

**EFEKTIFITAS MINYAK SEREH (*Cymbopogon sp.*) SEBAGAI BAHAN ANESTESI
ALAMI UNTUK IKAN RAINBOW MERAH (*Glossolepis incisus*)
PADA SAAT TRANSPORTASI**

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

Oleh :

**ALVIN MAULANA
NIM. 115080513111002**



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

**EFEKTIFITAS MINYAK SEREH (*Cymbopogon sp.*) SEBAGAI BAHAN ANESTESI
ALAMI UNTUK IKAN RAINBOW MERAH (*Glossolepis incisus*)
PADA SAAT TRANSPORTASI**

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

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan Di Fakultas
Perikanan Dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh :

**ALVIN MAULANA
NIM. 115080513111002**



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

SKRIPSI

Efektivitas Minyak Sereh (*Cymbopogon sp.*) Sebagai Bahan Anestesi Alami Untuk Ikan Rainbow Merah (*Glossolepis incisus*) pada Saat Transportasi

Oleh :
Alvin Maulana
NIM.115080513111002

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 01 Juni 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dosen Pembimbing I

(Dr.Ir.Agoes Soeprijanto, MS)
NIP. 19590807 198601 1 001
Tanggal :

(Dr.Ir.Maheno Sri W.,MS)
NIP.19600425 198503 1 002
Tanggal :

Dosen Penguji II

Dosen Pembimbing II

(Ir. Heny Suprastyani, MS)
NIP. 19620904 198701 2 001
Tanggal :

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

Mengetahui
Ketua Jurusan

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

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang telah saya lakukan dan tulis ini merupakan hasil penelitian saya sendiri yang berdasar pada pemahaman dan pengetahuan ilmiah yang ditunjang oleh pendapat-pendapat orang lain melalui jurnal dan buku mereka yang tersebut dalam daftar pustaka.

Jika kemudian terbukti skripsi ini merupakan hasil plagiatisme, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, April

2015

Mahasiswa

UCAPAN TERIMA KASIH

Laporan skripsi ini merupakan karya bukti hasil dari penelitian yang telah penulis lakukan. Terwujudnya laporan ini tidak lepas dari partisipasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

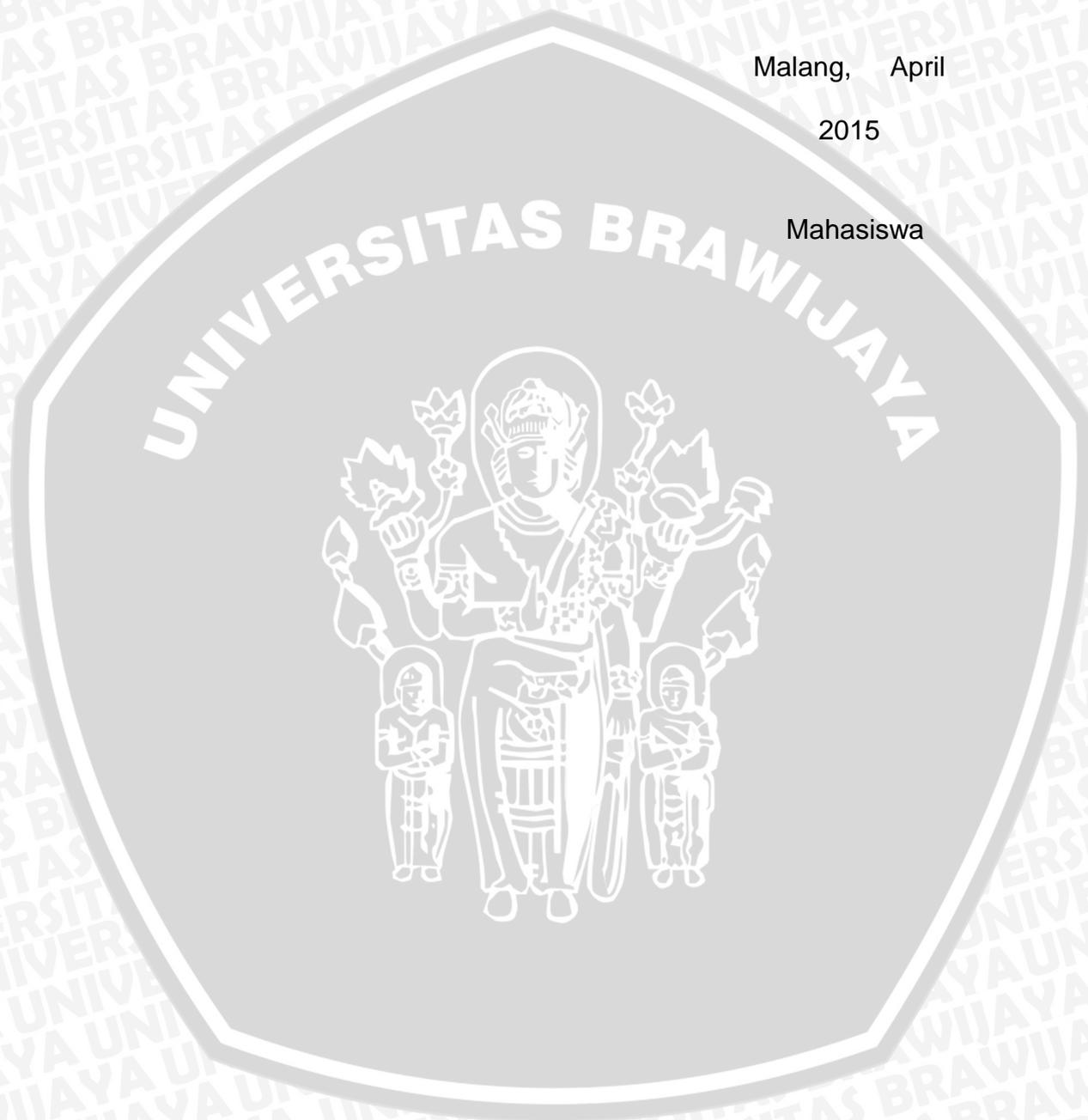
1. Mama (Nurhasanah) dan Bapak (Kusnanto) tercinta, terima kasih ma pak kau telah mengajarku kasih sayang yang tiada batasnya, selalu memberikan, semangat, nasihat, motivasi dan doa yang tiada putus, serta pelajaran untuk selalu ikhlas dalam menjalani hidup.
2. Adikku (Tiara dan Zahwa) tersayang, terima kasih semangat yang diberikan, semoga kalian kelak menjadi anak yang selalu membahagiakan, membanggakan dan mengangkat derajat orang tua kalian.
3. Semua keluarga besar baik yang di Jakarta dan Jepara, terima kasih semangat dan doa yang telah diberikan, semoga Allah membalas kebaikan kalian.
4. Tim anestesi (Siti Kusnatul Wahidah dan Ani Nadhiroh), terima kasih berkat kalian penelitiannya lancer, semoga kita semua bisa lulus di semester ini, amin.
5. Dr.Ir.Maheno Sri Widodo, M.Si selaku dosen pembimbing I dan Ir. M. Rasyid Fadholi M,Si selaku dosen pembimbing II, yang senantiasa bersabar dalam membimbing dan mengarahkan untuk menyelesaikan laporan ini.

6. Keluarga besar Aquatik Spartant BP'11 dan HMP BP, yang selalu membantu, menyemangati dan mendoakan untuk menyelesaikan skripsi ini

Malang, April

2015

Mahasiswa



RINGKASAN

Alvin Maulana. Efektifitas Minyak Sereh (*Cymbopogon* sp.) Sebagai Bahan Anestesi Alami Untuk Ikan Rainbow Merah (*Glossolepis incisus*) Pada Saat Transportasi (di bawah bimbingan **Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS** dan **Ir. M. Rasyid Fadholi, M,Si**)

Ikan rainbow merah merupakan salah satu jenis ikan hias air tawar yang memiliki nilai jual lokal ekspor yang tinggi. Namun, jauhnya jarak antara daerah pembenihan dan daerah pembesaran serta semakin ketatnya persaingan perdagangan ikan hias di pasar lokal dan regional menyebabkan masyarakat menggunakan cara praktis untuk meningkatkan kelulushidupan ikan saat dikirim ke tempat tujuan yaitu menggunakan bahan kimia sebagai bahan anestesi, tetapi penggunaan bahan kimia sangat berbahaya karena dapat menyebabkan residu pada ikan dan lingkungan. Oleh sebab itu, penggunaan bahan alami seperti minyak sereh (*Cymbopogon* sp.) dianggap mampu untuk digunakan sebagai bahan anestesi karena memiliki senyawa aktif, seperti eugenol dan sitronella yang tidak berbahaya bagi ikan dan lingkungan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas dari penggunaan minyak sereh (*Cymbopogon* sp.) sebagai bahan anestesi alami untuk ikan rainbow merah (*Glossolepis incisus*) pada saat transportasi. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari – Maret 2015 di Laboratorium Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap menggunakan 6 Perlakuan yaitu 10 ml/l, 20 ml/l, 30 ml/l, 40 ml/l dan 50 ml/l, 1 kontrol dan 4 kali ulangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tiap perlakuan minyak sereh memberikan pengaruh yang berbeda terhadap parameter uji. Untuk parameter utama, pada waktu lama pemingsanan didapatkan hasil dengan nilai rata-rata tercepat dari perlakuan E (50 ml/l) yaitu 22.75 detik, sedangkan nilai rata-rata terlama terdapat pada perlakuan A (10 ml/l) yaitu 71.25 detik. Pada waktu pulih sadar didapatkan hasil dengan nilai rata-rata tercepat dari perlakuan A (10 ml/l) yaitu 113 detik, sedangkan nilai rata-rata waktu pulih sadar terlama pada perlakuan E (50 ml/l) yaitu 279.75 detik. Pada *survival rate* pasca transportasi didapatkan hasil dengan nilai rata-rata persentase tertinggi pada konsentrasi 25,21 ml/l yaitu 100%, sedangkan nilai rata-rata persentase terendah terdapat pada Kontrol (tanpa perlakuan) yaitu 35%. Pada *survival rate* pasca pemeliharaan didapatkan hasil dengan nilai rata-rata persentase tertinggi dari perlakuan K (tanpa perlakuan), A (10 ml/l), B (20 ml/l), C (30 ml/l) yaitu 100%, sedangkan nilai rata-rata persentase terendah terdapat pada perlakuan E (50 ml/l) yaitu 45%. Untuk parameter penunjang, pada kualitas air kisaran suhu pada tiap perlakuan yaitu 23-25^oC, pH berkisar antara 7.4-8.4 dan DO berkisar antara 5.5-7.5 mg/l.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Tak lupa pula penulis mengirimkan salam dan sholawat kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa umat Islam ke jalan yang diridhoi Allah SWT. Skripsi dengan judul “Efektifitas Minyak Sereh (*Cymbopogon* sp.) Sebagai Bahan Anestesi Alami Untuk Ikan Rainbow Merah (*Glossolepis incisus*) Pada Saat Transportasi” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Barawijaya.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap adanya skripsi ini dapat bermanfaat dalam menambah pengetahuan dan dapat memberikan informasi, khususnya bagi masyarakat perikanan.

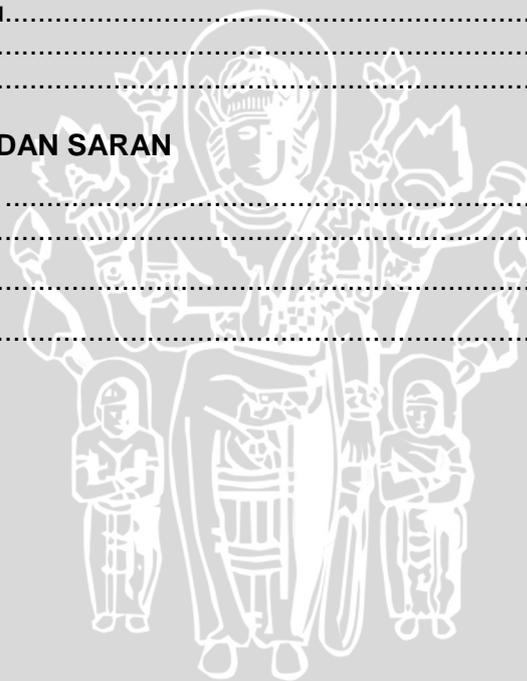
Malang, Mei 2015

Penulis

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 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Hipotesis	4
1.5 Kegunaan	4
1.6 Waktu dan Tempat Penelitian	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Biologi Ikan Rainbow Merah (<i>Glossolepis incisus</i>)	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	5
2.1.2 Habitat dan Penyebaran	6
2.1.3 Kebiasaan Makan	6
2.2 Biologi Tanaman Sereh Wangi (<i>Cymbopogon sp.</i>)	7
2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi	7
2.2.2 Habitat dan Penyebaran	8
2.2.3 Senyawa Aktif Tanaman Sereh Wangi	8
2.2.4 Manfaat Tanaman Sereh Wangi	10
2.3 Macam-Macam Metode Pengangkutan Ikan	10
2.4 Aestesi	11
2.5 Mekanisme Kerja Anestesi	12
2.6 Kualitas Air	13
2.6.1 Suhu	13
2.6.2 pH	14
2.6.3 DO	14
3. MATERI DAN METODE PELAKSANAAN	
3.1 Materi Penelitian	16
3.1.1 Alat	16
3.1.2 Bahan	16
3.2 Metode Penelitian	16
3.3 Rancangan Penelitian	17
3.4 Prosedur Penelitian	18
3.4.1 Penelitian Pendahuluan	18
a. Pembuatan Media Anestesi	18
b. Penentuan Median Lethal Concentration (LC ₅₀)	19

3.4.2 Penelitian Utama.....	19
a. Proses Pemberokan	19
b. Anestesi.....	20
c. Pengemasan	20
d. Simulasi Transportasi	20
e. Pengamatan Pulih Sadar	20
3.5 Parameter Uji.....	21
3.5.1 Parameter Utama	21
3.5.2 Parameter Penunjang	22
3.6 Analisa Data	22
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Parameter Utama	24
4.1.1 Waktu Induksi.....	24
4.1.2 Waktu Pulih Sadar.....	28
4.1.3 Kelulushdupan Pasca Transportasi	31
4.1.4 Kelulushdupan Pasca Pemeliharaan	37
4.2 Parameter Penunjang.....	39
4.2.1 Suhu.....	39
4.2.2 pH	40
4.2.3 DO	40
5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	41
5.2. Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN.....	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Rainbow merah (<i>Glossolepis incisus</i>)	5
2. Tanaman sereh (<i>Cymbopogon nardus</i>)	7
3. Komponen Senyawa Minyak Sereh	8
4. Mekanisme Kerja Anestesi	13
5. Susunan Perlakuan Pada Rancangan Acak Lengkap.....	18
6. Nilai Waktu Induksi	25
7. Hubungan Minyak Sereh Dengan Waktu Lama Pemingsanan.....	27
8. Waktu pulih sadar	29
9. Hubungan Minyak Sereh Dengan Waktu Pulih Sadar.....	31
10. Kelulushidupan Pasca Transportasi (Ekor)	33
11. Kelulushidupan Pasca Transportasi (%)	34
12. Hubungan Minyak Sereh Dengan kelulushidupan	36
13. Kelulushidupan Pasca Pemeliharaan (Ekor).....	38
14. Kelulushidupan Pasca Transportasi (%)	39

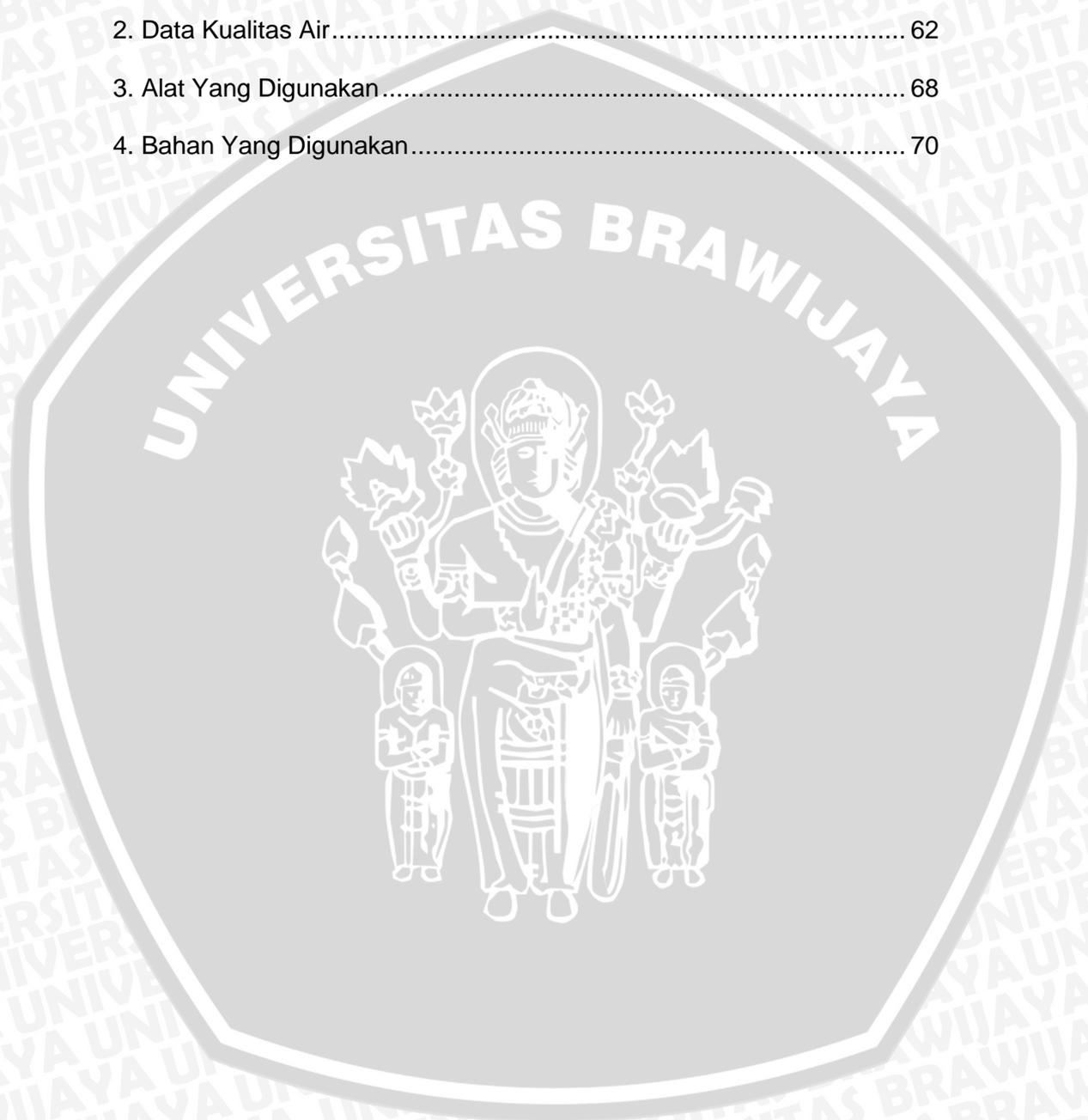
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan Senyawa Kimia Minyak Sereh	9
2. Data Pengamatan Waktu Induksi.....	24
3. Analisa Sidik Ragam Waktu induksi.....	25
4. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Waktu Induksi.....	26
5. Data Waktu Pulih Sadar	28
6. Analisis Sidik Ragam Waktu Pulih Sadar.....	29
7. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Waktu Pulih Sadar.....	30
8. Persentase kelulushidupan Pasca Transportasi	32
9. Analisa Sidik Ragam kelulushidupan Pasca Transportasi.....	34
10. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Kelulushidupan Pasca Transportasi	35
11. Data Kelulushidupan Pasca Pemeliharaan.....	37



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan Data Manual.....	46
2. Data Kualitas Air.....	62
3. Alat Yang Digunakan.....	68
4. Bahan Yang Digunakan.....	70



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara dengan kekayaan alam laut yang melimpah dan beraneka ragam. Luas perairan laut Indonesia diperkirakan sebesar 5,8 juta km² dengan panjang garis pantai mencapai 81.000 km yang terdiri dari gugusan pulau-pulau sebanyak 17.508. Pada tahun 2003, produksi ikan Indonesia mencapai 5.948 juta ton yang menempati posisi keenam setelah Cina, Peru, India, Jepang, dan Amerika Serikat (Ginting, 2010).

Affan (2012), menyatakan bahwa pengembangan budidaya perikanan merupakan suatu usaha pemanfaatan sumberdaya perairan guna meningkatkan produksi dan sekaligus merupakan langkah awal guna melestarikan dan menjaga kondisi alam agar selalu dalam keadaan yang seimbang.

Salah satu usaha budidaya yang sedang ditingkatkan oleh pemerintah pada saat ini adalah budidaya ikan hias. Dahruddin (2011) menyatakan bahwa, tingginya keanekaragaman jenis ikan hias di Indonesia, menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara yang mempunyai potensi dalam hal penyediaan ikan hias, baik yang berasal dari air tawar maupun air laut. Di tahun 2004 saja, pendapatan Indonesia dari ekspor ikan hias mencapai USD 15 juta, yang diperkirakan masih akan terus meningkat mencapai USD 45–60 juta. Perdagangan ikan hias dunia mencapai 1.600 jenis dan sekitar 46% (750 jenis) berasal dari air tawar.

Menurut Saskia, Harpeni dan Kadarini (2013), Ikan hias air tawar merupakan komoditas nonmigas bidang perikanan yang mampu menyumbang devisa negara cukup besar. Indonesia menduduki peringkat ke-3 di dunia setelah Singapura dan Malaysia sebagai eksportir ikan hias dengan pasar sebesar 7,5%.

Ikan rainbow merah (*Glossolepis incisus*) merupakan salah satu jenis ikan hias air tawar yang memiliki nilai jual lokal ekspor yang tinggi.

Salah satu jenis ikan hias air tawar Indonesia yang paling diminati di pasaran lokal dan dunia adalah ikan rainbow merah (*Glossolepis incisus*). Said, Supyawati dan Noortiningsih (2005), berpendapat bahwa ikan rainbow merah telah cukup dikenal dalam perdagangan ikan hias di dunia. Ikan tersebut tergolong dalam family Melanotaeniidae yang memiliki 6 genera dan 53 spesies. Spesies ini memiliki penampilan warna yang menarik dan bentuk yang relatif unik. Ikan tersebut hidup endemik di Danau Sentani Irian, sehingga merupakan ikan hias asli Indonesia. Panjang total ikan ini dapat mencapai 12 cm. Individu jantan berukuran relatif besar, memipih, dan berwarna merah menyala di sekujur tubuhnya, sedangkan individu betina berwarna olive kecoklatan, bentuk tubuh memanjang, dan ukuran relatif kecil.

Namun, jauhnya jarak antara daerah pembenihan dan daerah pembesaran serta semakin ketatnya persaingan perdagangan ikan hias di pasar lokal dan regional maka diperlukan suatu teknologi transportasi yang dapat mempertahankan tingkat kelangsungan hidup ikan hias agar tetap tinggi dalam waktu yang lama. Salah satu tindakan yang dapat dilakukan adalah membuat kondisi ikan tetap tenang dengan cara dipingsankan menggunakan teknik anestetik (Supriyono, Budiyaniti dan Budiardi, 2010).

Teknik anestetik perlu dilakukan guna menjaga kondisi ikan tetap baik, karena pada dasarnya prinsip anestetik adalah menghilangkan kesadaran suatu organisme terhadap rangsangan dari luar dengan cara melemahkan sistem syaraf sementara pada ikan. Menurut Saskia, *et al.* (2013), anestetik digunakan selama pengangkutan dengan tujuan untuk menenangkan ikan sehingga aktivitasnya berkurang, yang nantinya akan berpengaruh pada pengurangan

konsumsi oksigen dan mengurangi produksi karbondioksida yang mudah terurai sehingga tidak menimbulkan efek negatif pada ikan.

Sumahiradewi (2014), menyatakan bahwa bahan anastesi, seperti ether, propoxate, quinaldine sulfat serta MS-222 merupakan bahan yang sering digunakan sebagai bahan penenang atau pembiusan dalam pengangkutan ikan hidup. Bahan ini dinilai cukup efektif dan dapat meningkatkan tingkat kelangsungan hidup. Akan tetapi bahan-bahan tersebut telah dilarang penggunaannya karena dapat meninggalkan residu dalam tubuh ikan. Berdasarkan hal tersebut perlu ada bahan anastesi alternatif, misalnya bahan anastesi alami seperti minyak sereh (*Cymbopogon sp.*).

Minyak sereh merupakan minyak atsiri yang memiliki kandungan senyawa geraniol dan sitronelol yang mampu menurunkan tingkat metabolisme ikan dengan cara membuat ikan pingsan. Senyawa geraniol dan sitronelol berperan penting dalam mekanisme anastesi melalui jaringan pernafasan. Namun demikian, informasi mengenai kegunaan minyak sereh sebagai salah satu bahan anastesi dalam kegiatan transportasi ikan rainbow merah belum tersedia sehingga dianggap perlu untuk dilakukan penelitian (Supriyono, *et al.*, 2010).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas penggunaan bahan kimia sebagai bahan anastesi pada transportasi ikan sangat berbahaya karena dapat menyebabkan residu pada ikan dan lingkungan. Oleh sebab itu, penggunaan bahan alami seperti minyak sereh (*Cymbopogon sp.*) dianggap mampu untuk digunakan sebagai bahan anastesi karena memiliki senyawa aktif, seperti eugenol dan sitronella yang tidak berbahaya bagi ikan dan lingkungan. sehingga rumusan masalah yang dapat dikaji adalah sebagai berikut :

- Bagaimana efektifitas minyak sereh (*Cymbopogon* sp.) untuk ikan rainbow merah (*Glossolepis incisus*) pada saat transportasi?
- Berapa dosis penggunaan minyak sereh (*Cymbopogon* sp.) yang dapat digunakan sebagai bahan anestesi untuk ikan rainbow merah (*Glossolepis incisus*) pada saat transportasi?

1.3 Tujuan

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas dari penggunaan minyak sereh (*Cymbopogon* sp.) sebagai bahan anestesi alami untuk ikan rainbow merah (*Glossolepis incisus*) pada saat transportasi.

1.4 Hipotesis

H₀: Minyak sereh (*Cymbopogon* sp.) diduga tidak efektif sebagai bahan anestesi alami untuk ikan rainbow merah (*Glossolepis incisus*) pada saat transportasi.

H₁: Minyak sereh (*Cymbopogon* sp.) diduga efektif sebagai bahan anestesi alami untuk ikan rainbow merah (*Glossolepis incisus*) pada saat transportasi.

1.5 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian ini yaitu agar didapatkan informasi mengenai penerapan teknik anestetik menggunakan minyak sereh yang mampu meningkatkan kelulushidupan ikan rainbow merah pada saat transportasi. Sehingga diharapkan pada masyarakat khususnya pembudidaya ikan hias mampu untuk menggunakan teknik tersebut.

1.6 Waktu Dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 28 Januari-28 Februari 2015 bertempat di Laboratorium Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Rainbow merah (*Glossolepis incisus*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Siby (2009), klasifikasi ikan rainbow merah (Gambar 1) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Actinopterygii
Divisi	: Teleostei
Super Ordo	: Atherinea
Ordo	: Atheriniformes
Famili	: Melanotaeniidae
Sub Famili	: Melanotaeniinae
Genus	: <i>Glossolepis</i>
Spesies	: <i>Glossolepis incisus</i> Weber, 1907
Nama umum	: Red Rainbow fish, Rainbow merah Irian (Inggris, Indonesia)
Nama daerah	: Ikan Kaskado, Heuw (Papua, Sentani)



Gambar 1. Ikan Rainbow merah (*Glossolepis incisus*) (Tappin, 2010)

Siby (2009) menyatakan bahwa, ikan rainbow merah memiliki ciri tubuh yang pipih menyamping (*compressed lateral*), dengan sisik yang besar, pada bagian sirip punggung terbagi dua, serta pada bagian sirip anal yang panjang

dan linea lateralis memiliki bentuk yang tidak beraturan. Ikan ini bersifat dimorfisme seksual, yang mana terlihat jelas pada ikan jantan yang bertubuh lebih besar daripada ikan betina. Selain itu, ikan ini memiliki sifat dikromatisme seksual yang ditandai dengan warna tubuh yang hijau kekuningan (*olive*) hingga kecoklatan dan ikan jantan yang berwarna merah cerah dengan pantulan keperakan pada kepala dan kedua sisinya. Ikan ini berukuran panjang baku maksimum ikan rainbow merah jantan sekitar 120 mm dan betina sekitar 100 mm

2.1.2 Habitat dan Penyebaran

Menurut Tappin (2010), *Glossolepis incisus* merupakan salah satu ikan endemik danau Sentani. Danau Sentani merupakan danau yang terletak 10 km pada bagian barat Jayapura. Danau ini memiliki kedalaman 7 sampai dengan 52 m. Di habitat aslinya ikan ini mampu hidup baik pada suhu air 29⁰-32⁰C dengan pH 6,2-6,8.

Habitat asli ikan rainbow merah adalah perairan yang mengalir seperti sungai dan danau. Nurhidayat (2009), menyatakan bahwa, ikan rainbow merah mudah memijah pada kondisi lingkungan yang sesuai dengan kondisi di habitat alaminya. Suhu yang sesuai adalah 24⁰-27⁰C, sedangkan pH airnya berkisar antara 6 – 8. Ikan rainbow merah merupakan ikan yang aktif bergerak, senang hidup berkelompok dan sering terlihat membentuk barisan, serta dapat dipelihara bersama-sama dengan ikan lainnya.

2.1.3 Kebiasaan Makan

Ikan rainbow merah merupakan ikan pemakan phytoplankton dan zooplankton seperti invertebrata kecil, serangga air, crustacea kecil, larva serangga, alga dan makanan hidup lainnya maupun makanan yang sudah dibekukan. Ikan rainbow yang dipelihara pada bak atau akuarium umumnya di beri pakan buatan dan pakan alami. Pada umur 3-5 hari diberi pakan cladocera,

5-12 hari diberi pakan rotifer dan umur 2-3 minggu ikan ini akan berubah menjadi predator (Tappin 2010).

2.2 Biologi Tanaman Sereh Wangi (*Cymbopogon* sp.)

2.2.1 Klasifikasi Dan Morfologi

Menurut Fardaniyah (2007), tanaman sereh wangi (Gambar 2) di klasifikasikan sebagai berikut:

- Divisio : Anthopyta
Phylum : Angiospermae
Kelas : Momocotyledonae
Famili : Geraminae
Genus : *Cymbopogon*
Spesies : *Cymbopogon nardus*



Gambar 2. Tanaman sereh (*Cymbopogon nardus*) (Fardaniyah, 2007)

Sereh merupakan salah satu tanaman rumput-rumputan yang membentuk rumpun tebal dengan tinggi mencapai 2 meter. Rifqi, Siadi dan Sudarmin (2014), menyebutkan bahwa batang tanaman ini berbentuk kaku yang keluar dari akar tunggang yang berimpang pendek. Sedangkan daunnya berbentuk pita yang semakin ke ujung semakin meruncing, berwarna hijau kebiru-biruan dan halus pada kedua permukaannya, tetapi tepinya kasar. tanaman ini mampu tumbuh baik pada daerah panas maupun basah sampai dengan ketinggian 100 meter di atas permukaan laut.

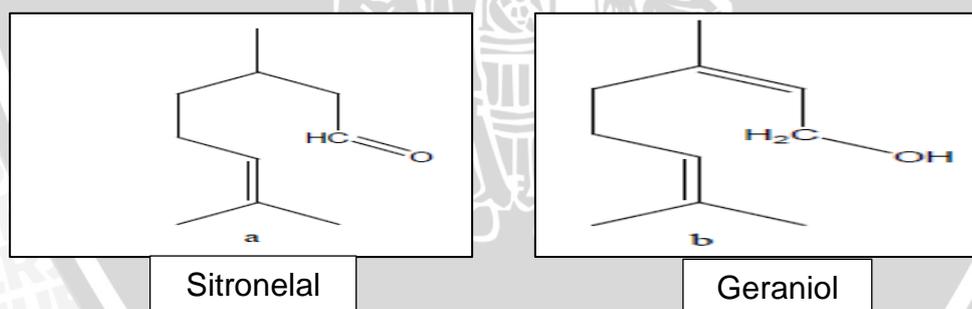
2.2.2 Habitat dan Penyebaran

Fardanyah (2007), menyatakan bahwa tanaman serai wangi memiliki nama-nama yang berbeda pada tiap daerah seperti; Sere magat (Aceh), Sereh (Sunda), Sere (Jawa), See (Bali), Hisa-Hisa (Ambon), dan Sare (Makassar). *Cymbopogon nardus* atau *Andropogon nardus*, termasuk family Geraminiae (rumput-rumputan).

Rifqi, *et al.* (2014), menyatakan bahwa tanaman ini mampu hidup baik didaerah yang memiliki udara dengan temperatur panas maupun basah dengan ketinggian 100 meter diatas permukaan laut. Genus dari rumput-rumputan ini meliputi hampir 80 spesies, dan diantaranya adalah *C.nardus* dan *C.winterianus*.

2.2.3 Senyawa Aktif Tanaman Sereh Wangi

Komponen dalam minyak sereh diantaranya adalah sitronelal, geraniol, sitronelol, geranil asetat, sitronelil asetat, sitral, khavikol, eugenol, kadinol, kadinen, vanilin, limonene, kamfen (Pratiwi, Iftitah dan Ulfa, 2013). Contoh struktur dari komponen yang terdapat dalam minyak sereh (Gambar 3) sebagai berikut:



Gambar 3. Komponen Senyawa Minyak Sereh (Pratiwi, *et al.*, 2013).

Sitronelal merupakan senyawa monoterpena yang mempunyai gugus aldehid, ikatan rangkap dan rantai karbon yang memungkinkan untuk mengalami reaksi siklisasi aromatisasi serta reaksi reduksi. Sitronelal dapat mengalami reaksi reduksi menjadi alkohol yang sesuai, yaitu sitronelol dengan menggunakan pereduksi, seperti hidrida logam (Mustikowati, 2013).

Menurut Astarini, Burhan dan Zetra (2010), geraniol termasuk senyawa monoterpen. Struktur dari senyawa monoterpen yang telah dikenal merupakan perbedaan dari 38 jenis kerangka yang berbeda, sedangkan prinsip dasar penyusunnya tetap sebagai penggabungan kepala dan ekor dari 2 unit isopren. Struktur monoterpenoid dapat berupa rantai terbuka dan tertutup atau siklik. Dari segi biogenetik, perubahan geraniol, nerol dan linalol berlangsung sebagai akibat reaksi isomerisasi.

Sedangkan Setyaningsih, Hambali dan Nasution (2010), menyatakan bahwa Teknik isolasi minyak sereh wangi dapat dilakukan dengan cara penyulingan. Hasil isolasi tersebut berupa senyawa yang disebut Sitronellal, Geraniol, dan Sitronellol. Ketiga komponen tersebut merupakan komponen yang dominan dalam minyak sereh wangi.

Fardaniyah (2007), menyatakan bahwa kandungan minyak atsiri pada bagian batang adalah 0,4% dengan komponen utama sitronelol 66-85%, Sedangkan pada bagian daun kandungan minyak atsiri mencapai 1% dengan komponen utama sitronella, geraniol 25 – 35%. Disamping itu terdapat pula geraniol butir, sitral, limonen, eugenol dan metileugenol.

Menurut Utomo dan Widiatmoko (2008), kandungan senyawa kimia pada minyak sereh dapat dilihat pada (Tabel 1) berikut:

Tabel 1. Kandungan Senyawa Kimia Minyak Sereh

Senyawa Penyusun	Kadar (%)
Sitronellal	32–45
Geraniol	12–18
Sitronellol	12–15
Geraniol asetat	3–8
Sitronellol asetat	2–4
L – Limonene	2–5
Elemol & terpen lain	2–5
Elemene & cadinen	2-5

Menurut Mustikowati (2013), sitronelol dan geraniol, serta ester geraniol dan ester sitronelol banyak digunakan sebagai bahan pengharum ruangan, tisu, sabun, dan kosmetik. Minyak sereh mengandung tiga komponen utama yaitu sitronelal, sitronelol dan geraniol. Ketiga komponen ini menentukan intensitas bau harum, nilai dan harga minyak sereh.

2.2.4 Manfaat Tanaman Sereh Wangi

Tanaman sereh merupakan salah satu tanaman herbal yang berasal dari suku poaceae, selain sering dimanfaatkan sebagai pembangkit cita rasa pada makanan, tanaman sereh juga dipercaya dapat dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional. Penyelidikan fitokimia mengungkapkan bahwa ekstrak sereh berisi beberapa nabati konstituen, yaitu: minyak atsiri, saponin, tanin, alkaloid dan flavonoid. Berbagai kandungan senyawa aktif tersebut, mengindikasikan sereh memiliki aktivitas antibakteri yang cukup besar khususnya kandungan minyak atsiri (Rahman, Husain dan Abdullah, 2013).

Supriyono, *et al.* (2010), menyatakan bahwa minyak sereh merupakan salah minyak atsiri yang memiliki kandungan senyawa geraniol dan sitronelol yang mampu menurunkan tingkat metabolisme ikan dengan cara membuat ikan pingsan atau menenangkan ikan. Selain itu, dalam beberapa penelitian senyawa geraniol dan sitronelol berperan penting dalam mekanisme anestesi melalui jaringan pernafasan.

2.3 Macam-Macam Metode Pengangkutan Ikan

Ikan yang telah dipanen dan akan di distribusikan, perlu mendapatkan perlakuan khusus dalam proses pengemasan. Menurut Suryanto (2010), sistem pengangkutan ikan dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Sistem terbuka

Sistem pengangkutan ini digunakan untuk pengangkutan jarak dekat yang membutuhkan jarak pendek. Wadah yang dipergunakan dapat berupa ember, keranjang pikulan yang terbuat dari bambu yang kedap air.

2. Sistem tertutup

Sistem pengangkutan ini digunakan untuk pengangkutan jarak dekat maupun jarak jauh. Wadah yang dipergukan dapat berupa kantong plastik.

Sedangkan Cahyono (2000), berpendapat bahwa untuk mencegah terjadinya kerusakan pada ikan, maka diperlukan sistem pengangkutan yang baik. Pengangkutan ikan dapat dilakukan dengan dua macam cara, yaitu pengangkutan tertutup dan terbuka. Pengangkutan tertutup adalah metode pengangkutan yang biasanya menggunakan kantong plastik sebagai wadah. Pada pengangkutan tertutup, ikan dimasukkan kedalam kantong plastik yang diberi oksigen dengan perbandingan 1:1. Selain itu, bisa juga ditambahkan bahan kimia tertentu seperti Na_2HPO_4 yang berfungsi untuk menstabilkan pH. Sedangkan sistem pengangkutan terbuka adalah metode pengangkutan yang menggunakan bak terbuka tanpa diberikan oksigen kedalam wadah tersebut. Untuk pengangkutan jarak jauh biasanya menggunakan pengangkutan tertutup dan sebaliknya.

2.4 Anestesi

Anestesi merupakan salah satu cara yang digunakan untuk menekan laju metabolisme dan aktivitas ikan selama transportasi. Bahan anestesi dapat berupa bahan alami dan kimia yang mampu melepas uap serta dapat memberikan bau yang tajam dalam air yang sifatnya menyengat. Selain itu, bahan anestesi tidak bersifat racun terhadap ikan, mampu menimbulkan efek

bius yang cukup lama dengan kadar yang sangat rendah, mudah didapat dan harganya terjangkau (Yanto, 2012).

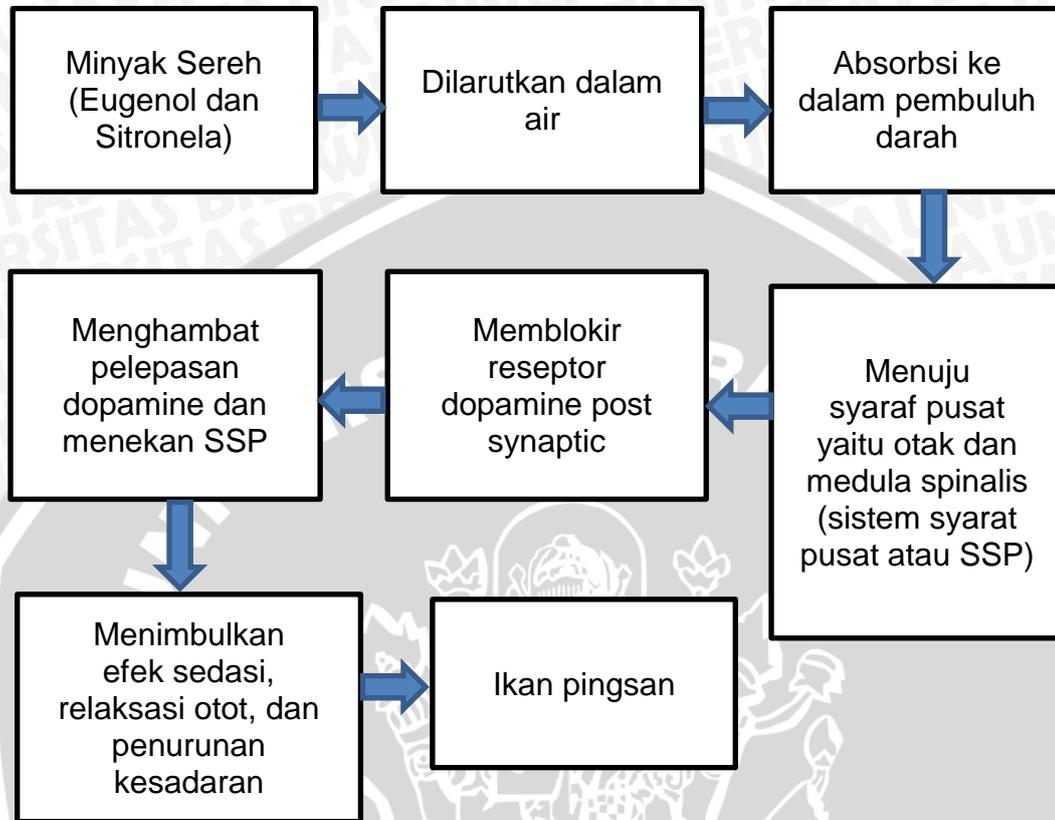
Teknik anestesi perlu dilakukan untuk menjaga kondisi ikan agar tetap baik, karena pada prinsipnya anestesi digunakan untuk menghilangkan kesadaran suatu organisme terhadap rangsang dari luar. Saskia, *et al.* (2013), menyatakan bahwa anestesi digunakan selama transportasi dengan tujuan untuk menenangkan aktivitas ikan, mengurangi konsumsi oksigen dan mengurangi produksi karbondioksida yang mudah terurai sehingga tidak menimbulkan efek negatif pada ikan. Selain itu, anestesi juga berguna untuk mengurangi stress dalam penanganan yang disebabkan oleh grading dan pengangkutan.

2.5 Mekanisme Kerja Anestesi

Yanto (2012), menegaskan bahwa laju respirasi dan aktivitas ikan akan berkurang setelah terjadi induksi obat bius yang terlarut dalam air. Hal ini menyebabkan ikan gelisah, dan naik ke permukaan untuk selalu berupaya mencari oksigen. Obat bius tersebut menyebabkan hilangnya seluruh atau sebagian rasa pada tubuh ikan sebagai akibat dari penurunan fungsi syaraf, sehingga menghalangi aksi dan hantaran impuls syaraf.

Abid (2010), menyatakan bahwa penggunaan bahan anestesi berupa zat anestesi yang diberikan pada biota umumnya bekerja melalui impuls syaraf dengan menghambat pengiriman ion natrium melalui gerbang ion natrium selektif pada membran syaraf sehingga menurunkan tingkat metabolisme. Pada proses anestesi respon ikan terhadap rangsang akan menurun dan gerak operkulum yang melambat akan menurunkan tingkat respirasi ikan. Penurunan laju respirasi ini akan mengganggu proses metabolisme ikan ketika tingkat metabolisme ikan rendah. Hal ini akan menyebabkan ikan tidak mampu untuk menanggapi respon dari luar karena terjadi penurunan mekanisme kerja otak akibat kekurangan

oksigen yang akhirnya dapat melumpuhkan sistem syaraf motorik. Proses anestesi (Gambar 4) yang menyebabkan ikan pingsan adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Mekanisme Kerja Anestesi (Saskia, *et al.*, 2012)

2.6 Kualitas Air

2.6.1 Suhu

Pada pemeliharaan ikan, perlu dilakukan pengontrolan yang baik terhadap beberapa parameter seperti suhu air, tingkat salinitas, kecerahan air, viskositas, dan parameter-parameter lain yang dapat mempengaruhi tingkat perkembangan biota ikan. Simanjuntak dan Pramana (2013), menyatakan bahwa salah satu parameter yang penting pada pemeliharaan ikan adalah suhu air. Adapun pengaruh suhu air terhadap organisme yang ada dalam kolam antara lain:

- Mempengaruhi Distribusi Mineral dalam air
- Mempengaruhi tingkat viskositas air
- Mempengaruhi konsentrasi oksigen terlarut dalam air
- Mempengaruhi konsumsi oksigen hewan air.

Suhu dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kelulushidupan organisme perairan. Kisaran suhu optimal bagi kehidupan ikan di perairan tropis berkisar 28°C-32°C. pada kisaran tersebut konsumsi oksigen terlarut 2,2 mg/g berat tubuh ikan. Sedangkan pada suhu air 25°C konsumsi oksigen mencapai 1,2 mg/g berat tubuh ikan. Pada suhu 12°C-18°C dapat membahayakan bagi ikan (Gufran dan Kordi, 2007).

2.6.2 pH

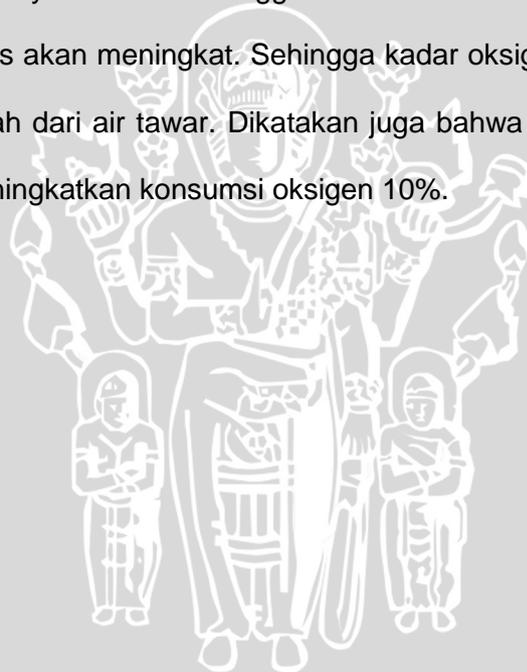
Noorulil dan Adil (2010), menyatakan bahwa pH merupakan suatu satuan ukur yang menghitung derajat keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Nilai pH diukur pada skala 0 sampai 14. Istilah pH berasal dari “p” lambang matematika dari negatif logaritma, dan “H” lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Definisi yang formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas ion Hidrogen, yang dapat dinyatakan dengan persamaan: $pH = -\log [H^+]$

Kisaran pH yang baik untuk biota akuatik berada pada nilai 6,5-9. pH memiliki pengaruh yang sangat besar. Pada pH kurang dari 6,5 akan menyebabkan perairan asam yang berakibat pada menurunnya laju pertumbuhan dan menekan laju reproduksi pada organisme tertentu. Tinggi atau rendahnya nilai pH air tergantung dalam beberapa faktor yaitu: kondisi gas-gas dalam air seperti CO₂, konsentrasi garam-garam karbonat dan bikarbonat, proses dekomposisi bahan organik di dasar perairan (Armita, 2011).

2.6.3 DO

Oksigen terlarut merupakan salah satu parameter kualitas air yang mejadi faktor pembatas bagi kehidupan biota air. Banyak atau sedikitnya jumlah oksigen terlarut dalam perairan tergantung dari naiknya suhu air dan meningkatnya salinitas. Selain itu, konsentrasi oksigen terlarut juga dipengaruhi oleh proses respirasi biota air dan dekomposisi bahan organik oleh mikroba. Faktor lain yang dapat menyebabkan oksigen menurun adalah adanya penambahan zat organik dalam perairan (Wijayanti, 2007).

Armita (2011), menjelaskan bahwa kadar oksigen terlarut memiliki hubungan dengan suhu yaitu semakin tinggi suhu maka kelarutan oksigen akan berkurang dan salinitas akan meningkat. Sehingga kadar oksigen terlarut air laut cenderung lebih rendah dari air tawar. Dikatakan juga bahwa peningkatan suhu sebesar 1°C akan meningkatkan konsumsi oksigen 10%.



3. METERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- pH meter
- DO meter
- Aerator
- Heater
- Sirkulator
- Gelas ukur 50 ml
- Labu takar 1000 ml
- Akuarium ukuran 20x30x20 cm
- Akuarium ukuran 20x50x100 cm
- Akuarium ukuran 10x10x15 cm
- Sesor
- Beaker glass 1000 ml

3.1.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Minyak serih teknis 65%
- Air tawar
- Ikan rainbow merah (5-7 cm) 120 ekor yang berasal dari petani ikan hias daerah Bogor, Jawa Barat
- Kantung plastik dengan ketebalan 0,5 cm, lebar 60 cm dan panjang 1 m
- Cool Box
- Karet gelang
- Oksigen murni
- Es batu

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yaitu metode yang meneliti tentang hubungan sebab dan akibat dalam suatu masalah tertentu dengan memanipulasi satu (lebih) variable pada satu (lebih) kelompok eksperimen dan membandingkannya dengan kelompok lain yang tidak mengalami manipulasi (Nazir, 2005).

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rancangan ini digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam. Model untuk RAL menurut Sastrosupadi (2000) adalah sebagai berikut:

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

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

Berdasarkan penelitian pendahuluan didapatkan LC_{50} 48 jam pada konsentrasi 60 ml/L, sehingga dapat disimpulkan bahwa rentang dosis yang digunakan pada penelitian inti dibawah 60 ml/L. Pada penelitian inti akan digunakan 6 perlakuan dan 4 ulangan. Adapun konsentrasi minyak sereh dalam transportasi tertutup yang digunakan sebagai berikut:

Kontrol : Konsentrasi minyak sereh 0 ml/L

Perlakuan A : Konsentrasi minyak sereh 10 ml/L

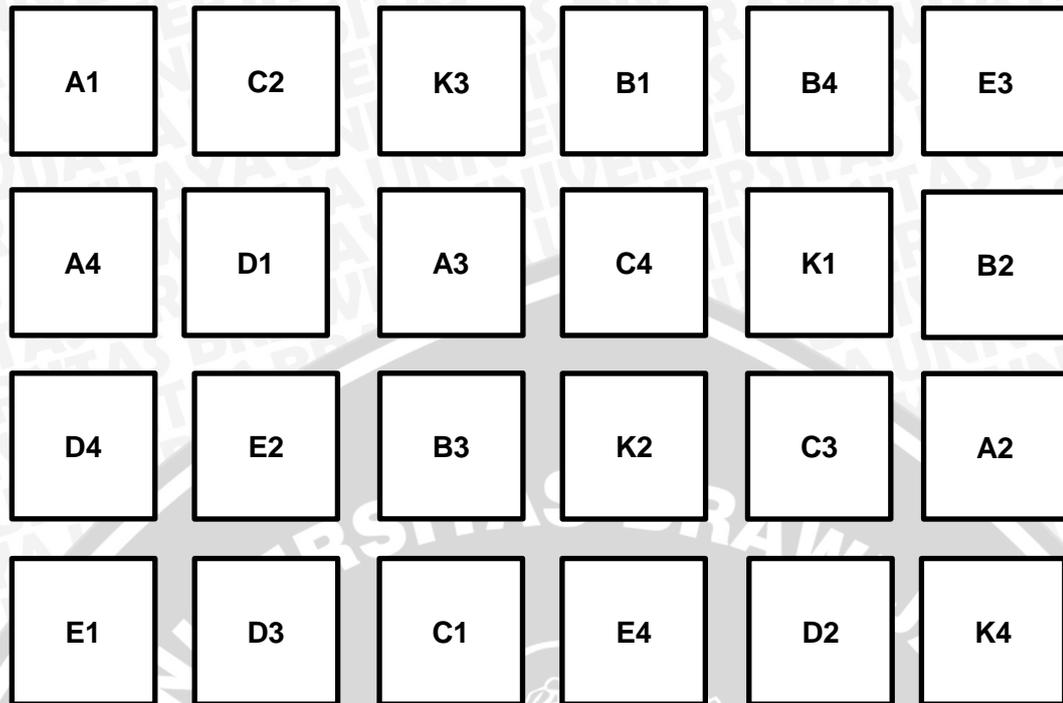
Perlakuan B : Konsentrasi minyak sereh 20 ml/L

Perlakuan C : Konsentrasi minyak sereh 30 ml/L

Perlakuan D : Konsentrasi minyak sereh 40 ml/L

Perlakuan E : Konsentrasi minyak sereh 50 ml/L

Dalam penelitian ini masing-masing perlakuan ditempatkan secara acak pada masing-masing ulangan atau kelompok. Susunannya dapat dilihat pada (Gambar 5) berikut:



Gambar 5. Susunan Perlakuan Pada Rancangan Acak Lengkap

Keterangan:

- K : Kontrol
 A, B, C, D dan E : Perlakuan
 1, 2, 3 dan 4 : Ulangan

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Penelitian Pendahuluan

a. Pembuatan Media Anestesi

Pembuatan media anestesi dimulai dengan menyiapkan gelas ukur 50 ml. Kemudian dimasukkan minyak sereh ke dalam gelas ukur sesuai dengan dosis yang telah ditentukan. Selanjutnya dipindahkan minyak sereh ke dalam labu takar 1.000 ml untuk dicampur dengan air tawar. Setelah minyak sereh dimasukkan ke dalam labu takar, dimasukkan air tawar sedikit demi sedikit hingga mencapai batas garis pada labu takar. Ketika air tawar telah masuk ke dalam labu takar, diaduk (dikocok) minyak sereh selama 2 menit hingga menyatu dengan air (Khalil, Yuskarina dan Hartami, 2013). Setelah homogen, minyak

sereh dan air tawar dipindahkan pada labu takar ke dalam akuarium ukuran 20x30x20 cm.

b. Penentuan *Median Lethal Concentration* (LC₅₀)

Median Lethal Concentration (LC₅₀) merupakan suatu konsentrasi yang dapat menyebabkan 50% hewan uji mengalami kematian dari total populasi (Saskia, *et al.* 2013). LC₅₀ ini diketahui dalam waktu 48 jam, dengan tujuan untuk mengetahui batas minimum dan maksimum dari dosis minyak sereh yang digunakan, sehingga dapat ditentukan dosis minyak sereh yang aman bagi ikan uji. Konsentrasi yang digunakan pada penelitian pendahuluan adalah 20 ml/L, 40 ml/L, 60 ml/L dan 80 ml/L tanpa ulangan. Sesuai dengan pernyataan Supriyono (2010), bahwa dalam penentuan konsentrasi LC₅₀ dosis yang digunakan berkisar 0-160 ml/L untuk minyak sereh. Ikan yang diujikan berjumlah 10 ekor setiap perlakuan, hal ini berdasarkan aktifitas petani ikan hias dilapang yang mengirim benih ikan rainbow merah ukuran 5-7 cm dengan padat tebar 10 ekor/L. Berdasarkan penelitian pendahuluan didapatkan nilai LC₅₀ 48 jam yaitu pada dosis 60 ml/L. sehingga dapat disimpulkan bahwa rentang dosis yang digunakan pada penelitian inti dibawah 60 ml/L. Dosis yang digunakan yaitu 10 ml/L, 20 ml/L, 30 ml/L, 40 ml/L, 50ml/L.

3.4.2 Penelitian Utama

a. Proses Pemberokan

Pada tahap awal sebelum penelitian, ikan rainbow merah sebanyak 180 ekor terlebih dahulu dipuasakan selama 48 jam. Ikan dipuasakan pada akuarium berukuran 100x50x50 cm dengan ketinggian air 30 cm. Tujuan dari pemberokan ini adalah mengurangi laju metabolisme ikan dengan membuat lambung ikan kosong, sehingga ikan tidak mengeluarkan feses pada saat transportasi yang dapat memperburuk kualitas air.

b. Anestesi

Setelah diberok, ikan rainbow merah dianestesi. Pembuatan media anestesi dimulai dengan menyiapkan gelas ukur 50 ml. Kemudian dimasukkan minyak sereh ke dalam gelas ukur sesuai dengan dosis yang telah ditentukan. Selanjutnya dipindahkan minyak sereh ke dalam labu takar 1.000 ml untuk dicampur dengan air tawar. Setelah minyak sereh dimasukkan ke dalam labu takar, dimasukkan air tawar sedikit demi sedikit hingga mencapai batas garis pada labu takar. Ketika air tawar telah masuk ke dalam labu takar, diaduk (dikocok) minyak sereh selama 2 menit hingga menyatu dengan air (Khalil, Yuskarina dan Hartami, 2013). Setelah homogen, minyak sereh dan air tawar dipindahkan pada labu takar ke dalam akuarium ukuran 20x30x20 cm. Kemudian dimasukkan 5 ekor ikan rainbow merah ke dalam akuarium tersebut dan ditunggu hingga ikan pingsan. Kepadatan yang digunakan berdasarkan aktifitas petani ikan hias dilapang yang mengirim benih ikan rainbow merah ukuran 5-7 cm dengan padat tebar 5 ekor/L

c. Pengemasan

Setelah pingsan, ikan dipindahkan ke dalam kantong plastik yang telah diisi air tawar sebanyak 1 liter. Selanjutnya ditambahkan oksigen murni ke dalam kantong plastik dan diikat dengan menggunakan karet gelang. Kemudian dimasukkan kantong plastik yang berisi ikan dalam *cool box* untuk dikemas. Selanjutnya ditambahkan es batu ke dalam *cool box*. Selanjutnya *cool box* ditutup dengan lakban hingga rapat dan siap untuk ditransportasikan.

d. Transportasi

Ikan yang telah dikemas kemudian siap untuk dilakukan transportasi melalui jalur darat dengan asumsi jarak tempuh Malang-Magetan-Malang adalah 12 jam dengan kecepatan 80 km/jam.

e. Pengamatan Pulih Sadar

Pada pengamatan pulih sadar, yang harus dilakukan adalah disiapkan akuarium sebanyak 18 buah dan masing-masing akuarium diisi air sebanyak 2 liter dan diukur kualitas airnya. Ikan rainbow merah yang telah ditransportasi kemudian diambil dan dimasukkan ke dalam akuarium tersebut dan diamati waktu pulih sadarnya.

3.5 Parameter Uji

3.5.1 Parameter utama

Pada penelitian ini ada beberapa parameter utama yang di jadikan acuan pengamatan, parameter tersebut antara lain:

a. Waktu Induksi (Jangka Waktu Yang Dibutuhkan Sampai Ikan Pingsan)

Perhitungan waktu imotilisasi dimulai saat ikan diberi bahan anestesi hingga ikan tidak merespon rangsangan dari luar (pingsan). Tanda-tanda ikan yang terpengaruh bahan anestesi adalah gerakan ikan tidak beraturan, ikan berada dipermukaan air serta bukaan tutup insang dan mulut ikan menjadi lebih cepat. Hal ini dikarenakan minyak sereh mengandung zat anti metabolit yang mampu menurunkan aktifitas, metabolisme dan respirasi pada ikan.

b. Waktu Pulih Sadar Ikan

Perhitungan waktu pulih sadar dimulai saat ikan dipindahkan dari media transportasi ke media akuarium, kemudian ditunggu sampai ikan pulih sadar kembali. Ciri dari ikan yang telah pulih kesadarannya adalah ikan berenang dengan normal.

c. Kelulushidupan (Tingkat Kelulushidupan Ikan)

Perhitungan Kelulushidupan dilakukan 2 kali yaitu setelah transportasi dan setelah pemeliharaan selama 14 hari. Menurut Rudyanti dan Ekasari (2009), kelulushidupan dapat dihitung di akhir penelitian dengan rumus:

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

- Keterangan: SR** = Persentase Kelangsungan Hidup Hewan Uji
- N_t** = Jumlah Ikan Uji Pada Akhir Penelitian (Ekor)
- N₀** = Jumlah ikan Uji Pada Awal Penelitian (Ekor)

3.5.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang yang digunakan dalam penelitian ini berupa pengukuran kualitas air yang dianggap mampu mempengaruhi laju adaptasi dan metabolisme pada ikan, seperti:

❖ Suhu Media Transportasi

Perhitungan suhu media dilakukan sebanyak 2 kali yaitu sebelum dan sesudah perlakuan transportasi. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah thermometer.

❖ pH Media Transportasi

Perhitungan pH media dilakukan sebanyak 2 kali yaitu sebelum dan sesudah perlakuan transportasi. Alat yang digunakan untuk mengukur pH adalah pH Meter.

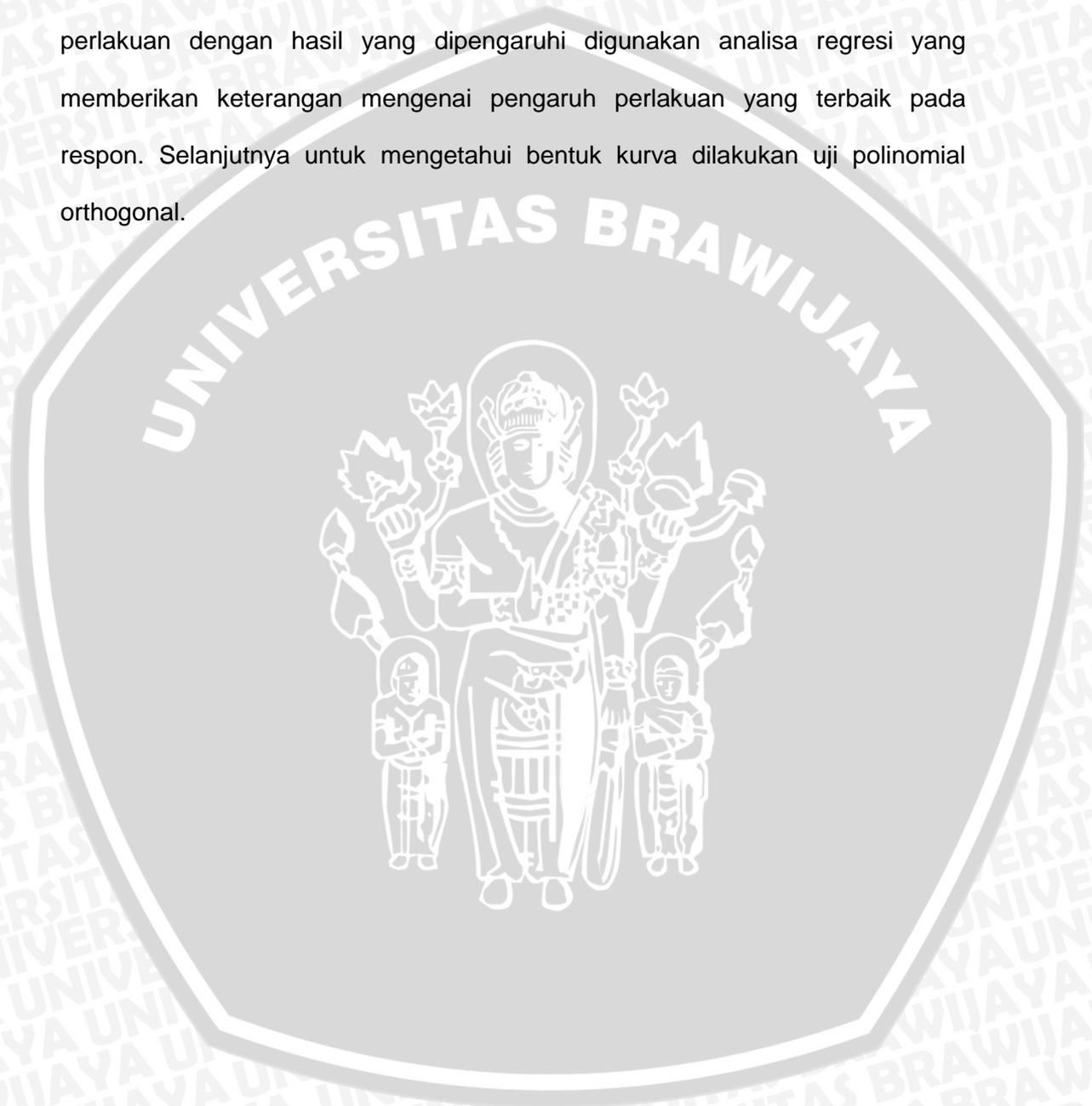
❖ DO Media Transportasi

Perhitungan oksigen terlarut/DO (*Disolved Oxygen*) media dilakukan sebanyak 2 kali yaitu sebelum dan sesudah perlakuan transportasi. Alat yang digunakan untuk mengukur DO adalah DO Meter.

3.6 Analisa Data

Penelitian ini menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan 6 perlakuan dan 4 kali ulangan untuk masing-masing perlakuan. Untuk menganalisis data yang diperoleh dari penelitian maka dapat digunakan analisis

keragaman atau uji F. Apabila nilai F berbeda nyata atau sangat nyata maka untuk membandingkan nilai antar perlakuan dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk menentukan perlakuan yang memberi respon terbaik pada taraf atau derajat kepercayaan 5% dan 1%. Untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang dipengaruhi digunakan analisa regresi yang memberikan keterangan mengenai pengaruh perlakuan yang terbaik pada respon. Selanjutnya untuk mengetahui bentuk kurva dilakukan uji polinomial orthogonal.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Utama

4.1.1 Waktu Pemingsanan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka didapatkan data waktu pemingsanan yaitu waktu sejak ikan dalam keadaan sadar hingga ikan pingsan. Data waktu induksi dapat dilihat pada (Tabel 2) berikut:

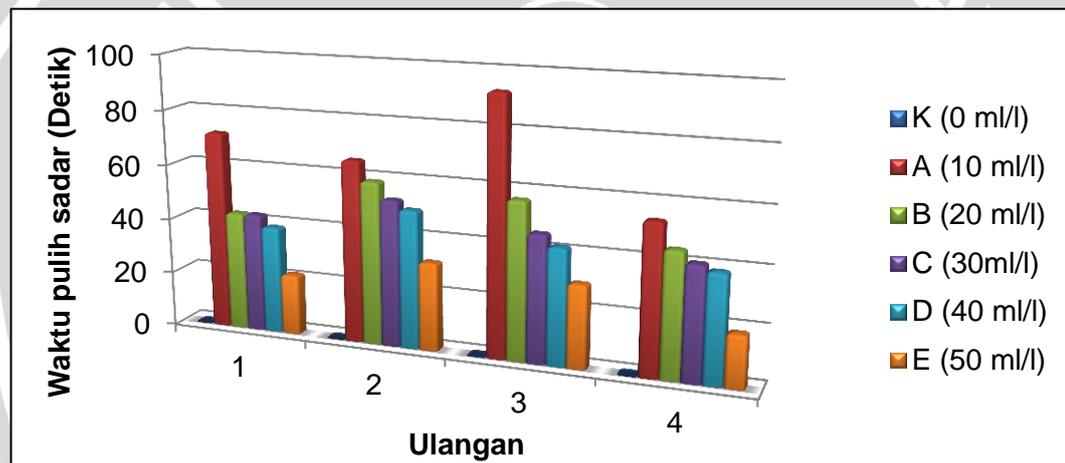
Tabel 2. Data Pengamatan Waktu Pemingsanan (Detik)

Perlakuan	Ulangan				Total	Rerata
	1	2	3	4		
K	0	0	0	0	0	0
A	72	66	93	54	285	71.25
B	43	59	57	45	204	51
C	43	53	46	41	183	45.75
D	39	50	42	39	170	42.50
E	22	32	30	19	103	25.75
					945	

Dari data tersebut maka dapat diketahui bahwa rata-rata waktu induksi pada perlakuan A (10 ml/l) yaitu 71.25 detik, perlakuan B (20 ml/l) yaitu 51 detik, perlakuan C (30 ml/l) yaitu 45.75 detik, perlakuan D (40 ml/l) yaitu 42.50 detik dan perlakuan E (50 ml/l) yaitu 25.75 detik, sedangkan pada perlakuan K tidak memiliki waktu pemingsanan karena pada perlakuan kontrol tidak dilakukan pemingsanan. Pada (gambar 6) dapat diketahui bahwa perlakuan E mempunyai rata-rata waktu pemingsanan tercepat dibandingkan dengan perlakuan A, B, C dan D. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi dosis minyak serih yang digunakan, maka akan semakin mempercepat ikan rainbow merah pingsan.

Minyak serih yang digunakan sebagai bahan anestesi diduga telah diserap kedalam tubuh ikan rainbow merah, sehingga mempengaruhi respon tingkah laku dimana laju respirasi dan aktifitas ikan menjadi berkurang hingga ikan pingsan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Yanto (2012), yang menyatakan

bahwa ikan yang diberi bahan anestesi akan gelisah dan naik kepermukaan untuk selalu berupaya mencari oksigen. Bahan anestesi akan menyebabkan hilangnya seluruh atau sebagian rasa pada tubuh ikan sebagai akibat dari penurunan fungsi syaraf, sehingga menghalangi aksi dan hantaran impuls syaraf. Selanjutnya dijelaskan bahwa secara langsung dan tidak langsung bahan anestesi akan mengganggu keseimbangan ionik dalam otak ikan. Hal ini terjadi karena penurunan konsentrasi kation K^+ dan peningkatan kation Na^+ , Fe^{3+} dan Ca^{2+} . Kondisi ini akan mempengaruhi kerja syaraf motorik dan pernafasan yang menyebabkan kematian rasa atau pingsan. Berikut gambaran rata-rata waktu pemingsanan pada tiap perlakuan (Gambar 6) dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 6. Nilai Waktu Induksi

Perbedaan konsentrasi pada tiap perlakuan mampu memberikan pengaruh waktu induksi selama proses anestesi. Hal ini dibuktikan dalam analisis sidik ragam (Tabel 3) tersebut:

Tabel 3. Analisis Sidik Ragam Waktu induksi

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F.Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	5	4308.5	861.7	12.12**	3.06	4.89
Acak	18	1279.25	71.06			
Total	23					

Keterangan : ** = Berbeda Sangat Nyata

Hasil sidik ragam menjelaskan bahwa nilai Fhitung yaitu 12.12, sehingga dikatakan bahwa $F_{hitung} \geq F_{tabel 5\%}$ dan $F_{hitung} \geq F_{tabel 1\%}$. Maka hal ini menunjukkan bahwa pemberian minyak sereh dengan dosis yang berbeda akan memberikan pengaruh sangat nyata pada waktu induksi. Untuk mengetahui pengaruh antara perlakuan, maka dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT) yang dapat dilihat pada (Tabel 4) tersebut:

Tabel 4. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Waktu Induksi

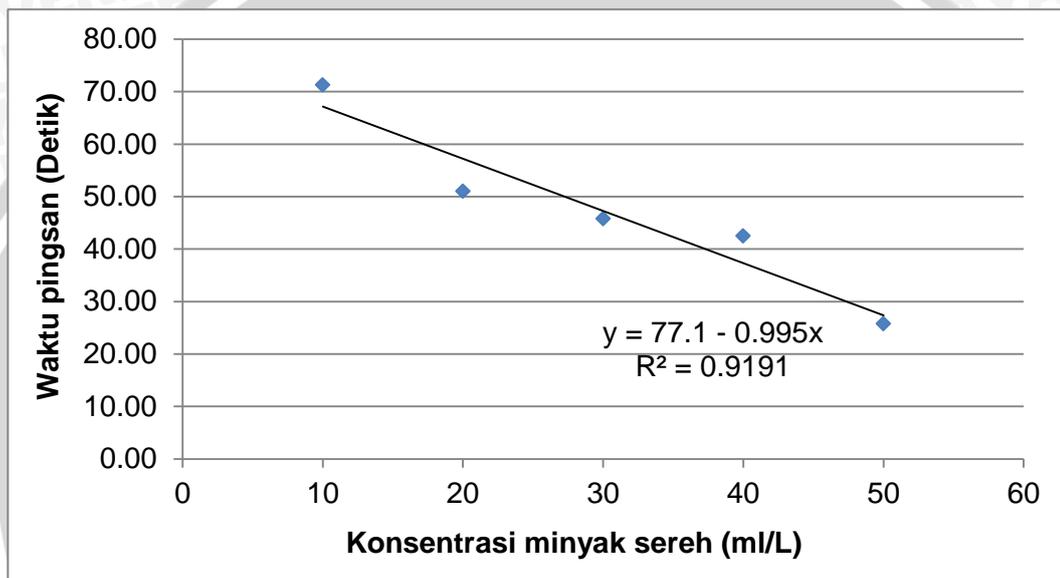
Perlakuan	Rerata	K	E	D	C	B	A	notasi
		0	25.75	42.5	45.75	51	71.25	
K	0	—						a
E	25.75	25.75**	—					b
D	42.5	42.5**	16.75*	—				c
C	45.75	45.75**	20.00**	3.25 ^{ns}	—			c
B	51	51**	25.25**	8.5 ^{ns}	5.25 ^{ns}	—		c
A	71.25	71.25**	45.50**	28.75 ^{ns}	25.5**	20.25**	—	d

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

Berdasarkan hasil uji BNT dapat dilihat bahwa urutan perlakuan terbaik dimulai dari perlakuan E, D, A, B dan C. Hal ini dikarenakan perlakuan E memiliki durasi waktu induksi terendah dibandingkan dengan perlakuan D, C, B dan A. Perlakuan E juga merupakan dosis tertinggi dibandingkan perlakuan A, B, C, dan D. Sehingga semakin tinggi dosis yang digunakan, maka semakin cepat ikan pingsan. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi maka semakin cepat penyerapan zat anestesi. Saskia, *et al.* (2013), menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan anestesi dalam media maka akan semakin cepat terjadinya penyerapan bahan anestesi oleh darah yang kemudian akan menyebar keseluruh tubuh ikan. Selain itu, semakin cepat ikan pingsan maka semakin baik bahan tersebut untuk digunakan sebagai bahan anestesi alami, karena akan mengurangi tingkat stres pada ikan saat transportasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Aini, Ali dan Putri (2014), yang menyatakan bahwa bahan anestesi ideal adalah bahan anestesi yang mampu membuat ikan pingsan dalam

waktu 3 menit. Sehingga dapat disimpulkan bahwa minyak sereh merupakan bahan anestesi alami yang ideal untuk transportasi ikan karena memiliki waktu \leq 3 menit untuk membuat ikan pingsan.

Untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi minyak sereh dan waktu pemingsanan maka dilakukan analisa regresi pada uji pilinomial orthogonal yang dapat dilihat pada (Gambar 7) dengan persamaan garis yaitu $y = 77.1 - 0.995x$ dan $R^2 = 0.9191$



Gambar 7. Hubungan Minyak Sereh Dengan Lama Waktu Pemingsanan

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai induksi tertinggi yaitu pada konsentrasi 10 ml/l dan terendah 50 ml/l. Dari grafik tersebut juga dapat diketahui bahwa nilai terbaik terdapat pada konsentrasi antara 50 ml/l dengan nilai induksi 25.75 detik. Dari hasil ini disimpulkan bahwa hubungan konsentrasi minyak sereh dengan waktu pemingsanan berbanding lurus yaitu semakin tinggi konsentasi, maka semakin cepat ikan pingsan. Hal ini diduga semakin tinggi konsentrasi minyak sereh maka semakin tinggi kandungan senyawa pada minyak sereh, sehingga mampu mempengaruhi waktu pemingsanan. Hal ini sesuai dengan pendapat Supriyono, *et al.* (2010), yang menyatakan bahwa dalam minyak sereh mengandung banyak senyawa geraniol dan sitronelol yang berperan penting

dalam mekanisme anestesi melalui jaringan pernafasan dan pengaturan tingkat metabolisme yang menyebabkan ikan pingsan.

4.1.2 Waktu Pulih Sadar

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil berupa waktu pulih sadar yaitu rentang waktu ketika ikan pingsan hingga ikan sadar.

Data waktu pulih sadar ikan dapat dilihat pada (Tabel 5) berikut:

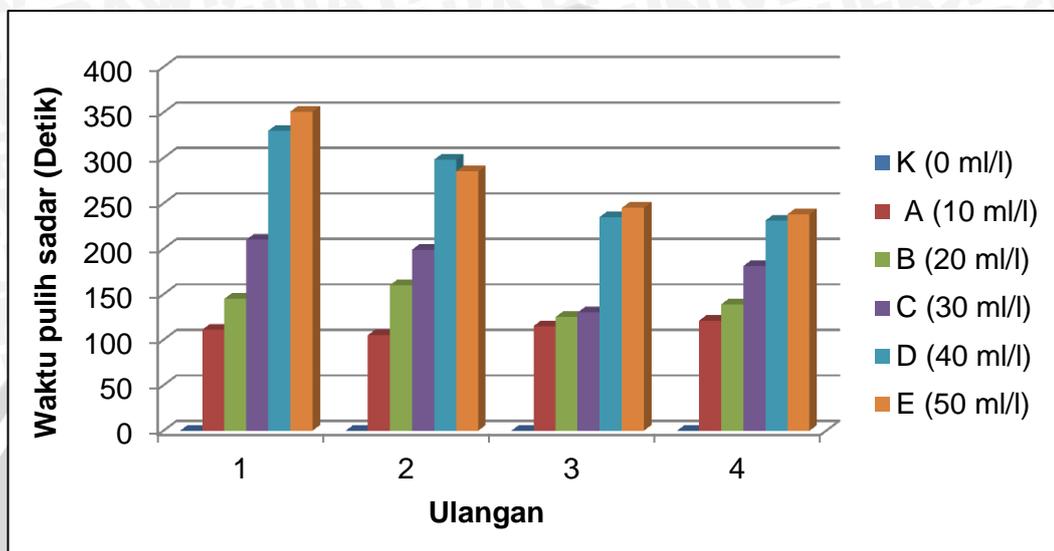
Tabel 5. Data Waktu Pulih Sadar (Detik)

Perlakuan	Ulangan				Total	Rerata
	1	2	3	4		
K	0	0	0	0	0	0
A	111	105	115	121	452	113
B	145	160	125	139	569	142.25
C	210	199	130	181	720	180
D	330	298	235	231	1094	273.5
E	351	285	245	238	1119	279.75
					3954	

Dari data ini dapat dilihat bahwa nilai rata-rata waktu pulih sadar pada tiap perlakuan terdapat perbedaan satu sama lain. Pada perlakuan A (10 ml/l) memiliki nilai rata-rata waktu pulih sadar yaitu 113 detik, perlakuan B (20 ml/l) yaitu 142.25 detik, perlakuan C (30 ml/l) yaitu 180 detik, perlakuan D (40 ml/l) yaitu 273.5 detik dan perlakuan E (50 ml/l) yaitu 279.75 detik, sedangkan pada perlakuan kontrol nilai rata-rata waktu pulih sadar adalah 0 karena perlakuan kontrol tidak dipingsankan. Hasil ini berbanding terbalik dengan lama waktu pemingsanan yaitu semakin tinggi konsentrasi minyak sereh, maka akan semakin lama waktu pulih sadar ikan. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi minyak sereh akan semakin banyak bahan aktif yang masuk kedalam tubuh ikan, maka akan semakin lama proses penguraian bahan aktif dalam tubuh ikan. Septiarusli, Haetami, Mulyani dan Dono (2012), menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan anestesi, maka akan semakin besar pengaruhnya pada waktu pulih sadar ikan, karena pada konsentrasi rendah

kandungan senyawa aktif yang masuk kedalam tubuh ikan akan semakin sedikit, sehingga mempercepat penguraian dan mempercepat waktu pulih sadar ikan.

Data diatas digambarkan dalam sebuah grafik waktu pulih sadar (Gambar 8) dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 8. Waktu pulih sadar

Perbedaan konsentrasi pada tiap perlakuan mampu memberikan pengaruh waktu pulih sadar selama proses anestesi. Hal ini dibuktikan dalam analisis sidik ragam (Tabel 6) tersebut:

Tabel 6. Analisis Sidik Ragam Waktu Pulih Sadar

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F.Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	5	92159.7	18431.94	16.87**	3.06	4.89
Acak	18	19664.5	1092.47			
Total	23					

Keterangan : ** = Berbeda Sangat Nyata

Dalam analisa sidik ragam, maka dapat diketahui bahwa nilai Fhitung sebesar 16.87, sehingga dikatakan nilai Fhitung \geq Ftabel 5% dan 1%. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa tiap perlakuan minyak serih dengan dosis yang berbeda mampu memberikan pengaruh sangat nyata terhadap waktu pulih sadar ikan rainbow merah saat proses anestesi. Untuk mengetahui pengaruh antar tiap

perlakuan, maka perlu dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT) yang dapat dilihat pada (Tabel 7) berikut:

Tabel 7. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Waktu Pulih Sadar

Perla Kuan	Rerata	K	A	B	C	D	E	notasi
		0	113	142.25	180	273.5	279.75	
K	0	—						a
A	113	113**	—					b
B	142.25	142.25**	29.25 ^{ns}	—				bc
C	180	180**	67*	37.75 ^{ns}	—			c
D	273.50	273.5**	160.5**	131.25**	93.5**	—		d
E	279.75	279.75**	166.75**	137.5**	99.75**	6.25 ^{ns}	—	d

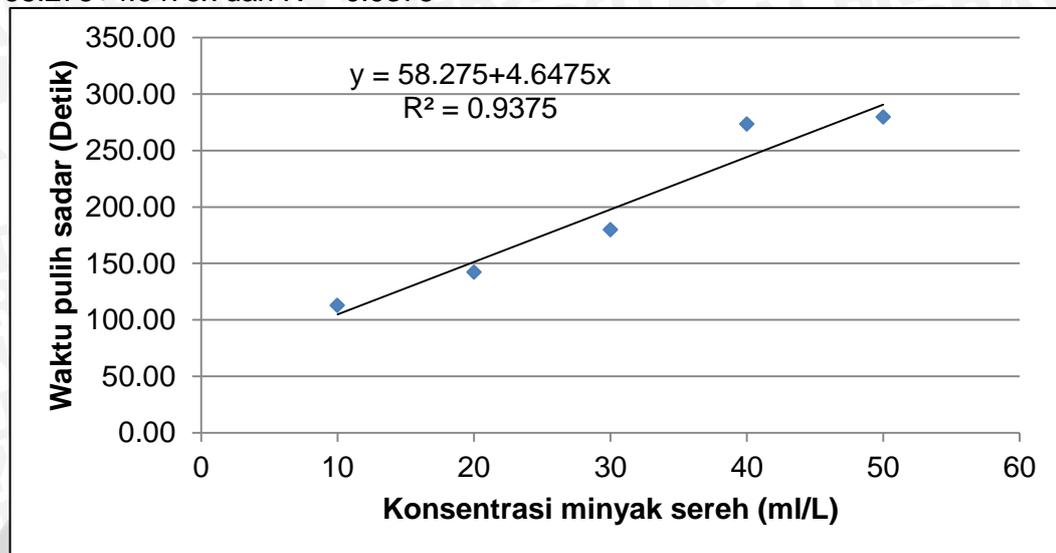
Keterangan : * = Berbeda nyata
 ** = Berbeda sangat nyata
 ns = Tidak berbeda nyata

Berdasarkan hasil uji BNT, mampu diketahui tingkat pengaruh minyak sereh pada tiap perlakuan terhadap pulih sadar ikan rainbow merah. Pada hasil tersebut, perlakuan terbaik secara berturut-turut dimulai dari perlakuan A, B, C, D dan E. Hal ini dikarenakan perlakuan A memiliki waktu pulih sadar terendah dibandingkan dengan perlakuan B, C, D dan E.

Maka dapat dikatakan bahwa semakin rendah konsentrasi bahan anestesi akan semakin semakin cepat pulih sadar ikan akan semakin baik untuk digunakan. Waktu pulih sadar pada ikan rainbow merah menggunakan minyak sereh termasuk katagori berhasil namun belum ideal karena hanya mampu menyadarkan ≤ 10 menit tetapi belum mampu mencapai ± 5 menit. Hal ini sesuai dengan pendapat Aini, *et al.* (2014), menyatakan bahwa bahan anestesi dikatakan efektif apabila waktu kepulihan ikan sampai gerakannya normal mencapai ≤ 10 menit dan tidak ditemukan adanya kematian ikan selama 15 menit setelah pembongkaran bila pada konsentrasi yang efektif.

Untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi minyak sereh dan waktu pulih sadar maka dilakukan analisa regresi pada uji pilinomial orthogonal yang

dapat dilihat pada (Gambar 9) dengan persamaan garis yaitu $y = 58.275 + 4.6475x$ dan $R^2 = 0.9375$



Gambar 9. Hubungan Minyak Sereh Dengan Waktu Pulih Sadar

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai pulih sadar tertinggi yaitu pada konsentrasi 50 ml/l dan terendah 10 ml/l. Dari grafik tersebut juga dapat diketahui bahwa nilai terbaik terdapat pada konsentrasi 10 ml/l dengan nilai waktu pulih sadar 113 detik. Pada grafik tersebut menunjukkan bahwa hubungan minyak sereh dengan waktu pulih sadar berbanding lurus yaitu semakin tinggi konsentrasi, maka semakin lama waktu pulih sadar. Hal ini sesuai dengan pendapat Khalil, Yuskarina dan Hartami (2013), yang menyatakan bahwa semakin tinggi dosis bahan anestesi yang diberikan, maka akan semakin lama ikan untuk sadar karena dalam minyak sereh terkandung senyawa geraniol dan sitronelol.

4.1.3 Kelulushidupan Pasca Transportasi

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan nilai rata-rata Kelulushidupan pasca transportasi yaitu persentase perbandingan kelulushidupan ikan rainbow merah setelah ditransportasikan dengan jumlah ikan awal (5 ekor) sebelum perlakuan. Pada data diterangkan di tiap perlakuan

terdapat perbedaan kelulushidupan di awal dan akhir penelitian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat data Kelulushidupan yang disajikan pada (Tabel 8) berikut:

Tabel 8. Persentase Kelulushidupan Pasca Transportasi (%)

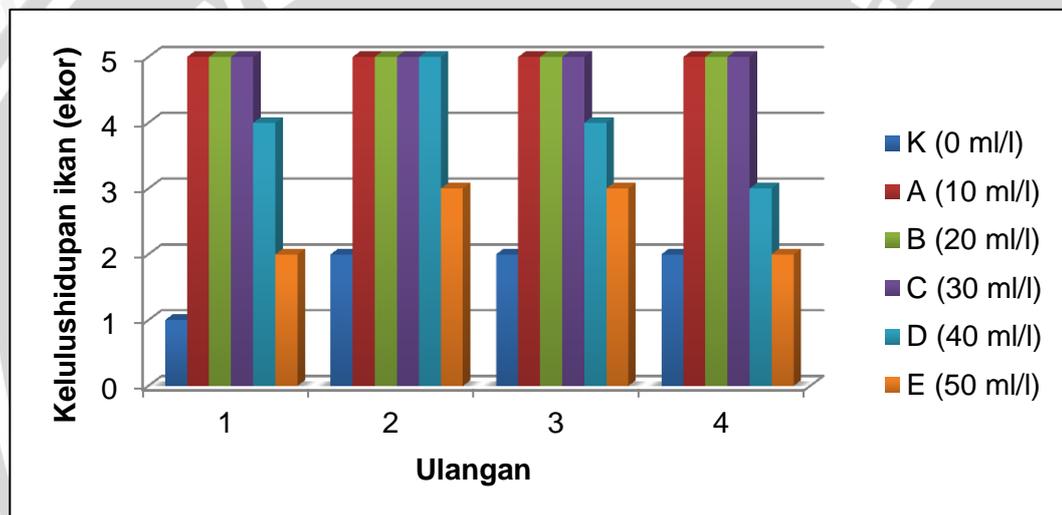
Perlakuan	Ulangan				Total	Rerata
	1	2	3	4		
K	20	40	40	40	140	35
A	100	100	100	100	400	100
B	100	100	100	100	400	100
C	100	100	100	100	400	100
D	80	100	80	60	320	80
E	40	60	60	40	200	50
					1860	

Data diatas menggambarkan nilai rata-rata persentase kelulushidupan pada ikan rainbow merah setelah transportasi. Dapat dilihat pada kontrol (0 ml/l) nilai rata-rata persentase kelulushidupan yaitu 35%, sedangkan pada perlakuan A (10 ml/l) yaitu 100%, perlakuan B (20 ml/l) yaitu 100%, perlakuan C (30 ml/l) yaitu 100%, perlakuan D (40 ml/l) yaitu 80% dan perlakuan E (50 ml/l) yaitu 50%.

Pada (Gambar 11) dapat diketahui bahwa perlakuan A, B dan C mempunyai rata-rata persentase kelulushidupan tertinggi dibandingkan dengan perlakuan D, E dan K. Dapat disimpulkan bahwa ikan yang dipingsankan menggunakan minyak sereh akan lebih tahan terhadap kondisi saat transportasi, sehingga ikan tidak mudah stress dan kelulushidupan ikan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Yanto (2012), yang menyatakan bahwa salah satu cara untuk menekan metabolisme dan aktifitas ikan selama transportasi adalah menambahkan bahan anestesi ke dalam media transportasi yang bertujuan untuk mengurangi stress dan kematian pada saat transportasi. Selain itu, selama ikan pingsan proses fisiologis dalam tubuh tetap terjadi. Pada saat ini biasanya ikan akan menyekresikan hormon kortisol dan epinephrin, peningkatan glukosa dan gangguan osmoregulasi sebagai indikator stress. Glukosa diproduksi dari proses glikogenolisis di hati sebagai upaya pemenuhan kebutuhan energi selama

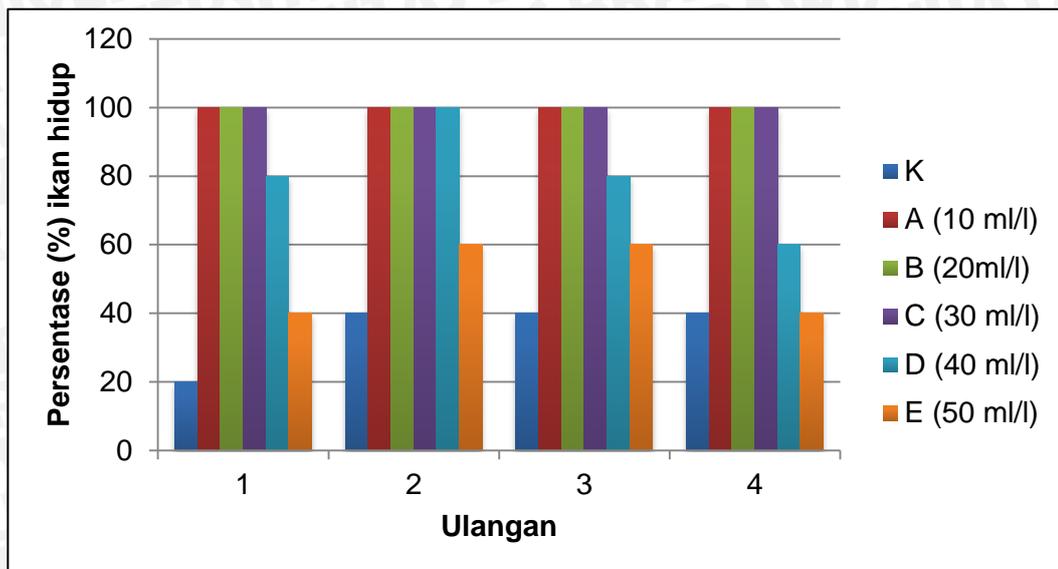
stress. Sedangkan kortisol diproduksi sebagai steroid hormon untuk berbagai aktifitas biologis termasuk glukoneogenesis dan peningkatan ketahanan tubuh. Hormon kortisol akan menurun kembali setelah ikan melewati masa stress atau setelah 2 jam sejak ikan sadar, sedangkan glukosa darah akan kembali menurun setelah 15 menit setelah ikan sadar.

Dari data tersebut tampak beberapa perbedaan pada tiap perlakuan. Untuk memudahkan dalam analisa data maka data diatas digambarkan dalam sebuah grafik. Grafik jumlah ikan yang masih hidup disajikan dalam satuan ekor pada (Gambar 10) berikut:



Gambar 10. Kelulushidupan Pasca Transportasi (Ekor)

Pada grafik diatas dijelaskan bahwa kelulushidupan ikan setelah ditransportasi pada perlakuan K (0 ml/l) paling rendah hingga mencapai 1 ekor tiap perlakuan. Sedangkan pada perlakuan A (10 ml/l), B (20 ml/l) dan C (30 ml/l) tidak mengalami penurunan karena jumlah ikan hidup diakhir penelitian pada tiap perlakuan tetap 5 ekor. Untuk mengetahui persentase kelulushidupan ikan setelah transportasi dapat dilihat pada grafik persentase kelulushidupan (Gambar 11) sebagai berikut:



Gambar 11. Persentase Kelulushidupan Pasca Transportasi

Dari data ini maka dapat ditarik kesimpulan bahwa tiap 1 ekor ikan yang hidup akan menghasilkan persentase sebanyak 20% pada tiap perlakuan. Jadi dapat dilihat bahwa persentase kelulushidupan tertinggi terdapat pada perlakuan A (10 ml/l), B (20 ml/l) dan C (30 ml/l) yang mencapai 100%.

Perbedaan konsentrasi mampu memberikan pengaruh pada tingkat kelulushidupan ikan rainbow merah selama proses transportasi. Hal ini dibuktikan dalam analisis sidik ragam (Tabel 9) berikut:

Tabel 9. Analisa Sidik Ragam Kelulushidupan

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F.Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	5	16350	3270	39.24**	2.77	4.25
Acak	18	1500	83.33			
Total	23					

Keterangan: ** = Berbeda Sangat Nyata

Dalam analisa sidik ragam, maka dapat diketahui bahwa nilai Fhitung sebesar 39.24, sehingga dikatakan nilai Fhitung \geq Ftabel 5% dan 1%. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa tiap perlakuan minyak sereh dengan dosis yang berbeda mampu memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kelulushidupan ikan rainbow merah setelah transportasi. Karena adanya perbedaan yang sangat

nyata maka harus dilanjutkan pada uji nyata terkecil (BNT) untuk menentukan perlakuan terbaik. Uji beda nyata terkecil (BNT) yang dapat dilihat pada (Tabel 10) berikut:

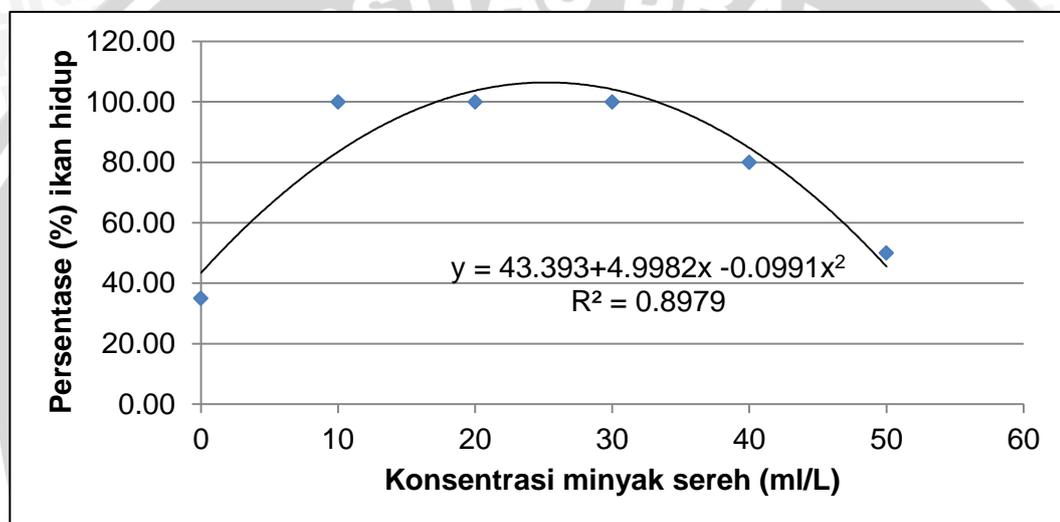
Tabel 10. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Kelulushidupan

Perlakuan	Rerata	K	E	D	C	B	A	Notasi
		35	50	80	100	100	100	
K	35	—						a
E	50	10 ^{ns}	—					a
D	80	45 ^{**}	35 ^{**}	—				b
C	100	65 ^{**}	55 ^{**}	20 ^{**}	—			c
B	100	65 ^{**}	55 ^{**}	20 ^{**}	0 ^{ns}	—		c
A	100	65 ^{**}	55 ^{**}	20 ^{**}	0 ^{ns}	0 ^{ns}	—	c

Berdasarkan hasil uji BNT, mampu diketahui tingkat pengaruh minyak sereh pada tiap perlakuan terhadap kelulushidupan ikan rainbow merah. Pada hasil tersebut, perlakuan terbaik secara berturut-turut dimulai dari perlakuan A, B, C, D, E dan K. Pada perlakuan A, B, C dan D tidak terdapat perbedaan karena memiliki kesamaan notasi, namun perlakuan A, B, C dan D memiliki perbedaan yang signifikan dengan perlakuan E dan K. Sedangkan pada perlakuan E dan K tidak terdapat perbedaan karena memiliki kesamaan. Tingginya persentase kematian pada perlakuan kontrol dikarenakan ikan mengalami stress yang cukup tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan supriyono, *et al.* (2010), yang menyatakan bahwa kematian pada tiap perlakuan akibat tingginya tingkat stress pada saat pengangkutan. Sedangkan kematian pada perlakuan D dan E akibat adanya pengaruh dari bahan anestesi yang digunakan. Sedangkan Sumahiradewi (2014), menjelaskan bahwa pengangkutan dengan menggunakan bahan anestesi dan membuat ikan pingsan akan mengurangi tingkat kematian karena ikan tidak terlalu stress, sehingga memungkinkan dilakukannya pengangkutan yang lebih lama. Selain itu, Saskia, *et al.* (2013), menjelaskan

bahwa bahan anestetik yang masuk kedalam air akan menyebabkan berkurangnya laju respirasi dan mengganggu keseimbangan ionik dalam otak ikan, hal ini diakibatkan terjadinya penurunan kation K^+ dan peningkatan kation Na^+ , Fe^{3+} dan Ca^+ .

Untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi minyak sereh dan kelulushidupan maka dilakukan analisa regresi pada uji pilinomial orthogonal yang dapat dilihat pada (Gambar 12) dengan persamaan garis yaitu $y = 43.393 + 4.9982x - 0.0991x^2$ dan $R^2 = 0.8979$



Gambar 12. Hubungan Minyak sereh Dengan Kelulushidupan

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai kelulushidupan tertinggi yaitu pada konsentrasi 10 ml/l, 20 ml/l dan 30 ml/l dan terendah pada perlakuan kontrol (0 ml/l). Dari grafik tersebut juga dapat diketahui bahwa nilai terbaik terdapat pada konsentrasi antara 20 ml/l dan 30 ml/l atau lebih tepatnya 25.21 ml/l dengan nilai kelulushidupan 100%. Dari hasil tersebut maka dapat diketahui bahwa penggunaan minyak sereh yang aman saat transportasi ikan rainbow merah adalah pada perlakuan A (10 ml/l), B (20 ml/l) dan C (30 ml/l), dimana tingkat kelulushidupan mencapai 100%. Sehingga dapat dikatakan bahwa pada dosis ini minyak sereh tidak bersifat racun karena ikan tidak mengalami kematian. Yanto (2012), menjelaskan bahwa bahan anestesi akan menurunkan

laju metabolisme yang menyebabkan konsumsi oksigen dan laju pengeluaran hasil sekresi menurun. Kondisi demikian sangat menguntungkan bagi ikan untuk dapat bertahan hidup.

4.1.4 Kelulushidupan Pasca Pemeliharaan

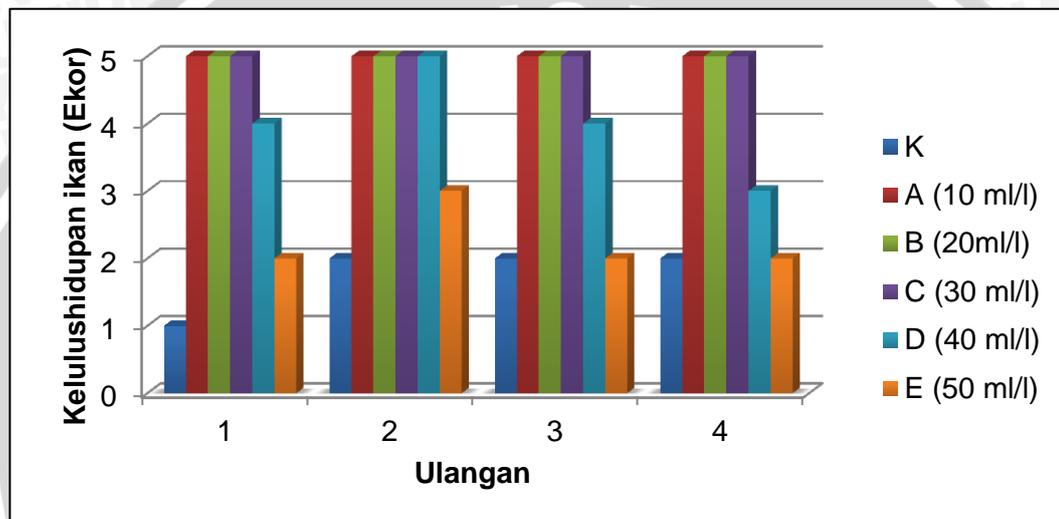
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan nilai Kelulushidupan setelah pemeliharaan yaitu persentase kelulushidupan ikan rainbow merah setelah dilakukan pemeliharaan dengan jumlah ikan rainbow setelah transportasi. Jadi data yang digunakan ini bukan data awal sebelum perlakuan (5 ekor/perlakuan) melainkan data yang diambil dari ikan mulai ditebar pertama kali setelah proses transportasi. Pada data diterangkan di tiap perlakuan hampir tidak terdapat perbedaan kelulushidupan pasca transportasi dan pasca pemeliharaan. Data Kelulushidupan disajikan pada (Tabel 11) berikut:

Tabel 11. Data Kelulushidupan Pasca Pemeliharaan (%)

Perlakuan	Ulangan				Total	Rerata
	1	2	3	4		
K	20	40	40	40	140	35
A	100	100	100	100	400	100
B	100	100	100	100	400	100
C	100	100	100	100	400	100
D	80	100	80	60	320	80
E	40	60	40	40	180	45
					1840	

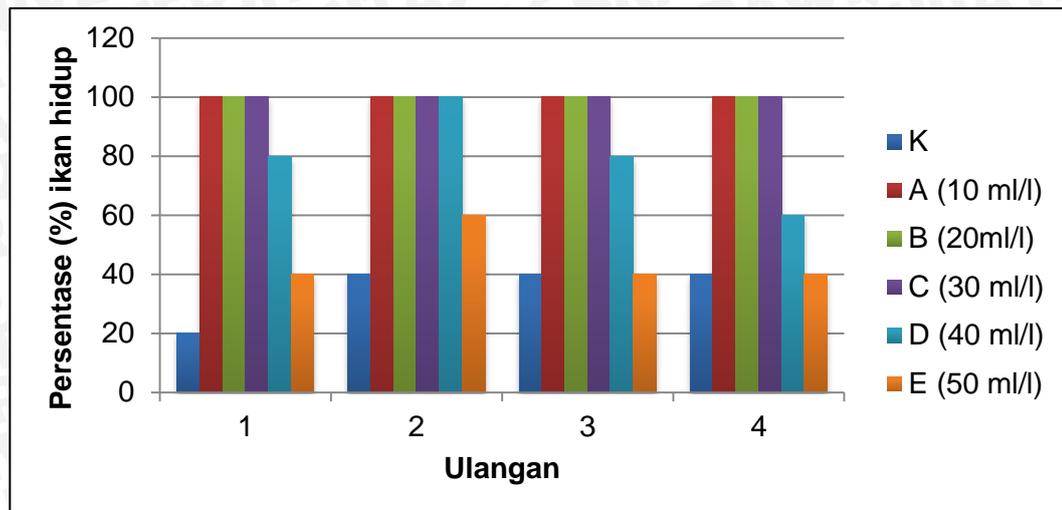
Pada data diatas diketahui bahwa selama proses pemeliharaan hampir ditiap perlakuan tidak ada ikan yang mati, hanya saja pada perlakuan E (50 ml/l) ulangan 3 ada 1 ekor ikan yang mati, sehingga menyebabkan terjadinya penurunan persentase kelulushidupan dari 50% pasca transportasi menjadi 45% setelah pemeliharaan. Artinya telah terjadi penurunan kelulushidupan sebanyak 5% pada perlakuan E. Hal ini diduga ikan yang mengalami kematian selama pemeliharaan dikarenakan stress akibat masih adanya pengaruh bahan anestesi yang diberikan. Hal ini dibenarkan oleh Aini, *et al.* (2014), yang menyatakan

bahwa adanya bahan anestesi dalam tubuh ikan akan menekan aktivitas metabolisme dan respirasi pada ikan yang dapat menyebabkan ikan stress. Semakin tinggi konsentrasi bahan anestesi yang digunakan maka akan semakin tinggi konsentrasi senyawa aktif yang masuk ke dalam tubuh ikan, sehingga senyawa tersebut akan lama terurai dan keluar dari dalam tubuh. Untuk memudahkan dalam mengamati perubahan data dapat dilihat grafik (Gambar 13) sebagai berikut:



Gambar 13. Perbandingan Jumlah Ikan Hidup Dalam Satuan ekor

Pada grafik diatas dijelaskan bahwa jika dibandingkan dengan nilai kelulushidupan ikan saat pasca transportasi maka hampir tidak terdapat perbedaan, yang mana tetap pada perlakuan K (0 ml/l) memiliki nilai kelulushidupan paling rendah hingga mencapai 1 ekor tiap perlakuan. Sedangkan pada perlakuan A (10 ml/l), B (20 ml/l) dan C (30 ml/l) tidak mengalami penurunan karena jumlah ikan hidup diakhir penelitian pada tiap perlakuan tetap 5 ekor. Namun, jika diamati terdapat perbedaan pada perlakuan E (50 ml/l). pada perlakuan E ulangan 3 terjadi penurunan kelulushidupan dari sebelumnya berjumlah 3 ekor menjadi 2 ekor. Untuk mengetahui persentase kelulushidupan ikan setelah pemeliharaan dapat dilihat pada grafik persentase kelulushidupan (Gambar 14) sebagai berikut:



Gambar 14. Persentase Kelulushidupan Pasca Transportasi

Dari data ini maka dapat ditarik kesimpulan bahwa tiap 1 ekor ikan yang hidup akan menghasilkan persentase sebanyak 20% pada tiap perlakuan. Jadi dapat dilihat bahwa persentase kelulushidupan tertinggi terdapat pada perlakuan A (10 ml/l), B (20 ml/l) dan C (30 ml/l) yang mencapai 100%. Namun, pada Perlakuan E (50 ml/l) mengalami penurunan persentase kelulushidupan dari 50% menjadi 45%.

4.2 Parameter Penunjang

4.2.1 Suhu

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan didapat nilai rata-rata suhu pemeliharaan ikan rainbow merah berkisar antara 23⁰C-25⁰C. Suhu mampu mempengaruhi laju metabolisme, kesehatan dan pertumbuhan ikan. Hal ini sesuai dengan Said, *et al.* (2005), yang menyatakan bahwa suhu pemeliharaan yang alami bagi ikan rainbow merah yaitu berkisar antara 24.2-26.2⁰C. Jika suhu air kurang dari 24⁰C dapat menyebabkan ikan rainbow terkena jamur, sedangkan suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan ikan stress dan gangguan pertumbuhan. Selain itu menurut Siby, (2009), bahwa suhu berperan dalam proses metabolisme organisme yang dapat berpengaruh pada pertumbuhan, reproduksi dan keaktifan dalam mencari makan.

4.2.2 pH

Pada hasil penelitian, didapat nilai rata-rata pH selama pemeliharaan ikan rainbow merah yaitu berkisar antara 7.4-8.4. Nilai pH tersebut masih dalam batas toleransi yang baik untuk mendukung kehidupan ikan rainbow merah. Said, *et al.* (2005), menyatakan bahwa nilai pH yang masih dalam batas tolerir ikan rainbow merah yang hidup dalam sistem akuarium adalah 7.02-8.1, hal ini karena ikan rainbow telah terbiasa hidup dengan pH 8.5. pH merupakan salah satu parameter lingkungan yang mempengaruhi susunan spesies ikan diperairan. Kisaran pH yang ideal untuk kehidupan ikan yaitu 6.5-8.5 (Radhiyufa, 2011).

4.2.3 DO

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didipatkan nilai rata-rata DO selama pemeliharaan ikan rainbow merah yaitu 5.5-7.5 ppm. Oksigen terlarut adalah salah satu jenis gas yang terlarut dalam air yang digunakan untuk bernapas oleh biota air. Menurut Sulmartiwi, Darmanto dan Alamsjah (2014), kadar oksigen yang dapat mendukung aktifitas biologi ikan berkisar antara 4-10 ppm. Hanum (2014), menjelaskan bahwa oksigen dibutuhkan untuk mempertahankan kesehatan ikan dan sebagai fasilitator proses oksidatif kimiawi

5. . KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- ❖ Konsentrasi minyak sereh yang efektif saat pemingsanan terdapat pada perlakuan E (50 ml/l) yaitu dengan rata-rata lama waktu pemingsanan 22.75 detik, sedangkan konsentrasi minyak sereh yang efektif untuk pulih sadar terdapat pada perlakuan A (10 ml/l) dengan nilai rata-rata waktu pulih sadar 113 detik.
- ❖ Konsentrasi minyak sereh yang terbaik untuk digunakan saat transportasi adalah pada konsentrasi 25.21 ml/l dengan tingkat kelulushidupan ikan rainbow merah (*Glossolepis incisus*) mencapai 100%.
- ❖ Nilai rata-rata suhu pemeliharaan ikan rainbow merah berkisar antara 23^oC-25^oC, pH berkisar antara 7.4-8.4 dan DO berkisar antara 5.5-7.5 ppm.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian diatas disarankan dosis minyak sereh yang dapat digunakan sebagai bahan anestesi saat transportasi ikan rainbow merah yaitu 25.21 ml/l. selain itu, Disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan terkait respon fisiologis ikan rainbow merah (*Glossolepis incisus*) setelah diberi perlakuan minyak sereh yang meliputi, pengamatan histologi insang ikan, nilai sel darah merah, nilai sel darah putih, kadar glukosa, laju metabolisme ikan dan laju respirasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abid, M. S., E. D. Masithah dan Prayogo. 2014. **Potensi Senyawa Metabolit Sekunder Infusum Daun Durian (*Durio zibethinus*) Terhadap Kelulushidupan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Transportasi Ikan Hidup Sistem Kering.** *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan.* 6(1): 93-99
- Affan, J. M. 2012. **Identifikasi Lokasi untuk Pengembangan Budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) Berdasarkan Faktor Lingkungan dan Kualitas Air di Perairan Pantai Timur Bangka Tengah.** *Depik.* Jurusan Budidaya Perairan. Koordinatorat Kelautan dan Perikanan. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh. 1(1): 78-85.
- Aini M., M. Ali, dan B.Putri. 2014. **Penerapan Teknik Imotilisasi Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Menggunakan Ekstrak Daun Bandotan (*Ageratum conyzoides*) Pada Tranportasi Basah.** *Jurnal Rekayasa Teknologi Budidaya Perairan.*2(2): 217-226
- Armita, D. 2011. **Analisis Perbandingan Kualitas Air Di Daerah Budidaya Rumput Laut Dengan Daerah Tidak Ada Budidaya Rumput Laut, Di Dusun Malelaya, Desa Punaga, Kecamatan Mangarabombang, Kabupaten Takalar.** *Skripsi.* Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan. Jurusan Perikanan. Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar. 62 hlm
- Cahyono. B. 2000. **Budidaya Ikan Air Tawar.** Kanisius. Yogyakarta. 106 hlm
- Dahrudin, H. 2011. **Ikan Botia: Maskotnya Ekspor Ikan Hias Asli Indonesia.** *Fauna Indonesia.* 10(1): 17-21.
- Fardaniyah. F. 2007. **Pengaruh Pemberian Minyak Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* [L] Rendle) Terhadap Infestasi Lalat Hijau (*Chrysomya megacephala* [Fab]).** *Skripsi.* Departemen Ilmu Penyakit Hewan Dan Kesehatan Masyarakat Veteriner. Fakultas Kedokteran Hewan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 30 Hlm
- Ginting, D. 2010. **Efisiensi Ekonomis Usaha Penangkapan Ikan dengan Kapal Motor di Kecamatan Pantai Labu, Kabupaten Deli Serdang.** *Skripsi.* Departemen Agribisnis. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan. 93 hlm.
- Gufnan. M. H., K. Kordi dan A. Tamsil. 2010. **Pembenihan Ikan Laut Ekonomis Secara Buatan.** Lily Publisher. Yogyakarta. 161 hlm.
- Hanum, K. 2014. **Penggunaan Ekstrak Umbi Teki (*Cyperus rotundus* L.) Sebagai Bahan Anestesi Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*).** *Skripsi.* Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Bogor

- Khalil, M., Yuskarina dan P. Hartami. 2013. **Efektifitas Dosis Minyak Pala Untuk Pemingsanan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Selama Transportasi.** *Jurnal Agrium*. 10(2): 61-68
- Nazir, M. 2005. **Metode Penelitian.** Ghalia Indonesia Cetakan 6. Bogor. 544 hlm
- Noorulil, B. A dan Adil. 2010. **Rancang Bangun Model Mekanik Alat untuk Mengukur Kadar Keasaman Susu Cair, Sari Buah dan Soft Drink.** Jurusan Teknik Elektronika. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya Kampus PENS. Institut Teknologi Surabaya. Surabaya. 1-9
- Nurhidayat. 2009. **Efektifitas Kinerja Media Biofilter Dalam Sistem Resirkulasi Terhadap Kualitas Air, Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Ikan Red Rainbow (*Glossolepis incisus* Weber).** *Sekolah Pasca Sarjana.* Institut Pertanian Bogor. Bogor. 85 hlm.
- Pratiwi. R. T. S., E. D. Iftitah dan S. M. Ulfa. 2013. **Pengaruh Lama Waktu Penyimpanan Dan Penyinaran Cahaya Terhadap Komponen Penyusun Minyak Atsiri Dari Tanaman Sereh (*Cymbopogon Winterianus*) Serta Uji Aktivitas Menggunakan Metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*).** *Kimia.Student journal*, 2(1): 372-378
- Radhiyufa, M. 2011. **Dinamika Fosfat Dan Klorofil Dengan Penebaran Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Kolam Budidaya Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) Sistem Heterotrofik.** *Skripsi.* Program Studi Biologi. Fakultas Sain dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta. 70 hlm.
- Rahman. H., D. R. Husain dan A. Abdullah. 2013. **Bioaktifitas Minyak Atsiri Sereh *Cymbopogon citratus* DC. Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* Dan *Staphylococcus aureus*.** Laboratorium Mikrobiologi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin. Makassar. 1-7
- Rifqi. A., K. Siadi dan Sudarmin. 2014. **Isolasi Sitronelal Dari Minyak Sereh Dan Oksidasinya Dengan $KMNO_4$ Dalam Suasana Basa.** *Indonesian Journal of Chemical Science*. 3(3): 198-202
- Rudiyanti, S dan A. D. Ekasari. 2009. **Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Ikan Mas (*Cyprinus Carpio Linn*) Pada Berbagai Konsentrasi Pestisida Regent 0,3 G.** *Jurnal Saintek Perikanan*. 5(1): 39 – 47
- Said, D.S., W.D Supyawati dan Noortiningsih. 2005. **Pengaruh Jenis Pakan dan Kondisi Cahaya Terhadap Penampilan Warna Ikan Rainbow merah *Glossolepis incisus* Jantan.** *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 5(2):61-67
- Saskia. Y., E. Harpeni dan T. Kadarini. 2013. **Toksisitas Dan Kemampuan Anestetik Minyak Cengkeh (*Sygnium aromaticum*) Terhadap Benih Ikan Rainbow merah (*Glossolepis incisus*).** *Aquasains*. 2(1): 83-88

- Satrosupadi, A. 2000. **Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian**. Kanisius. Yogyakarta.
- Septiarusli, I.K., K. Haetami., Y. Mulyani dan D. Dono. 2012. **Potensi Senyawa Metabolit Sekunder Dari Ekstrak Biji Buah Keben (*Barringtonia asiatica*) Dalam Proses Anestesi Ikan Kerapu Macan (*Ephinephelus fuscoguttatus*)**. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3(3): 295-299
- Setyaningsih. D., E. Hambali dan M. Nasution. 2010. **Aplikasi Minyak Sereh Wangi (*Citronella Oil*) Dan Geraniol Dalam Pembuatan Skin Lotion Penolak Nyamuk**. *J. Tek. Ind. Pert.* 17(3): 97-103
- Siby. L. S., M. F. Rahardjo dan D. S. Sjafei. 2009. **Biologi Reproduksi Ikan Rainbow merah(*Glossolepis incisus*, Weber 1907) Di Danau Sentani**. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 9(1):49-61
- Simanjuntak, A. P dan R. Pramana. 2013. **Pengontrolan Suhu Air Pada Kolam Pendederan Dan Pembenihan Ikan Nila Berbasis Arduino**. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Maritim Raja Ali Haji. Sulawesi Tengah. 1-9
- Sulmartiwi, L., W. Darmanto dan M. Amin Alamsjah. 2014. **Stress Reducing Substance of *Ageratum conyzoides* and its application to koi carp (*Cyprinus carpio*) transportation**. *Journal of natural sciences research*. 4(19): 67-85
- Sumahiradewi. L. G. 2014. **Pengaruh Konsentrasi Minyak Cengkeh (*Eugenia aromatica*) Terhadap Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis sp*) Pada Proses Transportasi**. *Media Bina Ilmiah*. 8(1): 42-45
- Supriyono. E., Budiyanti dan T. Budiardi. 2010. **Respon Fisiologi Benih Ikan Kerapu Macan *Epinephelus fuscoguttatus* Terhadap Penggunaan Minyak Sereh dalam Transportasi Tertutup dengan Kepadatan Tinggi**. *Ilmu Kelautan*. 15(2):103-112
- Suryanto. S. R. 2010. **Pembenihan dan Pembesaran Nila**. Penebar Swadaya. Bogor. 124 hlm
- Tappin, A.R., 2010. **Rainbowfishes**. Art Publication. Australia. 466 hlm
- Utomo. H. P dan N. Widiatmoko. 2008. **Isolasi Rhodinol Dalam Ekstraksi Minyak Sereh Jawa**. *Makalah Penelitian*. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Diponegoro. Semarang. 7 hlm
- Wijayanti, H. 2007. **Kajian Kualitas Perairan Di Pantai Kota Bandarlampung Berdasarkan Komunitas Hewan Makrobenthos**. *Program Pascasarjana*. Program Magister Manajemen Sumberdaya Pantai. Universitas Diponegoro. Semarang. 89 hlm

Yanto, H. 2012. **Kinerja MS-222 dan Kepadatan Ikan Botia (*Botia macracanthus*) yang Berbeda Selama Transportasi.** *Jurnal Penelitian Perikanan.* 1(1): 43-51



LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Data Manual

✚ Waktu Pemingsanan

Perlakuan	Ulangan				Total	Rerata
	1	2	3	4		
K	0	0	0	0	0	0
A	72	66	93	54	285	71.25
B	43	59	57	45	204	51
C	43	53	46	41	183	45.75
D	39	50	42	39	170	42.50
E	22	32	30	19	103	25.75
					945	

❖ Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		imotilisasi
N		24
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	40,67
	Std. Deviation	23,892
Most Extreme Differences	Absolute	,181
	Positive	,122
	Negative	-,181
Kolmogorov-Smirnov Z		,884
Asymp. Sig. (2-tailed)		,415

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

❖ FK

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{G^2}{n} \\
 &= \frac{945^2}{4 \times 5} \\
 &= \frac{893025}{20} \\
 &= 44651.25
 \end{aligned}$$



❖ JK Total

$$\begin{aligned}
 \text{JKT} &= (K1^2 + \dots + A2^2 + A3^2 + B1^2 + B2^2 + B3^2 + C1^2 + \dots + E3^2) - \text{FK} \\
 &= (0^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 72^2 + 66^2 + 93^2 + 54^2 + 43^2 + 59^2 + 57^2 + 45^2 + 43^2 + 53^2 + \\
 &\quad 46^2 + 41^2 + 39^2 + 50^2 + 42^2 + 39^2 + 22^2 + 32^2 + 30^2 + 19^2) - 44651.25 \\
 &= 50239 - 44651.25 \\
 &= \mathbf{5587.75}
 \end{aligned}$$

❖ JK Perlakuan

$$\begin{aligned}
 \text{JKP} &= \left(\frac{\sum K^2 + \sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2 + \sum E^2}{r} \right) - \text{FK} \\
 &= \left(\frac{0^2 + 285^2 + 204^2 + 183^2 + 170^2 + 103^2}{4} \right) - 44651.25 \\
 &= \left(\frac{81225 + 41616 + 33489 + 28900 + 10609}{4} \right) - 44651.25 \\
 &= \left(\frac{195839}{4} \right) - 44651.25 \\
 &= 48959.75 - 44651.25 \\
 &= \mathbf{4308.5}
 \end{aligned}$$

❖ JK Acak

$$\begin{aligned}
 \text{JKA} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\
 &= 5587.75 - 4308.5 \\
 &= \mathbf{1279.25}
 \end{aligned}$$

❖ Tabel Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F.Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	5	4308.5	861.7	12.12**	3.06	4.89
Acak	18	1279.25	71.06			
Total	23					

Karena $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel 5\%}}$ dan $F_{\text{tabel 1\%}}$, maka disimpulkan bahwa hasilnya adalah **berbeda sangat nyata**, sehingga harus dilanjutkan dengan uji BNT, sebagai berikut:

❖ Uji BNT

➤ SED

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

$$= \sqrt{\frac{2(1279.25)}{4}}$$

$$= 5.96$$

- BNT 5%

$$\text{BNT 5\%} = t5\% (db_{\text{acak}}) \times \text{SED}$$

$$= 2.10092 \times 5.96$$

$$= 12.52$$

- BNT 1%

$$\text{BNT 1\%} = t1\% (db_{\text{acak}}) \times \text{SED}$$

$$= 2.87844 \times 5.96$$

$$= 17.15$$

- Tabel Uji BNT

Perlakuan	Rerata	K	E	D	C	B	A	notasi
		0	25.75	42.5	45.75	51	71.25	
K	0	—						a
E	25.75	25.75**	—					b
D	42.5	42.5**	16.75*	—				c
C	45.75	45.75**	20.00**	3.25 ^{ns}	—			c
B	51	51**	25.25**	8.5 ^{ns}	5.25 ^{ns}	—		c
A	71.25	71.25**	45.50**	28.75 ^{ns}	25.5**	20.25**	—	d

❖ Uji Polinomial Orthogonal

Perlakuan	Total	Perbandingan (Ci)			
		Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
K	0	-5	5	-5	1
A	285	-3	-1	7	-3
B	204	-1	-4	4	2
C	183	1	-4	-4	2
D	170	3	-1	-7	-3
E	103	5	5	5	1

$$\text{JK Regresi} = 11533.08$$

❖ Perhitungan Q

$$\text{Linear} = \sum Ti \times Ci_{\text{linier}}$$

$$= (0 \times (-5)) + (285 \times (-3)) + (204 \times (-1)) + (183 \times 1) + (170 \times 3) + (103 \times 5)$$

$$= 149$$

$$\text{Kuadratik} = \sum Ti \times Ci_{\text{kuadratik}}$$

$$= (0 \times 5) + (285 \times (-1)) + (204 \times (-4)) + (183 \times (-4)) + (170 \times (-1)) + (103 \times 5)$$

$$= -1488$$

$$\begin{aligned} \text{Kubik} &= \sum Ti \times Ci_{\text{kubik}} \\ &= (0 \times (-5)) + (285 \times 7) + (204 \times 4) + (183 \times (-4)) + (170 \times (-7)) + (103 \times 5) \\ &= 1404 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuartik} &= \sum Ti \times Ci_{\text{kuartik}} \\ &= (0 \times 1) + (4285 \times (-3)) + (204 \times 2) + (183 \times 2) + (170 \times (-3)) + (103 \times 1) \\ &= -448 \end{aligned}$$

❖ **Perhitungan KR**

$$\begin{aligned} \text{Linear} &= (\sum Ci)^2 \times r_{\text{ulangan}} \\ &= 70 \times 4 \\ &= 280 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuadratik} &= (\sum Ci)^2 \times r_{\text{ulangan}} \\ &= 84 \times 4 \\ &= 336 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kubik} &= (\sum Ci)^2 \times r_{\text{ulangan}} \\ &= 180 \times 4 \\ &= 720 \end{aligned}$$

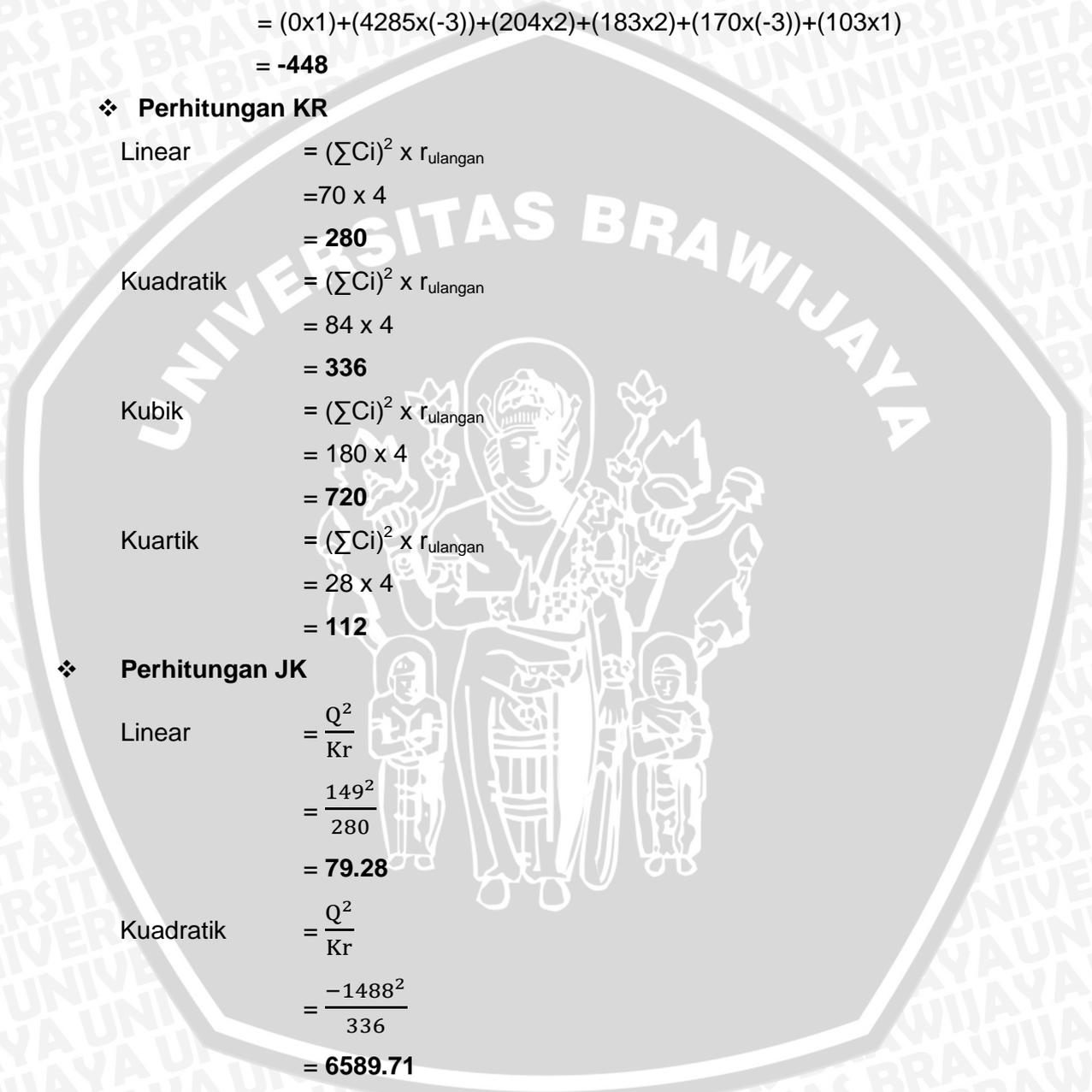
$$\begin{aligned} \text{Kuartik} &= (\sum Ci)^2 \times r_{\text{ulangan}} \\ &= 28 \times 4 \\ &= 112 \end{aligned}$$

❖ **Perhitungan JK**

$$\begin{aligned} \text{Linear} &= \frac{Q^2}{Kr} \\ &= \frac{149^2}{280} \\ &= 79.28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuadratik} &= \frac{Q^2}{Kr} \\ &= \frac{-1488^2}{336} \\ &= 6589.71 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kubik} &= \frac{Q^2}{Kr} \\ &= \frac{1404^2}{720} \\ &= 2737.8 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Kuartik} &= \frac{Q^2}{Kr} \\ &= \frac{-448}{112} \\ &= 2126.28 \end{aligned}$$

❖ JK Regresi

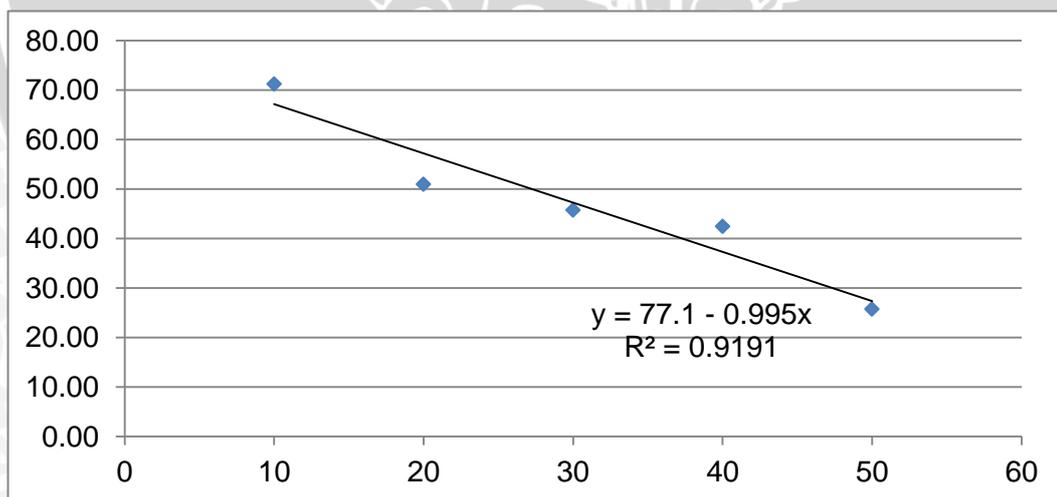
$$\begin{aligned} \text{JKR} &= \sum \text{JK}_{\text{linier}} + \sum \text{JK}_{\text{kuadrat}} + \sum \text{JK}_{\text{kubik}} + \sum \text{JK}_{\text{kuartik}} \\ &= 79.28 + 6589.71 + 2737.8 + 2126.28 \\ &= 11533.08 \end{aligned}$$

❖ Tabel Sidik Ragam Regresi

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F. Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	4308.5	1077.12	12.62**	3.06	4.89
Linier	1	3960.1	3960.1	46.43**		
Kuadratik	1	23.14	23.14	0.27		
Kubik	1	324.9	324.9	3.80		
Kuartik	1	0.35	0.35	0.004		
Acak	15	1279.25	85.28			
Total	19					

❖ Perhitungan R²

$$\frac{\text{JK Kuadrat}}{\text{JK Kuadrat} + \text{JKacak}} = \frac{5689.71}{5689.71 + 1279.25} = 0.83$$



Waktu Pulih Sadar

Perlakuan	Ulangan				Total	Rerata
	1	2	3	4		
K	0	0	0	0	0	0
A	111	105	115	121	452	113
B	145	160	125	139	569	142.25
C	210	199	130	181	720	180
D	330	298	235	231	1094	273.50
E	351	285	245	238	1119	279.75
					3954	

Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		pulih sadar
N		24
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	164,75
	Std. Deviation	102,599
Most Extreme Differences	Absolute	,113
	Positive	,113
	Negative	-,113
Kolmogorov-Smirnov Z		,556
Asymp. Sig. (2-tailed)		,917

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

FK

$$FK = \frac{G^2}{n}$$

$$= \frac{3954^2}{20}$$

$$= 781705.8$$

JK Total

$$JKT = (K1^2 + \dots + A1^2 + A2^2 + A3^2 + B1^2 + B2^2 + B3^2 + C1^2 + \dots + E3^2) - FK$$

$$= (351^2 + 285^2 + 245^2 + 238^2 + 330^2 + 298^2 + 235^2 + 231^2 + 210^2 + 199^2 + 130^2 + 181^2 + 145^2 + 160^2 + 125^2 + 139^2 + 111^2 + 105^2 + 115^2 + 121^2) - 781705.8$$

$$= 893530 - 781705.8$$

$$= 111824.2$$

❖ JK Perlakuan

$$\begin{aligned}
 JKP &= \left(\frac{\sum K^2 + \sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2 + \sum E^2}{r} \right) - FK \\
 &= \left(\frac{0 + 1119^2 + 1094^2 + 720^2 + 569^2 + 452^2}{4} \right) - 781705.8 \\
 &= \left(\frac{0 + 1252161 + 1196836 + 518400 + 323761 + 204304}{4} \right) - 781705.8 \\
 &= \left(\frac{3495462}{4} \right) - 781705.8 \\
 &= 873865.5 - 781705.8 \\
 &= \mathbf{92159.7}
 \end{aligned}$$

❖ JK Acak

$$\begin{aligned}
 JKA &= JKT - JKP \\
 &= 111824.2 - 92159.7 \\
 &= \mathbf{19664.5}
 \end{aligned}$$

❖ Tabel Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	5	92159.7	18431.94	16.87**	3.06	4.89
Acak	18	19664.5	1092.47			
Total	23					

Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ 5% dan $F_{hitung} > F_{tabel}$ 1%, maka disimpulkan bahwa hasilnya adalah **berbeda sangat nyata**, sehingga harus dilanjutkan dengan uji BNT, sebagai berikut:

❖ Uji BNT

➤ SED

$$\begin{aligned}
 SED &= \sqrt{\frac{2 K_{Tacak}}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 (1092.47)}{4}} \\
 &= \mathbf{23.37}
 \end{aligned}$$

➤ BNT 5%

$$\begin{aligned}
 BNT\ 5\% &= t_{5\%} (db_{acak}) \times SED \\
 &= 2.10092 \times 23.37 \\
 &= \mathbf{49.10}
 \end{aligned}$$

- BNT 1%

$$\begin{aligned} \text{BNT 1\%} &= t1\% (db_{\text{acak}}) \times \text{SED} \\ &= 2.87844 \times 23.37 \\ &= \mathbf{67.27} \end{aligned}$$

- Tabel Uji BNT

Perlakuan	Rerata	K	A	B	C	D	E	notasi
		0	113	142.25	180	273.5	279.75	
K	0	—						a
A	113	113**	—					b
B	142.25	142.25**	29.25 ^{ns}	—				bc
C	180	180**	67*	37.75 ^{ns}	—			c
D	273.50	273.5**	160.5**	131.25**	93.5**	—		d
E	279.75	279.75**	166.75**	137.5**	99.75**	6.25 ^{ns}	—	d

❖ Uji Polinomial Orthogonal

Perlakuan	Total	Perbandingan (Ci)			
		Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
K	0	-5	5	-5	1
A	452	-3	-1	7	-3
B	5691	-1	-4	4	2
C	720	1	-4	-4	2
D	1094	3	-1	-7	-3
E	1119	5	5	5	1

JK Regresi = 222109.11

❖ Perhitungan Q

Linear = $\sum Ti \times Ci_{\text{linier}}$
 $= (0 \times (-5)) + (452 \times (-3)) + (569 \times (-1)) + (720 \times 1) + (1094 \times 3) + (1119 \times 5)$
 $= \mathbf{7672}$

Kuadratik = $\sum Ti \times Ci_{\text{kuadratik}}$
 $= (0 \times 5) + (452 \times (-1)) + (569 \times (-4)) + (720 \times (-4)) + (1094 \times (-1)) + (1119 \times 5)$
 $= \mathbf{-1107}$

Kubik = $\sum Ti \times Ci_{\text{kubik}}$
 $= (0 \times (-5)) + (452 \times 7) + (569 \times 4) + (720 \times (-4)) + (1094 \times (-7)) + (1119 \times 5)$
 $= \mathbf{497}$

Kuartik = $\sum Ti \times Ci_{\text{kuartik}}$
 $= (0 \times 1) + (452 \times (-3)) + (569 \times 2) + (720 \times 2) + (1094 \times (-3)) + (1119 \times 1)$
 $= \mathbf{-941}$



❖ **Perhitungan KR**

$$\begin{aligned}\text{Linear} &= (\sum Ci)^2 \times r_{\text{ulangan}} \\ &= 70 \times 4 \\ &= \mathbf{280}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kuadratik} &= (\sum Ci)^2 \times r_{\text{ulangan}} \\ &= 84 \times 4 \\ &= \mathbf{336}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kubik} &= (\sum Ci)^2 \times r_{\text{ulangan}} \\ &= 180 \times 4 \\ &= \mathbf{720}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kuartik} &= (\sum Ci)^2 \times r_{\text{ulangan}} \\ &= 28 \times 4 \\ &= \mathbf{112}\end{aligned}$$

❖ **Perhitungan JK**

$$\begin{aligned}\text{Linear} &= \frac{Q^2}{Kr} \\ &= \frac{7672^2}{280} \\ &= \mathbf{210212.8}\end{aligned}$$

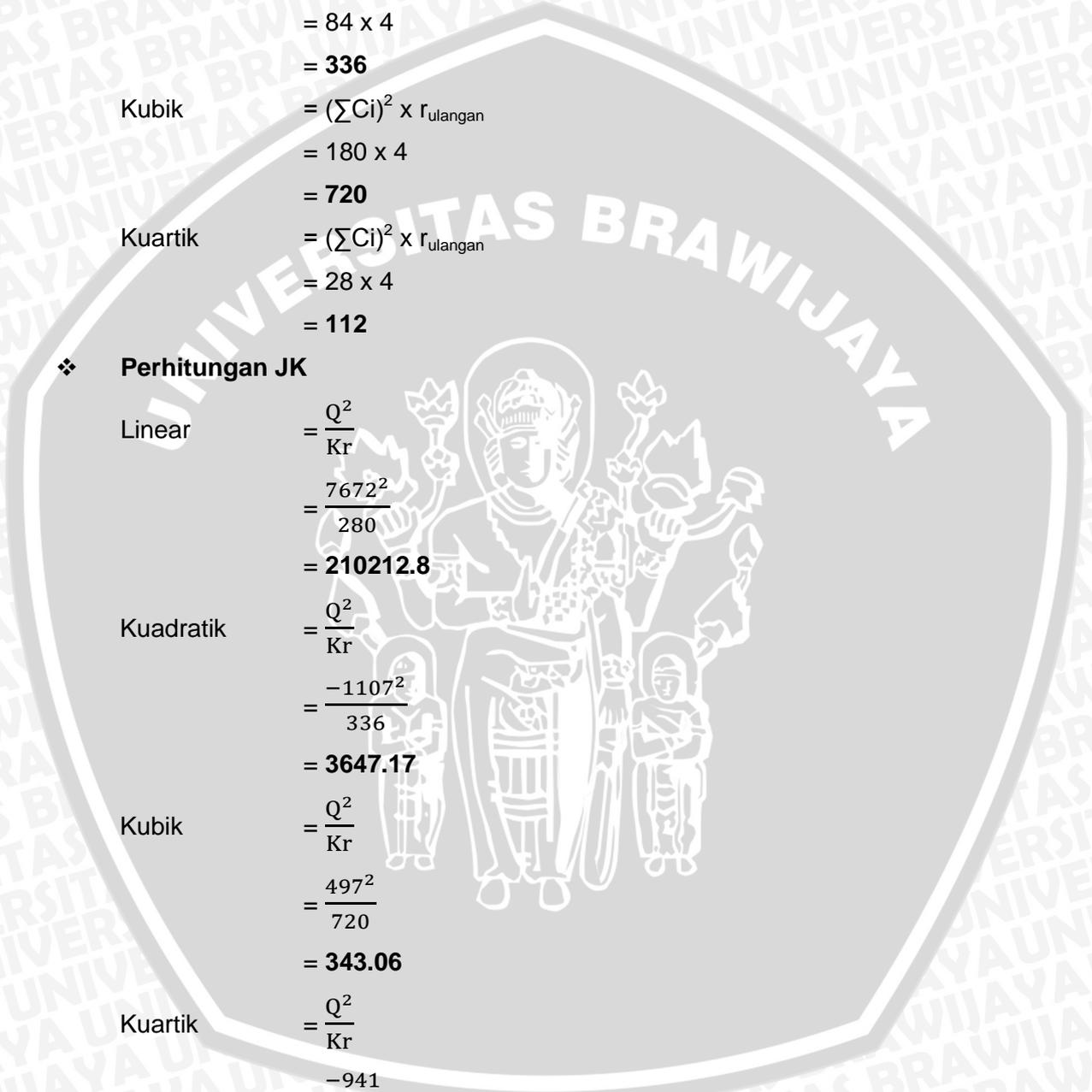
$$\begin{aligned}\text{Kuadratik} &= \frac{Q^2}{Kr} \\ &= \frac{-1107^2}{336} \\ &= \mathbf{3647.17}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kubik} &= \frac{Q^2}{Kr} \\ &= \frac{497^2}{720} \\ &= \mathbf{343.06}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kuartik} &= \frac{Q^2}{Kr} \\ &= \frac{-941}{112} \\ &= \mathbf{7906.08}\end{aligned}$$

❖ **JK Regresi**

$$\begin{aligned}\text{JKR} &= \sum \text{JK}_{\text{linier}} + \sum \text{JK}_{\text{kuadratik}} + \sum \text{JK}_{\text{kubik}} + \sum \text{JK}_{\text{kuartik}} \\ &= 210212.8 + 3647.17 + 343.06 + 7606.08\end{aligned}$$



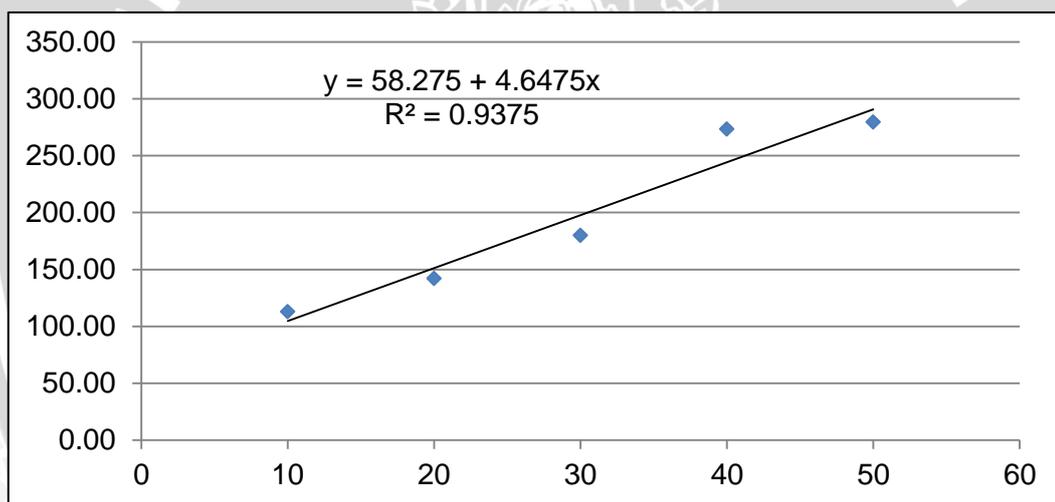
= 222109.11

❖ Tabel Sidik Ragam Regresi

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F. Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	222109.11	55527.28	42.35**	3.06	4.89
Linier	1	210212.8	210212.8	160.34**		
Kuadratik	1	3647.16	3647.17	2.78		
Kubik	1	343.06	343.06	0.26		
Kuartik	1	7906.08	7906.08	6.03		
Acak	15	19664.5	1310.96			
Total	19					

❖ Perhitungan R²

$$\frac{JK_{\text{Linear}}}{JK_{\text{Linear}} + JK_{\text{Acak}}} = \frac{210212.8}{210212.8 + 19664.5} = 0.15$$



✚ Kelulushidupan

Perlakuan	Ulangan				Total	Rerata
	1	2	3	4		
K	20	40	40	40	140	35
A	100	100	100	100	400	100
B	100	100	100	100	400	100
C	100	100	100	100	400	100
D	80	100	80	60	320	80
E	40	60	60	40	200	50
					1860	

❖ Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		SRt
N		24
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	79.17
	Std. Deviation	26.689
Most Extreme Differences	Absolute	.324
	Positive	.218
	Negative	-.324
Kolmogorov-Smirnov Z		1.588
Asymp. Sig. (2-tailed)		.013

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

❖ FK

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{G^2}{n} \\
 &= \frac{1860^2}{24} \\
 &= 144150
 \end{aligned}$$

❖ JK Total

$$\begin{aligned}
 JKT &= (K1^2 + \dots + A1^2 + A2^2 + A3^2 + B1^2 + B2^2 + B3^2 + C1^2 + \dots + E3^2) - FK \\
 &= (20^2 + 40^2 + 40^2 + 40^2 + 100^2 + 100^2 + 100^2 + 100^2 + 100^2 + 100^2 + 100^2 + 100^2 + 100^2 + \\
 &\quad 100^2 + 100^2 + 100^2 + 100^2 + 80^2 + 100^2 + 80^2 + 60^2 + 40^2 + 60^2 + 60^2 + \\
 &\quad 40^2) - 144150 \\
 &= 162000 - 144150 \\
 &= 17850
 \end{aligned}$$

❖ JK Perlakuan

$$\begin{aligned}
 JKP &= \left(\frac{\sum K^2 + \sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2 + \sum E^2}{r} \right) - FK \\
 &= \left(\frac{140^2 + 400^2 + 400^2 + 400^2 + 320^2 + 200^2}{4} \right) - 144150 \\
 &= \left(\frac{19600 + 160000 + 160000 + 160000 + 102400 + 40000}{4} \right) - 144150 \\
 &= \left(\frac{642000}{4} \right) - 144150 \\
 &= 160500 - 144150 \\
 &= \mathbf{16350}
 \end{aligned}$$

❖ JK Acak

$$\begin{aligned}
 JKA &= JKT - JKP \\
 &= 17850 - 16350 \\
 &= \mathbf{1500}
 \end{aligned}$$

❖ Tabel Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F.Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	5	16350	3270	39.24**	2.77	4.25
Acak	18	1500	83.33			
Total	23					

Karena $F_{hitung} > F_{tabel} 5\%$ dan $F_{tabel} 1\%$, maka disimpulkan bahwa hasilnya adalah **berbeda sangat nyata**, sehingga harus dilanjutkan dengan uji BNT, sebagai berikut:

❖ Uji BNT

➤ SED

$$\begin{aligned}
 SED &= \sqrt{\frac{2 K T_{acak}}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 (83.33)}{4}} \\
 &= \mathbf{6.45}
 \end{aligned}$$

➤ BNT 5%

$$\begin{aligned}
 BNT 5\% &= t_{5\%} (db_{acak}) \times SED \\
 &= 2.10092 \times 6.45 \\
 &= \mathbf{13.56}
 \end{aligned}$$

- BNT 1%
 - BNT 1% = $t_{1\%} (db_{acak}) \times SED$
 - = 2.87844×6.45
 - = **18.58**

➤ Tabel Uji BNT

Perlakuan	Rerata	K	E	D	C	B	A	Notasi
		35	50	80	100	100	100	
K	35	—						a
E	50	10 ^{ns}	—					a
D	80	45 ^{**}	35 ^{**}	—				b
C	100	65 ^{**}	55 ^{**}	20 ^{**}	—			c
B	100	65 ^{**}	55 ^{**}	20 ^{**}	0 ^{ns}	—		c
A	100	65 ^{**}	55 ^{**}	20 ^{**}	0 ^{ns}	0 ^{ns}	—	c

❖ Uji Polinomial Orthogonal

Perlakuan	Total	Perbandingan (Ci)			
		Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
K	140	-5	5	-5	1
A	400	-3	-1	7	-3
B	400	-1	-4	4	2
C	400	1	-4	-4	2
D	320	3	-1	-7	-3
E	200	5	5	5	1

JK Regresi = 16140.07

❖ Perhitungan Q

Linear = $\sum Ti \times Ci_{linear}$
 = $(140 \times (-5)) + (400 \times (-3)) + (400 \times (-1)) + (400 \times 1) + (320 \times 3) + (200 \times 5)$
 = **60**

Kuadratik = $\sum Ti \times Ci_{kuadratik}$
 = $(140 \times 5) + (400 \times (-1)) + (400 \times (-4)) + (400 \times (-4)) + (320 \times (-1)) + (200 \times 5)$
 = **-2220**

Kubik = $\sum Ti \times Ci_{kubik}$
 = $(140 \times (-5)) + (400 \times 7) + (400 \times 4) + (400 \times (-4)) + (320 \times (-7)) + (200 \times 5)$
 = **860**

Kuartik = $\sum Ti \times Ci_{kuartik}$



$$= (140 \times 1) + (400 \times (-3)) + (400 \times 2) + (400 \times 2) + (320 \times (-3)) + (200 \times 1)$$

$$= -220$$

❖ **Perhitungan KR**

Linear $= (\sum C_i)^2 \times r_{ulangan}$

$$= 70 \times 4$$

$$= \mathbf{280}$$

Kuadratik $= (\sum C_i)^2 \times r_{ulangan}$

$$= 84 \times 4$$

$$= \mathbf{336}$$

Kubik $= (\sum C_i)^2 \times r_{ulangan}$

$$= 180 \times 4$$

$$= \mathbf{720}$$

Kuartik $= (\sum C_i)^2 \times r_{ulangan}$

$$= 28 \times 4$$

$$= \mathbf{112}$$

❖ **Perhitungan JK**

Linear $= \frac{Q^2}{Kr}$

$$= \frac{60^2}{280}$$

$$= \mathbf{12.85}$$

Kuadratik $= \frac{Q^2}{Kr}$

$$= \frac{-2220^2}{336}$$

$$= \mathbf{14667.85}$$

Kubik $= \frac{Q^2}{Kr}$

$$= \frac{860^2}{720}$$

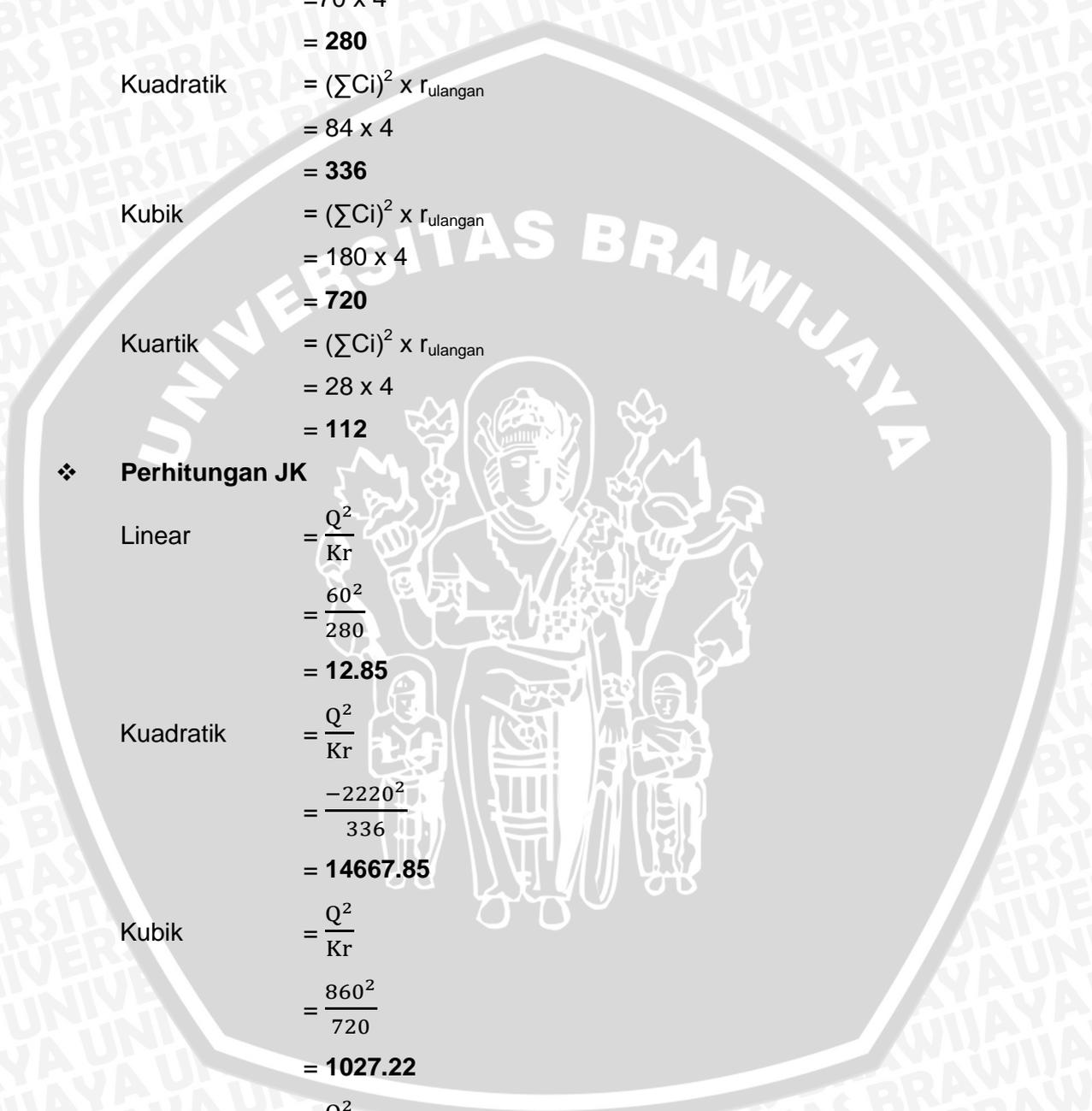
$$= \mathbf{1027.22}$$

Kuartik $= \frac{Q^2}{Kr}$

$$= \frac{-220^2}{112}$$

$$= \mathbf{432.14}$$

❖ **JK Regresi**



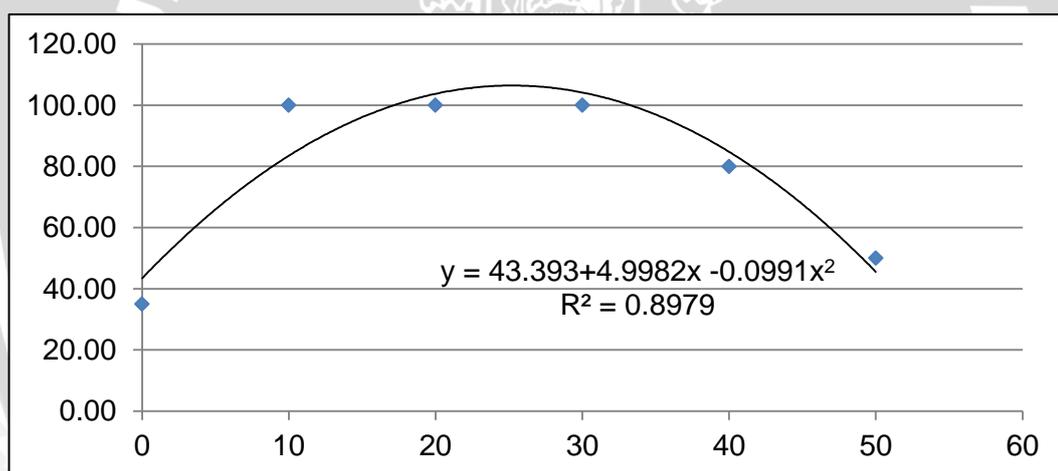
$$\begin{aligned}
 JKR &= \sum JK_{\text{linier}} + \sum JK_{\text{kuadratik}} + \sum JK_{\text{kubik}} + \sum JK_{\text{kuartik}} \\
 &= 12.85 + 14667.85 + 1027.22 + 432.14 \\
 &= 16140.07
 \end{aligned}$$

❖ Tabel Sidik Ragam Regresi

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F. Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	5	16140.0794	3228.0159	38.73**	4.07	7.59
Linier	1	12.8571429	12.857143	0.15		
Kuadratik	1	14667.8571	14667.857	176.01**		
Kubik	1	1027.22222	1027.2222	12.32**		
Kuartik	1	432.142857	432.14286	5.18*		
Acak	18	1500.0000	83.333333			
Total	12					

❖ Perhitungan R^2

$$\frac{JK_{\text{Kuadratik}}}{JK_{\text{Kuadratik}} + JK_{\text{Kacak}}} = \frac{14667.85}{14667.85 + 6300} = 0.69$$



$$= 4.9982 - 0.1982x = 0$$

$$0.1982x = 4.9982$$

$$X = \frac{4.9982}{0.1982}$$

$$X = 25.21$$

$$Y = 43.393 + 4.9982x - 0.0991x^2$$

$$= 43.393 + 4.9982(25.21) - 0.0991(25.21)^2$$

$$= 43.393 + 126.00 - 62.98$$

$$= 106.41$$

Jadi titik puncak nilai terbaik terdapat pada konsentrasi 25.21 dengan nilai kelulushidupan 106.41%.



Lampiran 2. Data Kualitas Air

1. Suhu

Perlakuan	Suhu	Hari														Rerata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
K1	Pagi	21.8	22.5	22.2	24.6	23.7	24.9	24.1	23.8	24.3	24.8	24.6	24.6	24.4	24	23.87
	Sore	24	24.4	23.4	25.1	24.7	25.2	24.7	24.4	25	25.1	24.9	25	25	24.6	24.67
K2	Pagi	21.6	22.6	22.2	24.9	23.8	25.4	24.2	24	24.3	25	24.5	25.1	24.7	24.1	24.02
	Sore	24.6	24	23.2	26.1	25.9	26	25.6	25.2	26.1	26.1	25.5	25.7	25.9	25.5	25.38
K3	Pagi	21.8	22.5	22.2	24	23.2	24.5	23.3	23	23.8	24.5	24.3	24.3	24.1	23.2	23.47
	Sore	23.7	23.5	23.2	24.7	24.2	24.8	24.3	24	24.4	25	24.6	24.7	24.8	24.2	24.29
K4	Pagi	21.7	22.4	23.2	24.1	23.2	24.3	23.3	23.1	23.5	23.8	23.4	23.4	24	23.2	23.32
	Sore	24.2	23.9	23.4	25.5	24.4	24.7	25.6	24.5	24.8	25.1	24.5	24.5	24.5	25.5	24.65
A1	Pagi	21.9	22.5	22.3	24	23.4	24.5	23.2	23.1	23.7	24.3	24	24.2	24.1	23.1	23.45
	Sore	23.3	24.3	23.4	24	24.2	24.2	23.4	23.9	24.6	24.8	24.4	24.5	24.7	23.3	24.07
A2	Pagi	23.7	23	23.2	24.8	24.5	25.1	23.8	23.8	24.4	24.8	24.6	24.8	24.6	23.7	24.2
	Sore	23.9	24.2	24.2	26	26	25.9	25.3	24.3	25.7	26.3	25.5	25.2	25.2	25.2	25.20
A3	Pagi	21.5	22.04	22.2	24.3	23.6	25	23.7	23.3	24.2	24.4	24.4	24.6	25.5	23.6	23.73
	Sore	23.7	23.4	23.5	25	24.6	25.2	24.7	24.3	24.9	25.2	24.9	24.9	25	24.6	24.56
A4	Pagi	21.9	22.9	22.3	23.2	23.4	25	23.4	23.3	23.3	23.4	24.4	23.3	24.7	23.2	23.40
	Sore	23.9	24	23.5	25	25.6	25.4	24.6	24.5	24.9	24.8	25	24.7	25.5	24.5	24.70
B1	Pagi	21.7	22.4	22.2	24.1	23.2	24.6	23.1	23	23.8	24.5	24.2	24.2	24.3	23	23.45
	Sore	23	23.9	23.6	24.8	24.4	24.9	24.4	24.1	24.5	25	24.6	24.6	24.7	24.3	24.34
B2	Pagi	21.7	22.4	22.4	24.3	23.6	24.6	23.8	23.7	24	24.6	24.4	24.6	24	23.7	23.7
	Sore	23.9	24.2	24.3	25	24.6	25	24.6	24.4	24.9	25.3	24.7	26.8	24.7	24.5	24.77
B3	Pagi	22.4	22.8	23.6	25.3	25.2	26.4	24.7	24.5	25.5	25.7	25.7	26.4	25.7	24.6	24.89
	Sore	24.5	24.2	24.8	26.9	27	26.8	26.3	25.9	27	27.4	26.8	26.5	26.8	26.2	26.22
B4	Pagi	21.7	22.8	23.1	24.1	24.3	24.5	24.1	24.1	24.9	24.9	25.7	24.2	24.3	24	24.05
	Sore	21.7	24.2	24.5	25.3	25.6	25.4	25.4	25.5	27.1	25.7	25.9	24.7	25.7	25.3	25.14

C1	Pagi	21.7	22.5	22.5	24.6	23.8	25.1	23	23.7	24.4	24.7	24.6	24.6	24.5	22.9	23.75
	Sore	24.9	23.3	23.5	25.1	24.7	25.2	24.8	24.4	24.9	25.3	24.9	25.2	25	24.7	24.70
C2	Pagi	21.9	22.5	22.2	24	23.4	24.5	23.5	23.1	23.7	24.6	24.2	24.3	24.3	23.2	23.52
	Sore	24.3	24.3	23.4	24.7	24.3	24.8	24.3	24	24.4	24.9	24.5	24.7	24.7	24.2	24.39
C3	Pagi	21.7	22.6	22.9	24.6	23.8	25.1	24	23.5	24.3	24.5	24.3	24.9	24.6	23.9	23.9
	Sore	23.5	24	24.2	25.5	25.3	25.3	25	24.5	25.2	25.4	25.4	25.4	25.4	24.9	24.92
C4	Pagi	21.9	22.5	22.9	23.3	23.5	25	23.4	23.3	23.1	23.4	24.4	23.4	24.5	23.1	23.40
	Sore	24.5	24.3	24.4	25.1	25.6	25.3	25.1	25.3	25.1	24.5	25.4	25.9	25.6	25	25.07
D1	Pagi	21.4	22.3	22.4	24.2	23.6	24.9	23.6	23.1	23.9	24.3	24.5	24.6	24.3	23.5	23.61
	Sore	22.8	23.4	23.4	25	24.6	25.1	24.7	24.3	24.8	25.2	24.9	25	25.1	24.6	24.49
D2	Pagi	21.9	23	23	25.4	24.5	25	24.6	24.5	24.7	25.3	24.9	25.6	25.3	24.5	24.44
	Sore	23.9	24.3	24.3	26.6	25.5	26.1	26.2	25.9	26.6	26.9	26.4	26.2	26.5	26.1	25.82
D3	Pagi	21.6	22.4	22.2	24.1	23.2	24.4	23.1	23.1	23.9	24.5	24.1	24.2	24.2	23	23.42
	Sore	22.5	23.6	23.3	24.9	24.5	25	24.5	24.1	24.6	25	24.7	24.7	24.8	24.4	24.32
D4	Pagi	21.9	22.4	22.3	23.3	23.4	23.4	23.1	23.1	23.5	24.4	24	23.2	24.3	23	23.23
	Sore	23.5	24.3	24.3	24.1	25.6	24	25.1	24.8	24.8	25.7	24.5	24.5	24.9	25	24.65
E1	Pagi	21.4	22.5	22.3	24.3	23.8	24.7	23.1	23.5	24	24.4	24.4	24.5	24.3	23	23.58
	Sore	23	23.4	23.4	25	24.6	25.2	24.7	24.1	24.7	25.1	24.9	24.8	24.9	24.6	24.45
E2	Pagi	22	23.2	23.3	24.5	24.7	25.8	24.2	24.6	24.9	25.2	25	25.5	25.2	24.2	24.45
	Sore	24	24.2	24.3	25.5	26.1	26.1	25.7	25.4	26.1	26.6	26.1	26	26.5	25.6	25.58
E3	Pagi	21.6	22.5	22.1	24.2	23.2	24.7	23.5	23	24.1	24.6	24.1	24.1	24.1	23.5	23.52
	Sore	23.5	23.6	23.6	25	24.6	25.1	24.7	24.3	24.7	25.2	24.7	24.7	24.8	24.6	24.50
E4	Pagi	21.7	22.5	23.1	23.4	23.3	24.3	23.4	23	24.3	24.3	24.1	23.4	24	23.3	23.43
	Sore	24	24.3	24.3	25	25.4	25	25.4	24.7	24.7	25.6	25.1	24.5	24.6	25.3	24.85

2. pH

Perlakuan	pH	Hari														Rerata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
K1	Pagi	8.44	8.58	8.51	8.11	8.5	8.5	8.39	8.46	8.45	8.35	8.35	7.92	8.24	8.47	8.37
	Sore	7.94	8.44	8.07	7.91	8.4	8.42	8.29	8.29	8.41	8.24	8.24	7.92	8.14	8.32	8.21
K2	Pagi	8.09	8.53	8.97	8.06	8.69	8.46	8.28	8.41	8.43	8.35	8.35	8.37	8.45	8.64	8.43
	Sore	7.32	8.48	8.82	7.86	8.16	8.08	8.16	8.39	8.36	8.23	8.23	8.05	8.3	6.13	8.04
K3	Pagi	8.15	8.36	7.96	7.36	8.23	8.18	8.09	7.91	8.27	8.87	8.87	7.51	7.88	8.17	8.12
	Sore	7.34	8.18	7.6	7.31	7.89	8.07	7.98	7.92	8.14	8.23	8.34	7.32	7.85	7.77	7.85
K4	Pagi	8.1	8.37	8.02	7.75	8.79	8.23	8.01	7.35	8.17	8.17	8.22	8.37	8.1	8.57	8.15
	Sore	7.32	8.15	7.98	7.32	8.45	8.13	7.89	7.27	8.02	8.1	8.19	7.32	7.68	8.43	7.875
A1	Pagi	8.15	8.01	7.84	7.42	8.13	8.24	7.95	8	8.18	8.25	8.25	7.41	7.85	8.1	7.98
	Sore	7.39	8.39	7.56	7.37	7.94	7.89	7.84	7.29	8.17	7.63	7.63	7.26	7.79	7.92	7.71
A2	Pagi	8.17	8.54	8.58	8.11	8.51	8.51	8.33	8.47	8.4	8.16	8.16	8.27	8.49	8.49	8.37
	Sore	7.33	8.37	8.26	7.94	8.26	8.17	8.24	8.35	8.34	8.12	8.12	8.11	8.27	8.26	8.15
A3	Pagi	8.44	8.48	8.55	7.79	8.52	8.53	8.29	8.26	8.42	8.37	8.37	7.93	8.13	8.5	8.32
	Sore	7.76	8.58	8.23	7.73	8.4	8.14	8.03	8.2	8.41	8.23	8.23	7.58	8.02	8.38	8.13
A4	Pagi	8.34	8.19	8.37	7.89	8.13	8.27	8.11	8.45	8.38	8.15	8.22	7.98	8.56	8.11	8.22
	Sore	7.45	8.5	8.22	7.44	8.1	8.11	8.03	7.22	8.13	8.12	8.13	7.5	8.33	7.98	7.94
B1	Pagi	8.31	8.55	7.97	7.35	8.23	8.14	8.15	8.18	8.27	8.38	8.38	7.62	7.85	8.23	8.11
	Sore	7.35	8.19	7.61	7.35	7.92	8.09	8.12	7.95	8.14	8.1	8.1	7.38	7.79	7.79	7.84
B2	Pagi	8.44	8.61	8.55	8.11	8.48	8.48	8.37	7.46	8.42	8.37	8.37	8.27	8.26	8.37	8.32
	Sore	7.94	8.46	8.07	7.88	8.46	8.34	8.28	7.37	8.4	8.21	8.21	7.96	8.16	8.43	8.15
B3	Pagi	7.82	8.53	8.54	8.15	8.68	8.49	8.25	8.41	8.4	8.14	8.14	8.23	8.3	8.48	8.32
	Sore	7.09	8.36	8.25	7.89	8.28	8.17	8.24	8.22	8.32	8.1	8.1	8.11	8.23	8.26	8.11
B4	Pagi	7.94	8.54	8	7.6	8.75	8.29	8.37	8.27	8.35	8.27	8.12	8.44	8.15	8.73	8.27
	Sore	8.19	8.16	7.98	7.22	8.56	8.17	8.22	8.13	8.1	8.17	7.45	8.14	8.11	8.53	8.08
C1	Pagi	8.45	8.51	8.77	8.06	8.48	8.51	8.3	8.32	8.45	8.3	8.4	7.94	8.23	8.47	8.37

	Sore	7.89	8.46	8.11	7.77	8.39	8.16	8.28	8.28	8.41	8.24	8.23	7.62	8.1	8.36	8.16
C2	Pagi	8.1	8.36	7.92	7.37	8.16	8.13	8.06	8	8.21	8.26	8.26	7.48	7.87	8.14	8.02
	Sore	7.37	8	7.47	7.33	7.88	8.04	7.96	7.81	8.18	7.79	7.79	7.31	7.75	7.85	7.75
C3	Pagi	8.16	8.48	8.27	8.07	8.5	8.58	8.23	8.45	8.4	8.3	8.3	8.77	8.47	8.35	8.38
	Sore	7.34	8.42	8.26	7.9	8.2	8.13	8.22	8.37	8.38	8.2	8.2	8.08	8.3	8.25	8.16
C4	Pagi	8.25	8.52	8.15	8.08	8.39	8.55	8.35	8.1	8.11	8.45	8.33	8.35	8.22	8.3	8.29
	Sore	7.45	8.25	8.1	7.78	8.29	8.37	8.15	7.98	8.1	8.27	8.27	8.11	7.89	8.25	8.09
D1	Pagi	8.41	8.58	8.84	7.72	8.52	8.42	8.28	8.18	8.44	8.41	8.41	7.87	8.13	8.5	8.33
	Sore	7.76	8.35	8.25	7.59	8.26	8.13	8.24	7.23	8.35	8.28	8.23	7.57	8	8.37	8.04
D2	Pagi	7.6	8.44	8.63	8.09	8.81	8.44	8.2	8.41	8.41	8.08	8.08	8.25	8.28	8.78	8.32
	Sore	7.24	8.21	8.22	7.88	8.34	8.22	8.06	8.41	8.41	8.05	8.05	8.1	8.22	8.43	8.13
D3	Pagi	8.42	8.3	7.99	7.45	8.21	8.11	8.24	8.14	8.4	8.4	8.4	7.62	8.13	8.2	8.14
	Sore	7.45	8.55	7.63	7.33	8.11	8.04	8.37	7.97	8.32	8.1	8.1	7.43	7.9	8.1	7.95
D4	Pagi	8.05	8.47	7.89	7.31	8.78	8.33	8.2	8.37	8.34	8.27	8.27	8.15	8.4	8.77	8.25
	Sore	7.87	8.19	7.5	7.29	8.15	8.1	8.18	7.29	8.14	8.11	8.19	8.1	8.34	8.13	7.97
E1	Pagi	8.37	8.57	8.44	7.68	8.43	8.41	8.31	8.24	8.47	8.3	8.24	7.8	8.12	8.42	8.27
	Sore	7.71	8.37	7.55	7.49	8.19	8.13	8.21	8.16	8.39	8.24	8.23	7.55	7.98	8.18	8.02
E2	Pagi	7.74	8.46	8.53	8.11	8.81	8.35	8.24	8.38	8.41	8.12	8.14	8.24	8.28	8.8	8.32
	Sore	7.19	8.36	8.25	7.89	8.32	8.2	8.19	8.26	8.39	8.09	8.05	8.11	8.25	8.22	8.12
E3	Pagi	8.34	8.61	8.37	7.51	8.21	8.12	8.32	8.14	8.43	8.42	8.42	7.69	8.12	8.2	8.20
	Sore	7.58	8.34	7.75	7.33	8.09	8.09	8.19	8.06	8.26	8.32	8.32	7.48	7.94	8.08	7.98
E4	Pagi	8.15	8.47	8.3	7.46	8.33	8.24	8.33	8.15	8.44	8.14	8.38	8.33	8.25	8.31	8.23
	Sore	7.42	8.33	7.8	7.33	8.31	8.01	8.03	0.05	8.27	8.1	8.18	7.83	8.15	8.29	7.43

3. DO

Perlakuan	DO	Hari														Rerata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
K1	Pagi	6.98	6.92	6.76	6.89	6.24	6.86	6.88	6.45	6.8	6.6	6.27	6.74	6.68	6.2	6.66
	Sore	5.86	5.7	5.76	5.79	5.24	5.87	5.3	5.96	5.01	5.39	5.72	5.5	5.1	5.2	5.52
K2	Pagi	6.76	6.8	6.62	6.52	6.1	6.1	6.75	6.23	6.74	6.26	7.47	6.66	6.87	7.99	6.70
	Sore	5.9	5.04	5.63	5.03	5.99	5.14	5.84	5.24	5	5.49	6.15	5.6	5.57	5.95	5.54
K3	Pagi	7.77	6.28	6.71	6.38	6.28	6.73	6.84	6.17	6.3	6.8	6.74	6.65	6.62	6.25	6.60
	Sore	6.8	5.34	5.09	5.37	5.1	5.04	5.08	5.78	5.36	5.31	7.82	5.47	5.44	7.76	5.76
K4	Pagi	6.23	6.01	6.17	6.01	6.97	6.18	6.85	6.34	6.9	6.18	6.78	6.08	6.27	6.9	6.41
	Sore	7.38	7.77	5.33	7.9	5.16	5.31	5.14	5.01	5.71	5.18	7.98	5.19	5	5.01	5.93
A1	Pagi	7.21	7.33	6.9	6.15	6.69	6.71	6.55	6.15	6.07	6.18	6.26	6.34	6.44	6.52	6.53
	Sore	5.42	5.33	5.8	5.17	5.62	5.82	5.89	5.27	5.47	5.82	5.17	5.66	5.84	5.52	5.55
A2	Pagi	6.66	6.73	6.36	8.33	8.04	8.83	7.52	7.77	7.42	6.9	8.01	7.44	7.79	7.88	7.54
	Sore	6.99	6.24	6.47	7.7	7.95	7.36	5.76	6.85	6.72	6.34	7.72	7.42	7.27	8	7.05
A3	Pagi	6.51	7.07	8.78	6.7	6.27	6.71	6.92	6.31	6.75	6.57	6.42	6.71	6.27	7.17	6.79
	Sore	6.71	7.04	6.54	5.93	6.2	6.14	5.23	5.35	6.03	5.44	7.46	6.59	5.59	6.89	6.22
A4	Pagi	7.56	6.17	6.27	6.25	6.09	7.01	6.17	6.19	6.19	6.19	6.08	7.73	7.9	8.05	6.7
	Sore	5.12	5.22	5.38	5.07	5.98	6.6	5.77	5.9	5.98	5.9	5.73	6.24	6.67	6.78	5.88
B1	Pagi	7.38	7.77	7.57	6.43	6.23	7.97	6.92	6.11	6.22	6.97	7.98	7.61	6.63	6.13	6.99
	Sore	6.98	6.61	6.27	5.96	5.25	7.29	6.04	5.83	5.44	6.42	6.72	6.38	6.43	5.14	6.19
B2	Pagi	7.11	7.04	6.65	6.73	6.32	6.67	6.98	6.37	6.88	6.93	6.97	6.73	6.55	7.27	6.8
	Sore	7.06	6.73	6.04	6.12	5.93	5.92	5.22	5.99	5.48	6.48	6.78	5.66	5.63	6.83	6.13
B3	Pagi	8.9	6.34	7.45	6.33	6.92	6.67	6.3	7.18	6.42	7.93	6.82	6.42	6.71	6.62	6.92
	Sore	7.91	5.44	7.43	5.56	5.99	5.36	5.77	5.75	5.83	6.23	6.72	6.41	5.38	5.79	6.11
B4	Pagi	6.35	6.89	7.53	6.32	7.1	6.98	7.07	7.12	6.51	7.27	6.87	6.93	8.39	7.49	7.05
	Sore	5.02	5.65	5.27	5.49	6.54	5.16	6.11	7.08	6.15	6.34	5.9	5.68	5.19	5.54	5.79

C1	Pagi	6.91	6.61	6.64	6.88	7.26	6.78	6.96	6.52	6.79	6.78	6.16	6.76	6.98	7.2	6.80
	Sore	6.89	6.51	5.77	6.08	6.29	5.12	5.26	5.98	5.14	5.37	5.55	5.46	5.67	5.77	5.77
C2	Pagi	6.43	6.25	6.26	7.3	6.94	6.86	6.77	7.08	6.61	6.7	6.75	6.57	6.49	6.59	6.68
	Sore	5.61	5.34	6.03	6.51	6.74	6.04	5.97	6.51	5.51	6.17	5.92	5.82	6.26	6.24	6.04
C3	Pagi	7.78	6.76	6.42	6.42	7	6.73	6.73	7.05	6.54	6.27	7.06	6.58	6.88	6.9	6.79
	Sore	5.6	5.36	5.63	5.89	6.95	5.4	5.91	6.73	5.96	5.27	6.42	6.5	5.48	5.95	5.93
C4	Pagi	6.55	6.19	6.27	6.31	6.19	7.11	6.17	7.01	7.01	7.19	6.89	6.41	6.55	7.16	6.64
	Sore	5.15	5.98	5.12	5.6	5.01	6.09	5.3	6.45	6	6.01	5.75	5.87	5.79	6.95	5.79
D1	Pagi	7	6.76	7.37	6.72	7.19	6.97	6.96	6.47	6.66	6.68	7.82	6.72	8.39	8.15	7.13
	Sore	5.03	5.55	6.37	5.79	5.24	5.13	6.15	5.94	6.41	6.54	6.65	5.35	7.56	7.14	6.06
D2	Pagi	6.27	6.23	7.19	6.23	7.04	6.46	6.99	7.52	6.89	6.39	6.36	6.9	6.76	7.77	6.78
	Sore	5.55	5.5	6.46	5.33	5.5	5.55	6.43	6.12	5.29	5.74	6.21	5.91	5.06	6.49	5.79
D3	Pagi	6.16	7.89	6.48	6.57	7.26	6.93	6.96	7.25	6.73	6.94	6.88	6.71	6.79	7.16	6.90
	Sore	5.65	6.9	6.28	6.12	6.14	6.12	6.13	6.87	6.36	6.44	5.82	5.28	5.45	5	6.04
D4	Pagi	7.01	7.29	6.9	6.7	7.22	6.38	7.07	6.35	7	6.9	7.34	6.98	7.03	7.11	6.94
	Sore	6.38	6.21	5.78	5.97	6.1	5.18	5.78	5.2	5.93	5.57	6.27	6.17	6.19	5.9	5.90
E1	Pagi	6.31	6.67	6.34	6.54	7.23	7.08	6.86	6.31	6.9	6.78	7.02	6.36	6.94	7.1	6.74
	Sore	5.71	5.74	5.39	5.56	5.37	6.19	6.05	5.67	5.93	5.54	6.72	5.79	5.36	6.17	5.79
E2	Pagi	7.62	6.47	6.39	7.45	6.96	6.84	6.22	7.18	6.98	6.63	6.67	6.22	7.92	7.66	6.94
	Sore	6.76	5.44	5.51	6.56	6.93	6.01	5.65	5.6	5.56	5.99	6.13	5.55	6.2	6.39	6.02
E3	Pagi	6.23	6.67	7.39	7.95	6.31	7.07	6.95	7.17	6.36	6.6	7	6.64	6.42	7.21	6.855
	Sore	5.02	5.55	6.39	5.86	5.14	6.23	6.2	5.82	6.19	6.3	6.68	5.6	5.54	6.13	5.90
E4	Pagi	7.9	6.78	6.31	6.55	7.23	6.77	6.9	6.27	6.35	6.19	7.19	6.76	7.61	6.45	6.80
	Sore	5.23	5.1	5.64	5.97	5.17	5.23	6.26	5.17	5.97	5.28	6.71	5.01	5.17	5.07	5.49

Lampiran 3. Alat Yang Digunakan



Akuarium ukuran
20x30x20 cm



Aerator



Tabung Oksigen



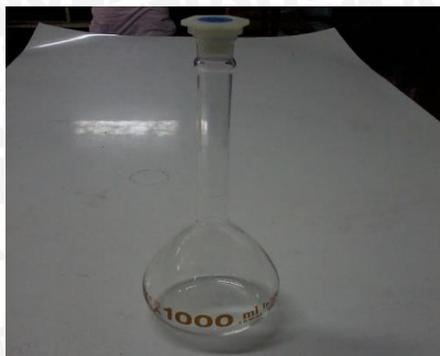
DO Meter



Akuarium Ukuran
10x10x15 cm



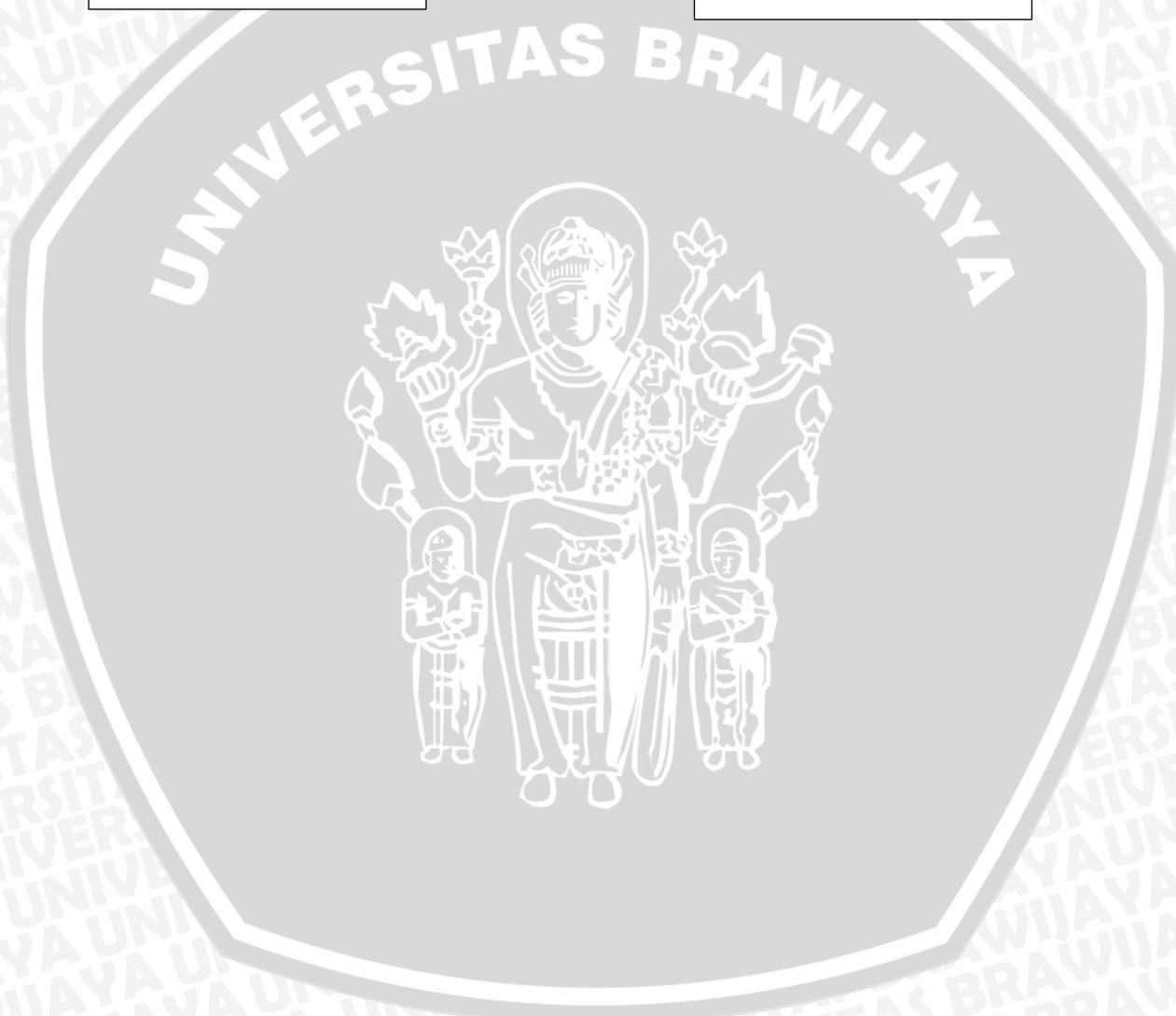
pH meter



Labu Takar 1000 ml



Gelas Ukur 1000 ml



Lampiran 3. Bahan Yang Digunakan



Karet Gelang



Cool Box



Es Batu



Plastik Packing