

**PENGARUH PEMBERIAN ZEOLIT DENGAN DOSIS BERBEDA
TERHADAP KUALITAS AIR DAN TINGKAT KELULUSHIDUPAN BENIH
IKAN KOI (*Cyprinus carpio*) PADA PENGANGKUTAN SISTEM TERTUTUP**

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

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Oleh :

**NURVA FAJRIN
NIM. 0610850056**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2010

**PENGARUH PEMBERIAN ZEOLIT DENGAN DOSIS BERBEDA
TERHADAP KUALITAS AIR DAN TINGKAT KELULUSHIDUPAN BENIH
IKAN KOI (*Cyprinus carpio*) PADA PENGANGKUTAN SISTEM TERTUTUP**

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

Oleh :

**NURVA FAJRIN
NIM. 0610850056**

DOSEN PENGUJI I

(Ir. MAHENO SRI WIDODO, MS)

NIP. 19600425 198503 1 002

TANGGAL :

DOSEN PENGUJI II

(Ir. PRAPTI SUNARMI)

NIP. 19520131 198003 2 001

TANGGAL :

MENYETUJUI,

DOSEN PEMBIMBING I

(Ir. PURWOHADIJANTO)

NIP. 19480920 198103 1 001

TANGGAL :

DOSEN PEMBIMBING II

(YUNITA MAIMUNAH, S.Pi, M.Sc)

NIP. 19780625 200501 2 002

TANGGAL :

MENGETAHUI,

KETUA JURUSAN

(Dr. Ir. HAPPY NURSYAM, MS)

NIP. 19600322 198601 1 001

TANGGAL :

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
Jl. Veteran Telp.(0341) 5553512, 551611 Psw. 215, 216 Fax. (0341) 557837
Malang-65145**

LEMBAR REVISI LAPORAN SKRIPSI

NAMA : NURVA FAJRIN
NIM : 0610850056
PROG. STUDI : BUDIDAYA PERAIRAN
JUDUL : PENGARUH PEMBERIAN ZEOLIT DENGAN DOSIS BERBEDA
TERHADAP KUALITAS AIR DAN TINGKAT KELULUSHIDUPAN
BENIH IKAN KOI (*Cyprinus carpio*) PADA PENGANGKUTAN
SISTEM TERTUTUP

Halaman	Materi yang direvisi	Keterangan
iii	Daftar isi	Sudah diperbaiki
semua	Melengkapi isi laporan	Sudah diperbaiki
semua	Konsistensi penulisan	Sudah diperbaiki
51	Kesimpulan dan saran	Sudah diperbaiki
35 dan 57	Data kelulushidupan tidak di transformasi arscin	Sudah diperbaiki
36, 41,58 dan 62	Perbaikan pembacaan notasi	Sudah diperbaiki

Dosen Penguji I

Mengetahui, 12 Desember 2010
Dosen Pembimbing I

Ir. MAHENO SRI WIDODO, MS
NIP. 19600425 198503 1 002

Ir. PURWOHADIJANTO
NIP. 19480920 198103 1 001

Dosen Penguji II

Dosen Pembimbing II

Ir. PRAPTI SUNARMI
NIP. 19520131 198003 2 001

YUNITA MAIMUNAH, S.Pi, M.Sc
NIP. 19780625 200501 2 002

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**
Jl. Veteran Telp.(0341) 5553512, 551611 Psw. 215, 216 Fax. (0341) 557837
Malang-65145



KATA PENGANTAR

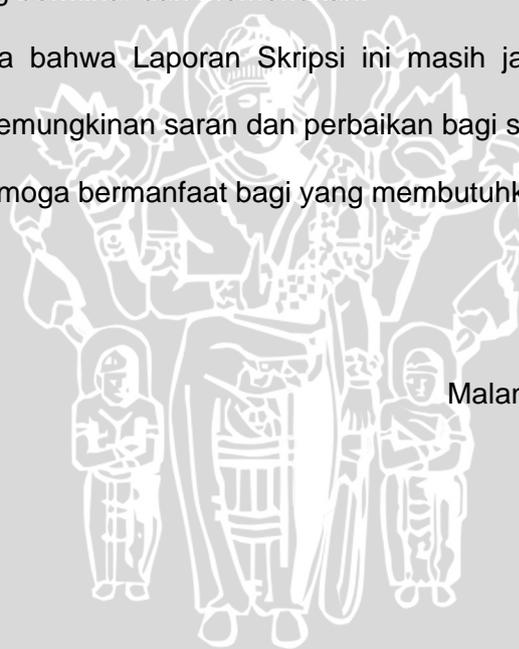
Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang dengan Rahmat dan Hidayah-nya penulisan Laporan Skripsi ini dapat terselesaikan. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Laporan Skripsi ini disusun berdasarkan Pedoman Penulisan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang tahun 2008.

Semoga karya tulis ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi semua pihak yang berminat dan memerlukan.

Penulis merasa bahwa Laporan Skripsi ini masih jauh dari sempurna maka tidak menutup kemungkinan saran dan perbaikan bagi semua pihak sangat saya harapkan dan semoga bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, November 2010



RINGKASAN

NURVA FAJRIN. Skripsi tentang pengaruh pemberian zeolit dengan dosis berbeda terhadap kualitas air dan tingkat kelulushidupan benih ikan koi (*Cyprinus carpio*) pada pengangkutan sistem tertutup (di bawah bimbingan **Ir. PURWOHADIJANTO dan YUNITA MAIMUNAH, S.Pi, M.Sc**)

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.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dosis zeolit yang paling baik dalam meningkatkan tingkat kelulushidupan pada pengangkutan benih ikan koi (*Cyprinus carpio*) secara tertutup, serta untuk mengetahui pengaruh zeolit terhadap kualitas air terutama pada penurunan kandungan amonia.

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 zeolit 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/Survival Rate (SR) dan amonia, sedangkan parameter penunjangnya yaitu parameter kualitas air (suhu, DO dan pH).

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan pemberian zeolit yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata pada masing-masing perlakuan. Dari hasil penelitian diperoleh data kelulushidupan pada pengangkutan benih ikan koi, dosis 0 g/L sebesar 88,66%, dosis 10 g/L sebesar 95,33%, dosis 20 g/L sebesar 96,00% dan dosis 30 g/L sebesar 97,33%. Dalam menurunkan kandungan amonia, dosis 30 g/L sebesar 0,47 ppm, dosis 20 g/L sebesar 0,60 ppm, dosis 10 g/L sebesar 0,63 ppm dan dosis 0 g/L sebesar 0,70 ppm.

Dari hasil penelitian diperoleh data pengukuran parameter kualitas air yaitu suhu 24,43 °C-24,63 °C, pH 5,74-5,77 dan oksigen terlarut 5,23-5,37 ppm, dapat dikatakan bahwa penggunaan kualitas air pada saat penelitian dalam kisaran normal.

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu pemberian dosis zeolit sebanyak 30 g/L merupakan perlakuan yang paling baik dalam meningkatkan kelulushidupan dan menurunkan kadar amonia pada pengangkutan ikan secara tertutup selama 24 jam.

Dari penelitian ini disarankan agar pada saat pengangkutan ikan secara tertutup diberikan perlakuan dosis zeolit sebanyak 30 g/L dan pemberian es batu untuk menstabilkan suhu dalam ruangan pada saat pengangkutan serta penambahan oksigen untuk mencegah terjadinya penurunan oksigen selama waktu pengangkutan.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kegunaan Penelitian	4
1.5 Hipotesis	4
1.6 Tempat dan Waktu Penelitian	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Biologi Ikan Koi (<i>Cyprinus carpio</i>)	6
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	6
2.1.2 Habitat dan Perkembangbiakan	7
2.2 Daerah Asal dan Penyebaran	9
2.3 Makanan dan Kebiasaan Makan	9
2.4 Kualitas Air	9
2.4.1 Suhu	10
2.4.2 Oksigen Terlarut (DO)	11
2.4.3 Derajat Keasaman (pH)	12
2.4.4 Amonia	13
2.5 Kelulushidupan	14
2.6 Zeolit	15
2.7 Pengangkutan Ikan	21

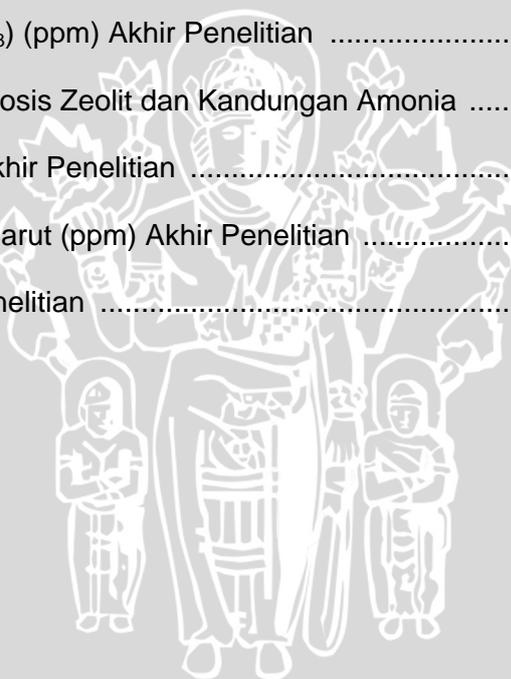
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	
3.1 Materi Penelitian	24
3.1.1 Peralatan Penelitian	24
3.1.2 Bahan Penelitian	24
3.2 Metode dan Rancangan Penelitian	24
3.2.1 Metode Penelitian	24
3.2.2 Rancangan Penelitian	25
3.3 Prosedur Penelitian	26
3.3.1 Persiapan Penelitian	26
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian	26
3.4 Parameter Uji	27
3.4.1 Parameter Utama	27
3.4.2 Parameter Penunjang	28
3.5 Prosedur Pengukuran Kualitas Air	28
3.5.1 Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	28
3.5.2 Derajat Keasaman (pH)	28
3.5.3 Oksigen Terlarut (DO)	29
3.5.4 Amonia (NH_3)	29
3.6 Analisa Data	30
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Kelulushidupan/ <i>Survival Rate</i> (SR) (%)	35
4.2 Amonia	40
4.3 Kualitas Air	46
4.2.1 Suhu	46
4.2.2 Oksigen Terlarut (DO)	48
4.2.3 Derajat Keasaman (pH)	49
5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	56

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Suhu dan oksigen terlarut didalam wadah pengangkutan.....	12
2. Kepadatan ikan sesuai ukuran dan lamanya pengangkutan	22
3. Bahan kimia yang digunakan pada pengangkutan ikan hias	23
4. Analisa Data	30
5. Sidik Ragam	31
6. BNT Perlakuan	32
7. Polinomial Ortogonal	33
8. Analisa Sidik Ragam Regresi	33
9. Data Kelulushidupan/ <i>Survival Rate</i> (SR) (%) Akhir Penelitian.....	35
10. Daftar Sidik Ragam Kelulushidupan/ <i>Survival Rate</i> (SR) (%)	36
11. Daftar Uji BNT Kelulushidupan/ <i>Survival Rate</i> (SR) (%)	36
12. Data Pengukuran Amonia Akhir Penelitian	40
13. Daftar Sidik Ragam Amonia (NH ₃)	41
14. Daftar Uji BNT Amonia (NH ₃)	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan koi (<i>Cyprinus carpio</i>)	6
2. Zeolit	15
3. Tetrahedra alumina dan silika (TO_4) pada struktur zeolit	19
4. Denah percobaan	26
5. Grafik Kelulushidupan/ <i>Survival Rate</i> (%) Akhir Penelitian	37
6. Grafik Hubungan Dosis Zeolit dan Tingkat Kelulushidupan (SR) Benih Ikan Koi.....	38
7. Grafik Amonia (NH_3) (ppm) Akhir Penelitian	42
8. Grafik Hubungan Dosis Zeolit dan Kandungan Amonia	43
9. Grafik Suhu ($^{\circ}C$) Akhir Penelitian	47
10. Grafik Oksigen Terlarut (ppm) Akhir Penelitian	48
11. Grafik pH Akhir Penelitian	50



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Penelitian	56
2. Perhitungan Data Kelulushidupan/Survival Rate (%) Akhir Penelitian	57
3. Perhitungan Data Amonia (NH ₃) (ppm) Akhir Penelitian	61
4. Perhitungan Data Suhu (°C) Akhir Penelitian	65
5. Perhitungan Data Oksigen Terlarut (DO) (ppm) Akhir Penelitian	67
6. Perhitungan Data Derajat Keasaman (pH) Akhir Penelitian	69
7. Alat dan Bahan Penelitian	71



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia yang terletak pada daerah tropis menyimpan keragaman hayati tinggi, termasuk keragaman ikan hias air tawar. Komoditas ikan hias air tawar merupakan salah satu komoditas unggulan yang banyak diminati masyarakat. Salah satu komoditas unggulan yang hingga saat ini masih diminati adalah ikan koi (*Cyprinus carpio*). Ikan koi memiliki ciri khas warna yang menarik serta variasi jenis yang beranekaragam. Secara garis besar ikan koi diklasifikasikan dalam 13 kategori yaitu Kohaku, Sanke, Showa, Bekko, Utsurimono, Asagi, Shusui, Tancho, Hikari, Koromo, Ogon, Kinginrin, dan Kawarimono. Ikan koi termasuk jenis ikan hias air tawar bernilai ekonomis tinggi, baik di pasaran nasional maupun internasional (Firdaus, 2010).

Di Indonesia, koi bukan merupakan jenis ikan hias baru. Dulu koi kalah populer dibanding maskoki. Koi (*Cyprinus carpio*) termasuk famili *Cyprinidae*. Koi memiliki kumis dimulutnya, sedangkan maskoki tidak berkumis. Koi juga sepintas mirip dengan ikan mas. Proses budidaya, baik pembenihan maupun pembesaran juga hampir sama. Perbedaan terletak pada seleksi dan pemberian pakan. Sejak tahun 1975, koi sudah dikenal sebagai ikan hias yang diusahakan oleh para petani ikan mas di Cisaat, Sukabumi, Jawa Barat. Hanya saja, koi merupakan ikan seleksi dari ikan mas yang dipakai untuk lauk. Sejalan dengan perkembangan zaman, kini sudah banyak anggota masyarakat yang secara khusus membudidayakan koi dan tidak lagi didominasi oleh petani ikan di salah satu wilayah, tetapi sudah menyebar ke seluruh wilayah (Susanto, 2008).

Keragaman jenis dan warna, memang menjadi daya tarik tersendiri bagi penggemar ikan koi. Nama ikan ini bentuknya serupa ikan mas. Keduanya memang bermoyang satu, yakni ikan karper (*Cyprinus carpio*). Di Jepang, ikan ini dinamakan

nishikigoi (*Cyprinus carpadie*). Artinya, ikan berwarna warni. Koi sendiri artinya ikan karper. Koi sendiri berasal dari bahasa Cina. Kebetulan ini sudah ada sejak 2.500 tahun lalu, pada zaman pemerintahan Raja Shoko dan sampai kini dipakai para penggemarnya di seluruh dunia (Nita, 2010). Keunggulan-keunggulan tersebut menjadikan komoditas ini memiliki prospek usaha yang dapat dikembangkan melalui kegiatan budidaya (Firdaus, 2010).

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 *et al.*, 2001 dalam Slamet *et al.*, 2002).

Penggunaan zeolit untuk pengangkutan ikan tidak berbahaya dibandingkan dengan aditif lain, penggunaan zat sedatif misalnya, pada penggunaan yang terlalu lama akan menyebabkan kematian ikan yang cukup besar. Zeolit sebagian besar adalah zeolit alam yang relatif murah serta mudah didapat sehingga penggunaannya dalam pengangkutan ikan membutuhkan biaya yang lebih murah dibandingkan zat tambahan yang lain. Zeolit sebagai penyerap amonia sangat baik digunakan untuk pengangkutan ikan yang banyak mengeluarkan metabolit (Cole *et al.*, 1999 dalam Suaidi, 2006). Hal ini sesuai dengan pernyataan Nurhasanah

(2010) bahwa penambahan zeolit sebanyak 20g pada pengangkutan ikan Neon tetra selama 96 jam memberikan nilai kelangsungan hidup sebesar 58,06%.

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 pada 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, CO₂ 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 menyetabilkan suhu, penyediaan oksigen murni dan pemberian beberapa bahan kimia.

Amonia merupakan senyawa nitrogen yang mudah larut dalam air dan bersifat basa sehingga dalam air akan membentuk ammonium hidroksida (Sutrisno dan Badrus 2006). Amonia (NH₃) adalah gas beracun yang dapat menyebabkan kematian ikan dan gas ini dihasilkan oleh penguraian metabolit ikan dalam air. Dalam transportasi ikan untuk mengurangi kandungan amonia yang berlebihan dapat digunakan zeolit. Zeolit merupakan mineral yang tersusun dari aluminium silikat dengan beberapa logam alkali dan alkali tanah. Zeolit mampu mengikat gas beracun seperti amonia karena zeolit memiliki rongga-rongga yang berfungsi sebagai penyerap gas (Keni, 1993 dalam Suaidi, 2006). Zeolit akan menghilangkan amonia dan nitrit dari air. Dalam jangka waktu tertentu zeolit akan jenuh dan tidak mampu lagi menyerap amonia tetapi dapat dibersihkan kembali dengan merendam dalam air garam (6 g/L) selama 24 jam dan kemudian digunakan kembali.

Penambahan zeolit ke filter kolam koi akan membantu mengurangi amonia (Anonymous, 2010a).

Berdasarkan hal-hal tersebut maka timbul beberapa pertanyaan yaitu:

1. Apakah penggunaan bahan kimia zeolit dapat berpengaruh terhadap kualitas air dan meningkatkan kelulushidupan benih ikan koi selama pengangkutan ?
2. Berapa dosis zeolit yang paling efisien dalam menurunkan amonia dan meningkatkan kelulushidupan benih ikan koi selama pengangkutan ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui dosis zeolit yang paling baik dalam meningkatkan tingkat kelulushidupan pada pengangkutan benih ikan koi (*Cyprinus carpio*) secara tertutup.
2. Untuk mengetahui pengaruh zeolit terhadap kualitas air terutama pada penurunan kandungan amonia.

1.4 Kegunaan Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bahwa zeolit dapat digunakan untuk meningkatkan kelulushidupan dan menurunkan kandungan amonia dalam pengangkutan ikan koi (*Cyprinus carpio*) dengan sistem tertutup.

1.5 Hipotesis

H_0 : Diduga penggunaan zeolit dengan dosis yang berbeda tidak memberikan pengaruh terhadap kualitas air dan kelulushidupan benih ikan koi (*Cyprinus carpio*) pada pengangkutan sistem tertutup.

H_1 : Diduga penggunaan zeolit dengan dosis yang berbeda akan memberikan pengaruh terhadap kualitas air dan kelulushidupan benih ikan koi (*Cyprinus carpio*) pada pengangkutan sistem tertutup.

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi dan Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, pada tanggal 18-24 September 2010.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Koi (*Cyprinus carpio*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Susanto (2008), koi mempunyai nenek moyang berupa ikan karper hitam, yang secara sistematis dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Superkelas	: Gnathostomata
Kelas	: Osteichthyes
Super ordo	: Teleostei
Ordo	: Ostariophysi
Family	: Cyprinidae
Genus	: <i>Cyprinus</i>
Species	: <i>Cyprinus carpio</i>



Gambar 1. Ikan koi (*Cyprinus carpio*) (Anonymous, 2010b)

Badan koi berbentuk seperti terpedo dengan perangkat gerak berupa sirip. Sirip-sirip yang melengkapi bentuk morfologi koi adalah sebuah sirip punggung, sepasang sirip dada, sepasang sirip perut, sebuah sirip anus, dan sebuah sirip ekor. Pada sisi badan koi, dari pertengahan kepala hingga batang

ekor terdapat gurat sisi (*line lateralis*) yang berguna untuk merasakan getaran suara. Garis ini terbentuk dari urat-urat yang ada di sebelah dalam sisik yang membayang hingga ke sebelah luar. Badan koi tertutup selaput yang terdiri dari dua lapisan. Lapisan pertama terletak di luar, dikenal sebagai lapisan epidermis. Sementara lapisan dalam disebut endodermis. Organ perasa dan sistem saraf mempunyai hubungan yang erat dengan penyusutan dan penyerapan sel-sel warna. Organ ini sangat reaktif dengan cahaya. Tempatnya di antara lapisan epidermis dan urat saraf pada jaringan lemak yang terletak di bawah sisik (Susanto, 2008).

2.1.2 Habitat dan Perkembangbiakan

Ikan koi merupakan hewan yang hidup di daerah beriklim sedang dan hidup pada perairan tawar. Ikan koi bisa hidup pada temperatur 8-30 °C, hanya saja seperti halnya ikan hias umumnya, koi tidak tahan jika mengalami guncangan suhu yang drastis (Anonymous, 2010a).

Koi merupakan hewan yang hidup di daerah yang beriklim sedang pada perairan tawar. Koi bisa hidup pada suhu 28-30 °C, sehingga ikan koi bisa dipelihara di seluruh wilayah Indonesia tanpa kecuali, mulai dari pantai hingga daerah pegunungan. Koi tidak tahan mengalami guncangan suhu drastis. Penurunan suhu hingga 5 °C dalam waktu singkat sudah bisa menyebabkan koi menjadi stres (Susanto, 2008).

Menurut Daelami (2001), pemilihan induk ikan koi yaitu umur minimum untuk induk jantan 8-12 bulan, sedangkan betina, 1,5-2 tahun, organ lengkap dan tidak cacat. Ikan jantan biasanya lebih kecil daripada betina pada umur yang sama, gerakan gesit dan lincah. Pada ikan yang sudah matang kelamin bila perutnya ditekan ke arah anus akan keluar cairan kental berwarna putih. Pada ikan yang telah mencapai kematangan penuh, pada tutup insang terjadi penebalan yang menimbulkan bintik-bintik putih dan kasar. Ikan betina lebih

besar, gerakannya lambat dan jinak. Ikan yang sudah matang kelamin perutnya terlihat menggelembung, terutama ke arah sisi kanan dan kiri. Jika bagian perut yang membuncit itu diraba, akan terasa lembek kalau perut itu berisi telur yang telah masak.

Tempat pemijahan adalah kolam tanah atau bak semen. Kolam tanah seluas 300-500 m², misalnya dapat digunakan untuk tempat pemijahan, penetasan, sekaligus tempat pemeliharaan benih. Bak semen untuk pemijahan minimum berukuran 2 x 3 m dan hanya cukup untuk sepasang koi yang terdiri dari seekor betina berat sekitar 2,5 kg dan 2-3 ekor induk jantan. Pemasukan air ke dalam kolam atau bak selama proses pemijahan mutlak diperlukan. Tempat penempel telur yang paling umum adalah kakaban lebar 40 cm dan panjang 120 cm. Jumlah kakaban disesuaikan dengan ukuran induk betina. Sebagai contoh 4-5 buah kakaban untuk betina yang beratnya 1 kg. Penyediaan kakaban lebih dari itu akan lebih baik karena telur tidak tersebar secara teratur. Dengan memperluas permukaan kakaban berarti memperbesar peluang penyebaran telur lebih merata. Induk yang sudah dipilih dilepaskan dengan perbandingan 1 : 3, yaitu 1 ekor betina dengan 3 ekor jantan. Dari segi berat, perbandingan harus seimbang menjadi 1 : 1 dalam arti 1 ekor betina dengan berat 3 kg, misalnya, jantan pun harus 3 kg beratnya, tetapi mungkin jumlahnya 2-3 ekor. Pelepasan induk dilakukan pada sore hari pukul 16.00-17.00. Pemijahan akan terjadi pada malam hari sampai pagi hari. Telur yang akan dibuahi melekat dengan erat pada tumbuhan air atau kakaban yang tenggelam maupun melayang dalam air. Supaya tidak sia-sia, segera sesudah pemijahan selesai, telur yang telah menempel pada kakaban diangkat kemudian ditetaskan di tempat khusus, sementara induk dipindahkan ke kolam induk semula. Telur akan menetas menjadi larva setelah 2-3 hari tergantung keadaan suhu. Suhu yang optimal untuk penetasan adalah 25-27 °C (Daelami, 2001).

2.2 Daerah Asal dan Penyebaran

Ikan koi berasal dari ikan mas. Ikan ini adalah ikan nasional Negara Jepang yang dianggap sebagai ikan dewa. Di Negara tersebut koi disebut kai yang artinya ikan berwarna. Banyak versi yang berkembang mengenai asal usul koi. Salah satunya berasal dari Persia, lalu dibawa ke Jepang oleh orang Cina melalui daratan Cina dan Korea. Koi dari Jepang pertama kali di ekspor ke San Fransisco, Amerika Serikat (1938). Setelah itu berturut-turut dikirim ke Hawaii (1947), Canada (1949), dan Brazil (1953), sedangkan masuk ke Indonesia diperkirakan tahun 1981-1982 di bawah oleh Hany Moniaga yang tinggal di Cipanas, Cianjur, Jawa Barat. Koi pertama itu panjangnya 90-100 cm, berumur 50-75 tahun. Sejak itu koi populer di Indonesia dan belakangan menjadi buruan hingga saat ini (Buklet, 2010).

2.3 Makanan dan Kebiasaan Makan

Ikan koi merupakan jenis ikan karper, ikan ini terkenal dengan pola makannya yang luar biasa dan termasuk ikan omnivor atau pemakan segala. Makanan ikan koi di alam liar adalah daun-daunan, serangga, cacing dan ganggang air (Herry, 2010). Koi termasuk ikan yang mudah menerima makanan. Koi dapat menerima berbagai jenis makanan, baik berasal dari hewan maupun bahan nabati (tumbuh-tumbuhan). Namun demikian, untuk mendapatkan koi yang sehat dengan warna memikat, perlu diberikan pakan buatan. Pakan buatan ini merupakan campuran berbagai bahan nabati, bahan hewani, dan vitamin (Susanto, 2008).

2.4 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.

2.4.1 Suhu

Suhu di air adalah suatu faktor yang amat penting bagi kehidupan organisme di perairan, karena suhu mempengaruhi baik aktivitas organisme maupun perkembangan dari organisme–organisme tersebut (Evan dan Hutabarat, 1985). 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 (Effendi, 2003).

Menurut Lesmana (2001), pada daerah tropis, suhu dan kualitas airnya sangat stabil disepanjang tahun. Suhu optimal untuk budidaya di daerah tropis berada pada kisaran 22-27 °C, tergantung jenisnya. Ada jenis ikan yang toleransinya ke suhu tinggi sampai 34 °C dan ke suhu rendah sampai 18 °C. Hanya saja adaptasi ke suhu toleransi tersebut harus dilakukan secara perlahan tidak lebih dari 8 °C per hari. Suhu air selama pengangkutan menjadi hal yang penting karena akan mempengaruhi aktivitas ikan selama perjalanan. Suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan ikan bernafas lebih cepat sehingga kebutuhan oksigen pun meningkat. Selain itu, ikan menjadi lekas lelah karena tenaganya terkuras akibat aktivitas. Dengan demikian, proses pengeluaran kotoran menjadi cepat sehingga kualitas air menurun drastis. Padahal, selama pengangkutan tidak dilakukan pergantian air sehingga penurunan kualitas air dapat mengancam keselamatan ikan. 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 20-24 °C (Woynarovich, 1980 dalam Mugis, 2006).

2.4.2 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen yang diperlukan biota air untuk pernapasannya harus terlarut dalam air. Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga bila ketersediaannya di dalam air tidak mencukupi kebutuhan biota budidaya, maka segala aktivitas biota akan terhambat. Menurut Zonneveld dkk. (1991) kebutuhan oksigen pada ikan mempunyai kepentingan pada dua aspek, yaitu kebutuhan lingkungan bagi spesies tertentu dan kebutuhan konsumtif yang tergantung pada metabolisme ikan. Perbedaan kebutuhan oksigen dalam suatu lingkungan bagi ikan dari spesies tertentu disebabkan oleh adanya perbedaan struktur molekul sel darah ikan, yang mempengaruhi hubungan antara tekanan parsial oksigen dalam air (Kordi, 2007).

Menurut Lukito dan Surip (2007), oksigen merupakan zat terpenting bagi organisme untuk bernafas. Keberadaan oksigen ada di udara dan yang terlarut dalam air. Faktor-faktor yang menyebabkan adanya oksigen dalam air adalah sebagai berikut :

1. Pergerakan air di permukaan, menyebabkan difusi udara ke dalam air sehingga dapat memperkaya kandungan oksigen di dalam air.
2. Suhu, semakin tinggi suhu air akan menyebabkan kandungan oksigen yang terlarut menjadi semakin sedikit.
3. Tekanan udara, semakin tinggi suatu wilayah atau daerah dari permukaan air laut, semakin rendah tekanan udaranya dan kandungan oksigen didalam air pun rendah.
4. Tumbuhan air, adanya proses fotosintesis pada tumbuhan air mempengaruhi keberadaan oksigen di dalam air. Pada siang hari, tanaman mengeluarkan oksigen sedangkan pada malam hari mengeluarkan karbondioksida.

Menurut Wurts (2006), suhu dan oksigen terlarut yang tersedia didalam wadah selama pengangkutan agar ikan tetap hidup dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Suhu dan oksigen terlarut di dalam wadah pengangkutan

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

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. Untuk itu konsentrasi oksigen yang baik dalam budidaya adalah antara 5-7 ppm (Kordi, 2007).

2.4.3 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman lebih dikenal dengan istilah pH. pH (singkatan dari *puissance negatif de H*), yaitu logaritma dari kepekatan ion-ion H (hidrogen) yang terlepas dalam suatu cairan (Kordi, 2007).

Nilai pH menyatakan nilai konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan, didefinisikan sebagai logaritma dari resiprokal aktivitas ion hidrogen dan secara matematis dinyatakan sebagai $pH = \log \frac{1}{H^+}$, dimana H^+ adalah banyaknya ion hidrogen dalam mol per liter larutan. Kemampuan air untuk mengikat atau melepas sejumlah ion hidrogen akan menunjukkan apakah larutan tersebut bersifat asam atau basa. Organisme laut dapat hidup dalam suatu perairan yang mempunyai nilai pH netral dengan kisaran toleransi antar asam lemah sampai basa lemah. Nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme laut pada umumnya terdapat antara 7-8,5. Adapun pH dapat diklasifikasikan menjadi 3 yaitu ; asam (3-6,9), netral (7-8,5) dan basa (diatas 8,5) (Barus, 2002).

Untuk Koi, nilai wajar pH adalah antara 7 dan 8, netral sedikit basa. Pada kebanyakan kolam koi, nilai pH jarang berada di bawah 7 (menjadi asam), kecuali terjadi kecelakaan polusi pada kolam tersebut. Sedikit perubahan pada nilai pH adalah wajar dan seharusnya tidak akan menyebabkan masalah pada kolam. Pada kolam yang hijau karena alga nilai pH (7-8) dapat berubah dalam 24 jam. Walaupun terdengar drastis, perubahan sementara ini tidak akan menyebabkan masalah yang serius dikarenakan kemampuan beradaptasi pada keadaan tersebut dan perubahan yang tidak terjadi secara drastis dalam tempo yang singkat (Widjaja, 2010).

2.4.4 Amonia

Amonia merupakan senyawa nitrogen yang mudah larut dalam air dan bersifat basa sehingga dalam air akan membentuk ammonium hidroksida (Sutrisno dan Badrus 2006). Di dalam air amonia terdapat dalam dua bentuk, yaitu NH_4^+ atau biasa disebut *Ionized Ammonia* (IA) yang kurang beracun dan NH_3 atau *Unionized Ammonia* (UIA) yang beracun (Kordi, 2007).

Kadar amonia bebas yang tidak terionisasi (NH_3) pada perairan tawar sebaiknya tidak lebih dari 0,02 mg/L. Jika kadar amonia di perairan lebih dari 0,2 mg/L, perairan bersifat toksik pada beberapa jenis ikan (Sawyer dan McCarty, 1978 dalam Effendi, 2003). Toksisitas amonia dipengaruhi oleh pH yang ditunjukkan dengan kondisi pH rendah akan bersifat racun jika jumlah amonia banyak, sedangkan dengan kondisi pH tinggi hanya dengan jumlah amonia yang sedikit akan bersifat racun (Aria, 2010).

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).

2.5 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, 2008).

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). Selain itu 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 *et al.*, 2001 *dalam* Slamet *et al.*, 2002).

Bahan kimia yang dapat ditambahkan pada pengangkutan sistem tertutup untuk meningkatkan kelulushidupan adalah zeolit. Menurut Nurhasanah (2010), penambahan zeolit sebanyak 20 g dapat meningkatkan kelulushidupan hingga 58,06% pada pengangkutan ikan Neon tetra, sedangkan penambahan 10 g karbon aktif dan 10 g zeolit dapat meningkatkan kelulushidupan hingga 100% dengan waktu pengangkutan 102 jam pada pengangkutan ikan Corydoras (Supriyono *et al.*, 2008).

2.6 Zeolit

Zeolit pertama kali digambarkan sebagai kelompok mineral oleh mineralogi Swedia Baron Axel Cronstedt pada tahun 1756. Kata “zeolit” berasal dari kata Yunani zein yang berarti membuih dan lithos yang berarti batu. Zeolit merupakan hasil tambang yang bersifat lunak dan mudah kering. Warna dari zeolit adalah putih keabu-abuan, putih kehijau-hijauan, atau putih kekuning-kuningan. Ukuran kristal zeolit kebanyakan tidak lebih dari 10–15 mikron (Sutarti, 1994)

Menurut Breck, 1974 dalam Sri Hartutik, dkk. (2010), zeolit merupakan mineral aluminosilikat yang mempunyai struktur yang khas, dalam kristal zeolit terdapat saluran pori-pori dan rongga-rongga yang tersusun secara beraturan serta mempunyai sisi aktif yang mengikat kation yang dapat dipertukarkan. Hal tersebut memungkinkan adanya pertukaran kation Na^+ yang akan digantikan oleh ion amonium karena ion Na^+ ukurannya lebih kecil dibandingkan ion amonium.



Gambar 2. Zeolit (Arifin, 2010)

Zeolit mempunyai struktur pori dengan ukuran tertentu dan luas permukaan yang besar sehingga dapat berfungsi sebagai penyerap dengan selektivitas dan kemampuan penyerapan yang cukup tinggi. Struktur zeolit yang memiliki pori dengan ukuran tertentu menyebabkan molekul-molekul dengan ukuran kecil mampu terserap ke dalam struktur zeolit. Struktur zeolit yang

mempunyai pori dan saluran-saluran biasanya diisi oleh molekul air yang dapat dipertukarkan dengan kation-kation yang sesuai, seperti Ca^{2+} , Na^+ , K^+ dan Mg^{2+} . Molekul air dapat dikeluarkan dari pori zeolit dengan pemanasan. Struktur pori yang ada pada zeolit mampu digunakan untuk memisahkan gas-gas yang berbeda ditinjau dari ukurannya. Selain itu, zeolit mampu digunakan untuk memisahkan senyawa polar dan non-polar berdasarkan muatan yang ada pada permukaan zeolit. Beberapa faktor yang mempengaruhi sifat penyerapan pada padatan zeolit antara lain, rasio Si/Al dalam struktur zeolit, ukuran pori dan volume pori, ukuran dan bentuk dari kerangka serta lorong dari zeolit (Bekcum, 1991 dalam Srihapsari, 2006).

Menurut Sutarti (2004) dalam Rini dan Lingga (2020) karakteristik zeolit meliputi :

- a. Density : 1,1 g/cc
- b. Porositas : 0,31
- c. Volume berpori : 0,28-3 cc/g
- d. Surface area : 1-20 m^2/g
- e. Jari-jari makropori : 30-100 nm
- f. Jari-jari mikropori : 0,5 nm

Karena sifat fisika dan kimia dari zeolit yang unik, zeolit oleh para peneliti dijadikan sebagai mineral serba guna. Sifat-sifat unik tersebut meliputi dehidrasi, adsorben dan penyaring molekul, katalisator dan penukar ion (Evan, 2007).

Zeolit mempunyai sifat-sifat umum antara lain berbentuk kristal yang agak lunak, air kristalnya mudah dilepaskan dengan pemanasan dan mudah menyerap air kembali dari udara (dehidrasi), mudah melakukan pertukaran ion-ion alkali dengan ion-ion lainnya (pertukaran ion), adsorpsi dan katalis. Zeolit mempunyai struktur berongga dan biasanya rongga ini diisi oleh air dan kation dapat dipertukarkan dan memiliki ukuran pori-pori tertentu. Oleh karena itu, zeolit

dapat dimanfaatkan sebagai: penyaring molekular, penukar ion, penyerap bahan dan katalisator (Anshori, 2009).

Menurut Anshori (2009), sifat-sifat zeolit meliputi :

1). Dehidrasi

Sifat dehidrasi akan berpengaruh terhadap sifat adsorpsinya. Zeolit dapat melepaskan molekul air dari rongga permukaan yang menyebabkan medan listrik meluas ke dalam rongga utama dan akan efektif berinteraksi dengan molekul yang akan diadsorpsi. Jumlah molekul air sesuai dengan jumlah pori-pori atau volume ruang hampa yang akan terbentuk bila unit sel kristal zeolit tersebut dipanaskan.

2). Adsorpsi

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air bebas yang berada di sekitar kation. Bila kristal zeolit dipanaskan pada suhu 300-400 °C maka air tersebut akan keluar sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Selektivitas adsorpsi zeolit terhadap ukuran molekul tertentu dapat disesuaikan dengan jalan pertukaran kation, dekationisasi, dealuminasi secara hidrotermal dan perubahan perbandingan kadar Si dan Al.

Ada dua alasan penting yang berhubungan dengan keselektifan dan kapasitas zeolit, yaitu:

1) Zeolit dapat memisahkan molekul-molekul berdasarkan ukuran molekul dan konfigurasi dari molekul relatif terhadap ukuran dan geometri dari struktur zeolit.

2) Zeolit merupakan molekul pengadsorpsi, khususnya terhadap suatu momen dipol permanen dan efek-efek interaksi lainnya dengan keselektifan yang tidak sama dengan adsorben-adsorben lainnya. Jika beberapa molekul memasuki sistem mikropori dari zeolit, maka salah satunya akan ditahan

berdasarkan kepolaran atau efek interaksi lain dari molekul tersebut dengan zeolit. Molekul-molekul polar dan tak jenuh akan diadsorpsi secara selektif.

3) Penukar ion

Ion-ion pada rongga atau kerangka elektrolit berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi bergantung kepada ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Sifat sebagai penukar ion dari zeolit antara lain bergantung kepada kation, suhu dan jenis anion. Penukaran kation dapat menyebabkan perubahan beberapa sifat zeolit seperti stabilitas terhadap panas, sifat adsorpsi dan aktivitas katalitis.

4) Katalis

Sifat khusus dari zeolit yang secara praktis akan menentukan sifat khusus mineral ini adalah adanya ruang kosong yang akan membentuk saluran didalam strukturnya. Bila zeolit digunakan pada proses penyerapan atau katalitis, maka akan terjadi difusi molekul ke dalam ruang bebas di antara kristal. Dengan demikian dimensi serta lokasi saluran sangat penting. Reaksi kimia juga terjadi di permukaan saluran tersebut.

Zeolit mempunyai kemampuan bertindak sebagai katalis untuk suatu reaksi kimia yang terjadi dalam rongga. Zeolit juga dapat bertindak sebagai katalis oksidasi atau reduksi, biasanya setelah logam dimasukkan kedalam kerangka. Sebagai contohnya penggunaan titanium ZSM-5 dalam pembuatan kaprolaktam dan tembaga zeolit dalam dekomposisi NO_x.

5) Penyaring atau pemisah

Zeolit dapat memisahkan molekul gas atau zat lain dari suatu campuran tertentu karena mempunyai rongga yang cukup besar dengan garis tengah yang bermacam-macam tergantung dari jenis zeolitnya. Volume dan ukuran garis tengah ruang hampa dalam kisi-kisi kristal mempunyai

dasar kemampuan zeolit untuk bertindak sebagai penyaring molekul. Molekul yang berukuran lebih kecil dapat melintas sedangkan yang berukuran lebih besar dari rongga akan tertahan atau ditolak.

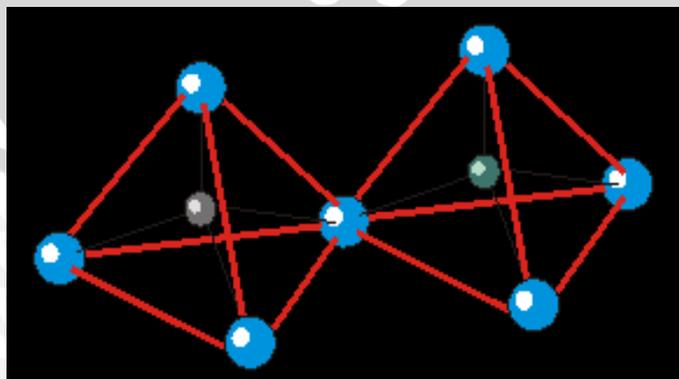
Zeolit merupakan kristal berongga yang terbentuk oleh jaringan silika alumina tetrahedral tiga dimensi dan mempunyai struktur yang relatif teratur yang di dalamnya terisi oleh logam alkali atau alkali tanah sebagai penyeimbang muatannya. Rongga-rongga tersebut merupakan sistem saluran yang didalamnya terisi oleh molekul air (Ismaryata, 1999 *dalam* Fatha, 2007).

Kerangka dasar struktur zeolit terdiri dari unit-unit tetrahedral $(AlO_4)^{5-}$ dan $(SiO_4)^{4-}$ yang saling berhubungan melalui atom oksigen dan di dalam struktur tersebut Si^{4+} dapat diganti Al^{3+} dengan substitusi isomorfik.

Menurut Martin (2000) *dalam* Fatha (2007), formula untuk satuan sel zeolit adalah:



- M : kation alkali/alkali tanah
 n : valensi logam alkali/alkali tanah
 { } : kerangka alumina
 z : jumlah molekul air yang terhidrat.
 x dan y: jumlah tetrahedron per unit sel



Gambar 3. Tetrahedra alumina dan silika (TO_4) pada struktur zeolit (Thamzil, 2010)

Zeolit disini berfungsi sebagai pengontrol kandungan ion NH_4^+ didalam air. Pada umumnya ion ini berasal dari kotoran ikan dan sisa-sisa makanan yang telah membusuk. Dengan pemberian zeolit, pada ruangan yang sama jumlah ikan yang dapat dipelihara lebih banyak (Arifin, 2010).

Menurut hasil penelitian terdahulu (Banon dan Suharto, 2008) adsorpsi amonia pada zeolit diduga melalui mekanisme pertukaran kation sebagai berikut: Pertama-tama molekul amonia teradsorpsi pada pori-pori zeolit, yang dipermukaannya terdapat ion-ion logam alkali atau hidrogen. Selanjutnya molekul-molekul amoniak berinteraksi secara kimia dengan sisi-sisi aktif pada permukaan zeolit dan mensubstitusi ion-ion alkali atau hidrogen, sehingga membentuk gugus ammonium pada permukaan zeolit aktif. Ikatan antara gugus amonium dan sisi aktif permukaan zeolit bersifat rentan terhadap pemanasan. Mekanisme ini lebih diperkuat dengan hasil penelitian terdahulu. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diusulkan sebuah model sederhana mekanisme adsorpsi amoniak dalam air oleh adsorben zeolit alam. Adsorpsi amoniak oleh adsorben zeolit berlangsung melalui mekanisme pertukaran kation. Ion-ion amonium mengganti kation-kation logam alkali pada permukaan zeolit alam. Kalsinasi pada suhu $500\text{ }^\circ\text{C}$ menyebabkan ion amonium (NH_4^+) pada permukaan zeolit terurai dan melepaskan molekul amoniak, sehingga permukaan zeolit dipenuhi oleh ion-ion hidrogen di permukaan strukturnya, ini juga dapat berlangsung jika zeolit alam diaktivasi langsung dengan larutan asam. Molekul-molekul amoniak kemudian diadsorpsi dan berikatan secara kovalen koordinasi dengan ion-ion hidrogen pada permukaan zeolit membentuk ion-ion amonium.

Menurut Handayani (2010), mekanisme penghilangan ammonium (NH_4^+) menggunakan zeolit termasuk reaksi pertukaran ion dimana zeolit mempunyai muatan negatif akibat adanya perbedaan muatan antara Si^{4+} dengan Al^{3+} . Muatan negatif ini muncul karena atom Al yang bervalensi 3 harus mengikat 4

atom oksigen yang lebih elektronegatif dalam kerangka zeolit. Dengan adanya muatan negatif ini maka zeolit mampu mengikat kation lemah seperti kation Na dan Ca. Karena lemahnya ikatan inilah maka zeolit bersifat sebagai penukar kation yaitu kation Na atau Ca akan tergantikan posisinya dengan ion ammonium (NH_4^+). Ion ammonium (NH_4^+) mampu bertukar kation tidak hanya pada permukaan luar zeolit tapi juga pada permukaan dalam zeolit. Kesetimbangan tercapai ketika semua pertukaran ion ammonium (NH_4^+) dan kation pada permukaan luar dan dalam zeolit telah tercapai.

2.7 Pengangkutan Ikan

Pengangkutan ikan didefinisikan sebagai usaha untuk memindahkan ikan hidup dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan memperhatikan faktor-faktor yang mendukung kehidupan ikan selama dalam perjalanan (Liviawaty dan Eddy, 1993)

Menurut Purwaningsih (1998) dalam Berka (1986), 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.

➤ 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.

Faktor-faktor yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pengangkutan ikan hidup menurut Komarudin dan Effendie (1978), adalah sebagai berikut :

a. Kualitas air, meliputi suhu, DO, pH, dan hasil ekskresi berupa amonia.

- b. Lama pengangkutan, yaitu sejak pengemasan sampai pelepasan ikan dari kemasan.
- c. Cara penanganan, mulai dari penangkapan, pengemasan, dan pengangkutan
- d. Ukuran ikan.
- e. kepadatan dan kesehatan ikan.

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

Menurut Lim *et al.* (2003), pada transportasi ikan hias jumlah air harus sesuai dengan jumlah ikan yang akan diangkut. Kemampuan kepadatan ikan adalah berat ikan (gr) 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 ikan mas selama 30 jam kepadatannya 272 g/L dengan berat ikan rata-rata 13,8 g.

Pengangkutan ikan hidup secara tertutup sering diberi bahan tambahan berupa bahan kimia untuk meningkatkan tingkat kelulushidupan ikan. Berbagai bahan kimia yang sering ditambahkan menurut Herwig (1979) dalam Suaidi (2006) (Tabel 3).

Tabel 3. Bahan kimia yang digunakan pada pengangkutan ikan hias

Bahan kimia	Konsentrasi
Quinaldine	25 ppm
MS-222	60-70 ppm
Zeolit	20 ppm
Karbon aktif	20 ppm
NaCl	9 ppt
Furanance	0,05-0,2 ppm
Acriflavin netral	3-10 ppm

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).

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 Hg, pH meter, spektrofotometer, gelas ukur (25 dan 100 ml), pipet volume 1 ml, styrofoam, timbangan analitik dan mobil station.

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain : benih ikan koi (*Cyprinus carpio*) berukuran 3-5 cm, air tawar sebagai media selama pengangkutan, oksigen yang diberikan saat awal *packing* untuk menyuplai oksigen selama pengangkutan, larutan nessler digunakan sebagai larutan pengukur amonia pada spektrofotometer amonia sebelum dan sesudah pengangkutan, aseton untuk larutan kalibrasi pada spektrofotometer, kertas saring untuk menyaring sampel, zeolit sebagai bahan kimia yang diberikan, aquades untuk proses sterilisasi alat dan es batu sebagai penstabil suhu ruangan.

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 antara 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 Penelitian

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 galat percobaan dari perlakuan ke- i dan ulangan ke- j

Perlakuan yang diberikan adalah pemberian zeolit sebagai bahan kimia yang diberikan untuk meningkatkan kelulushidupan benih ikan koi serta pengontrol kualitas air terutama dalam menurunkan kandungan amonia selama pengangkutan 24 jam, dengan dosis yang berbeda mengacu pada Nurhasanah.

(2009) dan Supriyono *et al.* (2008) sebagai berikut :

Perlakuan A : Dosis zeolit 10 g/L

Perlakuan B : Dosis zeolit 20 g/L

Perlakuan C : Dosis zeolit 30 g/L

Kontrol : Tanpa pemberian zeolit

Masing – masing perlakuan dilakukan 3 kali ulangan dan kontrol sehingga terdapat 12 unit percobaan. Penempatan perlakuan dilakukan secara acak dengan denah penelitian seperti pada gambar 4 berikut ini:

K ₃	B ₁	A ₂	C ₃
A ₁	C ₂	B ₃	K ₂
C ₁	A ₃	K ₁	B ₂

Gambar 4. Denah percobaan

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Persiapan Penelitian

1. Ikan di aklimatisasikan terlebih dahulu selama 2 hari.
2. Ikan diberok/dipuasakan selama 24 jam di dalam kolam pemberokan.
3. Menyiapkan kantong plastik sebanyak 12 buah.
4. Menimbang zeolit sesuai dengan dosis dan jumlah yang akan diberikan dengan timbangan analitik.
5. Menyiapkan alat dan bahan untuk mengukur kualitas air.
6. Menyiapkan mobil sebagai alat pengangkutan.

3.3.2 Pelaksanaan penelitian

1. Ikan dimasukkan ke dalam kantong plastik yang sudah disiapkan dan diisi air dengan kepadatan 50 ekor per liter.
2. Dilakukan pengukuran terhadap parameter kualitas air (suhu, pH, DO dan amonia) pada tiap-tiap kantong plastik untuk mendapatkan nilai awal kualitas air.
3. Zeolit yang sudah ditimbang sesuai dosis dimasukkan ke dalam tiap-taip kantong plastik sesuai dengan perlakuan yang diinginkan.

4. Ikan yang sudah dikemas, kemudian dimasukkan ke dalam kotak styrofoam agar kemasan tidak banyak bergerak pada saat pengangkutan dan ditambahkan es batu sebagai penstabil suhu ruangan.
5. Kotak styrofoam yang sudah siap diangkut dimasukkan ke dalam mobil (bagian belakang) dengan diberikan pelepah pisang di alasnya agar suhu mesin mobil tidak mempengaruhi suhu ruangan dalam styrofoam.
6. Ikan diangkut pada pagi hari dengan waktu pengangkutan selama 24 jam dari Malang-Tulungagung-Malang secara simulasi.
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 (*survival rate*).

3.4 Parameter uji

3.4.1 Parameter Utama

Parameter utama pada penelitian ini adalah :

1. Amonia (NH₃), menurut Sawyer dan McCarty, 1978 dalam Effendi, 2003, kadar amonia bebas yang tidak terionisasi (NH₃) pada perairan tawar sebaiknya tidak lebih dari 0,02 mg/L. Jika kadar amonia di perairan lebih dari 0,2 mg/L, perairan bersifat toksik pada beberapa jenis ikan.

Pengukuran amonia dilakukan sebelum dan sesudah pengangkutan selama 24 jam dengan menggunakan spektrofotometer.

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

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

Keterangan :

SR : Kelangsungan hidup ikan (%)

Nt : Jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor)

No : Jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

3.4.2 Parameter Penunjang

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

3.5 Prosedur Pengukuran Kualitas air

3.5.1 Suhu ($^{\circ}\text{C}$)

- Memasukkan thermometer Hg ke dalam tiap-tiap kantong plastik yang sudah berisi air sampel sampai batas skala baca.
- Menunggu 2-3 menit sampai skala suhu dalam thermometer Hg berhenti dan menunjuk pada skala tertentu.
- Membaca dan mencatat hasil yang ditunjuk oleh thermometer Hg dalam skala $^{\circ}\text{C}$.
- Dilakukan pengukuran nilai suhu pada awal dan akhir perlakuan.

3.5.2 Derajat Keasaman (pH)

- Membilas elektroda dengan air suling (aquadest) sebanyak 3 kali kemudian mengeringkannya dengan kertas yang lembut.
- Merendam elektroda ke dalam tiap-tiap kantong plastik yang sudah berisi air sampel selama kurang lebih 1 menit sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
- Derajat keasaman (pH) dapat langsung dibaca dari skala atau digital alat pH meter.

- Dilakukan pengukuran nilai derajat keasaman (pH) pada awal dan akhir perlakuan.

3.5.3 Oksigen Terlarut (DO)

- Membilas elektroda dengan air suling (aquadest) sebanyak 3 kali kemudian mengeringkannya dengan kertas yang lembut.
- Merendam elektroda ke dalam tiap-tiap kantong plastik yang sudah berisi air sampel selama kurang lebih 1 menit sampai DO meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
- Oksigen Terlarut (DO) dapat langsung dibaca dari skala atau digital alat DO meter.
- Dilakukan pengukuran nilai derajat keasaman (pH) pada awal dan akhir perlakuan.

3.5.4 Amonia (NH₃)

- Mengambil air sampel sebanyak 250 ml dari tiap-tiap perlakuan.
- Air sampel disaring sebanyak 100 ml dengan menggunakan kertas saring ke dalam beaker glass.
- Ditetesi larutan nessler sebanyak 1 ml.
- Ditunggu sampai air sampel benar-benar mengendap.
- Setelah mengendap diambil sebanyak 10 ml (air yang jernih).
- Standarisasi spektrofotometer dengan larutan aseton sebanyak 10 ml.
- Tekan tombol on (power) untuk menghidupkan spektrofotometer.
- Tekan program pada kedudukan 380 nm dengan panjang gelombang 425 nm.
- Masukkan larutan standart, kemudian tekan zero.
- Tekan enter.
- Ganti larutan standart dengan air sampel.

- Tekan enter.
- Catat nilai amonia (NH₃) pada spektrofotometer dengan satuan mg/L (ppm).

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 dan SPSS 12.

Tabel 4. Analisa Data

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
A	A1	A2	A3	F1	G1
B	B1	B2	B3	F2	G2
C	C1	C2	C3	F3	G3
K	K1	K2	K3	F4	G4
Total					
Rerata					

Perhitungan :

1.) Jumlah Kuadrat (JK) :

- Faktor Koreksi (FK) = G^2/n

- JK Total = $A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + K3^2 - FK = P$

- JK Perlakuan = $\frac{(\sum F1)^2 + \dots + (\sum F4)^2}{3} - FK = Q$

- JK Acak = $JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan} = P - Q = R$

2.) Hasil yang diperoleh dimasukkan ke dalam tabel sidik ragam

Tabel 5. Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5 %	F 1 %
Perlakuan	3	Q	Q/3=a	a/b	F α	F α
Acak	8	R	R/8=b	-	-	-
Total	11	P	-	-	-	-

- Jika F hitung < F tabel 5 % berarti hasilnya tidak berbeda nyata.
- Jika F tabel 5 % < F hitung < F Tabel 1 % berarti hasilnya berbeda nyata. Pada F hitung diberi tanda satu bintang (*).
- Jika F hitung > F tabel 1 % berarti hasilnya berbeda sangat nyata. Pada F hitung diberi tanda dua bintang (**).

Setelah dilakukan analisis sidik ragam maka dapat diperoleh hasil, apabila hasil perlakuan F hitung berbeda nyata atau berbeda sangat nyata, maka untuk menentukan perbedaan sepasang nilai tengah perlu dicari dahulu nilai pembandingnya yaitu dengan cara dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk menentukan perlakuan mana yang terbaik, yaitu dengan rumus sebagai berikut :

1. Menghitung nilai BNT :

$$\begin{aligned}
 SED &= \sqrt{\frac{2 \text{ KT Acak}}{\text{ulangan}}} \\
 &= \frac{\sqrt{2 \text{ KT acak}}}{3}
 \end{aligned}$$

$$\text{BNT 5 \%} = t \text{ tabel 5 \% (db Acak) x SED}$$

$$\text{BNT 1 \%} = t \text{ tabel 1 \% (db Acak) x SED}$$

2. Menghitung selisih rata-rata perlakuan

Tabel 6. BNT Perlakuan

Rata-rata Perlakuan	terkecil				terbesar	Notasi
Terkecil	-	-	-	-	-	
↓						
Terbesar						

Ketentuan :

Selisih < BNT 5 % = ns (tidak berbeda nyata)

BNT 5 % < selisih < BNT 1 % = * (berbeda nyata).

Selisih > BNT 1% = ** (berbeda sangat nyata).

Untuk menentukan hubungan fungsional antara respon (tanggapan) dengan perlakuan yang terlibat dalam kisaran taraf faktor penelitian dilakukan pengujian menurut metode ortogonal polinomial yaitu :

$$Y = \alpha + \beta_1X + \beta_2X^2 + \dots + \beta_nX^n$$

Keterangan :

α = intersepsi

$\beta_1 = (l=1,2,3,\dots,n)$ Koefisien regresi parsial yang berasosiasi dengan derajat polinomial ke-1

Y = respon

X = perlakuan

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil atau berapa perubahan hasil per satuan perlakuan dilanjutkan dengan tabel polinomial ortogonal sebagai berikut :



Tabel 7. Polinomial Ortogonal

Perlakuan	Hasil (Ti)	Pembanding (Ci)		
		Linier	Kuadratik	Kubik
A	TA	-3	+1	-1
B	TB	-1	-1	+3
C	TC	+1	-1	-3
K	TK	+3	+1	+1
Q = $\sum (ci \cdot Ti)$				
Kr = $(\sum Ci^2)r$				
Jk regresi = Q^2/Kr		U	V	W

Dari tabel 7. Polinomial Ortogonal lalu dilanjutkan dengan pembuatan tabel sidik ragam regresi :

Tabel 8. Analisa Sidik Ragam Regresi

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3					
Linier	1	u	u/l = c	c/b	F α (1,8)	F α (1,8)
Kuadratik	1	v	v/l = d	d/b	F α (1,8)	F α (1,8)
Kubik	1	w	w/l = e	e/b	F α (1,8)	F α (1,8)
Acak	8					
Total	11	-	-	-	-	-

Untuk menentukan kurva respon yang paling cocok adalah dengan melihat apakah F hitung masing-masing linier, kuadratik, kubik dan kuatrik > F 1% atau F 5% , F hitung linier, kuadratik dan kubik, F 1%. Apakah hasilnya sama-sama berbeda nyata atau sangat berbeda nyata, maka untuk menentukan yang paling cocok adalah dengan membandingkan nilai R^2 masing-masing regresi. Kurva regresi yang paling cocok adalah yang memiliki nilai R^2 paling besar.

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

$$R^2 \text{ Kuadratik} = \frac{JK\text{Kuadratik}}{JK\text{Kuadratik} + JK\text{Acak}}$$

Maka koefisien korelasi (r) = $\sqrt{R^2}$

Jika F 5 % , R hitung > F 1 % maka dapat dicari persamaan regresi ;

- Persamaan Regresi Linier : $Y = bo + b_1x + b_2x^2$

$$b_1 = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}$$

$$bo = \bar{y} - b_1 \bar{x}$$

- Persamaan Regresi Kuadratik : $Y = bo + b_1x + b_2x^2$

$$\sum Y_{ij} = bo' \cdot N + b_2 \cdot r \cdot \sum U_{ij}^2$$

$$\sum U_{ij} Y_{ij} = b_1' \cdot R \cdot \sum U_{ij}^2$$

$$\sum Y_{ij} = b_1' \cdot r \cdot \sum U_{ij}^2 + b_2^2 \cdot r$$



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kelulushidupan/*Survival Rate* (SR)

Berdasarkan hasil pengamatan selama penelitian diperoleh data parameter utama tentang kelulushidupan benih ikan Koi (*Cyprinus carpio*) sebelum dan sesudah pengangkutan selama 24 jam seperti yang disajikan pada lampiran 1.

Tabel 9. Data Kelulushidupan/*Survival Rate* (%) Akhir Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
K	92	84	90	266	88,67
A	94	96	96	286	95,33
B	94	98	96	288	96,00
C	98	96	98	292	97,33
Total				922,61	

Berdasarkan tabel 9 di atas didapatkan hasil bahwa perlakuan C dengan pemberian zeolit sebanyak 30 g/L memiliki nilai rata-rata kelulushidupan terbesar yaitu 97,33%, sedangkan kelulushidupan terendah terjadi pada perlakuan kontrol (tanpa pemberian zeolit) dengan nilai rata-rata 88,67%. Besarnya nilai rata-rata kelulushidupan dengan perlakuan pemberian zeolit 30 g/L disebabkan oleh optimalnya kerja dari sistem pori-pori pada zeolit dalam mengontrol kualitas air. Sedangkan perlakuan kontrol terjadi rendahnya nilai rata-rata kelulushidupan dikarenakan tidak adanya zeolit yang dapat mengontrol kualitas air.

Selanjutnya dilakukan perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) (Lampiran 2). Untuk mengetahui pengaruh pemberian zeolit apakah terdapat perbedaan yang nyata atau tidak dalam perlakuan yang diberikan, maka dilakukan perhitungan data yang diperoleh selama penelitian sehingga diperoleh Daftar Sidik Ragam pada tabel 10 berikut ini.

Tabel 10. Daftar Sidik Ragam Kelulushidupan/*Survival Rate* (SR) (%)

Sbr Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	134,667	44,889	7,481*	4,07	7,59
Acak	8	48	6			
Total	11	0,096				

Keterangan : (*) = berbeda nyata

Berdasarkan tabel 10 dapat dijelaskan bahwa pemberian zeolit dengan dosis yang berbeda pada pengangkutan secara tertutup selama 24 jam memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kelulushidupan benih ikan Koi (*Cyprinus carpio*).

Selanjutnya untuk mengetahui tingkat perbedaan masing-masing perlakuan maka dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf uji 5% dan 1% (Derajat Kepercayaan 95% dan 99%). Pada perlakuan pemberian zeolit dengan dosis yang berbeda didapatkan nilai BNT yaitu BNT 5% = 4,16 dan BNT 1% = 6,71 (Lampiran 2), maka diperoleh daftar Uji Beda Nyata Terkecil seperti terlihat pada tabel 11 dibawah ini.

Tabel 11. Daftar Uji BNT Kelulushidupan/*Survival Rate* (SR) (%) Akhir Penelitian

Rata-rata perlakuan	K(88,67)	A(95,33)	B(96,00)	C(97,33)	Notasi
K(88,67)	-	-	-	-	a
A(95,33)	6,66*	-	-	-	b
B(96,00)	7,33**	0,67 ^{ns}	-	-	b
C(97,33)	8,66**	2 ^{ns}	1,33 ^{ns}	-	b

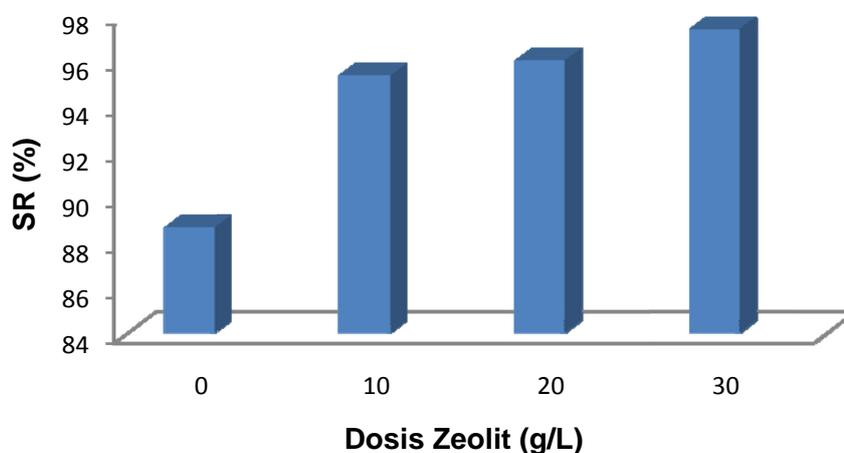
Keterangan : ns = Tidak berbeda nyata

* = Berbeda nyata

** = Berbeda sangat nyata

Berdasarkan tabel 11 diketahui bahwa perlakuan A berbeda sangat nyata dengan perlakuan K. Hal ini dikarenakan pada perlakuan K tidak diberi zeolit yang dapat mengontrol kualitas air sehingga terjadi tingkat kematian yang tinggi,

sedangkan perlakuan A dengan pemberian zeolit 10 g/L yang dapat mengontrol kualitas air sehingga terjadi kematian yang relatif rendah. Pada perlakuan C dengan pemberian zeolit 30 g/L dan perlakuan B dengan pemberian zeolit 20 g/L didapatkan hasil berbeda sangat nyata pula, ini artinya pada perlakuan B dan C terjadi tingkat kematian yang rendah. Namun, perlakuan C terjadi tingkat kelulushidupan yang paling tinggi daripada perlakuan B. Hal ini disebabkan pemberian dosis zeolit yang berbeda pada masing-masing perlakuan. Semakin besar dosis zeolit yang diberikan, maka semakin besar pula tingkat kelulushidupan ikan pada pengangkutan secara tertutup. Hal ini dikarenakan zeolit yang mempunyai fungsi sebagai pengontrol NH_4^+ dan penstabil pH pada kualitas air, sehingga pada saat pengangkutan ikan secara tertutup kualitas air selama waktu pengangkutan dapat terjaga. Pada pengangkutan ikan terutama secara tertutup membutuhkan waktu yang lama dan tidak terjadi adanya pergantian air, sehingga terjadi penurunan kualitas air yang dapat menyebabkan ikan stres dan akan menyebabkan kematian. Salah satu alternatif agar kondisi kualitas air pada pengangkutan secara tertutup tetap terjaga, maka dibutuhkan filter kimia zeolit yang dapat mengontrol kualitas air terutama pada amonia yang merupakan salah satu faktor terpenting yang dapat menyebabkan kematian ikan.



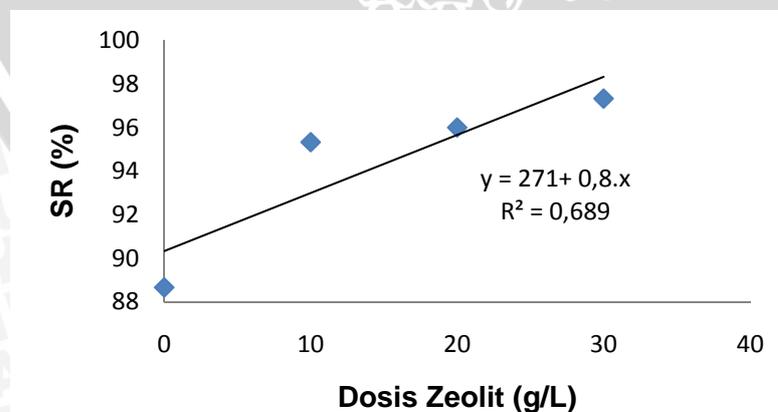
Gambar 5. Grafik Kelulushidupan/*Survival Rate* (%) Akhir Penelitian

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa perlakuan C dengan dosis zeolit 30 g/L memberikan nilai persentase kelulushidupan tertinggi dengan rata-rata 80,73%, diikuti dengan perlakuan B dengan dosis zeolit 20 g/L dan perlakuan A dengan dosis zeolit 10 g/L dengan rata-rata persentase masing-masing 78,71% dan 77,58%. Hal ini disebabkan semakin besar dosis zeolit yang diberikan maka akan memberikan pengaruh terhadap tingkat kelulushidupan benih ikan yang semakin tinggi pula. Zeolit disini berfungsi sebagai pengontrol kandungan ion NH_4^+ didalam air. Hal ini dikarenakan NH_4^+ daya racunnya rendah daripada amonia, sehingga pada pengangkutan ikan kualitas air tetap terkontrol.

Sedangkan untuk perlakuan K (tanpa pemberian zeolit) memberikan nilai persentase kelulushidupan terendah dengan rata-rata 70,52%. Hal ini dikarenakan pada perlakuan K tidak adanya perlakuan yang dapat mengontrol kualitas air selama pengangkutan 24 jam. Sehingga terjadi penurunan kualitas air yang dapat menyebabkan ikan stres dan akhirnya akan terjadi kematian.

Dari analisa regresi polinomial ortogonal (Lampiran 2) diperoleh hubungan antara perlakuan perbedaan dosis zeolit dengan kelulushidupan bersifat linear dengan persamaan $Y = 271 + 0,8.x$ dengan $R^2 = 0,689$.

Dari perhitungan linear tersebut, diperoleh grafik Gambar 5 sebagai berikut :



Gambar 6. Grafik Hubungan Dosis Zeolit dan Tingkat Kelulushidupan (SR) Benih Ikan Koi

Dari grafik di atas diperoleh nilai $R^2 = 0,689$ yang berarti 68,9% penelitian ini dipengaruhi oleh perlakuan atau dosis zeolit yang berbeda. Nilai R^2 tersebut dapat dikatakan baik dikarenakan mendekati 100%. Menurut Kurniawan (2008), koefisien determinasi (R^2) adalah besarnya keragaman (informasi) di dalam variabel Y yang dapat diberikan oleh model regresi yang didapatkan. Nilai R^2 berkisar antara 0 sampai dengan 1. Apabila nilai R^2 dikalikan 100%, maka hal ini menunjukkan persentase keragaman (informasi) di dalam variabel Y yang dapat diberikan oleh model regresi yang didapatkan. Semakin besar nilai R^2 , semakin baik model regresi yang diperoleh.

Pemberian bahan kimia zeolit memberikan pengaruh terhadap kelulushidupan selama pengangkutan. Semakin tinggi dosis zeolit yang diberikan, maka semakin rendah pula persentase kematian ikan selama pengangkutan. Hal ini dikarenakan zeolit sebagai filter kimia dapat mengontrol kualitas air selama pengangkutan terutama pada pengangkutan ikan secara tertutup. Zeolit berfungsi menetralkan kadar amonia yang terkandung di dalam air yang diakibatkan proses pembusukan sisa makanan dan kotoran dari ikan (Mambo, 2010). Evan (2007) menjelaskan bahwa sifat zeolit sebagai penukar ion karena adanya kation logam alkali dan alkali tanah. Kation tersebut dapat bergerak bebas di dalam rongga dan dapat dipertukarkan dengan kation logam lain dengan jumlah yang sama. Akibat struktur zeolit berongga, anion atau molekul berukuran lebih kecil atau sama dengan rongga dapat masuk dan terjebak. Zeolit disini berfungsi sebagai pengontrol kandungan ion NH_4^+ di dalam air. Hal ini dikarenakan NH_4^+ berdaya racun rendah daripada amonia (NH_3), sehingga pada pengangkutan ikan secara tertutup kualitas air tetap terkontrol. Pada umumnya ion ini berasal dari kotoran ikan dan sisa-sisa makanan yang telah membusuk. Dengan pemberian zeolit, pada ruangan yang sama jumlah ikan yang dapat dipelihara lebih banyak (Arifin, 2010).

4.2 Amonia (NH₃)

Amonia (NH₃) pada suatu perairan berasal dari urin dan feses yang dihasilkan oleh ikan. Amonia (NH₃) merupakan racun gas yang dihasilkan dari pembusukkan kotoran organik dan kotoran metabolik yang dihasilkan oleh organisme. Gas beracun ini sangat berbahaya, walaupun dalam kondisi level yang sangat rendah, bergantung pada jenis spesies dan kandungan lainnya yang terlarut dalam air. Amonia merupakan senyawa nitrogen yang mudah larut dalam air dan bersifat basa sehingga dalam air akan membentuk ammonium hidroksida (Sutrisno dan Badrus 2006).

Berdasarkan hasil pengamatan selama penelitian diperoleh data parameter utama tentang amonia sebelum dan sesudah pengangkutan selama 24 jam seperti yang disajikan pada lampiran 1.

Tabel 12. Data Pengukuran Amonia (ppm) Akhir Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
K	0,7	0,68	0,72	2,10	0,70
A	0,69	0,56	0,64	1,89	0,63
B	0,54	0,65	0,61	1,80	0,60
C	0,42	0,56	0,48	1,46	0,49
Total				7,25	

Berdasarkan tabel di atas didapatkan hasil bahwa perlakuan K (0 g/L) dengan tanpa pemberian zeolit memiliki nilai rata-rata amonia terbesar yaitu 0,70%, sedangkan amonia terendah terjadi pada perlakuan C dengan pemberian zeolit 30 g/L dengan nilai rata-rata 0,49%. Besarnya nilai rata-rata amonia pada perlakuan K (0 g/L) tanpa pemberian zeolit disebabkan oleh tidak adanya zeolit yang dapat mengontrol kualitas air pada amonia. Sedangkan pada perlakuan C dengan penggunaan dosis zeolit sebanyak 30 g/L, nilai rata-rata amonia paling rendah dikarenakan zeolit bekerja aktif dalam mengontrol kualitas air terutama

amonia karena zeolit sebagai filter kimia memiliki fungsi yang dapat menyerap amonia.

Selanjutnya dilakukan perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) (Lampiran 6). Untuk mengetahui pengaruh pemberian zeolit apakah terdapat perbedaan yang nyata atau tidak dalam perlakuan yang diberikan, maka dilakukan perhitungan data yang diperoleh selama penelitian sehingga diperoleh Daftar Sidik Ragam pada tabel 13. berikut ini.

Tabel 13. Daftar Sidik Ragam Amonia (NH_3)

Sbr Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,071	0,024	7,437*	4,07	7,59
Acak	8	0,025	0,003			
Total	11	0,096				

Keterangan : (*) = berbeda nyata

Berdasarkan tabel 13 dapat dijelaskan bahwa pemberian zeolit dengan dosis yang berbeda pada pengangkutan secara tertutup selama 24 jam memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap amonia.

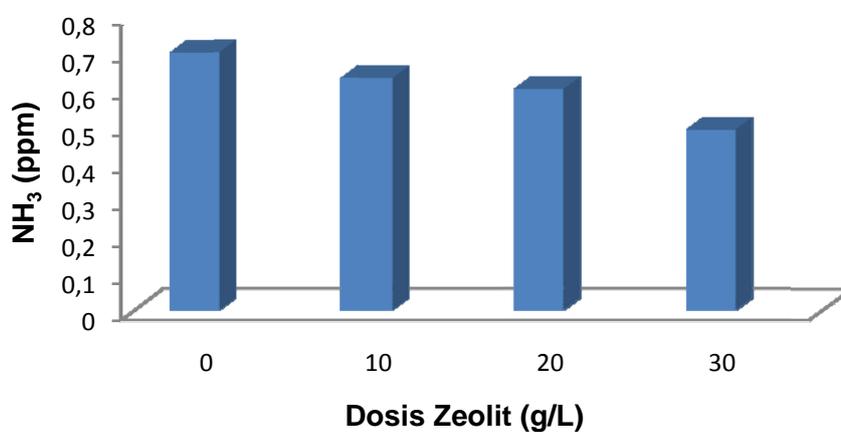
Selanjutnya untuk mengetahui tingkat perbedaan masing-masing perlakuan maka dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf uji 5% dan 1% (Derajat Kepercayaan 95% dan 99%). Pada perlakuan pemberian zeolit dengan dosis yang berbeda didapatkan nilai BNT yaitu BNT 5% = 0,1030 dan BNT 1% = 0,1499 (Lampiran 6), maka diperoleh daftar Uji Beda Nyata Terkecil seperti terlihat pada tabel 14 dibawah ini.

Tabel 14. Daftar Uji BNT Amonia (NH_3)

Rata-rata perlakuan	C(0,49)	B(0,60)	A(0,63)	K(0,70)	Notasi
C(0,49)	-	-	-	-	a
B(0,60)	0,11*	-	-	-	b
A(0,63)	0,14*	0,03 ^{ns}	-	-	c
K(0,70)	0,21**	0,1*	0,07 ^{ns}	-	c

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

Berdasarkan tabel 14 di atas diketahui bahwa perlakuan yang terbaik adalah perlakuan C yaitu pemberian dosis zeolit sebesar 30 g/L, diikuti oleh perlakuan B (20 g/L) dan perlakuan A (10 g/L). Kandungan amonia berkurang pada setiap perlakuan, dengan kandungan amonia terendah pada perlakuan C. Hal ini disebabkan pada perlakuan A, B dan C diberi perlakuan dengan penambahan zeolit dengan dosis yang berbeda yang mana zeolit disini berfungsi sebagai penyerap amonia. Sedangkan perlakuan yang tidak memberikan pengaruh terhadap penurunan kandungan amonia adalah perlakuan K. Besarnya kandungan amonia pada perlakuan K (kontrol) disebabkan oleh tidak adanya penambahan zeolit yang dapat menyerap kandungan amonia dari kotoran yang dihasilkan oleh ikan selama pengangkutan.



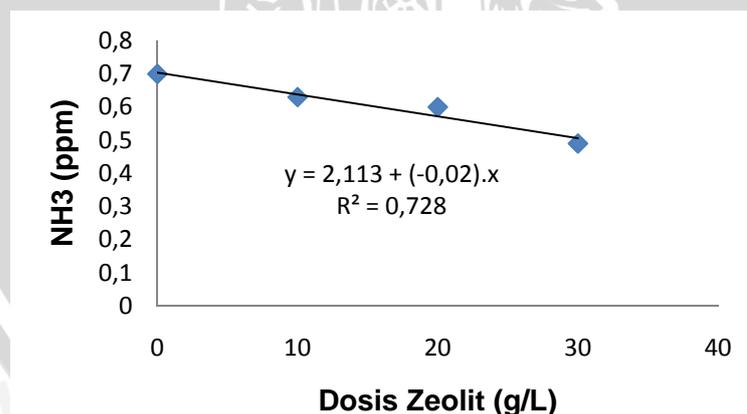
Gambar 7. Grafik Amonia (NH₃) (ppm) Akhir Penelitian

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa pemberian zeolit memberikan pengaruh terhadap amonia selama pengangkutan. Perlakuan K (tanpa pemberian zeolit) memberikan nilai amonia tertinggi dengan rata-rata 0,70 ppm. Hal ini dikarenakan pada perlakuan K tidak adanya perlakuan yang dapat mengontrol kualitas air selama pengangkutan 24 jam. Sehingga terjadi

peningkatan amonia yang dapat menyebabkan ikan stres dan akhirnya akan terjadi kematian. Perlakuan A dengan dosis zeolit 10 g/L dan perlakuan B dengan dosis zeolit 20 g/L dengan rata-rata nilai amonia masing-masing 0,63 ppm dan 0,60 ppm. Sedangkan untuk perlakuan C (30 g/L) memberikan nilai amonia terendah dengan rata-rata 0,49 ppm. Nilai amonia pada perlakuan A, B dan C relatif lebih rendah dibandingkan perlakuan K dikarenakan adanya penambahan zeolit yang berfungsi sebagai penyerap amonia. Perlakuan C dengan dosis zeolit sebanyak 30 g/L merupakan perlakuan yang terbaik dikarenakan mampu menyerap amonia lebih besar. Hal ini dikarenakan semakin besar dosis yang diberikan maka semakin besar penyerapan zeolit terhadap amonia.

Dari analisa regresi polinomial ortogonal (Lampiran 3) diperoleh hubungan yang linear antara perlakuan perbedaan dosis zeolit dengan amonia bersifat linear dengan persamaan $Y = 2,113 + (-0,02).x$ dengan $R^2 = 0,728$.

Dari perhitungan linear tersebut, diperoleh grafik pada Gambar 7 sebagai berikut :



Gambar 8. Grafik Hubungan Dosis Zeolit dan Kandungan Amonia

Dari grafik di atas diperoleh nilai $R^2 = 0,728$ yang berarti 72,8 % penelitian ini dipengaruhi oleh perlakuan/dosis zeolit yang berbeda. Nilai R^2 tersebut dapat dikatakan baik dikarenakan mendekati 100%. Menurut Kurniawan (2008),

koefisien determinasi (R^2) adalah besarnya keragaman (informasi) di dalam variabel Y yang dapat diberikan oleh model regresi yang didapatkan. Nilai R^2 berkisar antara 0 sampai dengan 1. Apabila nilai R^2 dikalikan 100%, maka hal ini menunjukkan persentase keragaman (informasi) di dalam variabel Y yang dapat diberikan oleh model regresi yang didapatkan. Semakin besar nilai R^2 , semakin baik model regresi yang diperoleh.

Besarnya dosis zeolit yang diberikan akan memberikan pengaruh terhadap nilai amonia. Semakin besar dosis zeolit yang diberikan, maka semakin rendah nilai amonia. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa zeolit memiliki fungsi dalam penyerapan amonia. Menurut Mambo (2010), zeolit sebagai filter kimia memiliki fungsi sebagai penyerap amonia dalam air dan dapat mengontrol kualitas air selama pengangkutan terutama pada pengangkutan ikan secara tertutup. Zeolit berfungsi menetralsir kadar amonia yang terkandung di dalam air yang diakibatkan proses pembusukan sisa makanan dan kotoran dari ikan. Arifin (2010) menjelaskan pula bahwa zeolit disini berfungsi sebagai pengontrol kandungan ion NH_4^+ di dalam air. Pada umumnya ion ini berasal dari kotoran ikan dan sisa-sisa makanan yang telah membusuk. Dengan pemberian zeolit, pada ruangan yang sama jumlah ikan yang dapat dipelihara lebih banyak. Oleh karena itu kandungan amonia yang terkandung dalam air selama pengangkutan diserap oleh zeolit sehingga kandungan amonia berkurang.

Besaran ukuran (size) dari zeolit yang dipakai sebaiknya adalah dalam bentuk butiran kecil. Semakin kecil butiran akan semakin luas bidang kontak antara air dan zeolit, efektifitas tercapai.

Menurut hasil penelitian terdahulu (Banon dan Suharto, 2008) adsorpsi amonia pada zeolit diduga melalui mekanisme pertukaran kation sebagai berikut: Pertama-tama molekul amoniak teradsorpsi pada pori-pori zeolit, yang dipermukaannya terdapat ion-ion logam alkali atau hidrogen. Selanjutnya

molekul-molekul amonia berinteraksi secara kimia dengan sisi-sisi aktif pada permukaan zeolit dan mensubstitusi ion-ion alkali atau hidrogen, sehingga membentuk gugus ammonium pada permukaan zeolit aktif. Ikatan antara gugus amonium dan sisi aktif permukaan zeolit bersifat rentan terhadap pemanasan. Mekanisme ini lebih diperkuat dengan hasil penelitian terdahulu. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diusulkan sebuah model sederhana mekanisme adsorpsi amoniak dalam air oleh adsorben zeolit alam. Adsorpsi amoniak oleh adsorben zeolit berlangsung melalui mekanisme pertukaran kation. Ion-ion amonium mengganti kation-kation logam alkali pada permukaan zeolit alam. Kalsinasi pada suhu 500 °C menyebabkan ion amonium pada permukaan zeolit terurai dan melepaskan molekul amoniak, sehingga permukaan zeolit dipenuhi oleh ion-ion hidrogen di permukaan strukturnya, ini juga dapat berlangsung jika zeolit alam diaktivasi langsung dengan larutan asam. Molekul-molekul amonia kemudian diadsorpsi dan berikatan secara kovalen koordinasi dengan ion-ion hidrogen pada permukaan zeolit membentuk ion-ion amonium. Pada dasarnya adsorben zeolit yang telah mengadsorpsi amonia secara jenuh dapat diregenerasi menjadi bentuk zeolit asam kembali dengan cara pemanasan pada suhu 500 °C. Dengan demikian adsorpsi amonia pada adsorben zeolit bersifat reversibel.

Menurut Handayani (2010), mekanisme penghilangan ammonium (NH_4^+) menggunakan zeolit termasuk reaksi pertukaran ion dimana zeolit mempunyai muatan negatif akibat adanya perbedaan muatan antara Si^{4+} dengan Al^{3+} . Muatan negatif ini muncul karena atom Al yang bervalensi 3 harus mengikat 4 atom oksigen yang lebih elektronegatif dalam kerangka zeolit. Dengan adanya muatan negatif ini maka zeolit mampu mengikat kation lemah seperti kation Na dan Ca. Karena lemahnya ikatan inilah maka zeolit bersifat sebagai penukar kation yaitu kation Na atau Ca akan tergantikan posisinya dengan ion ammonium

(NH_4^+). Ion ammonium (NH_4^+) mampu bertukar kation tidak hanya pada permukaan luar zeolit tapi juga pada permukaan dalam zeolit. Keseimbangan tercapai ketika semua pertukaran ion ammonium (NH_4^+) dan kation pada permukaan luar dan dalam zeolit telah tercapai.

Pemakaian zeolit dalam penyerapan amonia memiliki masa jenuh. Pada saat kondisi jenuh pori-pori zeolit tidak dapat melakukan penyerapan terhadap amonia, dikarenakan ruang pori telah penuh oleh amonia dan bahan-bahan organik lainnya yang telah diserap sebelumnya. Namun zeolit ini dapat difungsikan kembali setelah dilakukan pembersihan. Pembersihan zeolit dapat dilakukan dengan cara pengaktifan zeolit secara kimia dengan pemberian HCl maupun garam (NaCl). Menurut Wibowo (2001) dalam Harlinawati (2004), aktivasi zeolit dengan HCl dapat membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengotor dan mengatur kembali letak atom yang dapat dipertukarkan.

4.3 Kualitas Air

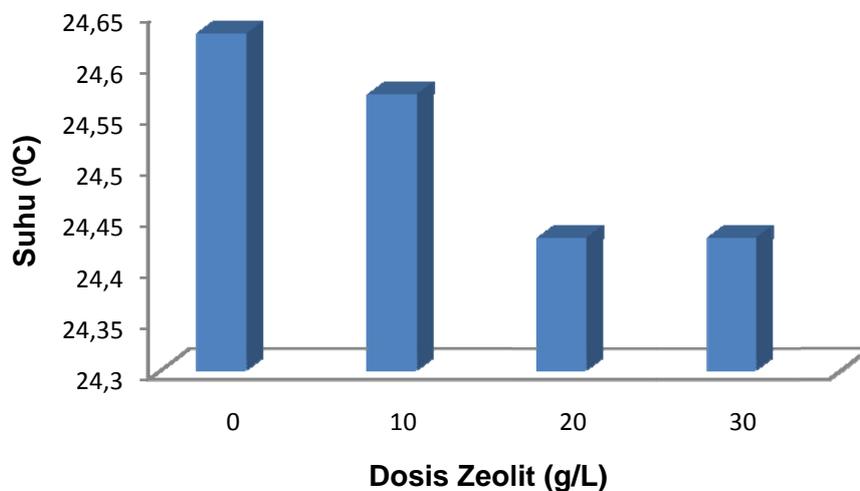
Kualitas air merupakan faktor yang harus diperhatikan selama kegiatan pengangkutan ikan, karena kualitas air sangat berpengaruh terhadap kelangsungan benih ikan yang diangkut. Hasil pengukuran terhadap kualitas air dapat dilihat pada lampiran 1.

4.3.1 Suhu

Suhu dipergunakan oleh organisme untuk pertumbuhannya. Setiap organisme memiliki batas maksimum dan minimum dalam menoleransi suhu lingkungan hidupnya untuk mendukung pertumbuhannya. Jika suhu yang ada melebihi batas maksimal dan minimal dari kadar toleransi suatu organisme, maka dapat mengakibatkan pertumbuhan dari organisme tersebut tidak optimal. 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 (Effendi, 2003).

Berdasarkan hasil pengamatan selama penelitian diperoleh data parameter penunjang tentang suhu sebelum dan sesudah pengangkutan selama 24 jam seperti yang disajikan pada lampiran 1.



Gambar 9. Grafik Suhu (°C) Akhir Penelitian

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa rata-rata suhu setelah pengangkutan berkisar antara 24,43-24,63 °C, sedangkan suhu air sebelum pengangkutan berkisar antara 25,73-25,93 °C. Dari data di atas terjadi perubahan penurunan suhu. Hal ini diakibatkan oleh adanya pengaruh pemberian es batu terhadap suhu ruangan selama pengangkutan. Namun, kisaran suhu yang demikian telah sesuai untuk pengangkutan ikan. Menurut Lim *et al.* (2003) suhu yang baik untuk pengangkutan sistem tertutup adalah 20-22 °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 20-24 °C (Woynarovich, 1980 *dalam* Mugis, 2006). Menurut Malecha (1983) dalam Ali

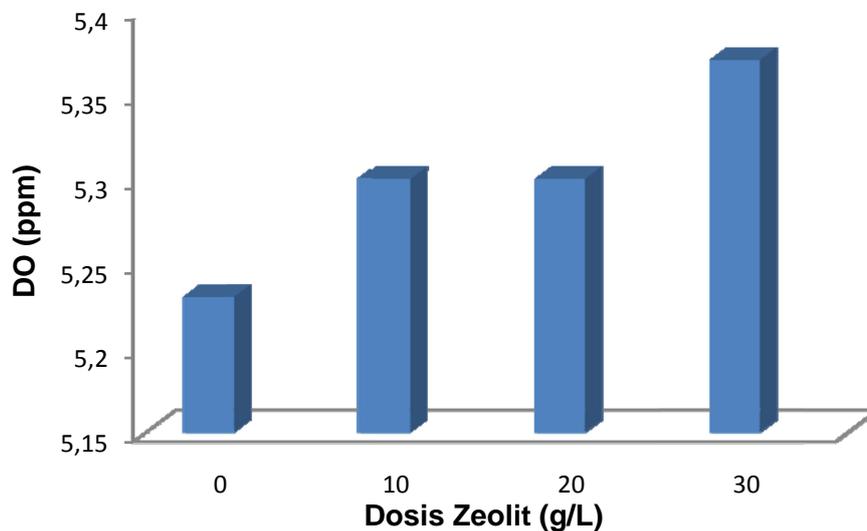
(2005), menyebutkan bahwa suhu pengangkutan organisme air pada umumnya tidak boleh lebih rendah dari 20 °C.

Berdasarkan perhitungan sidik ragam pada lampiran 3 dapat dijelaskan bahwa perlakuan pemberian zeolit dengan dosis yang berbeda pada pengangkutan secara tertutup selama 24 jam memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap suhu.

4.3.2 Oksigen Terlarut (DO)

Pengangkutan ikan secara tertutup dilakukan dengan menggunakan kantong plastik agar selama pengangkutan tidak terjadi kontak langsung dengan udara sehingga perlu adanya penambahan oksigen.

Berdasarkan hasil pengamatan selama penelitian diperoleh data parameter penunjang tentang oksigen terlarut sebelum dan sesudah pengangkutan selama 24 jam seperti yang disajikan pada lampiran 1.



Gambar 10. Grafik Oksigen Terlarut (ppm) Akhir Penelitian

Berdasarkan grafik di atas didapatkan hasil bahwa rata-rata oksigen terlarut setelah pengangkutan berkisar antara 5,23-5,37 ppm, sedangkan sebelum pengangkutan berkisar antara 6,7-6,8 ppm. Dari data di atas terjadi

perubahan penurunan nilai oksigen terlarut meskipun sudah ditambahkan oksigen murni sebelum pengangkutan. Hal ini dikarenakan pada saat pengangkutan selama 24 jam, ikan banyak menggunakan oksigen terlarut untuk metabolisme dan hanya mengandalkan oksigen yang ada dalam kantong plastik karena tidak terjadi kontak langsung dengan udara. Meskipun terjadi penurunan oksigen terlarut, tetapi kisaran oksigen terlarut diatas sudah cocok untuk pengangkutan ikan secara tertutup. Menurut Dayat dan Sitanggang (2004), dalam pengangkutan ikan, seharusnya kandungan oksigen terlarut minimal 4,5 ppm.

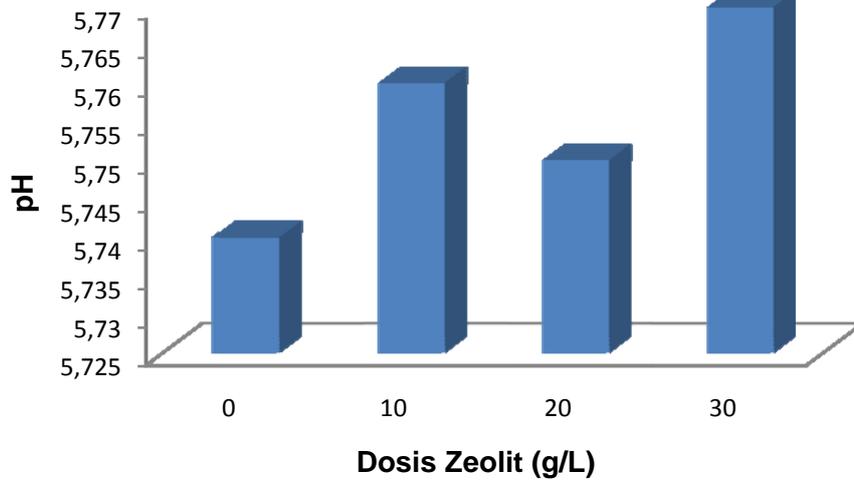
Berdasarkan perhitungan sidik ragam pada lampiran 3 dapat dijelaskan bahwa perlakuan pemberian zeolit dengan dosis yang berbeda pada pengangkutan secara tertutup selama 24 jam memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap oksigen terlarut (DO).

4.3.3 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman lebih dikenal dengan istilah pH. pH (singkatan dari *puissance negatif de H*), yaitu logaritma dari kepekatan ion-ion H (hidrogen) yang terlepas dalam suatu cairan (Kordi, 2007).

Nilai ukur pH digunakan untuk mengetahui kadar asam dan basa yang terkandung di dalam air. Kisaran nilai ukur pH antara 0 (sangat asam) dan 14 (sangat basa). Adapun beberapa faktor yang menyebabkan penurunan nilai pH antara lain yaitu jarangya mengganti air. Jarangnya pergantian air menyebabkan menurunnya kualitas air, terutama pada pengangkutan ikan secara tertutup. Sangatlah penting untuk diingatkan bahwa perubahan nilai pH, yang mana setiap perubahan nilai pH adalah 10 kali perubahan.

Berdasarkan hasil pengamatan selama penelitian diperoleh data parameter penunjang tentang derajat keasaman sebelum dan sesudah pengangkutan selama 24 jam seperti yang disajikan pada lampiran 1.



Gambar 11. Grafik pH Akhir Penelitian

Berdasarkan grafik di atas didapatkan hasil bahwa rata-rata derajat keasaman setelah pengangkutan berkisar antara 5,74-5,77 ppm, sedangkan sebelum pengangkutan berkisar antara 6,04-6,23 ppm. Dari data di atas terjadi perubahan penurunan nilai pH setelah perlakuan. Penurunan ini dapat terjadi disebabkan oleh kandungan CO_2 hasil respirasi selama pengangkutan. Meskipun terjadi penurunan pH, tetapi kisaran pH diatas sudah cocok untuk pengangkutan ikan secara tertutup. Kisaran nilai pH yang mematikan ikan adalah di bawah 4 dan di atas 11 (Boyd, 1981), dengan begitu nilai pH tersebut masih layak untuk pengangkutan ikan. Menurut Barus (2002), pH dapat diklasifikasikan menjadi 3 yaitu; asam (3-6,9), netral (7-8,5) dan basa (diatas 8,5).

Berdasarkan perhitungan sidik ragam pada lampiran 3 dapat dijelaskan bahwa perlakuan pemberian zeolit dengan dosis yang berbeda pada pengangkutan secara tertutup selama 24 jam memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap derajat keasaman (pH).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dosis zeolit sebanyak 30 g/L memberikan hasil yang paling baik dalam meningkatkan tingkat kelulushidupan pada pengangkutan benih ikan Koi (*Cyprinus carpio*) secara tertutup.
2. Penggunaan zeolit pada pengangkutan ikan secara tertutup memberikan pengaruh terhadap kualitas air terutama pada penyerapan amonia. Semakin banyak dosis zeolit yang diberikan, semakin besar daya serap zeolit terhadap kandungan amonia.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian berikutnya antara lain :

1. Perlu adanya penelitian tentang pengangkutan ikan secara tertutup dengan menggunakan ikan yang lain terutama pada ikan yang memiliki nilai ekonomis tinggi, karena penggunaan zeolit sangat murah dan memiliki kemampuan dalam meningkatkan kelulushidupan selama pengangkutan.
2. Dari penelitian ini disarankan agar pada saat pengangkutan ikan secara tertutup diberikan perlakuan dosis zeolit sebanyak 30 g/L dan pemberian es batu untuk menstabilkan suhu dalam ruangan pada saat pengangkutan serta penambahan oksigen untuk mencegah terjadinya penurunan oksigen selama pengangkutan.
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar dilakukan penelitian pengangkutan ikan secara tertutup dengan dosis yang lebih tinggi dan waktu yang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, F. 2005. **Penentuan Suhu dan Tingkat kepadatan Optimum dalam Transportasi Hidup Tokolan Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*)**. LIMNOTEK, Vol. XII, no 1.LIPI. Bogor.
- Afrianto, E dan Liviawaty, E. 2005. **Pakan Ikan**. Kanisius. Yogyakarta.
- Anonymous. 2010a. **Filter Kolam Koi**. <http://centralkoi.com>. Diakses tanggal 13 Juli 2010.
- Anonymous. 2010b. **Gambar Ikan Koi**. <http://breederkoi.com>. Diakses tanggal 2 september 2010.
- Anshori, J.A. 2009. **Siklisasi Intramolekuler Sitronelal Dikatalisis Zeolit Dan Bahan Mesoporus**. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Padjadjaran. Bandung
- Aria, P. 2009. **Amonia (NH₃)**. <http://en.wordpress.com>. Diakses tanggal 11 Agustus 2010.
- Arifin, Z. 2010. **Mengenal Mineral Zeolit**. <http://smk3ae.com>. Diakses tanggal 13 Juli 2010.
- Banon C dan T E Suharto. 2008. **Adsorpsi Amoniak Oleh Adsorben Zeolit Alam Yang Diaktivasi Dengan Larutan Amonium Nitrat**. Jurnal Gradien Vol.4 No. 2 Juli 2008 : 354-360. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Bengkulu.
- Barus, T. A. 2002. **Pengantar Limnologi**. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Berka, R. 1986. **The Transport Of Live Fish**. 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.
- Buklet. 2010. **Cara-Cara Merawat Ikan Koi**. <http://merawatikankoi.com>. Diakses tanggal 3 Juli 2010.
- Daelami, D. 2001. **Usaha Pembenihan Ikan Hias Air Tawar**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Dayat, M dan M. Sitanggang. 2004. **Budidaya Koi Blitar**. Agromedia Pustaka. Jakarta.

- Effendie, M. I. 1978. **Biologi Perikanan (Bagian I Study Natural History)**. Fakultas Perikanan. IPB. Bogor.
- Efendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air**. Kanisius. Yogyakarta.
- Evan, S. 2007. **Zeolit Sebagai Mineral Serba Guna**. <http://www.chem-is-try/artikel-kimia/>. Diakses tanggal 3 Juli 2010.
- Evans, S. M dan S. Hutabarat. 1985. **Pengantar Oseanografi**. UI-PRESS. Jakarta.
- Fatha, A. 2007. **Pemanfaatan Zeolit Aktif untuk Menurunkan BOD dan COD Limbah Tahu**. Skripsi. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Firdaus, R. 2010. **Pembenihan Ikan Koi *Cyprinus carpio* Di Kelompok Tani Sumber Harapan Kabupaten Blitar Provinsi Jawa Timur**. ITB. Bogor.
- Handayani, N. 2010. **Adsorpsi Ammonium (NH_4^+) pada Zeolit Berkarbon dan Zeolit A yang Disintesis Dari Abu Dasar Batubara PT. IPMOMI Paiton dengan Metode *Batch***. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi sepuluh November.
- Harlinawati, D. 2004. **Pengaruh Perlakuan Beberapa Jenis Asam Terhadap Kemampuan Adsorpsi Cd (II) oleh Zeolit**. Skripsi. Semarang; UNNES
- Hartutik, S. 2010. **Pembuatan Pupuk Kompos Dari Limbah Bunga Kenanga dan Pengaruh Persentase Zeolit Terhadap Ketersediaan Nitrogen Tanah**. Kimia Organik Jurusan Kimia Universitas Diponegora. Semarang.
- Herry, N. 2010. **Pakan Ikan Koi**. <http://pemancing.com/pakan-ikan-koi.com>. Diakses tanggal 13 Juli 2010.
- Komarudin, O dan Johan Effendi, K. 1990. **Perawatan, Penanganan dan Pengangkutan Ikan Hidup**. Badan Pendidikan dan Penyuluhan Pertanian. Bogor.
- Kordi M, Ghufran dan H. Baso Tancung, A. 2007. **Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan**. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kurniawan, D. 2008. **Regresi Linear (Linear Regression)**. <http://inedeni.wordpress.com>. Diakses tanggal 22 November 2010.
- Lim, L. C. P. Dhert and S. Patrick. 2003. **Recent Development And Improvements In Ornamental Fish Packaging System For Air Transport**. Aqauculture research 34. Blackwell Ltd.
- Liviawaty, E dan E. Afrianto. 1993. **Maskoki Budidaya dan Pemasarannya**. Kanisius. Yogyakarta.
- Lesmana, D. S. 2001. **Kualitas Air Untuk Ikan Hias Air Tawar**. Penebar Swadaya. Jakarta.

Lukito, A dan P. Surip. 2007. **Panduan Lengkap Lobster Air Tawar**. Penebar Swadaya.

Mambo. 2010. **Zeolite**. <http://hikarukoi.com>. Diakses tanggal 13 Juli 2010.

Mugis, A. 2006. **Pengaruh Perbedaan Salinitas Terhadap Tingkat Kelulushidupan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Pengangkutan Sistem Tertutup**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang.

Nazir. 1988. **Metode Penelitian**. Ghalia Indonesia. Jakarta Timur.

Nita. 2010. **Ikan Koi-Satu Moyang dengan Ikan Mas**. <http://dszoo.com>. Diakses tanggal 3 Juli 2010.

Nurhasanah, Anna. 2010. **Efektivitas Karbon Aktif dan Zeolit dalam Pengangkutan Black Neon Tetra (*Hyphessobrycon herbertaxelrodi*) dengan Sistem Tertutup**. Fakultas Ilmu Perikanan dan Kelautan Universitas Padjajaran. Bandung.

Purwaningsih, S. 1998. **Sistem Transportasi Ikan Hidup**. Buletin Teknologi Hasil Perikanan V.

Rini, D. K dan Fendy, A. L. 2010. **Optimasi Aktifasi Zeolit Alam Untuk Dehumidifikasi**. Jurusan Teknologi Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.

Sastrosupadi, A. 2000. **Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian**. Kanisius. Yogyakarta.

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.

Srihapsari, D. 2006. **Penggunaan Zeolit Alam yang Telah Diaktivasi dengan Larutan HCl Untuk Menyerap Logam-logam Penyebab Kسادahan Air** Skripsi. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. Semarang.

Suaidi. 2006. **Pengaruh Pemberian Zeolit dengan Dosis Berbeda Terhadap Tingkat Kelulushidupan Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) dengan Kepadatan yang Berbeda pada Pengangkutan Sistem Tertutup**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang.

Supriyono, E. Y. Ardyanti dan N. Kuku. 2008. **Peranan Zeolit dan Karbon aktif dalam Sistem Pengangkutan dengan Kepadatan Tinggi Pada Ikan Hias *Corydoras*, *Corydoras aenus***. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor.

Susanto, H. 2008. **Panduan Memelihara Koi**. Penebar Swadaya. Jakarta.

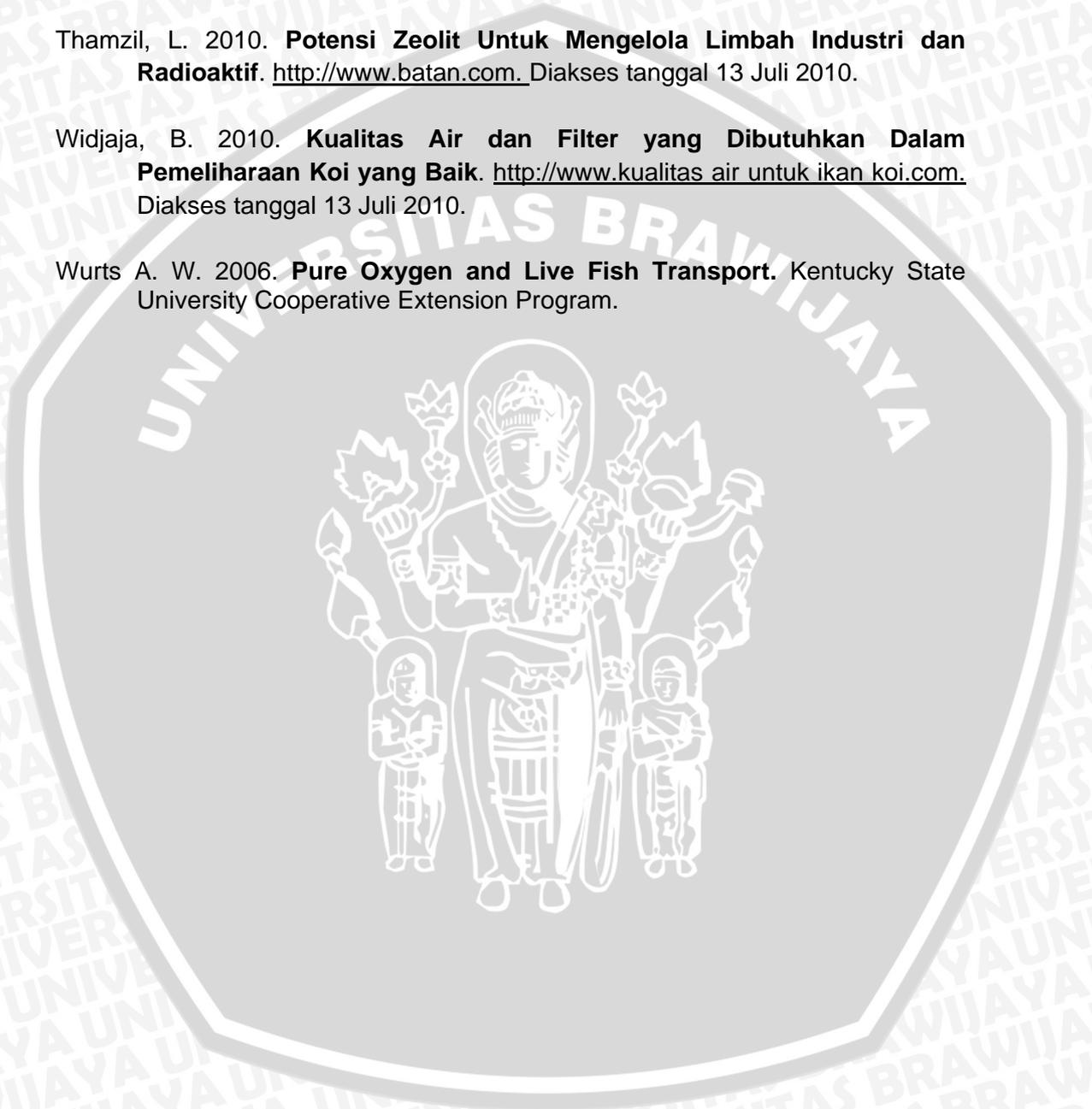
Sutarti, M. 1994. **Zeolit**. Tinjauan Literatur. Jakarta

Sutrisno, E dan Z. Badrus. 2006. **Kemampuan Penyerapan Eceng Gondok Terhadap Amoniak Dalam Limbah Rumah Sakit Berdasarkan Umur dan Lama Kontak (Studi Kasus: RS Panti Wilasa, Semarang)**. Jurnal Presipitasi I.

Thamzil, L. 2010. **Potensi Zeolit Untuk Mengelola Limbah Industri dan Radioaktif**. <http://www.batan.com>. Diakses tanggal 13 Juli 2010.

Widjaja, B. 2010. **Kualitas Air dan Filter yang Dibutuhkan Dalam Pemeliharaan Koi yang Baik**. <http://www.kualitasairuntukikankoi.com>. Diakses tanggal 13 Juli 2010.

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



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian

a. Data Awal Penelitian

Parameter	K (0)			A(10)			B(20)			C(30)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
T °C	25,7	25,8	25,7	25,8	25,8	25,8	26,0	25,9	25,9	25,9	25,9	25,8
DO (ppm)	6,9	6,7	6,6	6,7	6,7	6,6	6,9	6,7	6,8	6,6	6,8	6,7
pH	6,17	6,29	6,23	6,24	6,15	6,18	6,06	5,99	6,13	6,02	6,03	6,09
NH ₃ (ppm)	0,14	0,10	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,14	0,14	0,13	0,15
SR (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

b. Data Akhir Penelitian

Parameter	K (0)			A(10)			B(20)			C(30)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
T °C	24,6	24,6	24,7	24,7	24,6	24,4	24,3	24,4	24,6	24,5	24,3	24,5
DO (ppm)	5,3	5,2	5,2	5,3	5,2	5,4	5,4	5,3	5,2	5,4	5,3	5,4
pH	5,76	5,74	5,73	5,75	5,74	5,78	5,77	5,75	5,73	5,78	5,76	5,78
NH ₃ (ppm)	0,70	0,68	0,72	0,69	0,56	0,64	0,54	0,65	0,61	0,42	0,56	0,48
SR (%)	92	84	90	94	96	96	94	98	96	98	96	98

Lampiran 2. Perhitungan Data Kelulushidupan (%) Akhir Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
K	92	84	90	266	88,67
A	94	96	96	286	95,33
B	94	98	96	288	96,00
C	98	96	98	292	97,33
Total				1132	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{1132^2}{12}$$

$$= 106785,33$$

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

$$= 92^2 + 84^2 + 90^2 + \dots + 98^2 - 106785,33$$

$$= 182,667$$

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

$$= \frac{(266)^2}{3} + \frac{(286)^2}{3} + \frac{(288)^2}{3} + \frac{(292)^2}{3}$$

$$- 106785,33$$

$$= 134,667$$

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

$$= 182,667 - 134,667$$

$$= 48$$

Lampiran 2. Lanjutan

Tabel Analisis Sidik Ragam

Sbr Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	134,667	44,889	7,481*	4,07	7,59
Acak	8	48	6			
Total	11	182,667				

Keterangan : (*) Berbeda nyata

Uji Beda Nyata Terkecil :

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

$$= \sqrt{\frac{2 \times 6}{3}}$$

$$= 2$$

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

$$= 2,306 \times 2$$

$$= 4,16$$

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

$$= 3,355 \times 2$$

$$= 6,71$$

Tabel Uji Beda Nyata (BNT)

Rata-rata perlakuan	K(88,67)	A(95,33)	B(96,00)	C(97,33)	Notasi
K(88,67)	-	-	-	-	a
A(95,33)	6,66*	-	-	-	b
B(96,00)	7,33**	0,67 ^{ns}	-	-	b
C(97,33)	8,66**	2 ^{ns}	1,33 ^{ns}	-	b

Keterangan : (ns) = Tidak berbeda nyata

(*) = Berbeda nyata

(**) = Berbeda sangat nyata



Lampiran 2. Lanjutan

Tabel Polinomial Ortogonal

Perlakuan	Data (Ti)	Regresi linear (Ci)	Regresi kuadrat	Regresi kubik
K	266	-3	1	-1
A	286	-1	-1	3
B	288	1	-1	-3
C	292	3	1	1
Q= $\sum CiTi$		80	-16	20
Kr= $\sum (Ci^2)r$		60	12	60
JK= Q^2/Kr		106,66	21,33	6,66

Tabel Sidik Ragam Regresi

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	3	134,667	44,889			
Linear	1	106,66	106,66	17,776**	5,32	11,26
Kuadrat	1	21,33	21,33	3,555 ^{ns}	5,32	11,26
Kubik	1	6,66	6,66	1,11 ^{ns}	5,32	11,26
Acak	8	48	6			
Total	11					

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

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

$$= \frac{106,66}{106,66 + 48,0}$$

$$R^2 = 0,689$$

$$r = 0,83$$

Lampiran 2. Lanjutan

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

$$= \frac{21,33}{21,33 + 48,0}$$

$$R^2 = 0,307$$

$$r = 0,554$$

Untuk mencari persamaan linear :

X	Y	XY	X ²
0	266	0	0
10	286	2860	100
20	288	5760	400
30	292	8760	900
ΣX = 60 $\bar{X} = 15$	ΣY = 1132 $\bar{Y} = 283$	ΣXY = 17380	ΣX² = 1400

$$b_1 = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \cdot \sum Y}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{17380 - \frac{60 \cdot 1132}{4}}{1400 - \frac{(60)^2}{4}} = 0,8$$

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 \cdot \bar{X} = 283 - (0,8 \cdot 15)$$

$$= 283 - 12 = 271$$

$$Y = b_0 + b_1 \cdot x$$

$$X_0 \longrightarrow y_0 = 271 + (0,8 \cdot 0) \longrightarrow Y_0 = 271$$

$$X_{10} \longrightarrow y_{10} = 271 + (0,8 \cdot 10) \longrightarrow Y_{10} = 279$$

$$X_{20} \longrightarrow y_{20} = 271 + (0,8 \cdot 20) \longrightarrow Y_{20} = 287$$

$$X_{30} \longrightarrow y_{30} = 271 + (0,8 \cdot 30) \longrightarrow Y_{30} = 295$$

Lampiran 3. Perhitungan Data Amonia (NH₃) (ppm) Akhir Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
K	0,70	0,68	0,72	2,10	0,70
A	0,69	0,56	0,64	1,89	0,63
B	0,54	0,65	0,61	1,80	0,60
C	0,42	0,56	0,48	1,46	0,49
Total				7,25	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{7,25^2}{12} = 4,38$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= K1^2 + K2^2 + K3^2 + \dots + C3^2 - FK \\ &= 0,70^2 + 0,68^2 + 0,72^2 + \dots + 0,48^2 - 4,38 \\ &= 0,096 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{(\sum K)^2}{r} + \frac{(\sum A)^2}{r} + \frac{(\sum B)^2}{r} + \frac{(\sum C)^2}{r} - FK \\ &= \frac{(2,10)^2}{3} + \frac{(1,89)^2}{3} + \frac{(1,80)^2}{3} + \frac{(1,46)^2}{3} - 4,38 \\ &= 0,071 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 0,096 - 0,071 \\ &= 0,025 \end{aligned}$$

Lampiran 3. Lanjutan

Tabel Analisis Sidik Ragam

Sbr Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,071	0,024	7,437*	4,07	7,59
Acak	8	0,025	0,003			
Total	11	0,096				

Keterangan : (*) Berbeda nyata

Uji Beda Nyata Terkecil :

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

$$= \sqrt{\frac{2 \times 0,003}{3}}$$

$$= 0,0447$$

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

$$= 2,306 \times 0,047$$

$$= 0,1030$$

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

$$= 3,355 \times 0,0447$$

$$= 0,1499$$

Tabel Uji Beda Nyata (BNT)

Rata-rata perlakuan	C(0,49)	B(0,60)	A(0,63)	K(0,70)	Notasi
C(0,49)	-	-	-	-	a
B(0,60)	0,11*	-	-	-	b
A(0,63)	0,14*	0,03 ^{ns}	-	-	c
K(0,70)	0,21**	0,1*	0,07 ^{ns}	-	c

Keterangan : (ns) = Tidak berbeda nyata

(*) = Berbeda nyata

(**) = Berbeda sangat nyata



Lampiran 3. Lanjutan

Tabel Polinomial Ortogonal

Perlakuan	Data (Ti)	Regresi linear (Ci)	Regresi kuadratik	Regresi kubik
K	2,10	-3	1	-1
A	1,89	-1	-1	3
B	1,80	1	-1	-3
C	1,46	3	1	1
Q=∑CiTi		-2,01	-0,13	-0,37
Kr=∑(Ci ²)r		60	12	60
JK=Q ² /Kr		0,067	0,001	0,002

Tabel Sidik Ragam Regresi

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	3	0,071	0,024			
Linear	1	0,067	0,067	22,333**	5,32	11,26
Kuadratik	1	0,001	0,001	0,333 ^{ns}	5,32	11,26
Kubik	1	0,002	0,002	0,666 ^{ns}	5,32	11,26
Acak	8	0,025	0,003			
Total	11					

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

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

$$= \frac{0,067}{0,067 + 0,025}$$

$$R^2 = 0,728$$

$$r = 0,529$$

Lampiran 3. Lanjutan

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

$$= \frac{0,001}{0,001 + 0,025}$$

$$R^2 = 0,038$$

$$r = 0,194$$

Untuk mencari persamaan linear :

X	Y	XY	X ²
0	2,10	0	0
10	1,89	18,9	100
20	1,80	36	400
30	1,46	43,8	900
$\sum X = 60$ $X = 15$	$\sum Y = 7,25$ $Y = 1,812$	$\sum XY = 98,7$	$\sum X^2 = 1400$

$$b_1 = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \cdot \sum Y}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{98,7 - \frac{60 \cdot 7,25}{4}}{1400 - \frac{(60)^2}{4}} = -0,020$$

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 \cdot \bar{X} = 1,812 - (-0,020 \cdot 15)$$

$$= 1,812 - (-0,3015) = 2,1135$$

$$Y = b_0 + b_1 \cdot X$$

$$X_0 \longrightarrow y_0 = 2,1135 + (-0,020 \cdot 0) \longrightarrow Y_0 = 2,1135$$

$$X_{10} \longrightarrow y_{10} = 2,1135 + (-0,020 \cdot 10) \longrightarrow Y_{10} = 1,913$$

$$X_{20} \longrightarrow y_{20} = 2,1135 + (-0,020 \cdot 20) \longrightarrow Y_{20} = 1,713$$

$$X_{30} \longrightarrow y_{30} = 2,1135 + (-0,020 \cdot 30) \longrightarrow Y_{30} = 1,513$$

Lampiran 4. Perhitungan Data Suhu (°C) Akhir Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
K	24,6	24,6	24,7	73,90	24,63
A	24,7	24,6	24,4	73,70	24,57
B	24,3	24,4	24,6	73,30	24,43
C	24,5	24,3	24,5	73,30	24,43
Total				294,20	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{294,20^2}{12} = 7212,80$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= K1^2 + K2^2 + K3^2 + \dots + C3^2 - FK \\ &= 24,6^2 + 24,6^2 + 24,7^2 + \dots + 24,5^2 - 7212,20 \\ &= 0,217 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{(\sum K)^2}{r} + \frac{(\sum A)^2}{r} + \frac{(\sum B)^2}{r} + \frac{(\sum C)^2}{r} - FK \\ &= \frac{(73,90)^2}{3} + \frac{(73,70)^2}{3} + \frac{(73,30)^2}{3} + \frac{(73,30)^2}{3} - 7212,20 \\ &= 0,090 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 0,217 - 0,090 \\ &= 0,127 \end{aligned}$$

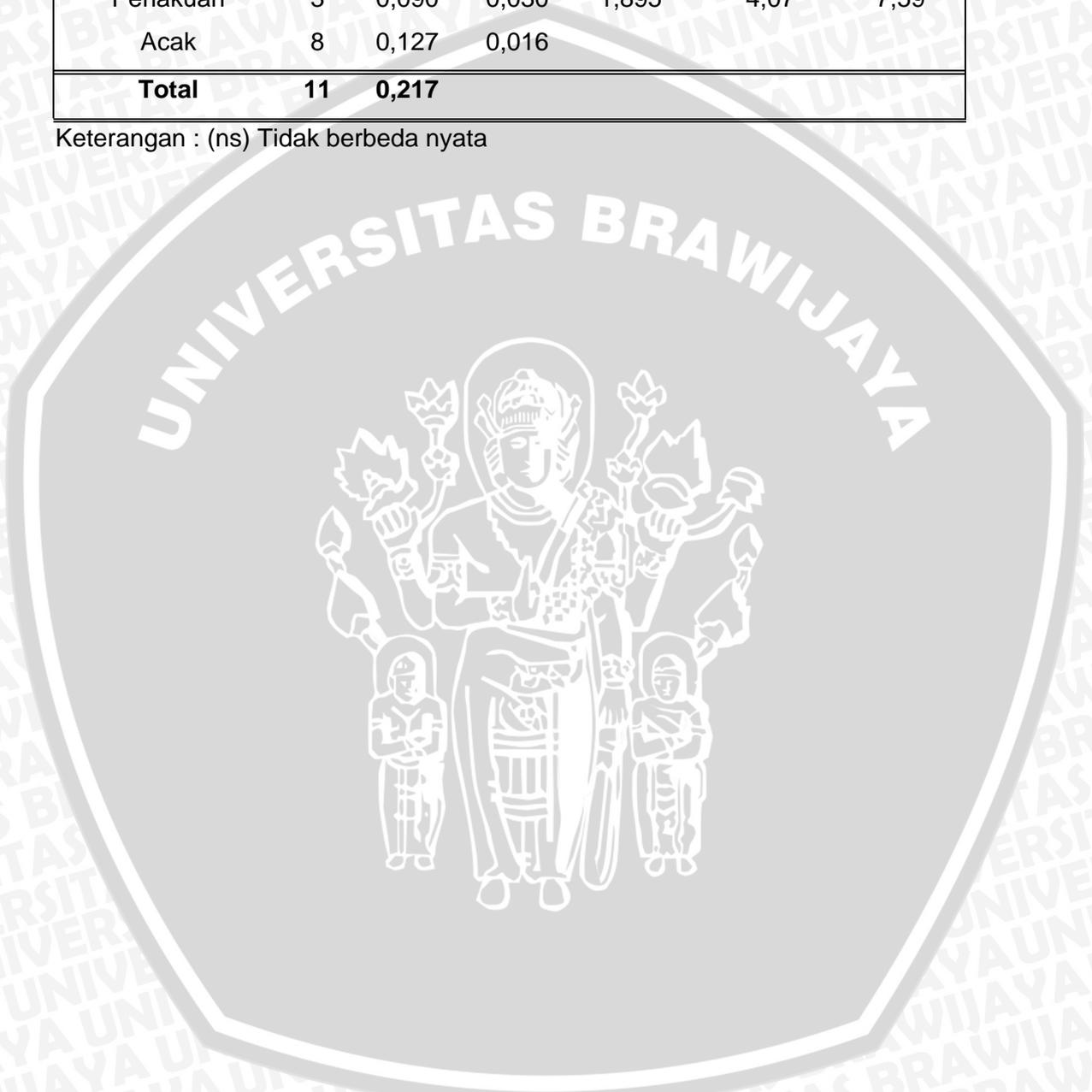


Lampiran 4. Lanjutan

Tabel Analisis Sidik Ragam

Sbr Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,090	0,030	1,895 ^{ns}	4,07	7,59
Acak	8	0,127	0,016			
Total	11	0,217				

Keterangan : (ns) Tidak berbeda nyata



Lampiran 5. Perhitungan Data Oksigen Terlarut (DO) (ppm) Akhir Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
K	5,3	5,2	5,2	15,70	5,23
A	5,3	5,2	5,4	15,90	5,30
B	5,4	5,3	5,2	15,90	5,30
C	5,4	5,3	5,4	16,10	5,37
Total				63,60	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (F)} = \frac{G^2}{n} = \frac{63,60^2}{12} = 337,08$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= K1^2 + K2^2 + K3^2 + \dots + C3^2 - FK \\ &= 5,3^2 + 5,2^2 + 5,2^2 + \dots + 5,4^2 - 337,08 \\ &= 0,080 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{(\sum K)^2}{r} + \frac{(\sum A)^2}{r} + \frac{(\sum B)^2}{r} + \frac{(\sum C)^2}{r} - FK \\ &= \frac{(15,70)^2}{3} + \frac{(15,90)^2}{3} + \frac{(15,90)^2}{3} + \frac{(15,10)^2}{3} - 337,08 \\ &= 0,027 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 0,080 - 0,027 \\ &= 0,053 \end{aligned}$$

Lampiran 5. Lanjutan

Tabel Analisis Sidik Ragam

Sbr Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,027	0,009	1,333 ^{ns}	4,07	7,59
Acak	8	0,053	0,007			
Total	11	0,080				

Keterangan : (ns) Tidak berbeda nyata



Lampiran 6. Perhitungan Data Derajat Keasaman (pH) Akhir Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
K	5,76	5,74	5,73	17,23	5,74
A	5,75	5,74	5,78	17,27	5,76
B	5,77	5,75	5,73	17,25	5,75
C	5,78	5,76	5,78	17,32	5,77
Total				69,07	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{69,07^2}{12} = 397,56$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= K1^2 + K2^2 + K3^2 + \dots + C3^2 - FK \\ &= 5,76^2 + 5,74^2 + 5,73^2 + \dots + 5,78^2 - 397,56 \\ &= 0,004 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{(\sum K)^2}{r} + \frac{(\sum A)^2}{r} + \frac{(\sum B)^2}{r} + \frac{(\sum C)^2}{r} - FK \\ &= \frac{(17,23)^2}{3} + \frac{(17,27)^2}{3} + \frac{(17,25)^2}{3} + \frac{(17,32)^2}{3} - 397,56 \\ &= 0,001 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 0,004 - 0,001 \\ &= 0,002 \end{aligned}$$

Lampiran 6. Lanjutan

Tabel Analisis Sidik Ragam

Sbr Keragaman	Db	JK	KT	F Hiting	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,001	0,0003	1,657 ^{ns}	4,07	7,59
Acak	8	0,002	0,0002			
Total	11	0,004				

Keterangan : (ns) Tidak berbeda nyata



Lampiran 7. Alat dan Bahan Penelitian



Benih Ikan Koi (*Cyprinus carpio*)



Dosis Zeolit



Tabung Oksigen



Penataan Packing



Steroform

Lampiran 7. Lanjutan



Timbangan Analitik



Spektrofotometer



pH Meter



Thermometer Hg



DO Meter

