2008), ikan mas toleran terhadap pH yang sangat luas 6-8.

4.5.2 Suhu

Dalam pengukuran suhu air selama penelitian dilakukan setiap hari dan diukur dua kali yaitu pagi hari sekitar pukul 07.00 WIB dan sore hari sekitar pukul 15.00 WIB. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh data nilai suhu pada media budidaya ikan mas seperti yang terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Suhu pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian.

Diketahui bahwa nilai suhu pada setiap perlakuan yang berbeda pada media pemeliharaan ikan mas menunjukkan nilai suhu yang hampir sama, untuk nilai suhu pagi selalu lebih rendah dari pada suhu sore. Jika dibuat perbandingan rata-rata suhu pagi lebih rendah 11,62% dibandingkan dengan rata-rata suhu sore.

Untuk mengetahui apakah perlakuan media yang berbeda berpengaruh terhadap nilai suhu pada media budidaya ikan mas, maka dilakukan analisis statistik yang dapat dilihat pada Lampiran 10. Hasil perhitungan sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan media yang berbeda tidak memberikan pengaruh terhadap suhu media budidaya ikan mas.

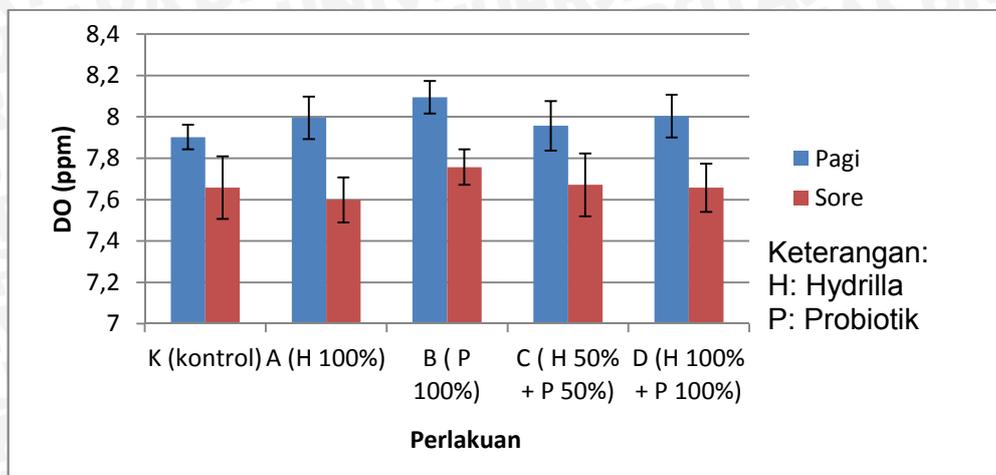
Selama kegiatan penelitian diketahui bahwa suhu air saat pagi selama penelitian berkisar antara 21,8°C - 22,1°C dan suhu sore berkisar antara 24,6°C – 25°C. Fluktuasi suhu saat penelitian masih dalam keadaan baik karena masih kurang dari 5°C. Menurut Cholik, *et al.* (1986) dalam Kelbora (2009), menyebutkan bahwa perubahan drastis suhu sampai mencapai 5°C dapat menyebabkan stress pada ikan atau membunuhnya.

Menurut Khairuman (2008), ikan mas akan tumbuh optimal pada suhu 26-28°C. Jika dibandingkan suhu saat penelitian lebih rendah dari pada suhu optimal untuk budidaya ikan mas. Suhu yang rendah ini akan berdampak pada kecepatan pertumbuhan dan kebutuhan pakan. Menurut Kordi (2007), suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air. Suhu secara tidak langsung mempengaruhi metabolisme organisme, gas-gas dan bahan kimia dalam air. Semakin tinggi suhu semakin tinggi pula laju metabolisme ikan mas yang berarti konsumsi oksigen juga meningkat. Menurut Handajani (2010), suhu dibawah 14°C pemberian pakan untuk ikan mas akan hanya untuk *maintenance*. Pada temperatur yang lebih akan mencerna makanan lebih banyak sehingga mendorong meningkatnya biomasa.

4.5.3 Oksigen Terlarut (DO)

Dalam pengukuran DO (*Dissolved Oxygen*) selama penelitian dilakukan setiap hari dan diukur dua kali yaitu pagi hari sekitar pukul 07.00 WIB dan sore hari sekitar pukul 15.00 WIB. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan

diperoleh data kandungan DO pada media budidaya ikan mas seperti yang terlihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik DO pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian

Diketahui nilai DO pada setiap perlakuan yang berbeda pada media pemeliharaan ikan mas menunjukkan nilai DO yang hampir sama, nilai DO pagi selalu lebih tinggi dari pada DO sore. Dari data yang diperoleh dapat diketahui bahawa DO air saat pagi selama penelitian berkisar antara 7,83 ppm – 8,18 ppm dan DO sore berkisar antara 7,49 ppm – 7,84 ppm. Jika dibuat perbandingan rata-rata DO pagi lebih tinggi 4,03% dibandingkan dengan rata-rata DO sore

Untuk mengetahui apakah perlakuan media yang berbeda berpengaruh terhadap nilai DO pada media budidaya ikan mas, maka dilakukan analisis statistik yang dapat dilihat pada Lampiran 11. Dari analisis statistik yang lakukan hasil perhitungan sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan media yang berbeda tidak memberikan pengaruh berbedanya terhadap kandungan DO pada media budidaya ikan mas. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan aerasi sehingga perbedaanya tidak terlihat.

Menurut Kordi (2007), oksigen yang diperlukan untuk biota air harus terlarut dalam air. Oksigen merupakan faktor pembatas, bila ketersediannya tidak

mencukupi maka segala aktivitas akan terhambat. Kandungan DO selama penelitian telah memenuhi syarat kebutuhan DO optimal untuk budidaya ikan mas. Menurut Kordi (2004), dalam budidaya ikan mas kandungan DO minimal harus 5 ppm agar tetap dapat tumbuh optimal.

Tanaman hijau baik tingkat tinggi atau rendah seperti lumut dan alga adalah penghasil oksigen di perairan di alam. Menurut Lesmana (2001), kandungan oksigen di perairan tergantung dari keseimbangan biologi antara oksigen yang dikonsumsi organisme air dan oksigen yang masuk. Pengurangan oksigen dalam air juga tergantung pada banyaknya partikel organik air yang membutuhkan perombakan oleh bakteri melalui proses oksidasi.

Menurut Handajani (2010), ikan memerlukan oksigen untuk pembakaran bersama bahan makanan untuk menghasilkan aktivitas, seperti aktivitas berenang, pertumbuhan, reproduksi dan sebagainya. Oleh karena itu jelas bahwa ketersediaan oksigen bagi ikan menentukan lingkaran aktivitas ikan. Konversi ikan makan dan pertumbuhan tergantung pada oksigen. Karena itu dalam budidaya ikan mas tidak boleh kurang dari 3 ppm. Menurut Kordi (2007), Pada konsentrasi oksigen dibawah 4 ppm ikan mas masih hidup, namun nafsu makan menurun.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain:

- Tanaman hydrilla (*Hydrilla verticillata*) pada proses bioremediasi dalam budidaya ikan mas dapat menurunkan konsentrasi TAN dan penurunannya sebanyak 43,99% dibandingkan tanpa perlakuan.
- Penggunaan teknologi bioremediasi dalam budidaya berpengaruh terhadap laju pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio*, L), perlakuan pemberian 50% hydrilla dan probiotik merupakan perlakuan terbaik, mampu menghasilkan pertumbuhan dan kelulushidupan ikan mas tertinggi dengan nilai SGR 1,6% berat tubuh/hari dan nilai kelulushidupan 98,89%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan, untuk melihat kandungan N pada tanaman hydrilla.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, H. H. 2006. **Acute Toxicity of Ammonia to Common Carp Fingerlings (*Cyprinus carpio*) at Different pH Levels**. Biological Sciences 9(12):2215-2221.
- Anonymous. 2012. **Arsik Ikan Mas**. <http://batakworld.blogspot.com/2012/07/arsik-ikan-mas.html>. Diakses 11 April 2013.
- Anonymous. 2013. **Aplikasi EM**. <http://em4indonesia.com/artikel>. Diakses 11 April 2013.
- Artiyani, A. 2011. **Peneurunan Pada Kadar N-total dan P-Total pada Limbah Cair Tahu dengan Metode Fitoremediasi dengan Aliran Batch dan Kontinyu Menggunakan Tanaman (*Hydrilla verticillata*)**. Lingkungan. 18(1):9-14.
- Dulay, J. A. I., Eugene B. C. Dan Arlene R. 2010. **Phytoremediation of Cadmium Contaminated Water by Hydrilla (*Hydrilla Verticillata*)**. SLU Research Journal. 41(1)23-33.
- Atmodjo, J.T. 2011. **10 Jenis Metode Penelitian**. Universitas Mercubuana. Jakarta. 55 hlm.
- Badjoeri M dan T. Widiyanto. 2008. **Penggunaan Bakteri Nitrifikasi untuk Bioremediasi dan Pengaruhnya Terhadap Konsentrasi Amonia dan Nitrit Di Tambak Udang**. Oseanologi dan Limnologi di Indonesia. 34 (2) : 261-278.
- Beauty, G., A. Yustiati dan R. Grandiosa. 2011. **Pengaruh Dosis Mikroorganisme Probiotik pada Media Pemeliharaan Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Mas Koki (*Carassius auratus*) dengan Padat penebaran Berbeda**. Perikanan dan Kelautan. 3(3): 1-6.
- Boyd, C. E. 1982. **Water Quality Management For Pond Fish Culture**. Entieic Publik Company: NewYork. 537 hlm.
- _____, C. E. 1990. **Water Quality in Ponds for Aquaculture**. Birmingham Publishing Co. Birmingham. 275 hlm.
- Cholik, F., A. G. Jagatraya dan A. Jauzi. 2005. **Akuakultur**. PT Viktoria Kreasi Mandiri. Jakarta. 415 hlm.
- Dewiyanti, I. 2012. **Keragaman Jenis dan Persen Penutupan Tumbuhan Air di Ekosistem Danau Laut Tawar, Takengon, Provinsi Aceh**. Depik. 1(2): 125-130.
- Djarjah, A. S. 1995. **Pakan Ikan Alami**. Kanisius. Yogyakarta. 88hlm.
- Djokosetiyanto, D., A. Sunarma dan Widanarni. 2006. **Perubahan Amoniak, Nitrit dan Nitrat pada Media Pemeliharaan Ikan Nila Merah**

(*Oreochromis sp.*) di dalam Sistem Reserkulasi. Jurnal Akuakultur Indonesia. 5(1): 13-20.

Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan.** Kanisius. Yogyakarta. 257 hlm.

Effendie, M. I. 1997. **Metode Biologi Perikanan.** Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 79 hlm.

Ekasari, J. 2009. **Teori dan Aplikasi dalam Perikanan Budidaya Sistem Intensif.** Jurnal Akuakultur Indonesia. 8(2): 117-126.

EPA. 2013. Epa. 2013. **Aquatic Life Ambient Water Quality Criteria For Ammonia – Freshwater.** Science and Technology. Washington, Dc

Fitra, E. 2008. **Analisis Kualitas Air dan Hubungannya dengan Keanekaragaman Vegetasi di Perairan Parapat Danau Toba.** Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Universitas Sumatera Utara. Medan. Tidak Dipublikasikan.

Fitria, Y. 2008. **Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Industri Perikanan Menggunakan Asam Asetat dan EM4 (*Effective Microorganism 4*).** Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tidak Dipublikasikan.

Handajani, H. Dan Wahyu W. 2010. **Nurisi Ikan.** UMM press Malang. 270 hlm.

James, C. M. 2013. **Raw Food Super Natural Green Calcium Hydrilla Health Benefits.** <http://www.inspiredliving.com/vibrant-green-supplements/images/hydrilla.jpg>. Diakses 11 April 2013.

Kanabkaew, T. dan U, Puetpaiboon. 2004. **Aquatic plants for domestic wastewater treatment: Lotus (*Nelumbo nucifera*) and Hydrilla (*Hydrilla verticillata*) systems.** Sci. Technol. 26(5) : 749-756.

Kelbora, D. M. 2009. **Pengaruh Suhu Terhadap Kelangungan Hidup dan Pertumbuhan Larva Ikan Mas (*Cyprinus carpio*).** Berkala Perikanan Terubuk. 38 (1): 71-81.

Khoiruman, dan Khoirul A. 2008. **Buku Pintar Budidaya 15 Ikan Konsumsi.** PT Agromedia Pustaka. Jakarta. 358 hlm.

KKP. 2012. **Statistik Perikanan Tangkap, Perikanan Budidaya, dan Ekspor-Impor 2003-2010.** Pusat Data Statistik dan Informasi. Jakarta.

Kordi, G. 2004. **Penanggulangan Hama dan Penyakit Ikan.** Rineka Cipta. Jakarta. 75 hlm.

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

- Langeland, K. A. 1996. *Hydrilla verticillata* (L.F.) Royle (Hydrocharitaceae), **The Perfect Aquatic Weed**. 61:293-304.
- Lesmana, D. S. 2001. **Kualitas Air untuk Ikan hias Air Tawar**. Penebar Swadaya. Jakarta. 88 hlm.
- Mardiana. 1986. **Kemampuan Tumbuhan Air Ganggang (*Hydrilla verticillata*) dan Rumput Air *Vallisneria Spiralis* Linne) Memperbaiki Kualitas Air Buangan Akuarium Air Tawar**. Karya Ilmiah. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tidak Dipublikasikan.
- Mayunar. 1990. **Pengendalian Senyawa Nitrogen pada Budidaya Ikan dengan Sistem Resirkulasi**. Oseana. 15(1): 43-55.
- Mokoginta, I., F. Hapsyari dan M. A. Suprayudi. 2004. **Peningkatan Retensi Protein Melalui Peningkatan Efisiensi Karbohidrat Pakan yang Diberi Chromium pada Ikan Mas *Cyprinus Carpio* Linn**. *Akuakultur Indonesia*, 3(2): 37-41
- Mudjiman, A 2008. **Makanan Ikan**. Penebar Swadaya. Jakarta. 192 hlm.
- Nursalam. 2008. **Konsep dan Penerapan Metodologi Penelitian Ilmu Keperawatan**. Salemba Medika. Jakarta. 245 hlm.
- Prayugo, B. S. Rahardja dan A. Manan. 2012. **Eksplorasi bakteri Indigen pada Pembenihan Ikan Lele Dumbo (*Clarias Sp*) Sistem Resirkulasi Tertutup**. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 4(2):193-197.
- Olsson, A. E. 2004. **Fate Of Nutrients In Two Different Urban Channel Designs In Vientiane, Lao PDR**. Uppsala University. Sweden.
- Pratiwi, A. Y. 2012. **Penapisan Bakteri Resisten Terhadap Merkuri Sebagai Alternatif Agen Bioremediasi Pada Pencemaran Tanah pertambangan**. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tidak Dipublikasikan.
- Purnomo, P. D. 2012. **Pengaruh Penambahan Karbohidrat Pada Media Pemeliharaan Terhadap Produksi Budidaya Intensif Nila (*Oreochromis niloticus*)**. *Aquaculture Management and Technology*. 1(1): 161-179.
- Puspita,L. 2007. **Reduksi Senawa Nitrogen, Fosfor, Konstituen Organik dan TSS pada Air Lindi Limpasan dengan Rawa Buatan**. Tesis IPB Bogor.
- Rohmana, D. 2009. **Konversi Limbah Budidaya Ikan Lele *Clarias sp*. Menjadi Biomasa Bakteri Heterotrof untuk Perbaikan Kualitas Air dan Makanan Udang Galah *Macrobrachium rosenbergii***. Tesis. Institut Peranian Bogor. Bogor. Tidak Dipublikasikan.
- Rudiyanti, S., dan A. D. Ekasari. 2009. **Pertumbuhan dan *Survival Rate* Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) pada Berbagai Konsentrasi Pestisida Regent 0,3 G**. *Jurnal Saintek Perikanan*. Vol. 5(1): 39- 47.

- Sabariah. 2010. **Seleksi Bateri Probiotik dari Saluran Pencernaan untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoeveni*)**. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tidak Dipublikasikan.
- Said. A. 2006. **Pengaruh komposisi *Hydrilla vedicilla* dan *Lernna mino* Sebagai pakan Harian terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Ikan Nila (*Oreochromis niloficus*)**. Prosiding Seminar Nasional Ikan. 4 :145-152.
- Sastrosupadi, A. 2000. **Rancangan Percobaan Praktis**. Konisius. Yogyakarta. 243 hlm.
- Simanjuntak, B. H., Suprihati dan M. R. Isjwara. 2000. **Pengaruh Perbandingan Nitrat dan Amonium Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactusa sativa* L.) yang Dibudidayakan Secara Hidroponik**. Proceeding Seminar Nasional 'Pengembangan Teknologi Hortikultura Memasuki Indonesia Baru. 15 Maret 2000 Fakultas Pertanian UKSW, Salatiga: hlm 36-43.
- Sunanisari, S., P. Tampubolon, E. Mulyana dan Y. Mardiyati. 2008. **Kemampuan Teratai (*Nymphaea* Sp) dan Ganggeng (*Hydrilla Verticillata*) dalam Menurunkan Kadar Nitrogen dan Phosphor Air Limbah Pencucian Laboratorium Analisis Kimia**. LimnoteK. 55(1):1-9.
- Wijayanti, H. 2007. **Kajian Kualitas Perairan di Pantai Kota Bandar Lampung Berdasarkan Hewan Makrobenthos**. Tesis. Program Magister Manajemen Sumberdaya Pantai. Universitas Diponegoro. Semarang. Tidak Dipublikasikan.
- Yuliasuti, E. 2011. **Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air**. Tesis. Program Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Diponegoro. Semarang. Tidak Dipublikasikan.
- Yuningsih, H. D., P. Sudarsono dan S. Anggoro. 2014. **Hubungan Bahan Organik Dengan Produktivitas Perairan pada Kawasan Tutupan Eceng Gondok, Perairan Terbuka dan Keramba Jaring Apung di Rawa Pening Kabupaten Semarang Jawa Tengah**. Diponegoro Journal Of Maquares. 3(1):37-43.
- Yusuf, G. 2001. **Kemampuan Tanaman Air pada Proses Bioremediasi Limbah Rumah Tangga dalam Skala Kecil dengan Sistem Simulasi**. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tidak Dipublikasikan.
- Zipcodezoo. 2012. ***Hydrilla verticillata***. http://zipcodezoo.com/Plants/H/Hydrilla_verticillata.asp. Diakses 5 Juli 2013.

LAMPIRAN

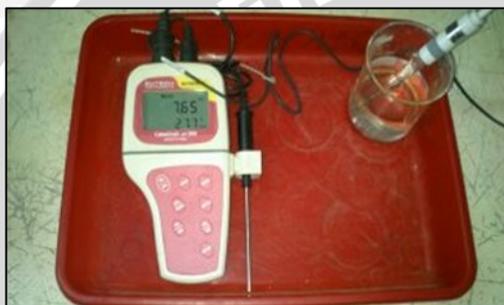
Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian



Tabung nesler



Aquarium



pH meter



DO meter



Spektrofotometer



Beaker glass



Gelas ukur



Pipet tetes

Lapiran 1. (Lanjutan)



Seser



Blower



EM-4



Nessler



Pakan ikan



Ikan mas



Hydrilla



Lampiran 2. Data Hasil Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian

| Perlakuan | Ulangan | No (ekor) | Nt (ekor) | SR (%) | Bo (g) | Bt (g) | D (g) | Wo (g) | Wt (g) | SGR (%/hari) | Pakan (g) | FCR |
|------------------------------------|---------|-----------|-----------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------------|-----------|------|
| Kontrol (K) | 1 | 30 | 28 | 93,33 | 51,38 | 57,73 | 2,78 | 1,71 | 2,06 | 0,62 | 45,12 | 4,94 |
| | 2 | 30 | 28 | 93,33 | 47,88 | 58,37 | 3,9 | 1,60 | 2,08 | 0,89 | 53,00 | 3,68 |
| | 3 | 30 | 25 | 83,33 | 62,33 | 57,45 | 11,11 | 2,08 | 2,30 | 0,34 | 50,07 | 8,04 |
| Hydrilla 100% (A) | 1 | 30 | 29 | 96,67 | 50,73 | 72,06 | 1,92 | 1,69 | 2,48 | 1,28 | 55,96 | 2,41 |
| | 2 | 30 | 30 | 100,00 | 48,84 | 78,36 | 0 | 1,63 | 2,61 | 1,58 | 57,50 | 1,95 |
| | 3 | 30 | 29 | 96,67 | 52,98 | 79,94 | 3,7 | 1,77 | 2,76 | 1,48 | 60,34 | 1,97 |
| Probiotik (B) | 1 | 30 | 28 | 93,33 | 54,07 | 60,38 | 3,36 | 1,80 | 2,16 | 0,60 | 44,85 | 4,64 |
| | 2 | 30 | 29 | 96,67 | 51,41 | 79,64 | 3,6 | 1,71 | 2,75 | 1,57 | 49,16 | 1,54 |
| | 3 | 30 | 14 | 46,67 | 48,04 | 33,24 | 29,21 | 1,60 | 2,37 | 1,31 | 39,32 | 2,73 |
| Hydrilla 50% + Probiotik 50% (C) | 1 | 30 | 30 | 100,00 | 47,23 | 79,04 | 0 | 1,57 | 2,63 | 1,72 | 55,60 | 1,75 |
| | 2 | 30 | 29 | 96,67 | 49,02 | 82,37 | 2,5 | 1,63 | 2,84 | 1,84 | 48,83 | 1,36 |
| | 3 | 30 | 30 | 100,00 | 48,19 | 70,22 | 0 | 1,61 | 2,34 | 1,25 | 53,77 | 2,44 |
| Hydrilla 100% + Probiotik 100% (D) | 1 | 30 | 30 | 100,00 | 51,76 | 79,83 | 0 | 1,73 | 2,66 | 1,44 | 62,55 | 2,23 |
| | 2 | 30 | 27 | 90,00 | 52,96 | 70,77 | 5,12 | 1,77 | 2,62 | 1,32 | 55,62 | 2,43 |
| | 3 | 30 | 28 | 93,33 | 55,82 | 69,62 | 3,47 | 1,86 | 2,49 | 0,97 | 60,56 | 3,51 |

Keterangan: No: jumlah saat tebar; Nt: jumlah saat panen; SR: kelulushidupan; Bo: berat total ikan awal tebar; Bt: berat total ikan saat panen; D: berat total ikan mati; Wo: berat rata-rata ikan awal tebar; Wt: berat rata-rata ikan saat panen; SGR: Laju pertumbuhan spesifik; dan FCR: ratio konversi pakan

Lampiran 2. (lanjutan)

Data hasil berat sampling 10 ekor ikan

| Perlakuan | Ulangan | Hasil Sampling Hari ke- (g) | |
|-----------|---------|-----------------------------|-------|
| | | 10 | 20 |
| K | 1 | 20,48 | 19,11 |
| | 2 | 21,73 | 23,13 |
| | 3 | 24,78 | 20,32 |
| A | 1 | 25,58 | 24,23 |
| | 2 | 24,67 | 22,73 |
| | 3 | 22,71 | 25,28 |
| B | 1 | 20,84 | 20,46 |
| | 2 | 26,03 | 18,96 |
| | 3 | 23,81 | 20,35 |
| C | 1 | 19,97 | 21,94 |
| | 2 | 21,08 | 23,25 |
| | 3 | 19,92 | 23,73 |
| D | 1 | 22,63 | 24,92 |
| | 2 | 25,62 | 24,66 |
| | 3 | 24,85 | 24,27 |

Data berat rata-rata ikan

| Perlakuan | Ulangan | Berat Rata-rata Ikan pada Hari ke- (g) | | | |
|-----------|---------|--|------|------|------|
| | | 0 | 10 | 20 | 30 |
| K | 1 | 1,71 | 2,05 | 1,91 | 2,06 |
| | 2 | 1,60 | 2,17 | 2,31 | 2,08 |
| | 3 | 2,08 | 2,48 | 2,03 | 2,30 |
| A | 1 | 1,69 | 2,56 | 2,42 | 2,48 |
| | 2 | 1,63 | 2,47 | 2,27 | 2,61 |
| | 3 | 1,77 | 2,27 | 2,53 | 2,76 |
| B | 1 | 1,80 | 2,08 | 2,05 | 2,16 |
| | 2 | 1,71 | 2,60 | 1,90 | 2,75 |
| | 3 | 1,60 | 2,38 | 2,04 | 2,37 |
| C | 1 | 1,57 | 2,00 | 2,19 | 2,63 |
| | 2 | 1,63 | 2,11 | 2,33 | 2,84 |
| | 3 | 1,61 | 1,99 | 2,37 | 2,34 |
| D | 1 | 1,73 | 2,26 | 2,49 | 2,66 |
| | 2 | 1,77 | 2,56 | 2,47 | 2,62 |
| | 3 | 1,86 | 2,49 | 2,43 | 2,49 |

Lampiran 3. Data Kandungan Nilai TAN dan Amoniak (NH₃) pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian

| Perlakuan | Ulangan | Hasil Pengamatan | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---------|------------------|---------|----------------|---------------|------------|---------|----------------|---------------|------------|---------|----------------|---------------|------------|---------|----------------|---------------|
| | | Hari ke-0 | | | | Hari ke-10 | | | | Hari ke-20 | | | | Hari ke-30 | | | |
| | | TAN (ppm) | pH Pagi | Suhu Pagi (°C) | Amoniak (ppm) | TAN (ppm) | pH Pagi | Suhu Pagi (°C) | Amoniak (ppm) | TAN (ppm) | pH Pagi | Suhu Pagi (°C) | Amoniak (ppm) | TAN (ppm) | pH Pagi | Suhu Pagi (°C) | Amoniak (ppm) |
| Kontrol (K) | 1 | 0,02 | 7,74 | 22 | 0,00049 | 0,27 | 7,81 | 21,9 | 0,00772 | 0,39 | 7,57 | 22,4 | 0,00673 | 0,37 | 7,74 | 22,1 | 0,00917 |
| | 2 | 0,02 | 7,74 | 22 | 0,00049 | 0,18 | 7,82 | 21,7 | 0,00519 | 0,28 | 7,66 | 22,2 | 0,00584 | 0,39 | 7,81 | 22 | 0,01123 |
| | 3 | 0,02 | 7,74 | 22 | 0,00049 | 0,40 | 7,68 | 22,1 | 0,00867 | 0,26 | 7,63 | 22 | 0,00500 | 0,33 | 7,76 | 22,5 | 0,00880 |
| Hydrilla 100% (A) | 1 | 0,02 | 7,74 | 22 | 0,00049 | 0,13 | 7,83 | 21,9 | 0,00389 | 0,20 | 7,71 | 22,3 | 0,00470 | 0,21 | 7,62 | 22,1 | 0,00397 |
| | 2 | 0,02 | 7,74 | 22 | 0,00049 | 0,13 | 7,8 | 21,7 | 0,00359 | 0,16 | 7,67 | 22,1 | 0,00339 | 0,25 | 7,52 | 22 | 0,00375 |
| | 3 | 0,02 | 7,74 | 22 | 0,00049 | 0,09 | 7,76 | 21,7 | 0,00227 | 0,18 | 7,56 | 21,1 | 0,00277 | 0,23 | 7,49 | 22,1 | 0,00324 |
| Probiotik (B) | 1 | 0,02 | 7,74 | 22 | 0,00049 | 0,26 | 7,83 | 21,9 | 0,00778 | 0,32 | 7,84 | 22 | 0,00986 | 0,25 | 7,81 | 22,1 | 0,00725 |
| | 2 | 0,02 | 7,74 | 22 | 0,00049 | 0,38 | 7,78 | 21,9 | 0,01016 | 0,26 | 7,72 | 22 | 0,00612 | 0,29 | 7,79 | 22,3 | 0,00816 |
| | 3 | 0,02 | 7,74 | 22 | 0,00049 | 0,25 | 7,8 | 21,7 | 0,00689 | 0,28 | 7,75 | 22,3 | 0,00720 | 0,24 | 7,94 | 21,9 | 0,00917 |
| Hydrilla 50% + Probiotik 50% (C) | 1 | 0,02 | 7,74 | 22 | 0,00049 | 0,18 | 7,51 | 22,3 | 0,00269 | 0,23 | 7,69 | 22,1 | 0,00510 | 0,35 | 7,69 | 22,5 | 0,00798 |
| | 2 | 0,02 | 7,74 | 22 | 0,00049 | 0,19 | 7,81 | 21,5 | 0,00528 | 0,20 | 7,77 | 22,6 | 0,00549 | 0,38 | 7,65 | 22,1 | 0,00769 |
| | 3 | 0,02 | 7,74 | 22 | 0,00049 | 0,14 | 7,78 | 21,9 | 0,00374 | 0,22 | 7,73 | 22,2 | 0,00537 | 0,32 | 7,73 | 22,1 | 0,00776 |
| Hydrilla 100% + Probiotik 100% (D) | 1 | 0,02 | 7,74 | 22 | 0,00049 | 0,23 | 7,79 | 21,7 | 0,00620 | 0,24 | 7,53 | 22,2 | 0,00373 | 0,35 | 7,53 | 22,3 | 0,00548 |
| | 2 | 0,02 | 7,74 | 22 | 0,00049 | 0,20 | 7,8 | 21,9 | 0,00559 | 0,18 | 7,72 | 22 | 0,00424 | 0,30 | 7,58 | 22,1 | 0,00519 |
| | 3 | 0,02 | 7,74 | 22 | 0,00049 | 0,17 | 7,82 | 21,5 | 0,00483 | 0,22 | 7,7 | 22,3 | 0,00506 | 0,36 | 7,68 | 22,1 | 0,00780 |

Lampiran 4. Analisis Kandungan Nilai TAN pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian

Data Kandungan Nilai TAN Selama Penelitian

| Perlakuan | Ulangan | TAN (ppm) | | | |
|------------------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | Hari ke-0 | Hari ke-10 | Hari ke-20 | Hari ke-30 |
| K | 1 | 0,02 | 0,27 | 0,39 | 0,37 |
| | 2 | 0,02 | 0,18 | 0,28 | 0,39 |
| | 3 | 0,02 | 0,4 | 0,26 | 0,33 |
| A | 1 | 0,02 | 0,13 | 0,2 | 0,21 |
| | 2 | 0,02 | 0,13 | 0,16 | 0,25 |
| | 3 | 0,02 | 0,09 | 0,18 | 0,23 |
| B | 1 | 0,02 | 0,26 | 0,32 | 0,25 |
| | 2 | 0,02 | 0,38 | 0,26 | 0,29 |
| | 3 | 0,02 | 0,25 | 0,28 | 0,24 |
| C | 1 | 0,02 | 0,18 | 0,23 | 0,35 |
| | 2 | 0,02 | 0,19 | 0,2 | 0,38 |
| | 3 | 0,02 | 0,14 | 0,22 | 0,32 |
| D | 1 | 0,02 | 0,23 | 0,24 | 0,35 |
| | 2 | 0,02 | 0,2 | 0,18 | 0,3 |
| | 3 | 0,02 | 0,17 | 0,22 | 0,36 |
| Total | | 0,300 | 3,200 | 3,620 | 4,620 |
| Rata-rata | | 0,020 | 0,213 | 0,241 | 0,308 |

Uji Kenormalan Data

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | TAN |
|--------------------------|----------------|---------|
| N | | 15 |
| Parameter Normal | Rata-rata | ,19567 |
| | Std. Deviation | ,039455 |
| Most Extreme Differences | Absolute | 0,135 |
| | Positive | 0,121 |
| | Negative | -0,135 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 0,522 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | 0,948 |

Lampiran 4. (lanjutan)

ANOVA

| | Jumlah Kuadrat | DB | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|-----------|----------------|----|----------------|-------|--------|
| Perlakuan | 0,019 | 4 | 0,005 | 16,18 | 0,000* |
| Acak | 0,003 | 10 | 0 | | |
| Total | 0,022 | 14 | | | |

Sig < 0,01 : * berbeda sangat nyata

Maka perlu dilakukan uji Tukey untuk melihat perbedaan antar perlakuan

Tukey HSD

| Perlakuan | N | Rata-rata TAN | | | Notasi |
|-----------|---|---------------|---------|---------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| A | 3 | 0,1367 | | | a |
| C | 3 | | 0,1892 | | b |
| D | 3 | | 0,1925 | | b |
| B | 3 | | 0,2158 | 0,2158 | bc |
| K | 3 | | | 0,2442 | c |
| Sig. | | 1 | 0,37026 | 0,31829 | |

Lampiran 5. Analisis Kandungan Nilai Amoniak (NH₃) pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian

Data Kandungan Nilai Amoniak (NH₃) Selama Penelitian

| Perlakuan | Ulangan | Amoniak (ppm) | | | |
|------------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Hari ke-0 | Hari ke-10 | Hari ke-20 | Hari ke-30 |
| K | 1 | 0,00049 | 0,00772 | 0,00673 | 0,00917 |
| | 2 | 0,00049 | 0,00519 | 0,00584 | 0,01123 |
| | 3 | 0,00049 | 0,00867 | 0,00500 | 0,00880 |
| A | 1 | 0,00049 | 0,00389 | 0,00470 | 0,00397 |
| | 2 | 0,00049 | 0,00359 | 0,00339 | 0,00375 |
| | 3 | 0,00049 | 0,00227 | 0,00277 | 0,00324 |
| B | 1 | 0,00049 | 0,00778 | 0,00986 | 0,00725 |
| | 2 | 0,00049 | 0,01016 | 0,00612 | 0,00816 |
| | 3 | 0,00049 | 0,00689 | 0,00720 | 0,00917 |
| C | 1 | 0,00049 | 0,00269 | 0,00510 | 0,00798 |
| | 2 | 0,00049 | 0,00528 | 0,00549 | 0,00769 |
| | 3 | 0,00049 | 0,00374 | 0,00537 | 0,00776 |
| D | 1 | 0,00049 | 0,00620 | 0,00373 | 0,00548 |
| | 2 | 0,00049 | 0,00559 | 0,00424 | 0,00519 |
| | 3 | 0,00049 | 0,00483 | 0,00506 | 0,00780 |
| Total | | 0,00739 | 0,08451 | 0,08059 | 0,10664 |
| Rata-rata | | 0,00049 | 0,00563 | 0,00537 | 0,00711 |

Uji Kenormalan Data

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | AMONIA NH ₃ |
|--------------------------|----------------|------------------------|
| N | | 15 |
| Parameter Normal | Rata-rata | 0,00465 |
| | Std. Deviation | 0,00131 |
| Most Extreme Differences | Absolute | 0,185 |
| | Positive | 0,099 |
| | Negative | -0,185 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 0,718 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | 0,681 |

Lampiran 5. (lanjutan)

ANOVA

| | Jumlah Kuadrat | DB | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|-----------|----------------|----|----------------|------|--------|
| Perlakuan | 0 | 4 | 0 | 46,7 | 0,000* |
| Acak | 0 | 10 | 0 | | |
| Total | 0 | 14 | | | |

Sig < 0,01 : * berbeda sangat nyata

Maka perlu dilakukan uji Tukey untuk melihat perbedaan antar perlakuan

Tukey HSD

| Perlakuan | N | Rata-rata Amoniak | | | Notasi |
|-----------|---|-------------------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| A | 3 | 0,0028 | | | a |
| D | 3 | | 0,0041 | | b |
| C | 3 | | 0,0044 | | b |
| K | 3 | | | 0,0058 | c |
| B | 3 | | | 0,0062 | c |
| Sig. | | 1,0000 | 0,9006 | 0,7334 | |

Lampiran 6. Analisis Kelulushidupan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian.

Data Kelulushidupan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian.

| Perlakuan | Ulangan | No | Nt | SR (%) |
|------------------|---------|---------------|---------------|----------------|
| K | 1 | 30 | 28 | 93,33 |
| | 2 | 30 | 28 | 93,33 |
| | 3 | 30 | 25 | 83,33 |
| A | 1 | 30 | 29 | 96,67 |
| | 2 | 30 | 30 | 100,00 |
| | 3 | 30 | 29 | 96,67 |
| B | 1 | 30 | 28 | 93,33 |
| | 2 | 30 | 29 | 96,67 |
| | 3 | 30 | 14 | 46,67 |
| C | 1 | 30 | 30 | 100,00 |
| | 2 | 30 | 29 | 96,67 |
| | 3 | 30 | 30 | 100,00 |
| D | 1 | 30 | 30 | 100,00 |
| | 2 | 30 | 27 | 90,00 |
| | 3 | 30 | 28 | 93,33 |
| Total | | 450,00 | 414,00 | 1380,00 |
| Rata-rata | | 30,00 | 27,60 | 92,00 |

Data Hasil Transformasi Arcsin Nilai Kelulushidupan

| Perlakuan | Ulangan | SR | Transformasi Arcsin |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| K | 1 | 93,33 | 75,01 |
| | 2 | 93,33 | 75,01 |
| | 3 | 83,33 | 65,88 |
| A | 1 | 96,67 | 79,45 |
| | 2 | 100,00 | 89,96 |
| | 3 | 96,67 | 79,45 |
| B | 1 | 93,33 | 75,01 |
| | 2 | 96,67 | 79,45 |
| C | 1 | 100,00 | 89,96 |
| | 2 | 96,67 | 79,45 |
| | 3 | 100,00 | 89,96 |
| D | 1 | 100,00 | 89,96 |
| | 2 | 90,00 | 71,54 |
| | 3 | 93,33 | 75,01 |

Lampiran 6. (lanjutan)

Uji Kenormalan Data

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | SR |
|--------------------------|----------------|----------|
| N | | 14 |
| Parameter Normal | Rata-rata | 79,64926 |
| | Std. Deviation | 7,683087 |
| | Absolute | 0,225 |
| Most Extreme Differences | Positive | 0,225 |
| | Negative | -0,196 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 0,841 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | 0,479 |

ANOVA

| | Jumlah Kuadrat | DB | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|-----------|----------------|----|----------------|-------|--------|
| Perlakuan | 362,764 | 4 | 90,691 | 2,017 | 0,176* |
| Acak | 404,623 | 9 | 44,958 | | |
| Total | 767,388 | 13 | | | |

Sig >0,05 : *tidak berbeda nyata

Maka tidak perlu dilakukan uji Tukey untuk melihat perbedaan antar perlakuan

Lampiran 7. Analisis Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian.

Data SGR Ikan Mas Selama Penelitian.

| Perlakuan | Ulangan | Wo (g) | Wt (g) | SGR (%/hari) |
|------------------|---------|--------------|--------------|--------------|
| K | 1 | 1,71 | 2,06 | 0,62 |
| | 2 | 1,60 | 2,08 | 0,89 |
| | 3 | 2,08 | 2,30 | 0,34 |
| A | 1 | 1,69 | 2,48 | 1,28 |
| | 2 | 1,63 | 2,61 | 1,58 |
| | 3 | 1,77 | 2,76 | 1,48 |
| B | 1 | 1,80 | 2,16 | 0,60 |
| | 2 | 1,71 | 2,75 | 1,57 |
| | 3 | 1,60 | 2,37 | 1,31 |
| C | 1 | 1,57 | 2,63 | 1,72 |
| | 2 | 1,63 | 2,84 | 1,84 |
| | 3 | 1,61 | 2,34 | 1,25 |
| D | 1 | 1,73 | 2,66 | 1,44 |
| | 2 | 1,77 | 2,62 | 1,32 |
| | 3 | 1,86 | 2,49 | 0,97 |
| Total | | 25,75 | 37,16 | 18,21 |
| Rata-rata | | 1,72 | 2,48 | 1,21 |

Uji Kenormalan Data

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | SGR |
|--------------------------|----------------|---------|
| N | | 14 |
| Parameter Normal | Rata-rata | 1,25822 |
| | Std. Deviation | ,422852 |
| Most Extreme Differences | Absolute | ,211 |
| | Positive | ,083 |
| | Negative | -,211 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | ,790 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | ,560 |

Lampiran 7. (lanjutan)

ANOVA

| | Jumlah Kuadrat | DB | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|-----------|----------------|----|----------------|-------|--------|
| Perlakuan | 1,778 | 4 | 0,445 | 7,323 | 0,007* |
| Acak | 0,546 | 9 | 0,061 | | |
| Total | 2,324 | 13 | | | |

Sig < 0,01 : *berbeda sangat nyata

Maka perlu dilakukan uji Tukey untuk melihat perbedaan antar perlakuan

Tukey HSD

| Perlakuan | N | Rata-rata SGR | | Notasi |
|-----------|---|---------------|-------|--------|
| | | 1 | 2 | |
| K | 3 | 0,615 | | a |
| D | 3 | 1,243 | 1,243 | ab |
| B | 2 | | 1,442 | b |
| A | 3 | | 1,448 | b |
| C | 3 | | 1,605 | b |
| Sig. | | 0,088 | 0,471 | |

Lampiran 8. Analisis Rasio Konversi Pakan (FCR) Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian.

Data FCR Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian.

| Perlakuan | Ulangan | Bo (g) | Bt (g) | Bm (g) | Jumlah Pakan | FCR |
|------------------|---------|---------------|----------------|--------------|---------------|--------------|
| K | 1 | 51,38 | 57,73 | 2,78 | 45,12 | 4,94 |
| | 2 | 47,88 | 58,37 | 3,90 | 53,00 | 3,68 |
| | 3 | 62,33 | 57,45 | 11,11 | 50,07 | 8,04 |
| A | 1 | 50,73 | 72,06 | 1,92 | 55,96 | 2,41 |
| | 2 | 48,84 | 78,36 | 0,00 | 57,50 | 1,95 |
| | 3 | 52,98 | 79,94 | 3,70 | 60,34 | 1,97 |
| B | 1 | 54,07 | 60,38 | 3,36 | 44,85 | 4,64 |
| | 2 | 51,41 | 79,64 | 3,60 | 49,16 | 1,54 |
| | 3 | 48,04 | 33,24 | 29,21 | 39,32 | 2,73 |
| C | 1 | 47,23 | 79,04 | 0,00 | 55,60 | 1,75 |
| | 2 | 49,02 | 82,37 | 2,50 | 48,83 | 1,36 |
| | 3 | 48,19 | 70,22 | 0,00 | 53,77 | 2,44 |
| D | 1 | 51,76 | 79,83 | 0,00 | 62,55 | 2,23 |
| | 2 | 52,96 | 70,77 | 5,12 | 55,62 | 2,43 |
| | 3 | 55,82 | 69,62 | 3,47 | 60,56 | 3,51 |
| Total | | 772,64 | 1029,02 | 70,67 | 792,22 | 45,61 |
| Rata-rata | | 51,51 | 68,60 | 4,71 | 52,81 | 3,04 |

Uji Kenormalan Data

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | FCR |
|--------------------------|----------------|---------|
| N | | 13 |
| Parameter Normal | Rata-rata | 2,8293 |
| | Std. Deviation | 1,06311 |
| Most Extreme Differences | Absolute | 0,258 |
| | Positive | 0,258 |
| | Negative | -,112 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 0,930 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | 0,352 |

Lampiran 8. (lanjutan)

ANOVA

| | Jumlah Kuadrat | DB | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|-----------|----------------|----|----------------|--------|--------|
| Perlakuan | 11,373 | 4 | 2,843 | 10,386 | 0,003* |
| Acak | 2,190 | 8 | 0,274 | | |
| Total | 13,562 | 12 | | | |

Sig < 0,01 : *berbeda sangat nyata

Maka perlu dilakukan uji Tukey untuk melihat perbedaan antar perlakuan

Tukey HSD

| Perlakuan | N | Rata-rata FCR | | Notasi |
|-----------|---|---------------|-------|--------|
| | | 1 | 2 | |
| C | 3 | 1,855 | | a |
| A | 3 | 2,160 | | a |
| D | 3 | 2,697 | 2,697 | ab |
| B | 2 | | 4,078 | b |
| K | 2 | | 4,245 | b |
| Sig. | | 0,434 | 0,061 | |

Lampiran 9. Analisis Nilai pH Pagi dan Sore pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian

Data Rata-rata Nilai pH Pagi dan Sore Selama Penelitian

| Perlakuan | Ulangan | pH | |
|------------------|---------|--------|--------|
| | | Pagi | Sore |
| K | 1 | 7,71 | 7,85 |
| | 2 | 7,77 | 7,88 |
| | 3 | 7,73 | 7,71 |
| A | 1 | 7,69 | 7,71 |
| | 2 | 7,66 | 7,71 |
| | 3 | 7,60 | 7,66 |
| B | 1 | 7,79 | 7,84 |
| | 2 | 7,73 | 7,73 |
| | 3 | 7,79 | 7,89 |
| C | 1 | 7,66 | 7,66 |
| | 2 | 7,71 | 7,82 |
| | 3 | 7,72 | 7,77 |
| D | 1 | 7,65 | 7,67 |
| | 2 | 7,69 | 7,70 |
| | 3 | 7,71 | 7,77 |
| Total | | 115,62 | 116,36 |
| Rata-rata | | 7,71 | 7,76 |

Uji Kenormalan Data

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | pH pagi | pH sore |
|--------------------------|----------------|---------|---------|
| N | | 15 | 15 |
| Parameter Normal | Rata-rata | 7,7081 | 7,7573 |
| | Std. Deviation | 0,05094 | 0,07980 |
| Most Extreme Differences | Absolute | 0,126 | 0,185 |
| | Positive | 0,112 | 0,185 |
| | Negative | -0,126 | -0,103 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 0,488 | 0,716 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | 0,971 | 0,684 |

Lampiran 9. (lanjutan)

ANOVA

| | | Jumlah Kuadrat | DB | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|---------|-----------|----------------|----|----------------|-------|--------|
| pH pagi | Perlakuan | 0,025 | 4 | 0,006 | 5,209 | 0,016* |
| | Acak | 0,012 | 10 | 0,001 | | |
| | Total | 0,036 | 14 | | | |
| pH sore | Perlakuan | 0,039 | 4 | 0,010 | 1,920 | 0,184 |
| | Acak | 0,050 | 10 | 0,005 | | |
| | Total | 0,089 | 14 | | | |

Sig pH pagi < 0,05 : *berbeda nyata

Maka data pH pagi perlu dilakukan uji Tukey untuk melihat perbedaan antar perlakuan

Tukey HSD

| Perlakuan | N | Rata-rata pH Pagi | | Notasi |
|-----------|---|-------------------|-------|--------|
| | | 1 | 2 | |
| A | 3 | 7,654 | | a |
| D | 3 | 7,685 | 7,685 | ab |
| C | 3 | 7,697 | 7,697 | ab |
| K | 3 | 7,734 | 7,734 | ab |
| B | 3 | | 7,771 | b |
| Sig. | | 0,097 | 0,073 | |



Lampiran 10. Analisis Nilai Suhu Pagi dan Sore pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian

Data Rata-rata Nilai Suhu Pagi dan Sore Selama Penelitian

| Perlakuan | Ulangan | Suhu (°C) | |
|------------------|---------|-----------|--------|
| | | Pagi | Sore |
| K | 1 | 21,96 | 24,90 |
| | 2 | 21,87 | 24,75 |
| | 3 | 22,03 | 25,00 |
| A | 1 | 21,88 | 24,78 |
| | 2 | 21,83 | 24,74 |
| | 3 | 21,84 | 24,73 |
| B | 1 | 21,93 | 24,79 |
| | 2 | 21,97 | 24,83 |
| | 3 | 21,88 | 24,69 |
| C | 1 | 22,11 | 25,00 |
| | 2 | 21,95 | 24,91 |
| | 3 | 21,90 | 24,77 |
| D | 1 | 21,91 | 24,74 |
| | 2 | 21,92 | 24,78 |
| | 3 | 21,87 | 24,67 |
| Total | | 328,85 | 372,09 |
| Rata-rata | | 21,92 | 24,81 |

Uji Kenormalan Data

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | Suhu pagi | Suhu sore |
|--------------------------|----------------|-----------|-----------|
| N | | 15 | 15 |
| Parameter Normal | Rata-rata | 21,9234 | 24,8060 |
| | Std. Deviation | 0,07336 | 0,10296 |
| | Absolute | 0,136 | 0,215 |
| Most Extreme Differences | Positive | 0,136 | 0,215 |
| | Negative | -0,099 | -0,104 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 0,528 | 0,832 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | 0,943 | 0,493 |

Lampiran 10. (lanjutan)

ANOVA

| | | Jumlah Kuadrat | DB | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|-----------|-----------|----------------|----|----------------|-------|--------|
| Suhu pagi | Perlakuan | 0,032 | 4 | 0,008 | 1,894 | 0,188* |
| | Acak | 0,043 | 10 | 0,004 | | |
| | Total | 0,075 | 14 | | | |
| Suhu sore | Perlakuan | 0,072 | 4 | 0,018 | 2,335 | 0,126* |
| | Acak | 0,077 | 10 | 0,008 | | |
| | Total | 0,148 | 14 | | | |

Sig > 0,05 : *tidak berbeda nyata

Maka tidak perlu dilakukan uji Tukey untuk melihat perbedaan antar perlakuan



Lampiran 11. Analisis Kandungan Nilai DO Pagi dan Sore pada Media Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L) Selama Penelitian

Data Rata-rata Nilai DO Pagi dan Sore Selama Penelitian

| Perlakuan | Ulangan | DO (ppm) | |
|------------------|---------|----------|--------|
| | | Pagi | Sore |
| K | 1 | 7,83 | 7,83 |
| | 2 | 7,94 | 7,61 |
| | 3 | 7,93 | 7,54 |
| A | 1 | 8,10 | 7,71 |
| | 2 | 7,99 | 7,59 |
| | 3 | 7,90 | 7,49 |
| B | 1 | 8,18 | 7,84 |
| | 2 | 8,08 | 7,67 |
| | 3 | 8,02 | 7,77 |
| C | 1 | 7,83 | 7,50 |
| | 2 | 7,96 | 7,72 |
| | 3 | 8,07 | 7,80 |
| D | 1 | 7,90 | 7,52 |
| | 2 | 8,11 | 7,74 |
| | 3 | 8,00 | 7,71 |
| Total | | 119,86 | 115,03 |
| Rata-rata | | 7,99 | 7,67 |

Uji Kenormalan Data

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | DO pagi | DO sore |
|--------------------------|----------------|---------|---------|
| N | | 15 | 15 |
| Parameter Normal | Rata-rata | 7,9906 | 7,6684 |
| | Std. Deviation | 0,10354 | 0,11843 |
| Most Extreme Differences | Absolute | 0,121 | 0,167 |
| | Positive | 0,093 | 0,127 |
| | Negative | -0,121 | -0,167 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 0,468 | 0,645 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | 0,981 | 0,799 |

Lampiran 11. (lanjutan)

ANOVA

| | | Jumlah Kuadrat | DB | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|---------|-----------|----------------|----|----------------|-------|--------|
| DO pagi | Perlakuan | 0,060 | 4 | 0,015 | 1,649 | 0,237* |
| | Acak | 0,090 | 10 | 0,009 | | |
| | Total | 0,150 | 14 | | | |
| DO sore | Perlakuan | 0,039 | 4 | 0,010 | 0,617 | 0,661* |
| | Acak | 0,157 | 10 | 0,016 | | |
| | Total | 0,196 | 14 | | | |

Sig > 0,05 : *tidak berbeda nyata

Maka tidak perlu dilakukan uji Tukey untuk melihat perbedaan antar perlakuan

