

**PENGARUH PEMBERIAN KARBON AKTIF DENGAN DOSIS BERBEDA
TERHADAP TINGKAT KELULUSHIDUPAN IKAN MASKOKI
(*Carassius auratus*) PADA PENGANGKUTAN SISTEM TERTUTUP**

**SKRIPSI
BUDIDAYA PERAIRAN**

OLEH :

JIHAD AKBAR R

NIM. 0610850044

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2010

**PENGARUH PEMBERIAN KARBON AKTIF DENGAN DOSIS BERBEDA
TERHADAP TINGKAT KELULUSHIDUPAN IKAN MASKOKI
(*Carassius auratus*) PADA PENGANGKUTAN SISTEM TERTUTUP**

**Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Perikanan Pada Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas
Brawijaya Malang**

Oleh :
JIHAD AKBAR R
NIM. 0610850044

DOSEN PENGUJI I

Ir. MAHENO SRI WIDODO, MS

Tanggal:

DOSEN PENGUJI II

Ir. PRAPTI SUNARMI

Tanggal:

Menyetujui,

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Ir. SRI ANDAYANI, MS

Tanggal :

DOSEN PEMBIMBING II

YUNITA MAIMUNAH, S.Pi, M.Sc

Tanggal :

Mengetahui,

KETUA JURUSAN

Dr. Ir. HAPPY NURSYAM, MS

Tanggal :

RINGKASAN

JIHAD AKBAR R. PENGARUH PEMBERIAN KARBON AKTIF DENGAN DOSIS BERBEDA TERHADAP TINGKAT KELULUSHIDUPAN IKAN MASKOKI (*Carassius auratus*) PADA PENGANGKUTAN SISTEM TERTUTUP (Di bawah bimbingan Dr. Ir. SRI ANDAYANI, MS. dan YUNITA MAIMUNAH, S.Pi, M.Sc.)

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Stasiun Percobaan Budidaya Air Tawar Sumber pasir, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang pada tanggal 18-20 Juli 2010. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya pengaruh pemberian karbon aktif dengan dosis berbeda terhadap tingkat kelulushidupan ikan Maskoki (*Carassius auratus*) pada pengangkutan sistem tertutup

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini terdiri dari empat perlakuan dan tiga ulangan. Sebagai perlakuan yaitu dosis karbon aktif yang berbeda (K=0 g/L, A=10 g/L, B=20 g/L dan C=30 g/L). Parameter utama pada penelitian ini adalah kelulushidupan ikan (%), sedangkan parameter penunjangnya yaitu parameter kualitas air (suhu, DO, pH dan amonia).

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa rata-rata kelulushidupan ikan (%) setelah pengangkutan 24 jam secara berturut-turut dari perlakuan dengan dosis K=0 g/L A=10 g/L, B=20 g/L dan C=30 g/L adalah 82,97%(K); 99,33%(A); 97,33%(B) dan 84%(C). Sehingga dapat dikatakan bahwa dosis karbon aktif yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($F_{hitung} > F_{1\%}$) dan berpola kuadratik $Y = 82,861 + 2,295X - 0,0758X^2$ dan didapatkan titik maksimum pada dosis 15 g/L dengan kelulushidupan 100%.

Hasil pengukuran terhadap parameter kualitas air yaitu suhu 24,3⁰C-24,7⁰C, oksigen terlarut 4,4-4,7 ppm, pH 5,31-5,92 dan amonia 0,45-0,74 ppm. dapat dikatakan bahwa penggunaan kualitas air dalam kisaran normal. Pada nilai amonia, dosis karbon aktif yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($F_{hitung} > F_{5\%}$) dan berpola kuadratik $Y = 0,71 - 0,0327X + 0,00109X^2$ dan didapatkan titik minimum adalah pada dosis 15 g/L dengan nilai amonia 0,45 ppm.

Dari hasil ini dapat dilihat bahwa perlakuan ini memberikan hasil yang nyata bahwa penggunaan karbon aktif dengan dosis berbeda terhadap kelulushidupan dan kandungan amonia memberikan pengaruh berbeda nyata, dengan perlakuan paling baik dalam penelitian ini adalah perlakuan A (10 g/L).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan disarankan untuk melakukan penelitian pada ikan yang lain terutama pada ikan yang memiliki nilai ekonomis tinggi, karena penggunaan karbon aktif sangat murah dan memiliki kemampuan dalam meningkatkan kelulushidupan selama pengangkutan. Dosis yang paling optimum untuk pengangkutan ikan Maskoki (*Carassius auratus*) ukuran 3-5 cm dengan kepadatan 50 ekor/liter adalah 10 g/L dengan kelulushidupan mencapai 99,33%

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul Pengaruh Pemberian Karbon Aktif Dengan Dosis Berbeda Terhadap Tingkat Kelulushidupan Ikan Maskoki (*Carassius auratus*) Pada Pengangkutan Sistem Tertutup. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya. Atas terselesaikannya laporan skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Sri Andayani, MS., selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memberi pengarahan dalam penyusunan laporan skripsi.
2. Ibu Yunita maimunah S.Pi, MSc., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan petunjuk dan bimbingan kepada penulis.
3. Semua pihak yang telah memberikan dukungan moril dan materil sehingga penyusunan laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangannya karena keterbatasan kemampuan dan pengalaman penulis oleh karena itu segala saran dan kritik yang bermanfaat sangat penulis harapkan. Semoga penulisan laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Malang, Oktober 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Kegunaan Penelitian.....	3
1.5 Hipotesis.....	3
1.6 Tempat dan Waktu	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Karbon Aktif.....	5
2.2 Kelulushidupan	10
2.3 Biologi Ikan Maskoki (<i>Carassius auratus</i>)	11
2.3.1 Klasifikasi dan Morfologi.....	11
2.3.2 Habitat dan Perkembangbiakan	12
2.3.3 Daerah Asal dan Penyebaran	13
2.3.4 Makanan dan Kebiasaan Makan	13
2.4 Pengangkutan Ikan.....	14
2.5 Kualitas Air	18
2.5.1 Suhu	18
2.5.2 Oksigen Terlarut (DO).....	19
2.5.3 Derajat Keasaman (pH).....	20
2.5.4 Amonia (NH ₃)	20
III. MATERI DAN METODE PENELITIAN	
3.1 Materi Penelitian.....	22
3.1.1 Peralatan Penelitian	22
3.1.2 Bahan Penelitian	22
3.2 Metode dan Rancangan Penelitian	22
3.2.1 Metode Penelitian	22
3.2.2 Rancangan Percobaan	23
3.3 Prosedur Penelitian	24
3.3.1 Persiapan Penelitian.....	24
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian	24
3.4 Parameter Uji.....	25
3.4.1 Parameter Utama	25
3.4.2 Parameter Penunjang.....	25
3.5 Analisis Data	25

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

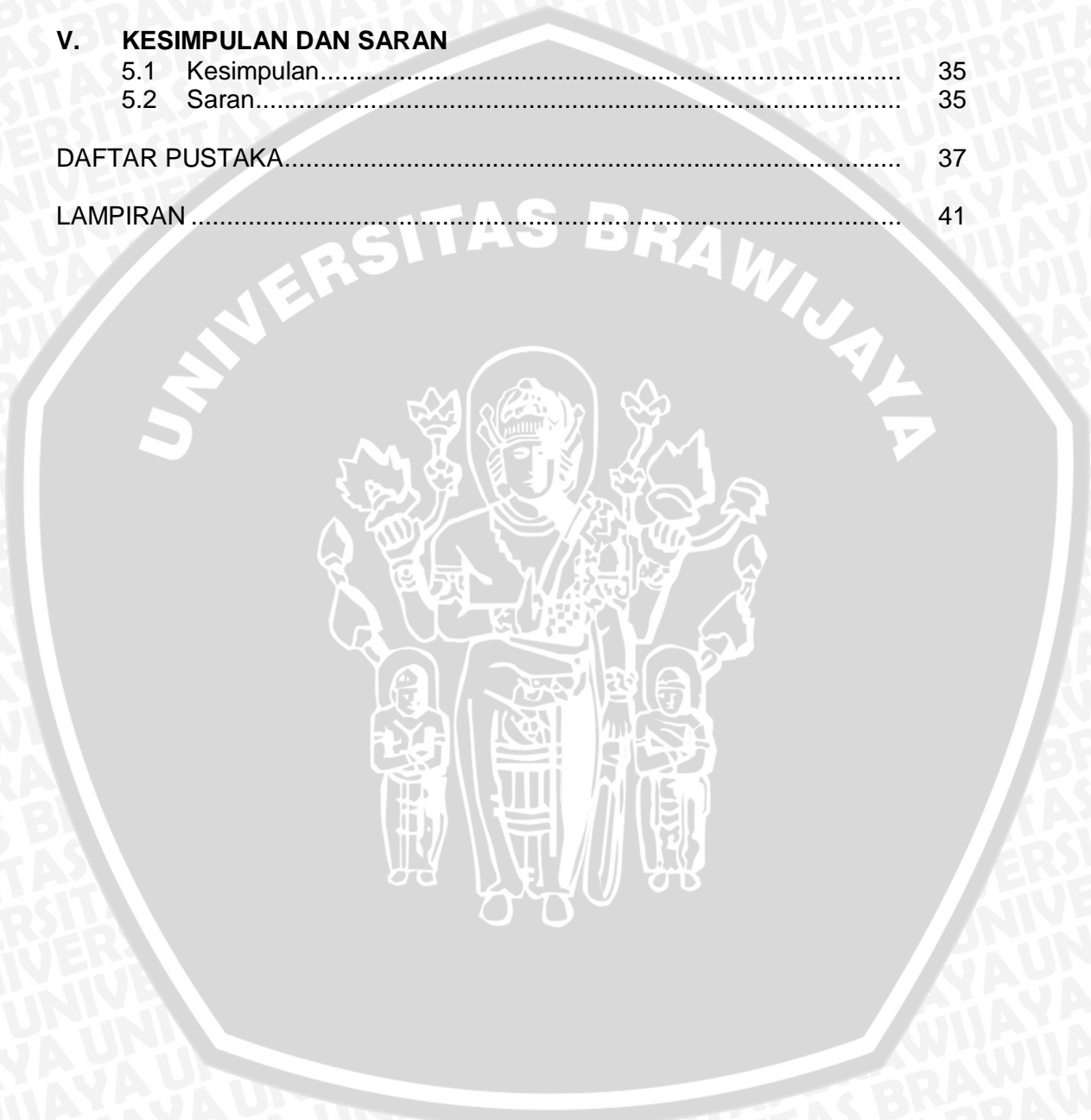
4.1	Kelulushidupan (%).....	27
4.2	Kualitas Air	30
4.2.1	Suhu	30
4.2.2	Oksigen Terlarut (DO).....	31
4.2.3	Derajat Keasaman (pH)	32
4.2.4	Amonia (NH ₃).....	32

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	35
5.2	Saran.....	35

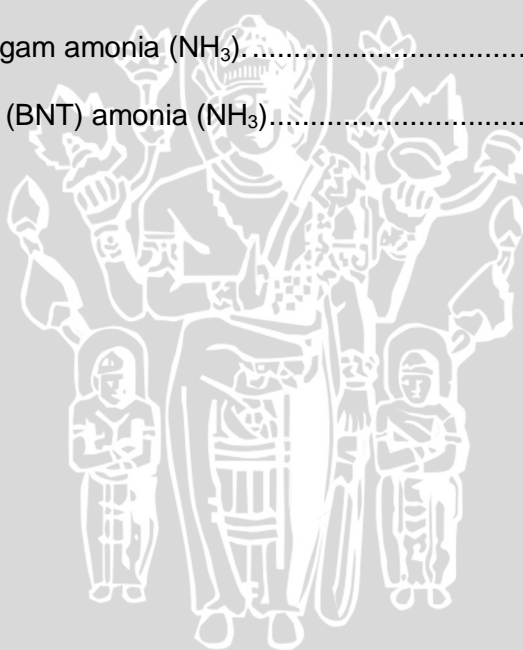
DAFTAR PUSTAKA.....	37
---------------------	----

LAMPIRAN	41
----------------	----



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Aplikasi penggunaan karbon aktif dalam industri.....	8
2. Kepadatan ikan sesuai ukuran dan lamanya pengangkutan.....	17
3. Bahan kimia yang digunakan pada pengangkutan ikan hias.	17
4. Suhu dan oksigen terlarut didalam wadah pengangkutan.....	19
5. Data kelulushidupan (%).....	27
6. Analisa sidik ragam kelulushidupan ($\text{Arcsin } \sqrt{\%}$).....	28
7. Uji Beda Nyata (BNT) Kelulushidupan ($\text{Arcsin } \sqrt{\%}$).....	28
8. Analisa sidik ragam amonia (NH_3).....	33
9. Uji Beda Nyata (BNT) amonia (NH_3).....	33

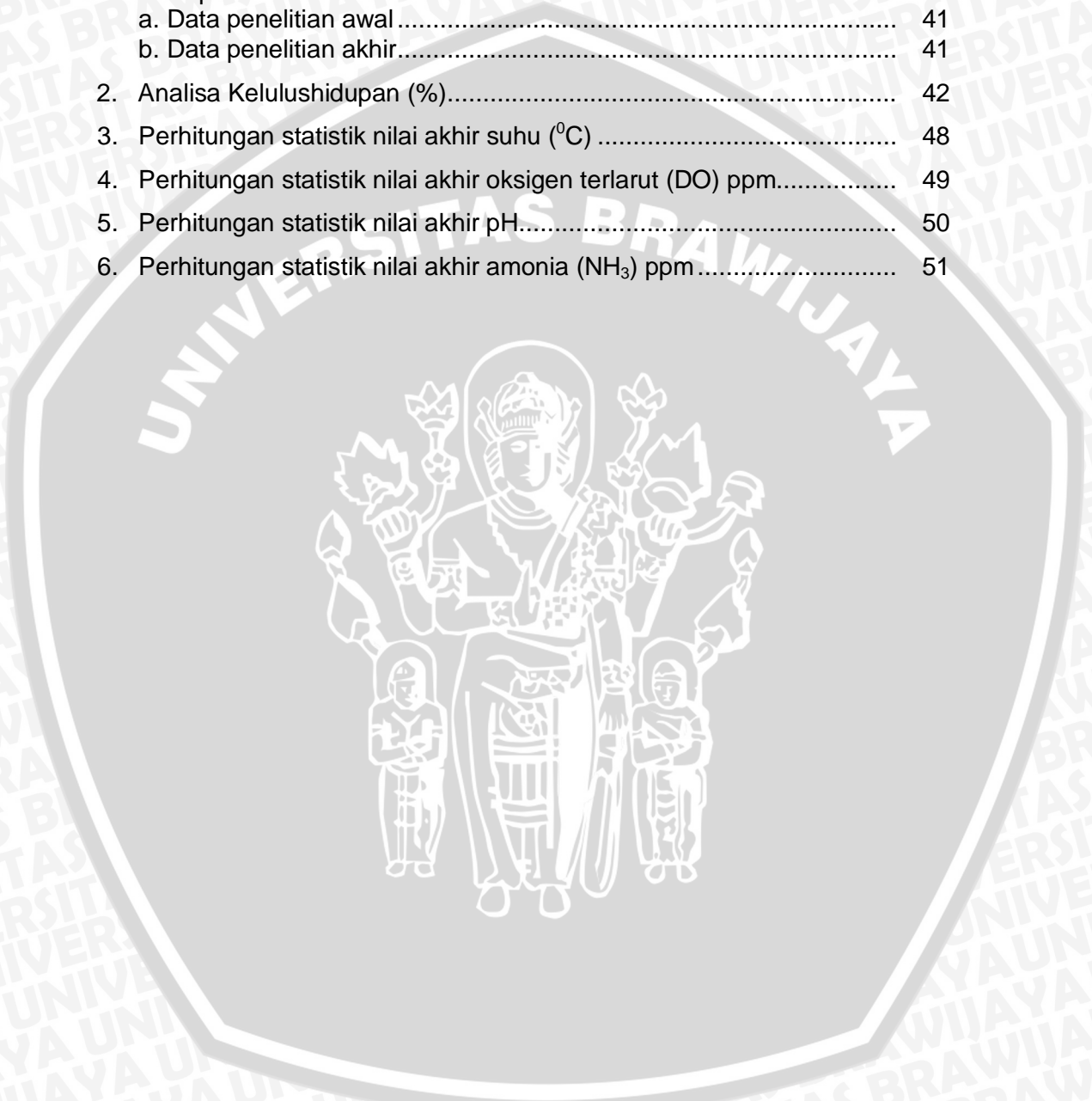


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pengaruh ukuran molekul terhadap tingkat adsorpsi	6
2. Interaksi antara adsorpsi dan salinitas.....	8
3. Hubungan lama pengangkutan dengan kecepatan penurunan amonia	9
4. Ikan Maskoki (<i>Carassius auratus</i>)	11
5. Hubungan kepadatan dengan berat ikan.....	16
6. Hubungan pH, CO ₂ dan amonia yang dihasilkan.....	21
7. Denah percobaan.....	24
8. Grafik Hubungan Dosis Karbon Aktif Terhadap Kelulushidupan (%).	28
9. Grafik nilai suhu setelah perlakuan.....	30
10. Grafik nilai Oksigen terlarut (DO) setelah perlakuan.....	31
11. Grafik nilai pH setelah perlakuan.....	32
12. Grafik Hubungan Dosis Karbon Aktif Terhadap Kelulushidupan (%)	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data penelitian	41
a. Data penelitian awal	41
b. Data penelitian akhir	41
2. Analisa Kelulushidupan (%).....	42
3. Perhitungan statistik nilai akhir suhu ($^{\circ}\text{C}$)	48
4. Perhitungan statistik nilai akhir oksigen terlarut (DO) ppm.....	49
5. Perhitungan statistik nilai akhir pH.....	50
6. Perhitungan statistik nilai akhir amonia (NH_3) ppm.....	51



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada pasaran Internasional saat ini terjadi suatu kecenderungan pergeseran suatu permintaan pasar untuk komoditas perikanan yaitu dari bentuk mati (beku, olahan lain) kebentuk hidup. Dalam hal ini tentu saja menimbulkan banyak masalah karena pengangkutan ikan dalam kondisi hidup disamping mempunyai resiko tinggi juga biaya yang tinggi (Purwaningsih, 1998).

Ikan hias merupakan komoditas perikanan yang ikut menyumbang banyak devisa, nilai ekspornya sangat besar dan cenderung meningkat dari tahun ketahun. Ikan Maskoki (*Carassius auratus*) termasuk salah satu jenis ikan hias yang non-temporer, peluang pasarnya selalu stabil bahkan menunjukkan peningkatan (Sufianto, 2008). Kecenderungan peningkatan permintaan ikan Maskoki membuat pemenuhan akan pasokan harus dilakukan dengan perluasan budidaya dan sistem pengangkutan ikan yang lebih baik. Berbeda dengan pengangkutan ikan konsumsi, pengangkutan ikan hias selalu diusahakan agar sebagian besar ikan yang diangkut dapat tetap hidup sesampainya di tempat tujuan. Serta komponen terpenting dalam pengiriman ikan hias adalah pengangkutan ikan yang efisien baik dalam segi ruang, waktu maupun biaya (Supriyono, Ardyanti dan Kukuh, 2008). Diperlukan adanya teknologi dalam transportasi ikan hidup agar produksi dan pemasarannya lebih baik karena harga jual ikan hidup lebih tinggi dibandingkan dengan harga ikan olahannya.

Sistem pengangkutan ikan hidup yang umum dilakukan ada dua yaitu sistem terbuka dan tertutup. Sistem terbuka dilakukan pada pengangkutan jarak pendek kurang dari 3 jam waktu yang dibutuhkan untuk menempuh tempat tujuan. Sistem tertutup dilakukan pada pengangkutan jarak jauh, metode yang paling sederhana dalam sistem ini adalah menggunakan kantong plastik yang

diisi air dan oksigen murni lalu diikat. Sekilas pengangkutan ini cukup mudah namun hal ini masih banyak menimbulkan masalah antara lain terjadinya tingkat kematian yang tinggi sehingga mengakibatkan resiko kerugian yang tidak kecil. Keberhasilan transportasi ikan hidup selalu dipengaruhi sifat fisiologi ikan sendiri, ukuran ikan, kebugaran/mutu ikan menjelang transportasi, mutu air selama transportasi (suhu media DO, pH, CO₂ dan amonia), kepadatan ikan dalam wadah, teknik mobilitasi dengan menggunakan suhu rendah atau bahan kimia serta metabolit alam dan lama pengangkutan (Suryaningrum dan Indiarti, 2000). Keberhasilan transportasi akan mendukung pengembangan kegiatan budidaya dalam mengupayakan keselamatan dan kesehatan ikan yang diangkut.

Penggunaan karbon aktif sebagai bahan kimia untuk pengangkutan sangat aman, murah dan yang terpenting adalah karbon aktif dapat menyerap kandungan kimia berbahaya yang dihasilkan, sehingga dapat meningkatkan kelulushidupan ikan selama pengangkutan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nurhasanah (2010) bahwa penambahan karbon aktif sebanyak 20 g/L pada pengangkutan ikan Neon tetra selama 96 jam menghasilkan kelulushidupan 96,77%. Menurut Supriyono *et al.* (2008) air yang mengandung Total Amonia Nitrogen (TAN) 0,1 mg/L dapat diturunkan oleh karbon aktif hingga 0,079 mg/L dalam waktu 96 detik.

1.2 Perumusan Masalah

Transportasi ikan merupakan hal yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan akan ikan pada suatu daerah atau negara tertentu, terutama pada ikan hias yang harus hidup saat sampai di tempat tujuan. Pada pengangkutan sistem tertutup kendala utama yang sering dialami adalah kematian ikan karena penurunan mutu air selama transportasi akibat pengaruh lingkungan dan hasil ekskresi dari ikan itu sendiri. Suhu media, DO, pH dan amonia merupakan faktor

yang sangat mempengaruhi tingkat kelulushidupan ikan dalam suatu transportasi. Banyak usaha yang telah dilakukan untuk mempertahankan kondisi air agar tetap sesuai dengan kebiasaan hidup ikan yang diangkut agar tingkat kelulushidupannya meningkat, diantaranya dengan pemberokan, pemberian es untuk menurunkan suhu, penyediaan oksigen murni dan pemberian beberapa bahan kimia.

Berdasarkan hal-hal tersebut maka timbul beberapa pertanyaan yaitu:

1. Apakah penggunaan bahan kimia karbon aktif dapat meningkatkan kelulushidupan ikan Maskoki (*Carassius auratus*) dalam pengangkutan sistem tertutup selama 24 jam?
2. Berapa dosis yang paling efisien dalam meningkatkan kelulushidupan ikan Maskoki dalam pengangkutan sistem tertutup selama 24 jam?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dosis karbon aktif yang paling baik dalam meningkatkan kelulushidupan ikan Maskoki (*Carassius auratus*) dalam pengangkutan sistem tertutup selama 24 jam.

1.4 Kegunaan Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dosis karbon aktif yang paling baik untuk meningkatkan kelulushidupan ikan Maskoki (*Carassius auratus*) dalam pengangkutan sistem tertutup selama 24 jam.

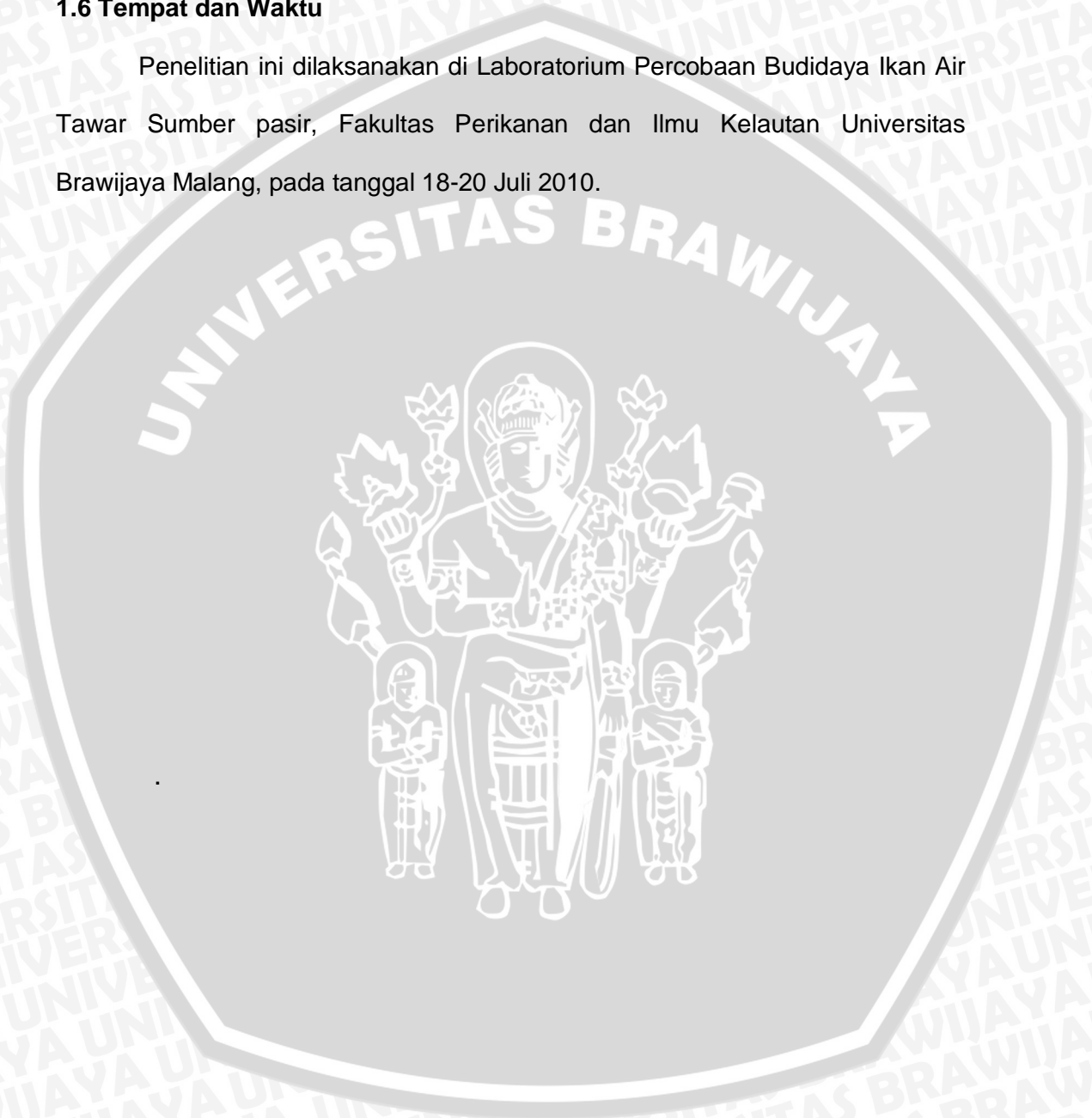
1.5 Hipotesis

H_0 : Diduga penggunaan karbon aktif dengan dosis yang berbeda tidak memberikan pengaruh terhadap kelulushidupan ikan Maskoki pada pengangkutan sistem tertutup selama 24 jam.

H₁ : Diduga penggunaan karbon aktif dengan dosis yang berbeda akan memberikan pengaruh terhadap kelulushidupan ikan Maskoki pada pengangkutan sistem tertutup selama 24 jam.

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Percobaan Budidaya Ikan Air Tawar Sumber pasir, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, pada tanggal 18-20 Juli 2010.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karbon aktif

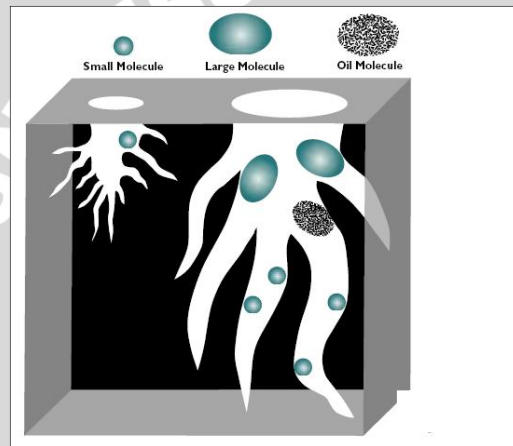
Karbon aktif merupakan senyawa karbon yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-3500 m²/g dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif (Sembiring, 2003).

Adsorpsi adalah terserapnya atau terikatnya suatu substansi (adsorbat) pada permukaan yang dapat menyerap (adsorben). Adsorpsi dapat terjadi antara zat padat dan zat cair, zat padat dengan gas, zat cair dengan zat cair, dan zat cair dengan gas. Adsorpsi terjadi karena molekul-molekul pada permukaan zat padat atau zat cair yang memiliki gaya tarik dalam keadaan tidak setimbang yang cenderung tertarik ke arah dalam (gaya kohesi adsorben lebih besar daripada gaya adhesinya). Ketidakseimbangan gaya tarik tersebut mengakibatkan zat padat atau zat cair yang digunakan sebagai adsorben cenderung menarik zat-zat lain yang bersentuhan dengan permukaannya (Nugroho, 2008). Karbon aktif merupakan materi yang mengandung karbon dan dapat melakukan proses adsorpsi. Adsorpsi dilakukan untuk menghilangkan limbah organik dan anorganik dari pabrik kimia, sehingga sangat penting dalam industri. Reaksi karbon aktif sendiri dipengaruhi oleh polar dan non polar adsorbat (Shufieyah, 2009).

Menurut Arifin (2008) adsorpsi karbon aktif sendiri dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya :

➤ Sifat Adsorben

Karbon aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan secara kovalen dengan demikian permukaan arang aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang penting diperhatikan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan semakin kecil pori-pori arang aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin besar dengan demikian kecepatan adsorpsi bertambah (Gambar 1).



Gambar 1. Pengaruh ukuran molekul terhadap adsorpsi (Arifin, 2008).

➤ Sifat Serapan

Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh karbon aktif, tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama.

➤ Suhu

Dalam pemakaian karbon aktif dianjurkan untuk menyelidiki suhu pada saat berlangsungnya proses, karena tidak ada peraturan umum yang biasanya diberikan mengenai suhu yang digunakan dalam adsorpsi. Faktor yang mempengaruhi suhu proses adsorpsi adalah viskositas dan stabilitas thermal senyawa serapan. Jika pemanasan tidak mempengaruhi sifat-sifat senyawa

serapan, seperti terjadi perubahan warna maupun dekomposisi, maka perlakuan dilakukan pada titik didihnya. Menurut Emadi, Nezhad and Pourbagher (2001) penggunaan karbon aktif lebih baik digunakan pada suhu kurang lebih 22°C.

➤ pH (Derajat Keasaman)

Untuk asam-asam organik adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan, yaitu dengan penambahan asam-asam mineral. Hal ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya bila pH asam organik dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam. Menurut Emadi *et al.* (2001) penggunaan karbon aktif lebih baik digunakan pada kisaran pH 7.

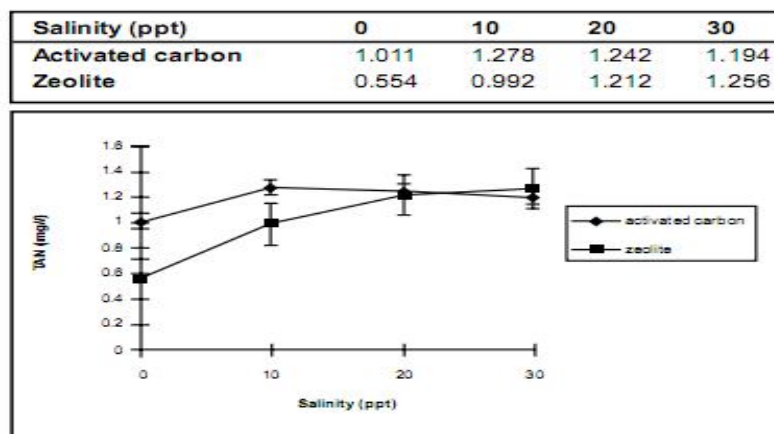
➤ Waktu Kontak

Bila karbon aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah yang digunakan. Waktu yang dibutuhkan ditentukan oleh dosis karbon aktif, pengadukan juga mempengaruhi waktu kontak. Menurut Husein dan Meurah (2002) waktu kontak adalah salah satu variabel yang mempengaruhi proses penyerapan, dimana waktu kontak antara karbon aktif dengan adsorbat. Semakin panjang waktu kontak, semakin banyak adsorbat yang terserap.

Menurut Meity (2010) distribusi karbon aktif juga dipengaruhi oleh distribusi ukuran molekul adsorbat yang masuk kedalam partikel adsorben. Kebanyakan zat pegadsorpsi merupakan bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori didalam partikel tersebut.

Menurut Subadra *et al.* (2005) daya adsorpsi sangat bergantung pada karakteristik karbon aktif yaitu kadar abu, kadar air, luas permukaan dan rendemennya. Faktor utama yang sangat berperan terhadap daya adsorpsinya adalah luas permukaan karbon aktif, karena mekanismenya berkaitan dengan

jumlah pori-porinya. Semakin luas permukaannya maka aktifitas daya serapnya semakin tinggi. Menurut Emadi *et al.* (2001) adsorpsi karbon aktif juga dipengaruhi oleh salinitas, salinitas yang baik dalam mendukung adsorpsi karbon aktif adalah 10 ppt (Gambar 2).



Gambar 2. Interaksi antara adsorpsi dan salinitas (Emadi *et al.*, 2001).

Menurut Arifin (2008) karbon aktif merupakan bahan yang multifungsi dimana hampir sebagian besar telah dipakai penggunaannya oleh berbagai macam jenis industri. Aplikasi terhadap penggunaan karbon aktif dapat dilihat dari Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Aplikasi penggunaan karbon aktif dalam industri

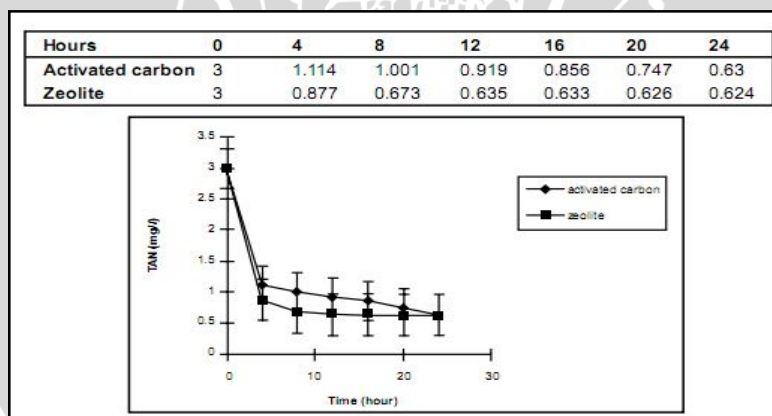
No.	Pemakai	Kegunaan
1.	Industri obat dan makanan	Menyaring, penghilangan bau dan rasa.
2.	Pembersih air	Penghilangan warna, bau penghilangan resin.
3.	Budidaya udang	Pemurnian, penghilangan amonia, nitrit, fenol, dan logam berat.
4.	Pengolahan pupuk	Pemurnian, penghilangan bau.

Karbon aktif merupakan bahan kimia tambahan yang mempunyai efek nyata dalam mengurangi bahan beracun dalam air. Sehingga karbon aktif dapat ditambahkan pada pengangkutan ikan.

Amonia merupakan hasil metabolisme dari ikan. Metode yang selama ini dapat digunakan untuk menurunkan metabolisme ikan adalah penurunan suhu

dan mengurangi aktifitas ikan (Berka, 1986). Amonia yang dapat menyebabkan kematian adalah 1,4 mg/L (Swann, 1993 *dalam* Zhang dan Perschbacher, 2003). Menurut Parenrengi, Sulaiman, Lante dan Yamin (2006) pada media pengangkutan nilai amonia akan meningkat setelah pengangkutan dibandingkan dengan nilai amonia awal dan naiknya amonia merupakan pemicu stress dan kematian.

Menurut Zhang dan Perschbacher (2003) untuk mengurangi tingginya TAN (Total Amonia Nitrogen) dapat dilakukan dengan cara menghilangkan TAN menggunakan karbon aktif. Karbon aktif dapat menurunkan TAN dari 9.40 mg/L menjadi 7.91 mg/L atau sebesar 15,9% setelah 96 jam. Menurut Supriyono *et al.* (2008) air yang mengandung TAN 0,1 mg/L dapat diturunkan oleh karbon aktif hingga 0,079 mg/L dalam waktu 96 detik. Menurut Emadi *et al.* (2001) penggunaan karbon aktif akan sangat signifikan selama pengangkutan 8 jam hingga 24 jam dalam mengurangi amonia (Gambar 3).



Gambar 3. Hubungan lama pengangkutan dengan penurunan amonia (Emadi *et al.*, 2001).

Sedangkan menurut Nurhasanah (2010) penggunaan karbon aktif dan zeolit dengan dosis 5 g/L, 10 g/L, 15 g/L dan 20 g/L pada pengangkutan ikan Neon tetra dengan sistem tertutup dapat meningkatkan kelulushidupan. Pada dosis 20 g/L karbon aktif menghasilkan kelulushidupan 96,77%. Menurut Supriyono *et al.* (2008) berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan 100%

kelulushidupan pada pengangkutan ikan *Corydoras* selama 96 jam diperoleh dengan penambahan dosis 10 g/L karbon aktif dan 10 g/L zeolit.

2.2 Kelulushidupan

Kelulushidupan adalah perbandingan antara jumlah individu yang hidup pada akhir percobaan dengan jumlah individu yang hidup pada awal percobaan. Kelulushidupan merupakan peluang hidup dalam suatu saat tertentu. Kelulushidupan ikan dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik yang mempengaruhi yaitu kompetitor, parasit, umur, kepadatan populasi, kemampuan adaptasi dari hewan dan penanganan manusia. Faktor abiotik yang berpengaruh antara lain sifat fisika dan sifat kimia dari suatu lingkungan perairan (Rika, 2008 dalam Susanto, 2009).

Pada dasarnya keberhasilan kegiatan pengangkutan ikan tidak terlepas kaitannya dari cara penanganan ikan sejak sebelum dikemas hingga sampai tempat tujuan, tetapi yang lebih penting lagi dari semuanya itu adalah cara mempertahankan agar kualitas fisika-kimia air media selama pengangkutan agar lebih stabil sehingga diharapkan dapat mendukung dan menjaga kesehatan ikan yang sedang diangkut (Slamet *et al.*, 2002).

Bahan kimia yang dapat ditambahkan pada pengangkutan sistem tertutup untuk meningkatkan kelulushidupan adalah karbon aktif. Menurut Zhang dan Perschbacher (2003) kelulushidupan dapat meningkat karena kemampuan karbon aktif dalam menurunkan TAN hingga 15,9% selama 96 jam.

Dalam pengangkutan keberhasilan ikan hidup erat kaitannya dengan kondisi fisik kimia air, terutama kandungan oksigen terlarut, NH_3 , CO_2 , pH dan suhu air, serta kepadatan ikan yang diangkut (Arifin, Sunarno dan Kristanto, 1991).

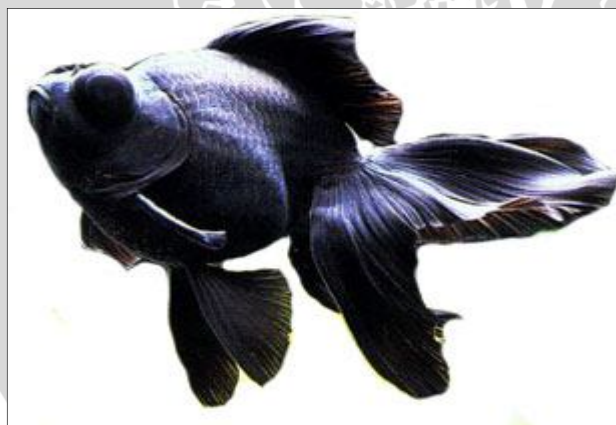
2.3 Biologi Ikan Maskoki (*Carassius auratus*)

2.3.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Linnaeus (1758), ikan Maskoki memiliki klasifikasi sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Class	: Actinoptergii
Ordo	: Ostariophysoidei
Famili	: Cyprinidae
Genus	: <i>Carassius</i>
Species	: <i>Carassius auratus</i>

Untuk jelasnya gambar ikan Maskoki (*Carassius auratus*) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Ikan Maskoki (*Carassius auratus*) (Mudahansori, 2007).

Morfologi Maskoki adalah memiliki tubuh yang memanjang, kompres pada sisinya dan seluruh tubuhnya ditutupi sisik berukuran seragam. Memiliki kepala yang memendek serta tidak ditutupi sisik, memiliki bibir yang dapat membuka lebar yang tidak disertai barbel. Secara umum memiliki warna oranye-

kuning keemasan, kadang-kadang ditandai dengan warna putih atau hitam, bagian perutnya memiliki warna putih kekuningan. Memiliki sirip punggung yang panjang dari tengah hampir sampai ke ekor. Ekor dari Maskoki jika dilihat dari belakang akan nampak seperti huruf "Y". Ukuran ikan Maskoki bervariasi sesuai dengan daerah asalnya dan lingkungan tempat hidupnya (Mulerth, 1883).

2.3.2 Habitat dan Perkembangbiakan

Habitat Maskoki adalah air tawar yang tenang, di dalam air ikan ini mengisi badan air. Maskoki dapat berkembang di dalam air yang berlumpur, akan tetapi jika dipelihara perlu adanya pergantian air setiap minggu sekali, karena kotoran yang dihasilkan cukup banyak perairan dasar untuk ikan ini adalah perairan yang ditumbuhi tanaman dan berkerikil. Maskoki lebih baik hidup di perairan yang bersuhu hangat, yaitu pada suhu 27-30°C karena pada perairan hangat Maskoki dapat berkembang biak dengan baik. Sedangkan tingkat keasaman perairan yang cocok adalah 6-8 (Street, 2002).

Perkembangbiakan terjadi pada musim panas, telah mencapai kematangan gonad umumnya saat ikan berumur sembilan bulan. Ukuran Maskoki pada saat pemijahan sangat berpengaruh dalam kemampuannya menghasilkan telur. Ciri-ciri ketika ikan akan memijah adalah saling mengejar diantara tanaman air, perbandingan antara jantan dan betina adalah 1:1. Ikan ini akan saling menjaga saat pemijahan, ketika telur dikeluarkan oleh induk betina maka akan segera dibuahi oleh induk jantan, proses ini akan diulang setiap musim panas. Telur yang telah dibuahi akan berwarna kuning transparan, telur dilengkapi dengan lendir, sehingga dapat melekat pada substrat yang ada. Telur akan memetas setelah berumur 2-6 hari, periode penetasan sangat dipengaruhi oleh suhu air dan cuaca. Sinar matahari secara langsung akan sangat berpengaruh terhadap kecepatan penetasan telur. Setelah menetas larva tidak bergerak diantara tanaman air, memperoleh makanan dari kuning telur

yang ada, tetapi setelah beberapa lama larva akan bergerak untuk mencari makan. Warna Maskoki ketika masih muda adalah keperakan dan abu-abu, ketika usinya telah mencapai 6 minggu warnanya akan berubah menjadi gelap dan kemudian akan menjadi warna permanen. Kesempurnaan perubahan warna terjadi setelah ikan berumur 2 bulan. Faktor yang berpengaruh dalam perubahan warna ini adalah kualitas air dan kedalaman air (Mulertt, 1883).

2.3.3 Daerah Asal dan Penyebaran

Sejak lama setelah berhasil dibudidayakan di akuarium Maskoki menjadi sangat familiar, selain itu Maskoki memiliki keindahan, kemudian ikan ini menjadi perhatian untuk dikembangkan. Ikan Maskoki merupakan ikan asli Cina, yang kemudian dilakukan berbagai penelitian dengan mengawin silangkan berbagai spesies, hingga didapatkan varietas baru. Kemudian ikan ini berkembang untuk dipasarkan di Cina, dan Provinsi Che-kyang adalah pusat pengembangan Maskoki di Cina. Kemudian pada tahun 1611-1728 Maskoki masuk ke daerah Eropa, untuk mengklaim kepemilikannya, kemudian mengatakan bahwa varietas di Cina adalah yang termurah. Awalnya Maskoki diekspor ke Prancis dengan warna merah muda, di Prancis Maskoki menjadi terkenal kemudian menyebar ke Portugal, tetapi sebelum masuk ke Portugal Maskoki telah berkembang di Jepang dan dengan cepat menyebar ke seluruh Eropa, kemudian berkembang di Amerika. Di Amerika Maskoki sengaja dikembangkan di alam terbuka dan menjadi ikan liar, sehingga Amerika mengklaim ikan ini sebagai ikan asli Amerika (Mulertt, 1883).

2.3.4 Makanan dan Kebiasaan Makan

Di alam ikan Maskoki merupakan ikan omnivora, memakan tumbuhan, udang kecil, zooplankton, detritus dan insekta misalnya larva nyamuk. Ketika dipelihara di akuarium pakan berubah menjadi pellet pemberian pakan harus diberikan secara teratur, umumnya pemberian pakan dilakukan empat kali setiap

hari, dapat memakan makanan yang ada dipermukaan dan di dasar perairan. Ketika masih kecil makanannya adalah sejenis insekta kecil (Mulertt, 1883). Pada budidaya, larva Maskoki diberi pakan naupli Artemia, dapat juga plankton kecil seperti protozoa dan rotifer (Paulet, 2003).

2.4 Pengangkutan Ikan

Salah satu aspek penting dari usaha budidaya ikan adalah transportasi ikan hidup dari suatu tempat ketempat lainnya tanpa mengakibatkan kematian ikan yang cukup tinggi dan secara ekonomis menguntungkan (Arifin *et al.*, 1991). Pada dasarnya pengangkutan ikan hidup adalah memaksa menempatkan ikan dalam suatu lingkungan baru yang berlainan dengan lingkungan aslinya, dimana dalam hal ini tentu saja terjadi perubahan sifat lingkungan yang sangat mendadak (Berka, 1986 *dalam* Purwaningsih, 1998).

Menurut Mardiyana dan Dian (2009) pengiriman ikan hias dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu sistem terbuka, tertutup dan kering. Pengiriman terbuka biasanya untuk jarak pendek, sedangkan untuk sistem tertutup digunakan untuk transportasi jarak jauh. Pengiriman ikan hias menggunakan kantong plastik yang dikemas dalam boks-boks merupakan cara transportasi tertutup.

Sedangkan menurut Berka (1986) *dalam* Purwaningsih (1998) terdapat dua sistem pengangkutan yang biasa digunakan dalam pengangkutan yaitu :

➤ Sistem Terbuka

Pada sistem terbuka ini, air dalam wadah dapat berhubungan langsung dengan udara luar, sistem ini banyak dilakukan untuk pengangkutan jarak yang relatif dekat. Wadah dapat berupa plastik atau logam, untuk jarak yang agak jauh dilakukan aerasi. Pada pengangkutan sistem terbuka memiliki keuntungan mudahnya melakukan penanganan apabila sesuatu akan terjadi pada ikan yang akan diangkut.

➤ Sistem Tertutup

Sistem ini mempunyai tingkat efisiensi yang relatif tinggi pada jarak dan waktu terutama dalam penggunaan tempat. Wadah dapat menggunakan kantong plastik atau kemasan lain yang tertutup rapat. Menurut Praseno *et al.* (1991) sistem pengangkutan tertutup merupakan sistem tempat guna karena efisien dalam tempat. Namun dalam pengangkutan sistem tertutup sering timbul masalah yaitu penurunan oksigen terlarut, serta kenaikan karbon dioksida bebas, perubahan pH serta perubahan suhu media angkut, selain itu sering terjadi akumulasi metabolit beracun berupa amonia yang membahayakan dalam pengangkutan.

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pengangkutan ikan hidup menurut Komarudin dan Effendi (1990), adalah sebagai berikut :

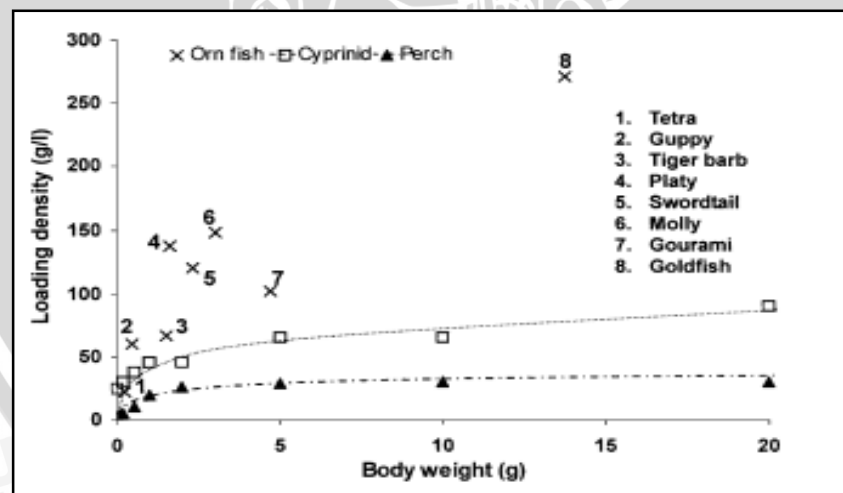
- Kualitas air, meliputi suhu, DO, pH dan hasil ekskresi berupa amonia
- Lama pengangkutan
- Cara penanganan, mulai dari penangkapan, pengemasan dan pengangkutan
- Ukuran, kepadatan dan kesehatan ikan.

Menurut King (2008) akumulasi dari CO₂ dan NH₃ merupakan masalah dalam pengangkutan ikan, keduanya dapat menyebabkan racun pada ikan. Untuk mengatasi masalah amonia umumnya ikan dipuasakan selama 24-72 jam sebelum pengangkutan untuk mengurangi feses yang dihasilkan. Menurut Praseno *et al.* (1992) penanganan ikan selama proses transportasi ataupun sebelum transportasi juga berpengaruh terhadap keberhasilan transportasi. Sebelum ikan diangkut sebaiknya dilakukan pemuasaan sesuai dengan ukuran dan rencana pengangkutannya.

Menurut Gomes, Araujo-Lima, Chippari-Gomes and Roubach (2006) kematian ikan sangat dipengaruhi oleh kepadatan dan ukuran ikan. Ukuran benih

yang umum digunakan dalam transportasi tertutup adalah 3-5 cm dengan berat 1-3 g, dengan kepadatan antara 20 ekor/L sampai 70 ekor/L dengan rata-rata kematian 5%. Ukuran dan berat benih ini, 80% telah digunakan untuk transportasi berbagai spesies. Menurut Mardiyana dan Dian (2009) tingginya kepadatan ikan hias pada sistem transportasi akan dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya jenis ikan, umur ikan, ukuran ikan, suhu air, ketahanan relatif, lama pengangkutan, wadah dan alat transportasi serta kondisi iklim.

Menurut Lim, Dhert and Patrick (2003) pada transportasi ikan hias jumlah air harus sesuai dengan jumlah ikan yang akan diangkut. Kemampuan kepadatan ikan adalah jumlah ikan (g) per unit volume dari air. Secara umum kepadatan berhubungan dengan ukuran ikan, semakin besar ukuran ikan semakin rendah konsumsi oksigen dan produksi nitrogen semakin kecil. Pada pengangkutan Neon tetra selama 30 jam kepadatannya adalah 22 g/L dengan berat ikan rata-rata 0,22 g. sedangkan untuk ikan mas kepadatannya 272 g/L dengan berat ikan 13,8 g (Gambar 5).



Gambar 5. Hubungan kepadatan dengan berat ikan (Lim *et al.*, 2003).

Menurut Anonymous (2002) dalam Mugis (2006) kepadatan ikan berbeda sesuai ukuran dan lama pengangkutan dengan sistem tertutup, yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kepadatan ikan sesuai ukuran dan lamanya pengangkutan

Ukuran ikan (cm)	6 jam	12 jam	24 jam
1-2	1000 ekor/liter	500 ekor/liter	250 ekor/liter
2-3	400 ekor/liter	200 ekor/liter	100 ekor/liter
3-5	200 ekor/liter	100 ekor/liter	50 ekor/liter
5-7	75 ekor/liter	30 ekor/liter	10 ekor/liter

Dalam pengangkutan ikan hidup secara tertutup sering diberi bahan kimia untuk meningkatkan tingkat kelulusan hidup ikan. Menurut Herwig (1979) dalam Suaidi (2006) berbagai bahan kimia yang sering ditambahkan, yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Bahan kimia yang digunakan pada pengangkutan ikan hias

No.	Bahan kimia
1.	Quinaldine
2.	MS-222
3.	Zeolit
4.	Karbon aktif
5.	NaCl
6.	Furanance
7.	Acriflavin netral

Bahan tersebut dapat digolongkan menjadi tiga macam yaitu sedatif, stabilisator kualitas air dan antibiotik. Sedatif merupakan obat bius contohnya MS-222, stabilisator kualitas air meliputi buffer pH, zeolit, es, NaCl sedangkan antibiotik contohnya furanance dan acriflavin (Cole *et al*, 1999 dalam Suaidi, 2006)

2.5 Kualitas Air

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting pendukung keberhasilan budidaya ikan, yang di dalamnya terdapat kegiatan pengangkutan dalam bentuk hidup. Kualitas air yang optimum akan membuat ikan nyaman didalamnya. Kualitas air yang kurang baik dapat mengakibatkan lambatnya pertumbuhan dan pada kondisi ekstrim dapat menyebabkan kematian. Pada transportasi ikan kondisi air dipengaruhi oleh suhu air, oksigen, pH, CO₂ dan amonia.

2.5.1 Suhu

Suhu merupakan faktor yang paling penting, pada saat suhu turun pH akan naik dan metabolisme ikan turun. Di daerah dingin suhu optimum untuk transportasi berkisar 6-8°C dan di daerah hangat berkisar 10-12°C . Kisaran suhu ini tidak dapat dilakukan di daerah panas. Di daerah panas dari golongan ikan cyprinids tidak dilakukan transportasi dibawah 15°C (Berka, 1986).

Peningkatan suhu menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air dan selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen. Peningkatan suhu perairan sebesar 10°C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2-3 kali lipat (Effendie, 2003).

Suyanto (2004) dalam Mugis (2006) menyebutkan bahwa suhu yang baik untuk pengangkutan berkisar 20°C-22°C. Untuk pengangkutan yang membutuhkan waktu lama, air dalam wadah pengangkutan harus diberikan oksigen dan dijaga agar suhu tidak lebih dari 28°C, suhu yang paling baik untuk pengangkutan di daerah tropis adalah 20°C-24°C (Woynarovich, 1980 dalam Mugis, 2006). Menurut Lim *et al.* (2003) suhu yang baik untuk pengangkutan sistem tertutup adalah 20°C-22°C. Sedangkan suhu yang baik untuk pengangkutan di daerah tropis adalah 26°C-30°C (Gomes *et al.*, 2006).

2.5.2 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut dalam air merupakan parameter kualitas air yang sangat vital bagi kehidupan organisme perairan. Konsentrasi oksigen terlarut cenderung berubah-ubah sesuai dengan keadaan atmosfer. Sumber utama oksigen dalam perairan adalah difusi dari udara dan hasil fotosintesis (Edward dan Pulumahuny, 2001). Oksigen oleh jasad hidup digunakan untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi (Salmin, 2005). Penurunan jumlah oksigen dan peningkatan amonia merupakan ancaman berbahaya bagi hewan akuatik. Konsentrasi oksigen rendah akan meningkatkan respirasi, menurunkan efisiensi respirasi dan pertumbuhan dan akibatnya kematian masal (Izzati, 2004). Menurut Wurts (2006) suhu dan oksigen terlarut yang harus tersedia didalam wadah selama pengangkutan agar ikan tetap hidup dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Suhu dan oksigen terlarut didalam wadah pengangkutan

Suhu (°C)	Oksigen terlarut (ppm)
15	6,4
18	6,2
21	5,8
23	5,4
26	5,2

Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga jika ketersediaannya kurang maka aktifitas dan proses pertumbuhan akan berhenti dan ikan akan mati (Sutimin, 2005). Meskipun beberapa ikan mampu bertahan hidup pada perairan dengan konsentrasi oksigen 3 ppm, namun konsentrasi minimum yang masih dapat diterima sebagian besar spesies biota air budidaya

untuk hidup dengan baik adalah 5 ppm. Menurut Berka (1986) jika perbedaan kandungan oksigen pada setiap kantong hampir sama, serta perbedaan oksigen sebelum dan sesudah pengangkutan relatif tinggi maka oksigen tidak dapat jadi faktor pembatas, karena suhu air juga tidak banyak berubah. Menurut Kordi (2005) untuk itu konsentrasi oksigen yang baik dalam budidaya adalah antara 5-7 ppm. Menurut Mardiyana dan Dian (2009) hal yang perlu diperhatikan dalam transportasi adalah cara menyediakan oksigen terlarut dalam media air selama transportasi. Ikan-ikan dalam media transportasi tersebut akan memanfaatkan oksigen yang terlarut dalam air.

2.5.3 Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH di perairan merupakan parameter yang dikaitkan dengan konsentrasi karbon dioksida (CO_2). Semakin tinggi konsentrasi karbon dioksida, pH perairan semakin rendah (Izzati, 2004).

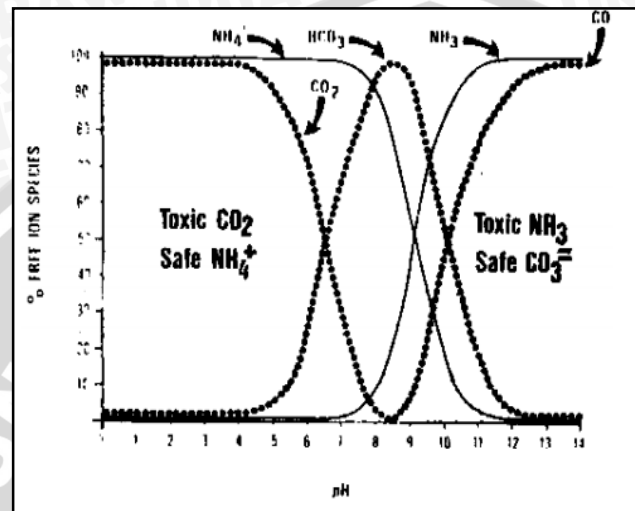
Batas toleransi organisme akuatik terhadap pH bervariasi dan dipengaruhi oleh banyak faktor lain misalnya suhu, oksigen terlarut, alkalinitas, anion dan kation. Apabila parameter yang lain tidak stabil tidak stabilnya pH juga akan menyebabkan ikan menjadi stress dan akhirnya mati (Parenrengi *et al.*, 2006) Pada pengangkutan sistem tertutup pH yang ideal adalah 7-8 (Berka, 1986).

2.5.4 Amonia

Amonia dalam pengangkutan berasal dari metabolisme protein dari ikan dan bakteri yang berasal dari kotoran. Menurunnya metabolisme dan aktifitas ikan dapat terjadi dengan penurunan suhu air. Suhu dan waktu pemuasaan sangat berpengaruh terhadap amonia yang dihasilkan, untuk mengurangi amonia perlu ikan perlu dipuaskan (Berka, 1986). Menurut Altonik dan Grizzel (2004) indikator keseimbangan nitrogen adalah amonia dan urea, amonia merupakan

hasil metabolisme protein. Konsentrasi amonia yang tinggi dapat menyebabkan ikan menjadi stress, tingginya pH dapat juga meningkatkan amonia.

Menurut Boyd (1982) kandungan amonia maksimal yang masih dapat ditolerir oleh ikan adalah 1,0 ppm.



Gambar 6. Hubungan pH, CO₂ dan amonia yang dihasilkan (Berka, 1986).

Pada Gambar 6 di atas dapat dilihat bahwa toksisitas amonia berkaitan erat dengan pH dan sedikit terkait dengan suhu dan DO. Pada pH tinggi amonia akan berubah menjadi bentuk tak berion berupa NH₃ yang beracun dan pada pH rendah akan berubah menjadi bentuk berion NH₄⁺ yang tidak beracun. Pada pH 7 kurang dari 1% dari total amonia berada dalam bentuk tak terion yang beracun, pada pH 8 sekitar 5-9%, pada pH 9 sebanyak 30-50% dan pH 10 sebanyak 80-90%, akibatnya toksisitas amonia sering terjadi pada kolam yang berbuffer rendah. Kandungan oksigen terlarut yang rendah juga dapat meningkatkan toksisitas amonia (Boyd, 1982).

III. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, kantong plastik sebanyak 12 buah, ember, serok, DO meter, thermometer, pH meter, spektrofotometer, gelas ukur 50 ml, tabung reaksi, sterofoam, timbangan digital dan mobil station.

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu, ikan Maskoki (*Carassius auratus*) berukuran 3-5 cm, larutan nessler, acetone, aquades, es batu, air tawar, koran, kertas saring, kertas label, karet gelang, oksigen dan karbon aktif.

3.2 Metode dan Rancangan Penelitian

3.2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen yaitu mengadakan percobaan untuk melihat suatu hasil atau hubungan kausal antara variabel-variabel yang diselidiki. Tujuan eksperimen adalah untuk menemukan hubungan sebab dan akibat antara variabel. Hasil yang diperoleh menegaskan bagaimana hubungan kausal antar variabel-variabel yang diselidiki dan seberapa besar hubungan sebab dan akibat tersebut, dengan cara memberikan perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyediakan kontrol untuk perbandingan. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung atau dengan pengamatan secara langsung (Nazir, 1988).

3.2.2 Rancangan Percobaan

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

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

Keterangan:

Y_{ij} : Respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ : Nilai tengah umum

T_i : Pengaruh perlakuan ke-i

ε_{ij} : Pengaruh gallet percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Perlakuan yang diberikan adalah pemberian karbon aktif sebagai bahan kimia yang diberikan untuk meningkatkan kelulushidupan ikan Maskoki selama pengangkutan 24 jam, dengan dosis yang berbeda mengacu pada Nurhasanah, (2009) dan Supriyono *et al.* (2008) sebagai berikut :

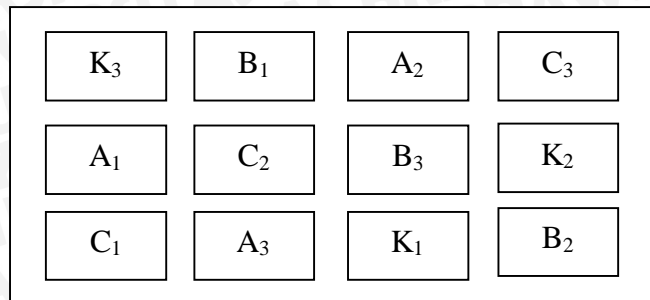
Perlakuan A : Dosis karbon aktif 10 g/L

Perlakuan B : Dosis karbon aktif 20 g/L

Perlakuan C : Dosis karbon aktif 30 g/L

Kontrol : Tanpa pemberian karbon aktif

Masing–masing perlakuan dilakukan 3 kali ulangan, sehingga terdapat 12 unit percobaan. Penempatan perlakuan dilakukan secara acak dengan denah penelitian seperti pada Gambar 7 berikut ini:



Gambar 7. Denah percobaan

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Persiapan Penelitian

1. Ikan diberok/ dipuaskan selama 24 jam didalam kolam pemberokan.
2. Menyiapkan kantong plastik sebanyak 12 buah.
3. Menimbang karbon aktif sesuai dengan dosis dan jumlah yang akan diberikan dengan timbangan digital.
4. Menyiapkan alat dan bahan untuk mengukur kualitas air.
5. Menyiapkan mobil sebagai alat pengangkutan.

3.3.2 Pelaksanaan penelitian

1. Air untuk pengangkutan yang telah disiapkan di ukur suhu, DO, pH dan kandungan amonia awal sebelum ikan dimasukkan dalam kantong plastik.
2. Karbon aktif yang sudah ditimbang sesuai dosis yang dibutuhkan, dimasukkan dalam kantong plastik.
3. Ikan dimasukkan dalam kantong plastik dengan kepadatan 50 ekor per liter.
4. Memberi oksigen pada kantong plastik dan diikat rapat dengan tali karet
5. Ikan yang sudah dikemas dimasukkan dalam kotak styrofoam agar kemasan tidak banyak bergerak pada saat pengangkutan, kemudian diberi es batu untuk menjaga suhu.

6. Ikan diangkut pada pagi hari dengan waktu pengangkutan selama 24 jam, pengangkutan dilakukan dari Malang-Tulungagung-Malang.
7. Setelah 24 jam perjalanan, kualitas air (suhu, pH, DO, dan amonia) diukur kembali dan jumlah ikan yang masih hidup dihitung untuk dijadikan data tingkat kelulushidupan (%).

3.5 Parameter uji

3.5.1 Parameter Utama

Parameter utama pada penelitian ini adalah :

Tingkat kelulushidupan (*survival rate*), menurut Effendie (1978) menyatakan bahwa kelulushidupan ikan uji didapatkan dengan menghitung jumlah ikan uji yang hidup pada awal sampai akhir penelitian, dengan rumus :

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan :

SR : Kelangsungan hidup ikan (%)

N_t : Jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor)

N_o : Jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

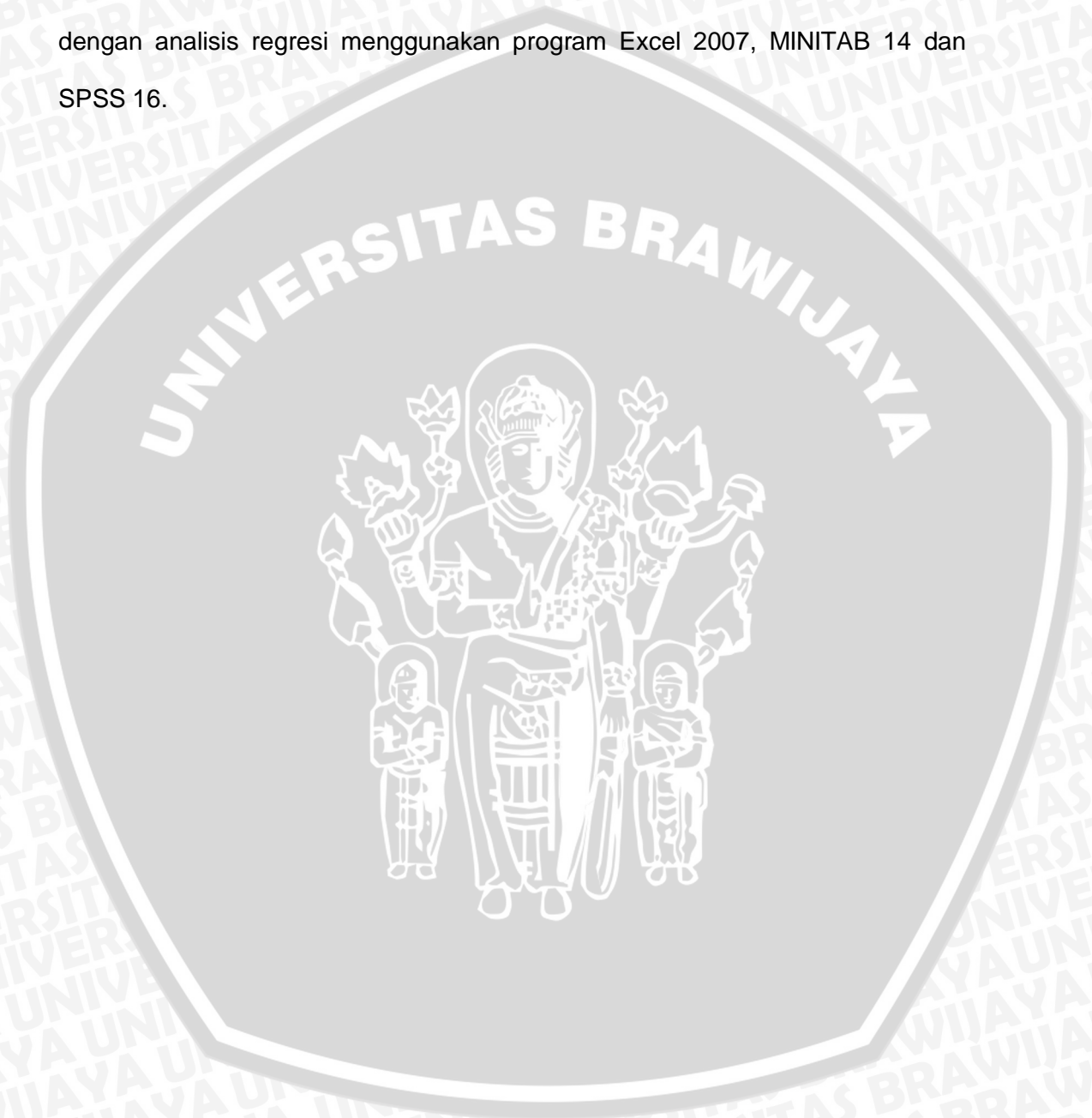
3.5.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang dalam penelitian ini adalah kualitas air. Pengukuran kualitas air meliputi suhu, DO, pH dan amonia. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah pengangkutan setelah 24 jam. Pengukuran suhu diukur dengan termometer, DO dengan DO meter, pH menggunakan pH meter dan amonia menggunakan spektrofotometer.

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian, akan dianalisa secara statistik dengan menggunakan analisa keragaman (ANOVA) sesuai dengan rancangan

yang digunakan rancangan acak lengkap (RAL). Apabila dari data sidik ragam diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata atau berbeda sangat nyata, maka untuk membandingkan nilai antar perlakuan dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) kemudian uji ini dilanjutkan dengan analisis regresi menggunakan program Excel 2007, MINITAB 14 dan SPSS 16.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kelulushidupan (%)

Kelulushidupan adalah perbandingan antara jumlah individu yang hidup pada akhir percobaan dengan jumlah individu yang hidup pada awal percobaan. Dari hasil pengamatan yang dilakukan pada akhir pengangkutan setelah 24 jam (Lampiran 1) diperoleh data hasil parameter utama kelulushidupan ikan Maskoki disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data kelulushidupan (%)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
K (0 g/L)	94	76	78	248,00	82,67
A (10 g/L)	100	100	98	298,00	99,33
B (20 g/L)	92	100	100	292,00	97,33
C (30 g/L)	86	82	84	252,00	84,00
Total				1090,00	

Pada Tabel 5 tersebut dapat dilihat bahwa perlakuan dosis 10 g/L karbon aktif memiliki nilai rata-rata kelulushidupan terbesar bila dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Untuk mengetahui apakah perlakuan dosis karbon aktif berbeda yang diberikan benar-benar berpengaruh terhadap hasil penelitian, maka dilakukan analisis statistik. Data pada Tabel 5 tersebut dilakukan transformasi arcsin $\sqrt{\%}$ di analisis menggunakan MINITAB 14, menunjukkan data menyebar normal (Lampiran 2).

Setelah dilakukan perhitungan statistik terhadap data kelulushidupan, diperoleh hasil analisa sidik ragam pada Tabel 6.

Tabel 6. Sidik ragam kelulushidupan (Arcsin $\sqrt{\%}$)

Sbr Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	1163,850	387,950	8,396**	4,05	7,59
Acak	8	369,631	46,204			
Total	11	1533,481				

Keterangan : (**) = berbeda sangat nyata

Hasil perhitungan sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan dosis karbon aktif yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap kelulushidupan ikan Maskoki pada pengangkutan selama 24 jam. Untuk mengetahui urutan pengaruh perlakuan yang berbeda, maka dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil uji BNT dapat dilihat pada Tabel 7.

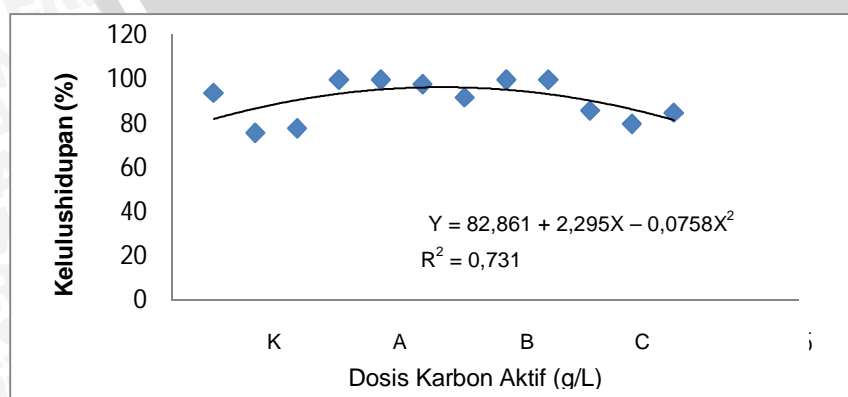
Tabel 7. Uji Beda Nyata (BNT) Kelulushidupan (Arcsin $\sqrt{\%}$)

Rata-rata perlakuan	K(66,17)	C(66,44)	B(84,52)	A(87,29)	Notasi
K(66,17)	-	-	-	-	a
C(66,44)	0,27 ^{ns}	-	-	-	a
B(84,52)	18,35*	18,08*	-	-	b
A(87,29)	21,12**	20,85**	2,77 ^{ns}	-	b

Keterangan : (ns) = Tidak berbeda nyata
 (*) = Berbeda nyata
 (**) = Berbeda sangat nyata

Tabel uji BNT diatas dapat dilihat bahwa perlakuan K (0 g/L) tidak berbeda dengan C (30 g/L) dan berbeda dengan B (20 g/L) dan A (10 g/L). Perlakuan C (30 g/L) berbeda dengan B (20 g/L) dan A (10 g/L). Perlakuan B (20 g/L) berbeda dengan C (30 g/L), K (0 g/L) dan tidak berbeda dengan A (10 g/L).

Adanya perlakuan yang memberikan pengaruh yang sangat nyata maka dilanjutkan dengan analisa regresi polinomial ortogonal (Lampiran 2) diperoleh hubungan antara perlakuan perbedaan dosis karbon aktif dengan kelulushidupan bersifat kuadratik dengan persamaan $Y = 82,861 + 2,295X - 0,0758X^2$ dengan $R^2 = 0,731$ sehingga didapatkan grafik Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Hubungan Dosis Karbon Aktif Terhadap Kelulushidupan (%).

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa pemberian karbon aktif memberikan pengaruh terhadap kelulushidupan, namun pada dosis 30 g/L nilai kelulushidupan menurun disebabkan oleh menurunnya ruang gerak untuk ikan akibat penambahan karbon aktif dalam jumlah besar atau adanya kompetisi penggunaan ruang gerak, selain itu bercampurnya abu karbon aktif dengan air menjadi padatan tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan, sehingga respirasi ikan terganggu. Perlakuan A memberikan tingkat kelulushidupan tertinggi dengan penambahan karbon aktif 10 g/L. Urutan pengaruh perlakuan terhadap kelulushidupan secara lebih jelas dapat dilihat dari persentase rata-rata kelulushidupan setelah pengangkutan 24 jam, yaitu perlakuan A (10 g/L) 99,33%, B (20 g/L) 97,33%, C (30 g/L) 84% dan tingkat kelulushidupan terendah terdapat pada kontrol (0 g/L) yaitu 82,67% dan didapatkan titik maksimum pada dosis 15 g/L dengan kelulushidupan 100%. Perlakuan penambahan dosis karbon aktif lebih baik dalam meningkatkan kelulushidupan dibandingkan dengan kontrol. Hal ini sesuai dengan kemampuan karbon aktif dalam meningkatkan kelulushidupan dalam pengangkutan, karena saat karbon aktif berada di dalam air selama pengangkutan terjadi proses adsorpsi bahan beracun yang tidak disertai reaksi kimia. Karbon aktif mempunyai luas permukaan yang berpori sehingga bahan beracun yang dihasilkan dapat teradsorpsi pada permukaan pori dari karbon aktif (Sarah, 2009).

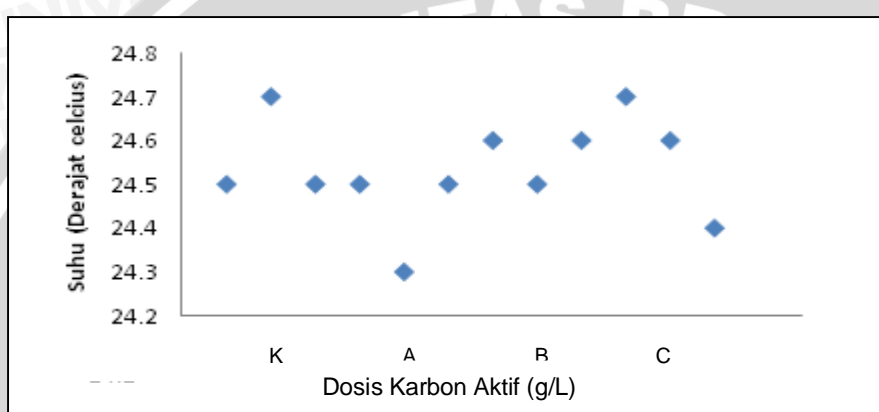
Sesuai dengan penelitian Nurhasanah (2010), penggunaan karbon aktif dan zeolit dengan dosis 5 g/L, 10 g/L, 15 g/L dan 20 g/L pada pengangkutan ikan Neon tetra dengan sistem tertutup dapat meningkatkan kelulushidupan. Pada dosis 20 g/L karbon aktif menghasilkan kelulushidupan 96,77%. Menurut Supriyono *et al.* (2008) berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan 100% kelulushidupan dari pengangkutan ikan *Corydoras* selama 96 jam diperoleh dengan penambahan dosis 10 g/L karbon aktif dan 10 g/L zeolit.

4.2 Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor yang harus diperhatikan selama kegiatan pengangkutan ikan, karena kualitas air sangat berpengaruh terhadap kelangsungan benih ikan yang diangkut.

4.2.1 Suhu

Dalam penelitian dilakukan pengukuran suhu akhir (data pada Lampiran 3) yang dapat dilihat pada Gambar 9 berikut.



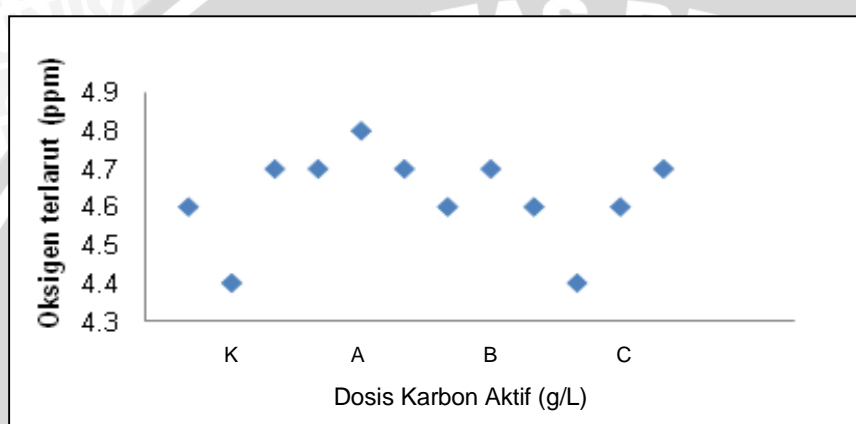
Gambar 9. Grafik nilai suhu setelah perlakuan.

Gambar grafik tersebut dapat diketahui bahwa suhu air setelah pengangkutan berkisar antara $24,3^{\circ}\text{C}$ - $24,7^{\circ}\text{C}$ dengan suhu terendah $24,3^{\circ}\text{C}$ dan suhu tertinggi $24,7^{\circ}\text{C}$ nilai suhu ini lebih rendah dari suhu awal yaitu 25°C . Hal ini dipengaruhi oleh suhu lingkungan selama waktu pengangkutan. Kisaran suhu ini masih cukup baik untuk pengangkutan. Menurut Lim *et al.* (2003) suhu yang baik untuk pengangkutan sistem tertutup adalah 20°C - 22°C . Sedangkan suhu yang baik untuk pengangkutan di daerah tropis adalah 26°C - 30°C (Gomes *et al.*, 2006). Suhu merupakan faktor yang sangat penting bagi kehidupan ikan. Peningkatan suhu menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air dan selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen (Effendie, 2003).

Hasil sidik ragam Lampiran 3 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian karbon aktif dengan dosis yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap perubahan suhu.

4.2.2 Oksigen Terlarut (DO)

Dalam penelitian dilakukan pengukuran akhir oksigen terlarut (DO) setelah pengangkutan 24 jam (data pada Lampiran 4) grafik dapat dilihat pada Gambar 10.



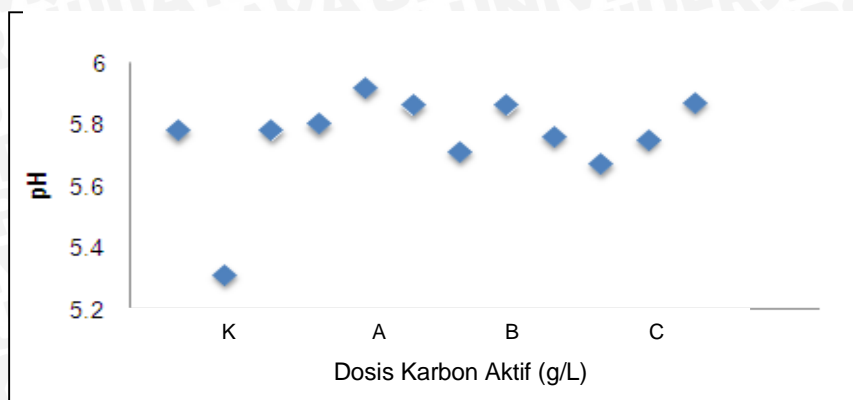
Gambar 10. Grafik nilai Oksigen terlarut (DO) setelah perlakuan.

Gambar grafik tersebut dapat diketahui bahwa Kandungan oksigen terlarut akhir pada masing-masing perlakuan berkisar 4,4-4,7 ppm nilai oksigen ini lebih rendah dari oksigen terlarut awal yaitu 5,8 ppm walaupun telah ditambahkan oksigen murni kedalam kantong pengangkutan, hal ini disebabkan oleh lamanya waktu pengangkutan, sehingga oksigen yang ada digunakan untuk metabolisme ikan. Akan tetapi kisaran oksigen terlarut ini masih cukup baik untuk pengangkutan. Menurut Tahe (2006) dalam pengangkutan ikan kandungan oksigen terlarut 3,8 ppm belum menyebabkan kematian.

Hasil analisa sidik ragam (Lampiran 4) menunjukkan bahwa perlakuan pemberian karbon aktif dengan dosis yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kandungan oksigen terlarut (DO).

4.2.3 Derajat Keasaman (pH)

Dalam penelitian dilakukan pengukuran pH akhir setelah pengangkutan 24 jam (Lampiran 5) grafik dapat dilihat pada Gambar 11 berikut.



Gambar 11. Grafik nilai akhir pH setelah pengangkutan perlakuan.

Grafik tersebut dapat diketahui bahwa nilai pH akhir pada masing-masing perlakuan berkisar antara 5,31-5,92 dengan nilai pH terendah adalah 5,31 dan pH tertinggi adalah 5,92. Kisaran nilai pH yang mematikan ikan adalah di bawah 4 dan di atas 11 (Boyd, 1982) dengan begitu nilai pH tersebut masih layak untuk pengangkutan ikan. Nilai pH awal yaitu 6,14 berarti terjadi penurunan pH setelah pengangkutan terutama pada perlakuan K2. Penurunan ini dapat terjadi disebabkan oleh kandungan CO₂ hasil respirasi dan feses yang dihasilkan selama pengangkutan (Parenrengi *et al.*, 2006).

Hasil analisa sidik ragam (Lampiran 5) menunjukkan bahwa perlakuan pemberian karbon aktif dengan dosis yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap nilai pH.

4.2.4 Amonia (NH₃) ppm

Perhitungan sidik ragam (Lampiran 6) dan pada Tabel 8 dapat dilihat bahwa perlakuan pemberian karbon aktif dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kandungan amonia pada akhir pengangkutan.

Tabel 8. Sidik ragam amonia (NH₃)

Sbr Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,162	0,054	5,061*	4,07	7,59
Acak	8	0,085	0,011			
Total	11	0,247				

Keterangan : (*) Berbeda nyata

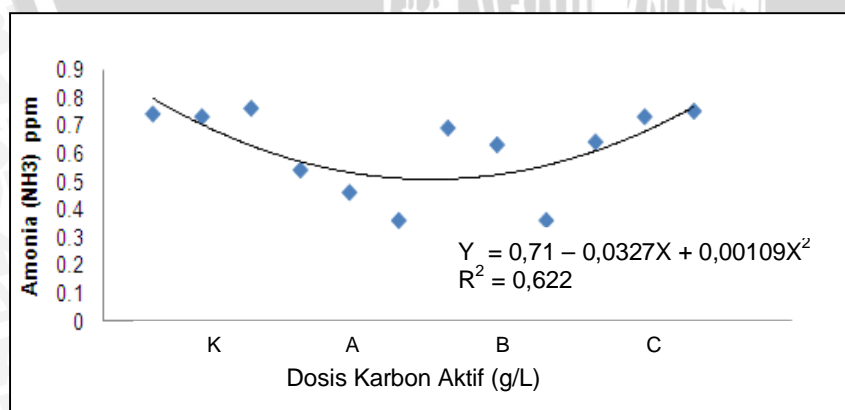
Untuk mengetahui urutan pengaruh perlakuan yang berbeda, maka dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil uji BNT dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Uji Beda Nyata (BNT) amonia (NH₃)

Rata-rata perlakuan	A(0.45)	B(0.56)	C(0.71)	K(0.74)	Notasi
A(0.45)	-	-	-	-	a
B(0.56)	0,11 ^{ns}	-	-	-	ab
C(0.71)	0,26*	0,15 ^{ns}	-	-	b
K(0.74)	0,29**	0,18 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-	b

Keterangan : (ns) = Tidak berbeda nyata
 (*) = Berbeda nyata
 (**) = Berbeda sangat nyata

Analisa regresi polinomial ortogonal (Lampiran 6) diperoleh hubungan antara perlakuan perbedaan dosis karbon aktif dengan nilai amonia bersifat kuadratik dengan persamaan $Y = 0,71 - 0,0327X + 0,00109X^2$ dengan $R^2 = 0,622$ sehingga didapatkan grafik Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Hubungan Dosis Karbon Aktif Terhadap nilai amonia (NH₃) ppm

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa pemberian karbon aktif memberikan pengaruh terhadap nilai amonia. Pada perlakuan C (30 g/L) nilai

amonia lebih tinggi dari perlakuan A (10 g/L) dan B (20 g/L) hal ini terjadi karena abu dari karbon aktif yang dihasilkan pada dosis tinggi juga semakin banyak, yang dapat menutupi pori-pori dari karbon aktif sehingga tidak terjadi adsorpsi secara maksimal (Sarah, 2009).

Hasil perhitungan didapatkan titik minimum pada dosis 15 g/L dengan nilai amonia 0,47 ppm. Urutan pengaruh perlakuan terhadap nilai amonia secara lebih jelas dapat dilihat dari persentase rata-rata nilai amonia setelah pengangkutan, yaitu perlakuan K (0 g/L) 0,74 ppm, C (30 g/L) 0,71 ppm, B (20 g/L) 0,56 ppm dan nilai amonia terendah terdapat pada perlakuan A (10 g/L) yaitu 0,45 ppm. Nilai amonia dengan pemberian perlakuan lebih baik dari nilai amonia kontrol, namun masih pada batas tolerir. Menurut Boyd (1982) kandungan amonia maksimal yang masih dapat ditolerir oleh ikan adalah 1,0 ppm.

Menurut Zhang dan Perschbacher (2003) untuk mengurangi tingginya Total Amonia Nitrogen (TAN) dapat dilakukan dengan cara menggunakan karbon aktif. Karbon aktif dapat menurunkan TAN dari 9,40 mg/L menjadi 7,91 mg/L, atau sebesar 15,9% setelah 96 jam. Air yang mengandung TAN 0,1 mg/L dapat diturunkan oleh karbon aktif hingga 0,079 mg/L dalam waktu 96 detik (Supriyono *et al.*, 2008). Menurut Emadi *et al.* (2001) penggunaan karbon aktif akan sangat signifikan selama pengangkutan 8 jam hingga 24 jam.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

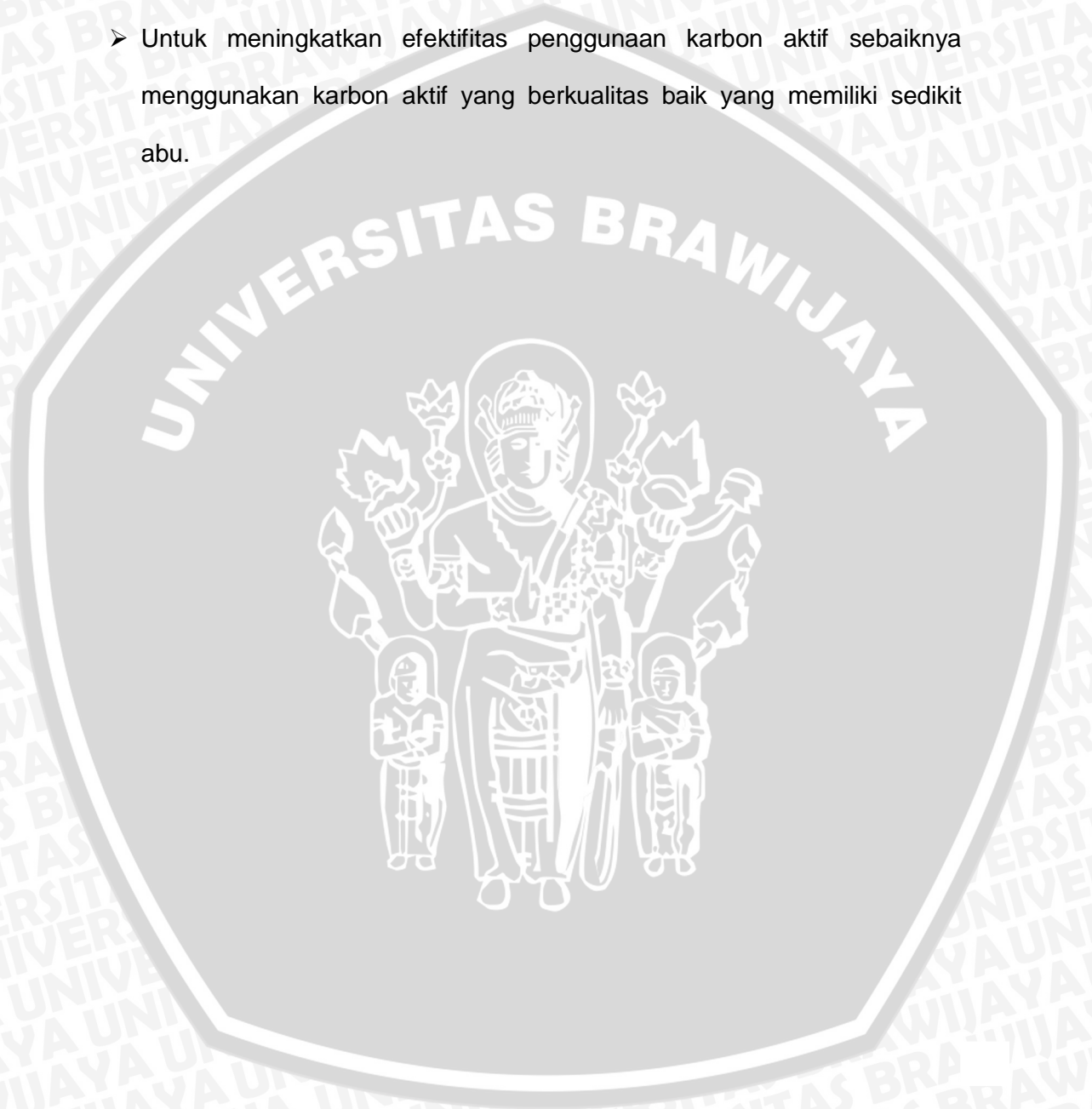
Berdasarkan hasil penelitian Pengaruh Pemberian Karbon Aktif Dengan Dosis Berbeda Terhadap Tingkat Kelulushidupan Ikan Maskoki (*Carassius auratus*) dapat disimpulkan bahwa:

- Persentase rata-rata kelulushidupan setelah pengangkutan 24 jam yaitu perlakuan A (10 g/L) 99,33%, B (20 g/L) 97,33%, C (30 g/L) 84% dan yang terendah K (0 g/L) yaitu 82,67%. Dosis karbon aktif yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($F_{hitung} > F_{1\%}$) dan berpola kuadrat $Y = 82,861 + 2,295X - 0,0758X^2$ dan didapatkan titik maksimum pada dosis 15 g/L dengan kelulushidupan 100%.
- Nilai amonia dapat dilihat dari persentase rata-rata nilai amonia setelah pengangkutan 24 jam yaitu perlakuan K (0 g/L) 0,74 ppm, C (30 g/L) 0,71 ppm, B (20 g/L) 0,56 ppm dan yang terendah perlakuan A (10 g/L) yaitu 0,45 ppm. Dosis karbon aktif yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kandungan ammonia ($F_{hitung} > F_{5\%}$) dan berpola kuadrat $Y = 0,71 - 0,0327X + 0,00109X^2$ dan didapatkan titik minimum pada dosis 15 g/L dengan nilai amonia 0,45 ppm.
- Hasil pengukuran terhadap parameter kualitas air yaitu suhu 24,3⁰C-24,7⁰C, oksigen terlarut 4,4-4,7 ppm, pH 5,31-5,92, amonia 0,45-0,74 ppm. Dapat dikatakan bahwa penggunaan kualitas air dalam kisaran normal.

5.2. Saran

- Pada pengangkutan ikan Maskoki selama 24 jam dengan sistem tertutup sebaiknya karbon aktif diberikan dengan dosis 10 g/L.

- Dapat melakukan penelitian pada ikan yang lain terutama pada ikan yang memiliki nilai ekonomis tinggi, karena penggunaan karbon aktif sangat murah dan memiliki kemampuan dalam meningkatkan kelulushidupan selama pengangkutan.
- Untuk meningkatkan efektifitas penggunaan karbon aktif sebaiknya menggunakan karbon aktif yang berkualitas baik yang memiliki sedikit abu.



DAFTAR PUSTAKA

- Altinok, I and J.M. Grizzle. 2004. **Excretion of Ammonia and Urea by Phylogenetic Ally Diverse Fish Species in Low Salinities**. Jurnal Aqaculture 238: 499-507.
- Arifin. 1991. **Pengangkutan Benih Patin (*Pangasius pangasius*) Dalam Kantong Plastik dengan Kepadatan Berbeda**. Buletin Penelitian Perikanan Darat 10 (2):110-113.
- Arifin. 2008. **Meningkatkan Nilai Arang Tempurung Jadi Karbon Aktif** [http://Wordpress .com](http://Wordpress.com). Diakses tanggal 8 Mei 2010.
- Berka, R. 1986. **The Transport Of Live Fish A Review**. European Inland Fisheries Advisory Commission (Eifac) Technical Paper. Food And Agriculture Organization Of United Nation Rome. Italy.
- Boyd, C. E. 1982. **Water Quality Management for Pond Fish Culture**. Elsevier Scientific Publishing Company. New York.
- Edward dan F.S. Pulus Mahuny. 2001. **Kadar Oksigen Terlarut diperairan Raha Pulau Muna, Sulawesi Tenggara**. Prosiding Seminar kelautan LIPI-Jakarta. 25-31.
- Efendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air**. Kanisius. Yogyakarta. 258 hal.
- Effendie, M.I. 1978. **Biologi Perikanan (Bagian I Study Natural History)**. Fakultas Perikanan. IPB. Bogor. 198 hal.
- Emadi, H., J.E Nezhad and H. Pourbagher. 2001. **In Vitro Comparison Of Zeolit (Clinoptilolite) And Activated Carbon As Amonia Absorbents In Fish Culture**. The ICLARM Quarterly 24 (1 & 2) :141-145.
- Gomes, L.C., Araujo-Lima, C.A.R.M., A.R. Chippari-Gomes and R. Roubach. 2006. **Transportation Of Juvenile Tambaqui (*Colossoma macropomum*) In A Closed System**. Jurnal Biologi 66 (2A): 493-502.
- Izzati, M. 2006. **Perubahan Kosentrasi Oksigen Terlarut dan pH Perairan Tambak Setelah Penambahan Rumput Laut *Sargassum ptygophyllum* dan Ekstraknya**. Fakultas MIPA Universitas Diponegoro. Semarang.
- King, H.R. 2008. **Fish Transport In The Aquaculture Sector : Case Student – Atlantik Salmon in Tasmania**. Australia Scientific Seminar 1-8.
- Komarudin, O dan K.J. Effendi. 1990. **Perawatan, Penanganan dan Pengangkutan Ikan Hidup**. Badan Pendidikan dan Penyuluhan Pertanian. Bogor.

- Kordi M., Ghufran dan A.B. Tancung, A. 2005. **Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan**. Rineka Cipta. Jakarta. 208 hal.
- Lim, L.C., P. Dhert and S. Patrick. 2003. **Recent Development and Improvements In Ornamental Fish Packaging System For Air Transport**. *Aquaculture research* 34: 923-935.
- Linnaeus. C. 1758. **System Nature per Regna Tria nature, Scundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum, Characteribus, Differentiis, Synonyms, Locis**. Holmiae. Laurentii Salvi.
- Mardiyana dan Dian. 2009. **Transportasi Ikan Hias Hidup**. *Buletin Craby & Starky* edisi Juni 2009: 21-25.
- Mudahansori. 2007. **Sejarah Ikan Maskoki**. Mudahansori . files. Wordpress. Com/oranda. Jpg. Diakses tanggal 8 Mei 2010.
- Meity, J. 2010. **Adsorsi Zat Warna Oleh Karbon Aktif**. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Mugis, A. 2006. **Pengaruh Perbedaan Salinitas Terhadap Tingkat Kelulushidupan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Pengangkutan Sistim Tertutup**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.
- Mulertt, H. 1883. **The Goldfish and Its Systematic Culture With a View to Profit**. Entered according to act of Congress, at Washington.
- Nazir. 1988. **Metode Penelitian**. Ghalia Indonesia. Jakarta Timur. 543 hal
- Nugroho, C .2009. **Penurunan Konsentrasi total suspenend solid (tss) Pada Limbah Minyak Pelumas yang Berasal Dari Bengkel Dengan Menggunakan Reaktor Pemisah Minyak dan Karbon Aktif Serta Zeolit Sebagai Adsorben**. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
- Nurhasanah, A. 2009. **Efektivitas Karbon Aktif dan Zeolit Dalam Pengangkutan Black Neon Tetra (*Hyphessobrycon herbertaxelrodi*) Dengan Sistem Tertutup**. Fakultas Ilmu Perikanan dan Kelautan Universitas Padjajaran. Bandung.
- Parenrengi, A., Sulaiman, S. Lante dan M. Yamin. 2006. **Pengangkutan Induk Udang Pama (*Penaeus semisulcatus*) Sistem Tertutup Dengan Kepadatan Berbeda**. *Prosiding Konferensi Akuakultur 2006*: 220-223.
- Paulet, G.T. 2003. **The Effect of Diet and Feeding Rate On Growth Morphological Development and Behavior of Larva and Juvenil Goldfish (*Carassius auratus L*)**. Rhodes University. Grahatown.
- Praseno, O., Sutrisno, D. Suseno dan H. Djajasewaka. 1991. **Transportasi Ikan Nila Dengan Sistem Terbuka**. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Tawar 1992/1993*: 75-78.

- Praseno, O, Sutrisno dan H. Djajasewaka. 1991. **Penggunaan Zeolit Dalam Pengangkutan Benih Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergi* de man)**. Buletin Penelitian Perikanan Darat 10 (2):114-119.
- Purwaningsih, S. 1998. **Sistem Transportasi Ikan Hidup**. Buletin Teknologi Hasil Perikanan V (1): 5-6
- Sarah. 2009. **Analisis Karbon Aktif**. <http://www.scribd.com/Literatur-Analisis-Karbon-Aktif>. Diakses tanggal 23 Agustus 2010.
- Sastrosupadi, A. 2000. **Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian**. Kanisius. Yogyakarta. 276 hal.
- Sembiring, T.M. 2003. **Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)**. Fakultas Teknik Universitas sumatra Utara. Medan.
- Shufieyah, A. 2009. **Adsorption Of Fenol by Activated Carbon Produced From Decanter Cake**. Faculty Of Chemical and natural Resource Engenering. Universitas Malaysia Pahang. Pahang.
- Slamet, B., S. Ismi dan A. Titiek. 2002. **Transportasi Benih Ikan Kerapu Bebek, *Cromileptes altivelis* Hasil Pembenihan di Bali**. Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut, Gondol. Bali.
- Street, R. 2002. ***Carassius auratus***. http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/account/information/Carassius_auratus.html. Diakses tanggal 28 Oktober 2010.
- Suaidi. 2006. **Pengaruh Pemberian Zeolit Dengan Dosis Berbeda Terhadap Tingkat Kelulushidupan Ikan Maskoki (*Carassius auratus*) Dengan kepadatan yang Berbeda Pada Pengangkutan Sistem Tertutup**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.
- Subadra, I., B. Setiaji dan I. Tahir. 2005. **Activated Carbon Production From Coconut Sheel With $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$ Ativator as an Adsorbent in Virgin Coconut Oil Purification**. Prosiding Seminar Nasional DIES ke 50 FMIPA UGM: 1-8.
- Sufianto, B. 2008. **Uji Transportasi Ikan Maskoki (*Carassius auratus* Linnaeus) Hidup Sistem Kering Dengan Perlakuan Penurunan Suhu dan Kosentrasi Oksigen**. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Supriyono, E., Y. Ardyanti dan N. Kukuh. 2008. **Peranan Zeolit dan Karbon aktif Dalam Sistem Pengangkutan Dengan Kepadatan Tinggi Pada Ikan Hias *Corydoras*, *Corydoras aenus***. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan 2008.
- Suryaningrum, T.D., A. Sari dan N. Indiarti. 2000. **Pengaruh Kapasitas Angkut Terhadap Sintasan dan Kondisi Ikan Pada Transportasi Kerapu Hidup Sistem Basah**. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan 2008: 259-268.

Susanto, N.G. 2009. **Air Hasil Limbah Rumah Sakit Dampaknya Terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik dan Sintasan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linn)**. Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat: 59-67.

Sutimin. 2004. **Model Matematika Kosentrasi Oksigen terlarut Pada Ekosistem Perairan Danau**. Bioma 10 (2): 53-56.

Tahe Suwardi. 2006. **Pengaruh Salinitas dan Dosis Methane Sulphonate (MS-222 Terhadap Pembusuan Bandeng *Chanos chanos* Umpan**. Prosiding Konferensi Akuakultur 2006: 45-49.

Wurts, A.W. 2006. **Pure Oxygen and Live Fish Transport**. Kentucky State University Cooperative Extension Program.

Zhang, Z and P. Perschbacher. 2003. **Comparison of The Zeolit Sodium Chabazite and Active Chorcoal for Amonia Control in Sealed Container**. Asian Fisheries Science 16: 141-145.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data penelitian

a. Data awal penelitian

- Suhu : 25 °C
- Oksigen terlarut (DO) : 5,8 ppm
- pH : 6,14
- NH₃ : 0,14 ppm

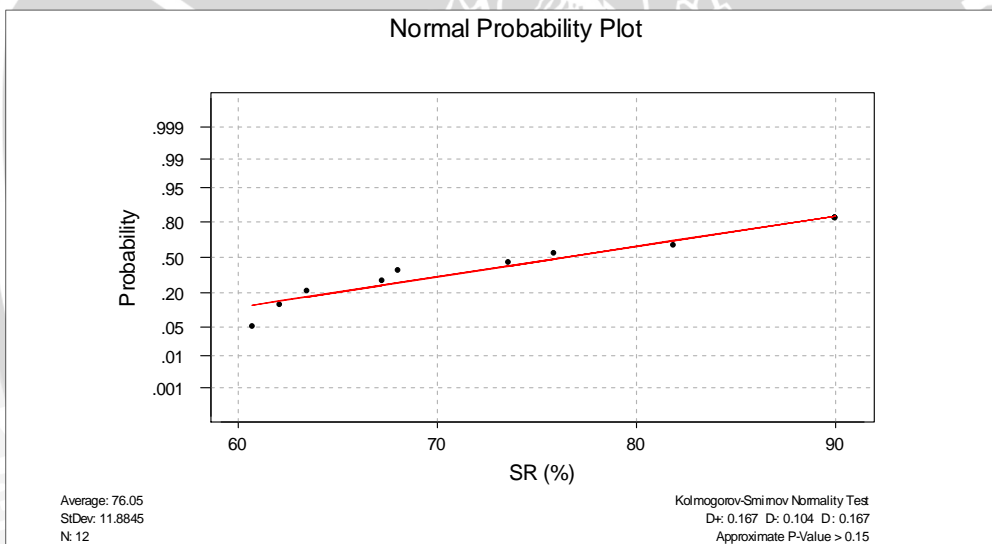
b. Data akhir penelitian

Parameter	K (0 g/L)			A (10 g/L)			B (20 g/L)			C (30 g/L)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
T °C	24,5	24,7	24,5	24,5	24,3	24,5	24,6	24,5	24,6	24,7	24,6	24,4
DO (ppm)	4,6	4,4	4,7	4,7	4,8	4,7	4,6	4,7	4,6	4,4	4,6	4,7
pH	5,78	5,31	5,78	5,80	5,92	5,86	5,71	5,86	5,76	5,67	5,75	5,87
NH ₃ (ppm)	0,74	0,73	0,76	0,54	0,46	0,36	0,69	0,63	0,36	0,64	0,73	0,75
SR (%)	94	76	78	100	100	98	92	100	100	86	82	84

Lampiran 2. Analisa Kelulushidupan (%)

Perlakuan	Ulangan	Kelulushidupan (%)	Hasil Transformasi (Arcsin $\sqrt{\%}$)
K (0 g/L)	1	94	75,82
	2	76	60,67
	3	78	62,02
A (10 g/L)	1	100	90
	2	100	90
	3	98	81,86
B (20 g/L)	1	92	73,57
	2	100	90
	3	100	90
C (30 g/L)	1	86	68,02
	2	82	64,89
	3	84	66,42

Hasil Uji Normalitas Kolmogorof-Smirnov ($p > 0,05$) Kelulushidupan (%)



Lampiran 2. Lanjutan

Perhitungan Statistik Kelulushidupan (Arcsin $\sqrt{\%}$)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	STDEV
	1	2	3			
K (0 g/L)	75,82	60,67	62,02	198,51	66,17	8,38
A (10 g/L)	90	90	81,86	261,86	87,29	4,70
B (20 g/L)	73,57	90	90	253,57	84,52	9,49
C (30 g/L)	68,02	64,89	66,42	199,33	66,44	1,57
Total				913,27		

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{913,27^2}{12}$$

$$= 69505,17$$

$$\text{JK Total} = K1^2 + K2^2 + K3^2 + \dots + C3^2 - FK$$

$$= 75,82^2 + 60,67^2 + 62,02^2 + \dots + 66,42^2 - 69505,17$$

$$= 1533,481$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{(\sum K)^2}{r} + \frac{(\sum A)^2}{r} + \frac{(\sum B)^2}{r} + \frac{(\sum C)^2}{r} - FK$$

$$= \frac{(198,51)^2}{3} + \frac{(261,86)^2}{3} + \frac{(253,57)^2}{3} + \frac{(199,33)^2}{3} - 69505,17$$

$$= 1163,850$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 1533,481 - 1163,850$$

$$= 369,631$$

Tabel sidik ragam

Sbr Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	1163,850	387,950	8,396**	4,05	7,59
Acak	8	369,631	46,204			
Total	11	1533,481				

Keterangan : (**) Berbeda sangat nyata

Lampiran 2. Lanjutan

Uji Beda Nyata Terkecil :

$$\begin{aligned} \text{SED} &= \sqrt{\frac{2KTA_{cak}}{3}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 46,948}{3}} \\ &= 5,594 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 5\%} &= t \text{ tabel 5\% (db acak) } \times \text{SED} \\ &= 2,306 \times 5,594 \\ &= 12,90 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 1\%} &= t \text{ tabel 1\% (db acak) } \times \text{SED} \\ &= 3,355 \times 5,594 \\ &= 18,77 \end{aligned}$$

Tabel Uji Beda Nyata (BNT) (Arcsin $\sqrt{\%}$)

Rata-rata perlakuan	K (66,17)	C (66,44)	B (84,52)	A (87,29)	Notasi
K (66,17)	-	-	-	-	a
C (66,44)	0,27 ^{ns}	-	-	-	a
B (84,52)	18,35*	18,08*	-	-	b
A (87,29)	21,12**	20,85**	2,77 ^{ns}	-	b

Keterangan : (ns) = Tidak berbeda nyata
 (*) = Berbeda nyata
 (**) = Berbeda sangat nyata

Tabel Polinomial Ortogonal Kelulushidupan (%)

Perlakuan	Data (Ti)	Regresi linear	Regresi kuadratik	Regresi kubik
K	248	-3	1	-1
A	298	-1	-1	3
B	292	1	-1	-3
C	252	3	1	1
Q= $\sum C_i T_i$		3	-91	21
Kr= $\sum (C_i)^2 r$		60	12	60
JK=Q ² /Kr		0,600	675,000	8,067

Lampiran 2. Lanjutan

Tabel Sidik Ragam Regresi

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	3	683,667	232,528			
-Linear	1	0,600	0,600	0,019 ^{ns}	5,32	11,26
-Kuadrat	1	675,000	675,000	21,774 ^{**}		
-Kubik	1	8,067	8,067	0,260 ^{ns}		
Acak	8	248	31			
Total	11					

Keterangan : (ns) = Tidak berbeda nyata
 (**) = Berbeda sangat nyata

$$R^2 = \frac{JK_{kuadrat}}{JK_{kuadrat} + JK_{acak}}$$

$$= \frac{675}{675 + 248}$$

$$R^2 = 0,731$$

$$r = \sqrt{0,731} = 0,855$$

Persamaan regresi kuadrat : $Y = bo + b_1X + b_2X^2$

Utuk mencari persamaan ini digunakan transformasi

$$U_j = \frac{X_j - \bar{X}}{d}, \text{ dimana } \bar{X} = \frac{\text{dosis karbon aktif}}{\text{banyaknya perlakuan}}$$

$$\bar{X} = \frac{0 + 10 + 20 + 30}{4} = 15$$

d adalah selang perlakuan, maka nilai $d = 10$

$$\text{Perhitungan Persamaan Regresi} \rightarrow U_j = \frac{X_j - \bar{X}}{d} \quad U_j = \frac{X_j - 15}{10}$$

Perhitungan regresi kuadrat

Perlakuan	K	A	B	C	Total
X_j	0	10	20	30	60
U_j	-1,5	-0,5	0,5	1,5	0
U_j^2	2,25	0,25	0,25	2,25	5
U_j^4	5,0625	0,0625	0,0625	5,0625	10,25
Y_{ij}	248	298	292	252	1090
$U_j Y_{ij}$	-372	-149	146	378	3
$U_j^2 Y_{ij}$	558	74,5	73	567	1272,5

Lampiran 2. Lanjutan

$$\sum U_j Y_{ij} = b_1 \times r \times \sum U_j^2$$

$$b_1 = \frac{\sum U_j \cdot Y_{ij}}{r \times \sum U_j^2}$$
$$= \frac{3}{3 \times 5} = 0,2$$

$$\sum Y_{ij} = b_0 \times n + b_2 \times r \times \sum U_{ij}^2 \dots\dots 2)$$

$$\sum U_j^2 Y_{ij} = b_0 \times r \times \sum U_j^2 + b_2 \times r \times \sum U_j^4 \dots\dots 3)$$

$$1089 = b_0 \times 12 + b^2 \times 3 \times 5 \quad \times 5 \rightarrow 5445 = 60b_0 + 75b_2$$

$$1270,25 = b_0 \times 3 \times 5 + b^2 \times 3 \times 10,25 \quad \times 4 \rightarrow 5081 = 60b_0 + 123b_2 \quad -$$

$$364 = -48b_2$$

$$b_2 = -7,583$$

b_2 disubstitusikan ke persamaan 2), didapatkan :

$$1089 = b_0 \times 12 + b_2 \times 3 \times 5$$

$$1089 = 12b_0 + (-7,583) \times 3 \times 5$$

$$1089 = 12b_0 + (-113,745)$$

$$12b_0 = 1089 + 113,745$$

$$b_0 = 100,223$$

Sehingga didapatkan persamaan :

$$Y = 100,223 + 0,2U_j - 7,583U_j^2 \dots\dots 4)$$

Dari persamaan 1) dan 4) didapatkan :

$$Y = 100,223 + 0,2U_j - 7,583U_j^2 \dots\dots 4)$$

$$Y = 100,223 + 0,2((X - 15)/10) - 7,583 ((X - 15)/10)^2$$

$$Y = 100,223 + 0,2 [(X - 15)/10] - 7,583 [(X^2 - 30X + 225)/100]$$

$$Y = 100,223 + (0,2X - 3/10) + (-7,583X^2 + 227,49X - 1706,175/100)$$

Lampiran 2. Lanjutan

$$Y = 100,223 + 0,02X - 0,3 - 0,0758X^2 + 2,275X - 17,062$$

$$Y = 82,861 + 2,295X - 0,0758X^2$$

Sehingga untuk perlakuan :

$$X = 0 \text{ maka } Y = 82,861$$

$$X = 10 \text{ maka } Y = 97,961$$

$$X = 20 \text{ maka } Y = 98,441$$

$$X = 30 \text{ maka } Y = 83,491$$

Selanjutnya mencari titik puncak

$$Y = 82,861 + 2,295X - 0,0758X^2$$

$$Y' = 2,295 - 0,151X$$

$$0 = 2,295 - 0,151X \longrightarrow X = \frac{2,285}{0,151}$$

$$X = 15$$

$$Y = 82,861 + 2,295X - 0,0758X^2$$

$$Y = 82,861 + 2,295(15) - 0,0758(15)^2$$

$$Y = 100,231 \%$$

$$Y = 100 \%$$

Dari nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa titik maksimum pada dosis 15 g/L dengan kelulushidupan 100%.

Lampiran 3. Perhitungan Statistik nilai akhir suhu (°C)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	STDEV
	1	2	3			
K (0 g/L)	24,5	24,7	24,5	73,70	24,57	0,12
A (10 g/L)	24,5	24,3	24,5	73,30	24,43	0,12
B (20 g/L)	24,6	24,5	24,6	73,70	24,57	0,06
C (30 g/L)	24,7	24,6	24,4	73,70	24,57	0,15
Total				294,40		

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{294,40^2}{12}$$

$$= 7222,61$$

$$\text{JK Total} = K1^2 + K2^2 + K3^2 + \dots + C3^2 - FK$$

$$= 24,5^2 + 24,7^2 + 24,5^2 + \dots + 24,4^2 - 7222,61$$

$$= 0,147$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{(\sum K)^2}{r} + \frac{(\sum A)^2}{r} + \frac{(\sum B)^2}{r} + \frac{(\sum C)^2}{r} - FK$$

$$= \frac{(73,30)^2}{3} + \frac{(73,70)^2}{3} + \frac{(73,70)^2}{3} + \frac{(73,70)^2}{3} - 7222,61$$

$$= 0,040$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 0,147 - 0,040$$

$$= 0,107$$

Tabel sidik ragam

Sbr Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,040	0,013	1,000 ^{ns}	4,05	7,59
Acak	8	0,107	0,013			
Total	11	0,147				

Keterangan : (ns) Tidak berbeda nyata

Lampiran 4. Perhitungan Statistik nilai akhir Oksigen terlarut (DO) ppm

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	STDEV
	1	2	3			
K (0 g/L)	4,6	4,4	4,7	13,70	4,57	0,15
A (10 g/L)	4,7	4,8	4,7	14,20	4,73	0,06
B (20 g/L)	4,6	4,7	4,6	13,90	4,63	0,06
C (30 g/L)	4,4	4,6	4,7	13,70	4,57	0,15
Total				55,50		

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{55,50^2}{12}$$

$$= 256,69$$

$$\text{JK Total} = K1^2 + K2^2 + K3^2 + \dots + C3^2 - FK$$

$$= 4,6^2 + 4,4^2 + 4,7^2 + \dots + 4,7^2 - 256,59$$

$$= 0,162$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{(\sum K)^2}{r} + \frac{(\sum A)^2}{r} + \frac{(\sum B)^2}{r} + \frac{(\sum C)^2}{r} - FK$$

$$= \frac{(13,70)^2}{3} + \frac{(14,20)^2}{3} + \frac{(13,90)^2}{3} + \frac{(13,70)^2}{3} - 256,69$$

$$= 0,056$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 0,162 - 0,056$$

$$= 0,107$$

Tabel sidik ragam

Sbr Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,056	0,019	1,396 ^{ns}	4,07	7,59
Acak	8	0,107	0,013			
Total	11	0,162				

Keterangan : (ns) Tidak berbeda nyata

Lampiran 5. Perhitungan Statistik nilai akhir pH

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	STDEV
	1	2	3			
K (0 g/L)	5,78	5,31	5,78	16,87	5,62	0,27
A (10 g/L)	5,8	5,92	5,86	17,58	5,86	0,06
B (20 g/L)	5,71	5,86	5,76	17,33	5,78	0,08
C (30 g/L)	5,67	5,75	5,87	17,29	5,76	0,10
Total				69,07		

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{69,07^2}{12}$$

$$= 397,56$$

$$\text{JK Total} = K1^2 + K2^2 + K3^2 + \dots + C3^2 - FK$$

$$= 5,78^2 + 5,31^2 + 5,78^2 + \dots + 5,87^2 - 397,56$$

$$= 0,273$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{(\sum K)^2}{r} + \frac{(\sum A)^2}{r} + \frac{(\sum B)^2}{r} + \frac{(\sum C)^2}{r} - FK$$

$$= \frac{(16,87)^2}{3} + \frac{(17,58)^2}{3} + \frac{(17,33)^2}{3} + \frac{(17,29)^2}{3} - 397,56$$

$$= 0,087$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 0,273 - 0,087$$

$$= 0,186$$

Tabel sidik ragam

Sbr Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,087	0,029	1,240 ^{ns}	4,07	7,59
Acak	8	0,186	0,023			
Total	11	0,273				

Keterangan : (ns) Tidak berbeda nyata

Lampiran 6. Perhitungan Statistik nilai akhir amonia (NH₃) ppm

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	STDEV
	1	2	3			
K (0 g/L)	0,74	0,73	0,76	2,23	0,74	0,02
A (10 g/L)	0,54	0,46	0,36	1,36	0,45	0,09
B (20 g/L)	0,69	0,63	0,36	1,68	0,56	0,18
C (30 g/L)	0,64	0,73	0,75	2,12	0,71	0,06
Total				7,39		

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{7,39^2}{12}$$

$$= 4,55$$

$$\text{JK Total} = K1^2 + K2^2 + K3^2 + \dots + C3^2 - FK$$

$$= 0,74^2 + 0,73^2 + 0,76^2 + \dots + 0,75^2 - 4,55$$

$$= 0,247$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{(\sum K)^2}{r} + \frac{(\sum A)^2}{r} + \frac{(\sum B)^2}{r} + \frac{(\sum C)^2}{r} - FK$$

$$= \frac{(2,23)^2}{3} + \frac{(1,36)^2}{3} + \frac{(1,68)^2}{3} + \frac{(2,12)^2}{3} - 4,55$$

$$= 0,162$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 0,247 - 0,162$$

$$= 0,085$$

Tabel sidik ragam

Sbr Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,162	0,054	5,061*	4,07	7,59
Acak	8	0,085	0,011			
Total	11	0,247				

Keterangan : (*) Berbeda nyata

Lampiran 6. Lanjutan

Uji Beda Nyata Terkecil :

$$SED = \sqrt{\frac{2KTA_{acak}}{3}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 0,011}{3}}$$

$$= 0,085$$

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

$$= 2,306 \times 0,085$$

$$= 0,197$$

$$BNT 1\% = t \text{ tabel } 1\% (\text{db acak}) \times SED$$

$$= 3,355 \times 0,085$$

$$= 0,286$$

Tabel Uji Beda Nyata (BNT)

Rata-rata perlakuan	A (0,45)	B (0,56)	C (0,71)	K (0,74)	Notasi
A (0,45)	-	-	-	-	a
B (0,56)	0,11 ^{ns}	-	-	-	ab
C (0,71)	0,26*	0,15 ^{ns}	-	-	b
K (0,74)	0,29**	0,18 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-	b

Keterangan : (ns) = Tidak berbeda nyata

(*) = Berbeda nyata

(**) = Berbeda sangat nyata

Tabel Polinomial Ortogonal

Perlakuan	Data (Ti)	Regresi linear	Regresi kuadratik	Regresi kubik
K	2,23	-3	1	-1
A	1,36	-1	-1	3
B	1,68	1	-1	-3
C	2,12	3	1	1
$Q = \sum C_i T_i$		-0,01	1,31	-1,07
$Kr = \sum (C_i^2) r$		60	12	60
$JK = Q^2 / Kr$		0,00	0,14	0,02

Lampiran 6. Lanjutan

Tabel Sidik Ragam Regresi

Sumber keragam	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	3	0,162	0,054			
-Linear	1	0,0000017	0,0000017	0,00016 ^{ns}	5,32	11,26
-Kuadratik	1	0,14	0,140	13,176 ^{**}		
-Kubik	1	0,02	0,020	1,882 ^{ns}		
Acak	8	0,085	0,011			
Total	11					

Keterangan : (ns) = Tidak berbeda nyata
 (**) = Berbeda sangat nyata

$$R^2 = \frac{JK_{kuadratik}}{JK_{kuadratik} + JK_{Acak}}$$

$$= \frac{0,14}{0,14 + 0,085}$$

$$R^2 = 0,622$$

$$r = \sqrt{0,622} = 0,789$$

Persamaan regresi kuadratik : $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$

Utuk mencari persamaan ini digunakan transformasi

$$U_j = \frac{X_j - \bar{X}}{d}, \text{ dimana } \bar{X} = \frac{\text{dosis karbon aktif}}{\text{banyaknya perlakuan}}$$

$$\bar{X} = \frac{0+10+20+30}{4} = 15$$

d adalah selang perlakuan, maka nilai $d = 10$.

Perhitungan Persamaan Regresi $\rightarrow U_j = \frac{X_j - \bar{X}}{d}$ $U_j = \frac{X_j - 15}{10}$

Perhitungan regresi kuadratik

Perlakuan	K	A	B	C	Total
X_j	0	10	20	30	60
U_j	-1,5	-0,5	0,5	1,5	0
U_j^2	2,25	0,25	0,25	2,25	5
U_j^4	5,0625	0,0625	0,0625	5,0625	10,25
Y_{ij}	2,23	1,36	1,68	2,12	7,39
$U_j Y_{ij}$	-3,345	-0,68	0,84	3,18	-0,005
$U_j^2 Y_{ij}$	5,0175	0,34	0,42	4,77	10,5475

Lampiran 6. Lanjutan

$$\sum U_j Y_{ij} = b_1 \times r \times \sum U_j^2$$

$$b_1 = \frac{\sum U_j \cdot Y_{ij}}{r \times \sum U_j^2}$$

$$= \frac{-0,005}{3 \times 5} = -0,00033$$

$$\sum Y_{ij} = b_0 \times n + b_2 \times r \times \sum U_{ij}^2 \dots\dots 2)$$

$$\sum U_j^2 Y_{ij} = b_0 \times r \times \sum U_j^2 + b_2 \times r \times \sum U_j^4 \dots\dots 3)$$

$$7,39 = b_0 \times 12 + b_2 \times 3 \times 5 \quad \times 5 \rightarrow 36,95 = 60b_0 + 75b_2$$

$$10,5475 = b_0 \times 3 \times 5 + b_2 \times 3 \times 10,25 \quad \times 4 \rightarrow 42,19 = 60b_0 + 123b_2 \quad _$$

$$-5,24 = -48b_2$$

$$b_2 = 0,109$$

b_2 disubstitusikan ke persamaan 2), didapatkan :

$$7,39 = b_0 \times 12 + b_2 \times 3 \times 5$$

$$7,39 = 12b_0 + (0,109) \times 3 \times 5$$

$$7,39 = 12b_0 + 1,637$$

$$12b_0 = 7,39 - 1,637$$

$$b_0 = 0,47$$

Sehingga didapatkan persamaan :

$$Y = 0,47 - 0,00033 U_j + 0,109 U_j^2 \dots\dots 4)$$

Dari persamaan 1) dan 4) didapatkan :

$$Y = 0,47 - 0,00033 U_j + 0,109 U_j^2 \dots\dots 4)$$

$$Y = 0,47 - 0,00033 ((X - 15)/10) + 0,109 ((X - 15)/10)^2$$

$$Y = 0,47 - 0,00033 [(X - 15)/10] + 0,109 [(X^2 - 30X + 225)/100]$$

$$Y = 0,47 - (0,00033X + 0,00495/10) + (0,109 X^2 - 3,27X + 24,525/100)$$

Lampiran 6. Lanjutan

$$Y = 0,47 - 0,000033X + 0,000495 + 0,00109X^2 - 0,0327X + 0,245$$

$$Y = 0,71 - 0,0327X + 0,00109X^2$$

Sehingga untuk perlakuan :

$$X = 0 \text{ maka } Y = 0,71$$

$$X = 10 \text{ maka } Y = 0,495$$

$$X = 20 \text{ maka } Y = 0,497$$

$$X = 30 \text{ maka } Y = 0,70$$

Selanjutnya mencari titik puncak

$$Y = 0,71 - 0,0327X + 0,00109X^2$$

$$Y' = 0,0327 + 0,00218X$$

$$0 = 0,0327 + 0,00218X \longrightarrow X = \frac{0,0327}{0,00218}$$

$$X = 15$$

$$Y = 0,71 - 0,0327X + 0,00109X^2$$

$$Y = 0,71 - 0,0327(15) + 0,00109(15)^2$$

$$Y = 0,45$$

Dari nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa titik minimum pada dosis 15 g/L dengan kandungan amonia 0,45 ppm.