

**PENGARUH KEPADATAN MANVIS (*Pterophyllum scalare*) BERBEDA  
TERHADAP JUMLAH AMONIA DAN KELIMPAHAN BAKTERI PADA  
*BIOBALL* DALAM SISTEM RESIRKULASI**

**SKRIPSI  
BUDIDAYA PERAIRAN**

**OLEH :  
GILANG MULYANA  
NIM. 0610852003**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2008**

PENGARUH KEPADATAN MANVIS (*Pterophyllum scalare*) BERBEDA  
TERHADAP JUMLAH AMONIA DAN KELIMPAHAN BAKTERI PADA  
*BIOBALL* DALAM SISTEM RESIRKULASI

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

Oleh :  
GILANG MULYANA  
NIM. 0610852003

DOSEN PENGUJI I

Dr. Ir. MAFTUCH, MSi.

Tanggal:

DOSEN PENGUJI II

Ir. ELANA SANOESI, MS.

Tanggal:

Menyetujui,

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Ir. SRI ANDAYANI, MS

Tanggal :

DOSEN PEMBIMBING II

Ir. MAHENO SRI WIDODO, MS

Tanggal :

MENGETAHUI,  
KETUA JURUSAN

Ir. MAHENO SRI WIDODO, MS  
Tanggal :

## RINGKASAN

**GILANG MULYANA.** PENGARUH KEPADATAN MANVIS (*Pterophyllum scalare*) BERBEDA TERHADAP JUMLAH AMONIA DAN KELIMPAHAN BAKTERI PADA *BIOBALL* DALAM SISTEM RESIRKULASI (Di bawah bimbingan Dr. Ir. SRI ADAYANI, MS. dan Ir. MAHENO SRI WIDODO, MS. )

---

---

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biologi dan Reproduksi Ikan, Universitas Brawijaya Malang pada bulan Maret - April 2008. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya pengaruh jumlah kepadatan ikan Manvis (*Pterophyllum scalare*) yang berbeda terhadap jumlah amonia dan kelimpahan bakteri dalam sistem resirkulasi menggunakan filter *bioball*

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini terdiri dari tiga perlakuan dan tiga ulangan serta setiap perlakuan di beri 1 buah kontrol. Sebagai perlakuan yaitu kepadatan ikan manvis yang berbeda (A=15 ekor, B=20 ekor dan C=25 ekor). Parameter utama pada penelitian ini adalah jumlah amonia dan jumlah kelimpahan bakteri, sedangkan parameter penunjangnya yaitu parameter kualitas air (suhu, pH, DO, Nitrat, BOD, TOM dan CO<sub>2</sub>), dan tingkat kelulusan hidup (SR) serta pertumbuhan ikan tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa rata-rata jumlah amonia di dalam wadah resirkulasi secara berturut-turut dari perlakuan dengan jumlah kepadatan A=15 ekor, B= 20 ekor dan C=25 ekor adalah 0,14 ppm(A); 0,15 ppm(B) dan 0,18 ppm(C). Sehingga dapat dikatakan bahwa jumlah kepadatan ikan yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata (>F1%) dan berpola linier  $y = 0,0853 + 0,0026x$ .

Rata-rata jumlah koloni bakteri yang ditemukan pada setiap filter dari wadah pemeliharaan dengan kepadatan A=15 ekor, B= 20 ekor dan C=25 ekor adalah 49,3 CFU(A), 65 CFU(B) dan 104,3 CFU(C). Sehingga dapat dikatakan bahwa jumlah kepadatan ikan yang berbeda memberikan pengaruh berbeda nyata ( $5\% < F < 1\%$ ) dan berpola linier  $y = 4,207 + 0,0314x$ .

Penggunaan sistem resirkulasi air menggunakan filter *bioball* dinilai efektif dalam mempertahankan kelulusan hidup pada setiap jumlah kepadatan ikan dalam sistem resirkulasi, dengan tingkat kelulusan hidup (SR)100%, sedangkan pada wadah pemeliharaan tanpa sistem resirkulasi kelulusan hidup (SR) berkurang menjadi 90% pada kepadatan 20 ekor dan 80% pada kepadatan 25 ekor selama 25 hari.

Hasil pengukuran terhadap parameter kualitas air yaitu suhu 24,5 - 26,5<sup>o</sup>C, amonia 0,12 - 0,15 ppm, nitrat 0,21 - 0,32 ppm, BOD 2,1 - 2,22 ppm, TOM 14 - 15 ppm, pH 7,14 - 7,32, oksigen terlarut 6,3 - 6,5 ppm, dan karbondioksida 6 - 9 ppm. Sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan sistem resirkulasi dengan filter *bioball* mampu menjaga stabilitas kualitas air dalam kisaran normal

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan memperbanyak variabel perlakuan (jumlah kepadatan) dan penggunaan pakan buatan pada pemeliharaan dengan sistem resirkulasi.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul **Pengaruh Kepadatan Manvis (*Pterophyllum Scalare*) Berbeda Terhadap Jumlah Amonia Dan Kelimpahan Bakteri Pada *Bioball* Dalam Sistem Resirkulasi**. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya. Atas terselesaikannya laporan skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

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

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

Malang, Juli 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>RINGKASAN</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Kegunaan Penelitian .....	3
1.5 Hipotesis .....	4
1.6 Tempat dan Waktu .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Biologi Manvis ( <i>Pterophyllum scalare</i> ) .....	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi .....	5
2.1.2 Habitat dan Perkembangbiakan .....	6
2.2 Makanan dan Kebiasaan Makan .....	7
2.2.1 Cacing Rambut ( <i>Tubifex tubifex</i> ) .....	7
2.2.2 Retensi Protein Pada Pakan Dengan Jumlah Amonia Yang Dihasilkan .....	8
2.3 Padat Penebaran (Kepadatan) .....	9
2.4 Kelulusan Hidup .....	10
2.5 Pertumbuhan .....	10
2.6 Sistem Resirkulasi Budidaya Perairan .....	11
2.7 Sistem Filtrasi .....	12
2.7.1 Filter Biologi ( <i>Biofilter</i> ) .....	12
2.7.2 Filter <i>Bioball</i> .....	13
2.8 Bakteri Nitrifikasi ( <i>Nitrosomonas</i> sp. dan <i>Nitrobakter</i> sp.) .....	13
2.9 Parameter Kualitas Air .....	16
2.9.1 Nitrogen .....	16
2.9.2 Suhu .....	18
2.9.3 Oksigen Terlarut (DO) .....	19
2.9.4 Kadar Keasaman (pH) .....	20
2.9.5 Karbondioksida (CO <sub>2</sub> ) .....	22
2.9.6 BOD ( <i>Biochemical Oxygen Demand</i> ) .....	22
2.9.7 Bahan Organik Total (TOM) .....	23
<b>III. MATERI DAN METODE PENELITIAN</b> .....	<b>24</b>
3.1 Desain Sistem Sirkulasi air .....	24
3.2 Filter ( <i>Bioball</i> ) .....	24

3.3 Alat-alat dan Bahan .....	24
3.3.1 Alat-alat Penelitian .....	24
3.3.2 Bahan-bahan Penelitian .....	25
3.4 Metode Penelitian .....	25
3.5 Rancangan Percobaan .....	25
3.6 Prosedur Penelitian .....	27
3.6.1 Persiapan Penelitian Dan Penelitian Pendahuluan .....	27
3.6.2 Pelaksanaan Penelitian .....	27
3.7 Parameter Uji .....	28
3.7.1 Parameter Utama .....	28
3.7.2 Parameter Penunjang .....	29
3.8 Analisa Data .....	30
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Jumlah Amonia (NH <sub>3</sub> ) .....	31
4.2 Jumlah Kelimpahan Bakteri .....	33
4.3 Jumlah Nitrat (NO <sub>3</sub> ) .....	36
4.4 Jumlah BOD ( <i>Biochemical Oxygen Demand</i> ) .....	39
4.5 Jumlah TOM ( <i>Total Organic Meter</i> ) .....	40
4.6 Suhu (°C) .....	41
4.7 Nilai Keasaman (pH) .....	42
4.8 Jumlah DO ( <i>Disolve Oxygen</i> ) .....	44
4.9 Jumlah Karbondioksida (CO <sub>2</sub> ) .....	47
4.10 Kelulusan Hidup Ikan (SR) .....	50
4.11 Laju Pertumbuhan .....	51
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>53</b>
5.1. Kesimpulan .....	53
5.2. Saran .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>ix</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>x</b>

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air dan ikan merupakan hal yang tidak dapat dipisahkan. Untuk kehidupannya ikan sangat membutuhkan air. Bagi biota air terutama ikan, air berfungsi sebagai media, baik media internal maupun media eksternal. Sebagai media internal air berfungsi sebagai bahan baku reaksi di dalam tubuh, sebagai pengatur dan penyangga suhu tubuh. Sementara, sebagai media eksternal air berfungsi sebagai habitatnya (Kordi, 2005).

Sebagaimana makhluk hidup lainnya, ikan membutuhkan lingkungan yang nyaman agar dapat bertahan hidup, sehat dan optimal. Adanya karakteristik perairan yang berbeda-beda menyebabkan ikan secara lambat laun akan dipengaruhi oleh perbedaan tersebut, yang pada akhirnya ikan akan beradaptasi pada karakteristik air yang lebih spesifik.

Karakteristik yang berpengaruh terhadap kehidupan ikan baik secara fisika dan kimia yaitu suhu, pH (keasaman), *hardness* (kekerasan), salinitas, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> terlarut serta kandungan bahan material beracun seperti amoniak (NH<sub>3</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub>), logam berat, maupun bahan kimia sintetis (Lesmana, 2005). Karakteristik air tersebut merupakan faktor pembatas bagi ikan untuk hidup di dalam air. Bila lingkungan tersebut tidak memenuhi syarat, ikan akan mengalami stres, mudah terserang penyakit dan akhirnya akan menyebabkan kematian.

Ikan manvis (*Pterophylum scalare*) merupakan salah satu ikan hias yang sudah lama dikenal oleh para penggemar ikan hias di Indonesia. Bentuk tubuhnya yang indah menyebabkan ikan ini sangat digemari dan memiliki nilai jual yang tinggi sebagai ikan hias hingga saat ini. Mungkin hal tersebutlah yang menyebabkan ikan manvis banyak dibudidayakan di Indonesia.

Ikan manvis juga membutuhkan kualitas air yang optimum untuk hidupnya. Kualitas air yang buruk dapat menurunkan kelulusan hidup ikan tersebut. Dengan demikian, kualitas air yang baik merupakan salah satu penentu dari keberhasilan dalam kegiatan budidaya manvis.

Salah satu solusi dalam menjaga kualitas air pada kegiatan budidaya ikan manvis yaitu dengan menggunakan sistem resirkulasi atau sistem perputaran air.

Pada sistem resirkulasi dikenal adanya sistem filtrasi atau penyaringan. Filtrasi merupakan suatu proses dengan menggunakan filter untuk menyaring benda-benda tertentu yang tidak dikehendaki dan meloloskan benda-benda yang dikehendaki. Dan pada sistem filtrasi dikenal beberapa jenis filter berdasarkan prinsip kerjanya, yaitu filter mekanis, filter kimia dan filter biologi (Anonimous, 2007).

Berdasarkan ke tiga jenis filter tersebut, filter biologi merupakan yang paling unik dalam sistem kerjanya, karena melibatkan jasad-jasad renik, khususnya bakteri dari golongan pengurai amonia (Anonimous, 2007). Dan pada filter biologi, terjadi perombakan amonia ( $\text{NH}_3$ ) menjadi nitrat ( $\text{NO}_3$ ), yaitu suatu bentuk yang tidak berbahaya dengan bantuan bakteri nitrifikasi, terutama *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobacter* sp. (Kordi, 2005).

Dengan menggunakan filter biologi berarti kita menyediakan tempat bagi pertumbuhan bakteri. Mengingat bakteri tersebut membutuhkan banyak oksigen untuk kehidupan dan pertumbuhannya, maka tersedianya oksigen sepanjang waktu adalah mutlak. Hal ini dapat dicapai bila arus air yang mencapai media filter cukup kuat atau menggunakan filter yang banyak rongga dan tidak mudah tersumbat, seperti *bioball*. Media filter *bioball* merupakan sebuah media untuk tumbuh bakteri yang terbuat dari bahan plastik berwarna hitam yang memiliki rongga dan luas permukaan yang besar (Anonimous, 2008).



## 1.2 Perumusan Masalah

Perbandingan jumlah ikan dan air di lingkungan budidaya umumnya lebih banyak dibandingkan dengan jumlah ikan dan air di alam. Akibatnya material sisa metabolisme yang dikeluarkan (*feses* dan *urine*) menjadi meningkat. Menurut Lesmana (2005), sisa metabolisme ikan oleh perombakan protein dan sisa pakan sebagian besar berupa amonia ( $\text{NH}_3$ ), dan nitrit ( $\text{NO}_2$ ). Adanya amoniak dalam air menyebabkan rusaknya jaringan insang, menurunnya kadar oksigen terlarut sehingga secara tidak langsung pH-nya pun meningkat, akibatnya kelangsungan hidup ikan pun akan menurun.

Berdasarkan hal-hal tersebut maka timbul beberapa pertanyaan yaitu:

1. Apakah penggunaan sistem resirkulasi untuk pemeliharaan ikan manvis mampu menurunkan jumlah amonia ( $\text{NH}_3$ ) dalam wadah pemeliharaan?
2. Apakah penggunaan filter biologi berupa *bioball* dapat meningkatkan jumlah kelimpahan bakteri pada filter tersebut sehingga dapat menurunkan jumlah amonia ( $\text{NH}_3$ ) pada wadah pemeliharaan?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui adanya pengaruh dari pemeliharaan ikan manvis dengan jumlah kepadatan berbeda dalam sistem resirkulasi menggunakan filter *bioball* terhadap jumlah amonia dan kelimpahan bakteri pada media filter *bioball*.

## 1.4 Kegunaan Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bahwa pemeliharaan ikan manvis dengan jumlah kepadatan berbeda menggunakan sistem resirkulasi dan filter *bioball* dapat memberikan pengaruh terhadap jumlah amonia dan jumlah kelimpahan bakteri

### 1.5 Hipotesis

$H_0$  : Diduga bahwa perbedaan jumlah kepadatan ikan pada pemeliharaan manvis menggunakan sistem resirkulasi dan filter *bioball* tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah amonia dan jumlah kelimpahan bakteri pada media *bioball*.

$H_1$  : Diduga bahwa perbedaan jumlah kepadatan ikan pada pemeliharaan manvis menggunakan sistem resirkulasi dan filter *bioball* memberikan pengaruh terhadap jumlah amonia dan jumlah kelimpahan bakteri pada media *bioball*.

### 1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi dan Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang, pada tanggal 23 Maret 2008 - 17 April 2008.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biologi Manvis (*Pterophyllum scalare*)

#### 2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Nelson (1994), ikan manvis mempunyai urutan taksonomi atau klasifikasi dari atas ke bawah adalah sebagai berikut:

Filum	: Chordata
Subfilum	: Agnatha
Kelas	: Osteichthyes
Subkelas	: Neopheterygii
Ordo	: Perciformes
Subordo	: Parcoidea
Famili	: Cichlidae
Genus	: <i>Pterophyllum</i>
Spesies	: <i>Pterophyllum scalare</i>

Untuk jelasnya gambar manvis (*Pterophyllum scalare*) dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Ikan manvis (*Pterophyllum scalare*)

Menurut Kuncoro (2003), ciri morfologi ikan manvis adalah, tubuh ikan ini meninggi dan tipis dengan bentuk seperti segitiga atau busur. Duri pertama pada sirip punggung memanjang seperti layar. Sirip ekor, sirip anal dan sirip dada memanjang, sementara sirip punggung dan sirip anal tampak mendekati simetris. Pada sirip punggung terdapat 11-13 buah duri keras dan 19-25 buah duri lunak. Sementara sirip anal terdapat 5-6 buah duri keras dan 19-28 buah duri lunak.

Warna tubuhnya bervariasi, ada yang lorek, hitam, kuning-putih dan variasi ke tiga warna tersebut. Jumlah sisik pada lajur lateral (dari *operculum* sampai pangkal ekor) menjadi dasar dalam klasifikasi ikan ini. *Pterophylum scalare* memiliki 30-39 sisik. Ukuran tubuh maksimalnya mencapai 15 cm dan beberapa hasil *selective breeding* serta persilangan dengan jenis lain dalam genus ini banyak beredar beberapa variasi yaitu, *fantail*, *black and white*, *black angel*, *marble*, *albino* dan zebra.

### 2.1.2 Habitat dan Perkembangbiakan

Manvis banyak ditemukan di Sungai Amazone, Kolombia, Brazil dan Peru. Ikan ini menyukai air tenang. Daerah terbuka tidak cocok untuk ikan ini karena sifatnya tenang dan santai. Suhu air 24<sup>0</sup>-28<sup>0</sup>C, pH 6,5-7,5 dan kesadahan sekitar 10 dH (Koncoro, 2003). Di alam ikan manvis untuk pertama kalinya memijah setelah berumur 8-11 bulan, biasanya pemijahan terjadi pada malam hari saat suasana sepi. Sebelum pemijahan ikan ini biasanya mencari atau mengatur pasangannya (Arsyad, 1993). Masih menurut Arsyad (1993), perbedaan antara induk manvis jantan dan induk manvis betina dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Perbedaan Induk Manvis Jantan Dan Betina**

Induk Jantan	Induk Betina
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ukuran tubuh relatif lebih besar daripada induk betina.</li> <li>• Bentuk perut agak ramping atau pipih bila dilihat dari bagian atas (dorsal).</li> <li>• Bentuk kepala relatif besar.</li> <li>• Bagian antara mulut dan sirip punggung berbentuk cembung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ukuran tubuh relatif lebih kecil daripada jantan.</li> <li>• Bentuk perut agak besar bila dilihat dari bagian atas (dorsal).</li> <li>• Bentuk kepala agak kecil.</li> <li>• Bagian antara mulut dan sirip punggung membentuk garis lurus dan kadang-kadang menonjol.</li> </ul>

Air yang digunakan sebagai tempat pemijahan dan juga untuk pemeliharaan manvis harus air jernih dengan keasaman normal (pH 6,8 -7) dan suhu 24<sup>0</sup>-26<sup>0</sup>C. Manvis gemar hidup di tempat yang gelap, sehingga sebaiknya tempat pemijahan dibuat temaram.

Manvis biasanya bertelur pada malam hari ketika suasana tenang dan sepi (Susanto, 2003). Telur - telur yang telah dibuahi akan menempel pada substrat dan telur-telur tersebut kemudian akan dijaga secara bergantian oleh induknya hingga menetas dan menjadi benih (Arsyad, 1993). Di alam ikan ini meletakkan telur-telurnya pada benda-benda seperti akar, batang dan daun tanaman. Ikan ini juga hidup di banyak tanaman air seperti *Hydrilla* sp, *Java vern* dan *Cabomba* sp., (Koncoro, 2003).

Susanto (2003) menambahkan, setelah 24 – 40 jam pada suhu 27<sup>0</sup>-30<sup>0</sup>C, telur yang berjumlah 300-400 butir ini akan menetas.

## 2.2 Makanan dan Kebiasaan Makan

Sumber utama energi bagi ikan berasal dari makanan, karena ikan tidak mampu memanfaatkan energi matahari secara langsung seperti yang dilakukan oleh tanaman. Energi dalam pakan dimanfaatkan setelah pakan tersebut dirombak menjadi komponen yang lebih sederhana (Afrianto, 2005) .

Pakan yang diberikan selama pemeliharaan larva manvis berupa pakan alami yang sesuai dengan bukaan mulut larva dan memiliki kandungan protein yang tinggi, antara lain naupli *Artemia* sp. Pakan tersebut diberikan 2 kali sehari (pagi dan sore) hingga larva berumur 10 hari dan dilanjutkan dengan pemberian cacing rambut (*Tubifex tubifex*) sampai berumur 2 bulan (Anonimous, 2008).

### 2.2.1 Cacing Rambut (*Tubifex tubifex*)

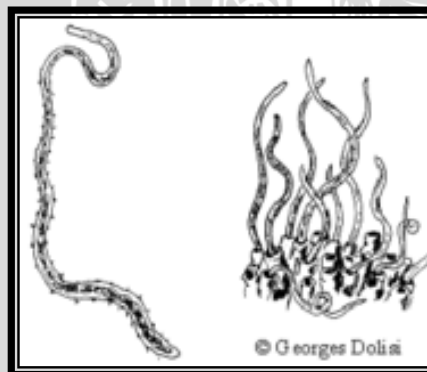
Penggunaan cacing rambut (*Tubifex tubifex*) pada pakan didasari karena pada cacing rambut terdapat kandungan asam amino dan protein yang sangat baik, hanya saja kandungan asam lemak yang terdapat pada cacing rambut sangat sedikit (Ward, 2007). Menurut Brunty, Bucklin, Davis, Baird, Nordstedt (1996), kandungan protein pada pakan yang baik untuk jenis ikan siklid adalah 34%. Menurut Burlew *et, al.*, dalam Lesmana dan Dermawan (2006), cacing rambut

memiliki kandungan gizi yaitu, protein 57%, lemak 13,30%, karbohidrat 2.04 %, abu 3,60% dan air 87,19 %.

Menurut Muller (1774) dalam Wikipedia (2007), cacing rambut mempunyai urutan klasifikasi dari atas ke bawah adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia  
 Phylum : Annelida  
 Class : Oligochaeta  
 Order : Clitellata  
 Famil : Tubificidae  
 Genus : *Tubifex*  
 Species : ***T. tubifex***

Sedangkan menurut Djarijah (1995), cacing *Tubifex tubifex* sering juga disebut sebagai cacing rambut karena bentuk dan ukurannya seperti rambut. Ukurannya kecil ramping, panjang 1-2 cm dan warna tubuhnya kemerah-merahan. Tubuhnya beruas-ruas. Mulutnya berupa celah kecil, terletak di daerah terminal dan saluran pencernaan berujung pada anus yang terletak di bagian *subterminal*. Cacing rambut banyak hidup di perairan tawar yang airnya jernih dan sedikit mengalir. Untuk lebih jelasnya cacing rambut dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Cacing *T.tubifex* (Muller, 1774 dalam Wikipedia, 2007).

### 2.2.2 Retensi Protein pada Pakan dengan Jumlah Amonia yang Dihasilkan

Menurut Brunty, *et al.*, (1996), protein di dalam pakan ikan merupakan sumber amonia yang perlu diketahui dalam sebuah sistem produksi ikan. Meningkatnya jumlah sumber nitrogen pada pakan juga dapat menghasilkan

tingginya kandungan total amonia nitrogen yang diproduksi. Walau bagaimanapun perbedaan spesies dan perbedaan stadia hidup di dalam satu spesies ikan berarti berbeda pula konsumsi protein pada pakan dan total amonia nitrogen yang di hasilkan. Dalam 100% protein, umumnya mengandung 16% N (Overton, 1993 dalam Brunty, *et al.*,1996).

Sumber protein yang dibutuhkan hewan lebih banyak dibandingkan sumber protein yang dibutuhkan tumbuhan (Wee and Shu, 1989 dalam Brunty, *et al.*,1996). Sumber protein pada pakan untuk ikan berkomposisikan antara 25-65% sedangkan sumber protein yang dibutuhkan tumbuhan berkisar antara 5-15%. Dengan demikian ikan membutuhkan pakan yang memiliki komposisi protein tinggi.

Masser *et al.*,(1992) dalam Brunty, *et al.*,(1996) melaporkan bahwa ikan mengeluarkan (*feses* dan urine) 60-95% nitrogen pakan berupa Amonia. Dalam 1 kg pakan akan memproduksi 19,5 g  $\text{NH}_3\text{-N}$  dan memiliki kemungkinan hingga lebih dari 300 g  $\text{NH}_4\text{-N}$ .

### 2.3 Padat Penebaran (Kepadatan)

Padat penebaran ikan adalah banyaknya ikan yang ditebar atau dipelihara dalam suatu luasan lahan atau media pemeliharaan. Kepadatan sangat mempengaruhi kehidupan ikan. Jika kepadatan ikan tidak sesuai, maka ikan akan mudah stres. Hal ini disebabkan keadaan lingkungan menjadi tidak nyaman untuk ikan dan kualitas airnya pun cepat menjadi jelek.

Biasanya kepadatan ikan masih bergantung pada jenis ikan yang dibudidayakan. Ada jenis ikan yang masih dapat dipelihara walaupun dalam kepadatan yang tinggi. Sementara itu, ada juga beberapa jenis ikan yang memerlukan tempat atau ruangan yang lebih luas misalnya jenis siklid dari Afrika (Lesmana, 2005).

Jumlah kepadatan ikan, untuk ikan hias dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Jumlah Kepadatan Untuk Ikan Hias.**

Ukuran ikan	Jumlah air ( liter / ekor ikan )
< 2 cm	1.0
2-5 cm	1.5
6-9 cm	2.0
10-13 cm	3.0
>14 cm	4.0

Sumber: Kualitas Air Untuk Ikan Hias Air Tawar, Lemana (2005)

#### 2.4 Kelulusan Hidup

Kelulusan hidup adalah suatu populasi yang keadaannya mantap dengan mortalitas yang tetap akan mempunyai jumlah rekrut yang tetap sama dengan ikan mati (Effendi, 1997). Selanjutnya Effendi (1997) mengatakan, bahwa kelulusan hidup dipengaruhi oleh kondisi lingkungan secara alamiah. Setiap organisme mempunyai kemampuan untuk menyesuaikan diri terhadap perubahan-perubahan yang terjadi di lingkungannya dalam batas tertentu atau disebut tingkat toleransi. Jika perubahan lingkungannya terjadi di luar kisaran toleransi suatu hewan, maka cepat atau lambat hewan tersebut akan mati.

#### 2.5 Pertumbuhan

Effendi (1997) menjelaskan bahwa pertumbuhan adalah pertambahan ukuran panjang atau berat dalam suatu waktu, sedangkan pertumbuhan bagi populasi sebagai pertambahan jumlah.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan adalah dari faktor ikannya sendiri, lingkungan dan makanan yang diberikan. Pengaruh dari ikannya sendiri meliputi spesies ikan dan umur yang akan berpengaruh terhadap pemanfaatan makanan yang diberikan dan kemampuan ikan untuk mencerna makanan dalam setiap pertumbuhannya. Sedangkan faktor makanan meliputi komposisi, formulasi, tipe makanan, bentuk makanan dan tingkat pemberian makanan (Effendi, 1997).



## 2.6 Sistem Resirkulasi Budidaya Perairan

Sistem resirkulasi budidaya perairan adalah sebuah teknologi yang menjanjikan pada sistem produksi ikan yang intensif. Organisme air akan tumbuh secara terkendali. Karakteristik fisika dan kimia air yang sangat dibutuhkan oleh berbagai spesies untuk tumbuh akan terkendali dengan menggunakan sistem ini (Mongirdas, 2006)

Resirkulasi (perputaran atau pergerakan) air dalam pemeliharaan ikan pun sangat penting dan bermanfaat. Dengan adanya resirkulasi maka akan terjadi suatu gerakan air. Keuntungan dari air yang bergerak antara lain:

- Membantu keseimbangan biologi dalam air, yaitu dapat membantu mencegah berkumpulnya ikan atau pun pakan alami di satu tempat.
- Menjaga kestabilan suhu, terutama pada pemakaian pemanas (*heater*).
- Membantu mendistribusikan oksigen ke segala arah, baik di dalam air maupun difusinya atau pertukaran dengan udara
- Menjaga akumulasi atau pengumpulannya hasil metabolit beracun sehingga kadar atau daya racun dapat ditekan (Lesmana, 2005)

Sistem resirkulasi budidaya sangat cocok digunakan dalam budidaya perairan tertutup yang menggunakan wadah dan sistem penyaringan (*filtrasi*) serta *treatment* air. Wadah pemeliharaan dan air selalu dalam kondisi yang optimum. Air yang masuk ke dalam wadah terlebih dahulu masuk ke dalam sistem *biofilter* atau mekanis filter. Tidak 100% air di dalam wadah berubah, walaupun sangat sulit untuk memastikan berkurangnya atau hilangnya produksi limbah, tetapi banyak yang merekomendasikan 5-10% terjadi pertukaran air lama menjadi air segar setiap harinya tergantung pada rasio pemberian pakan (Anonymous, 2007).

Mc Gee dan Cichra (2007) menyatakan, bahwa banyak bentuk dari sistem resirkulasi air, namun sistem resirkulasi air dalam budidaya akan bekerja lebih efektif jika terdapat peralatan seperti aerasi, saluran air dan filter biologi sebagai pengendali limbah amonia dan nitrit serta penyangga pH.

## 2.7 Sistem Filtrasi

Sistem filtrasi bekerja dalam dua prinsip. Prinsip yang pertama adalah filter yang bekerja dengan membentuk kestabilan ikatan kimia antara material beracun dengan material filter. Sementara prinsip yang kedua adalah filter yang bekerja sebagai pengurai atau perombak melalui oksidasi material beracun menjadi tidak beracun. Sistem ini akan mampu berjalan tanpa pergantian air selama 6–7 bulan sehingga bisa lebih dari satu kali masa produksi. Selain kualitas air dapat terjaga dengan sistem ini pun dapat memperpendek waktu panen dan tingkat kelangsungan hidup ikan akan semakin tinggi. (Lesmana, 2005)

### 2.7.1 Filter Biologi (*Biofilter*)

Filter biologi adalah sesuatu yang hidup sehingga memerlukan oksigen, pakan dan tempat tinggal serta dapat mengeluarkan buangan metabolit. Disebut hidup karena diperlukan organisme hidup berupa bakteri perombak. Pakannya berupa amonia dan nitrit sebagai hasil buangan beracun, sedangkan buangan dari bakteri berupa nitrat adalah tidak beracun. Sementara tempat tinggalnya berupa permukaan yang cukup luas seperti pori-pori. Adanya syarat hidup tersebut yang kalau dikondisikan optimal maka bakteri akan tumbuh dengan baik sehingga filter pun akan berfungsi dengan baik. Filter biologi berfungsi sebagai pengurai senyawa *nitrogenous* yang beracun menjadi senyawa tidak beracun melalui proses nitrifikasi dan nitratasi (Lesmana, 2005).

Media untuk *biofilter* dapat berupa, substrat, jaring, cincin plastik, *bioball*, fiber dan busa. Dalam penggunaan media untuk *biofilter* ini difokuskan pada luas permukaan media, oksigen terlarut yang tinggi dan aliran air yang terus mengalir pada filter sebagai sarana untuk tempat tumbuh bakteri pengurai (Mc gee dan Cichra, 2007)

Efektivitas filter biologi pun tergantung pada waktu tumbuh dan bekerjanya bakteri secara optimal yaitu sekitar 15 hari sampai enam minggu. Sebagai tanda

kalau bakteri sudah tumbuh ialah air akan menjadi lebih jernih dan baunya segar. Filter ini umumnya akan stabil dalam waktu enam bulan, tergantung keseimbangan ukuran filter dan jumlah ikan yang airnya diberi filter (Lesmana, 2005).

### 2.7.2 Filter *Bioball*

Filter *bioball* merupakan generasi terbaru dari *biofilter* yang dapat memperkaya kandungan oksigen dan menyediakan berbagai nutrisi untuk bakteri dalam suatu sistem resirkulasi budidaya perairan (Reily, 2007). *Bioball* merupakan filter yang terbuat dari bahan plastik keras dan berpori. *Bioball* berdiameter 1–1,5 inci (Anonymous, 2007). Masih menurut Anonymous (2007), *bioball* merupakan jenis filter yang terbuat dari plastik dan memiliki luas permukaan yang besar untuk melakukan proses nitrifikasi oleh bakteri. Penggunaan *bioball* biasanya sebanyak 80 buah setiap 1 galon air atau 80 buah setiap 3.7 liter air.

Menurut Lesmana (2005), struktur filter biologi yang berpori akan menambah luasan permukaan sehingga menyebabkan bakteri perombak dapat hidup dan berkoloni. Akibatnya jumlah bakteri akan menjadi lebih banyak. Dengan demikian substansi bahan organik hasil metabolisme ikan akan lebih banyak terurai dan kualitas air pun akan lebih cepat diperbaiki.

Bentuk *bioball* dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. *Bioball* (Anonymous, 2008)

## 2.8 Bakteri Nitrifikasi (*Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobakter* sp.)

Bakteri dari genus *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrosospira*, *Nitrosolobus*, berperan dalam proses nitrifikasi yaitu penguraian senyawa amonia menjadi senyawa  $\text{NO}_2$  dan di lanjutkan pada fase selanjutnya dalam pembentukan  $\text{NO}_3$  oleh

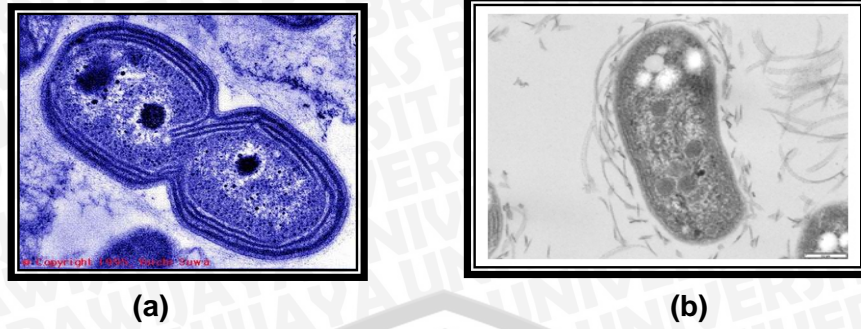
genus dari *Nitrobacter*, *Nitrococcus*, *Nitrospira*, dan *Nitrospina* (Watson, *et al.*, 1989 dalam Hagopian dan Riley, 1998).

Menurut Winogradsky (1892) dalam Wikipedia (2007), bakteri *Nitrosomonas* sp., dan *Nitrobakter*, sp., mempunyai urutan klasifikasi dari atas ke bawah adalah sebagai berikut:

Kingdom :	<u>Bacteria</u>	Kingdom:	<u>Bacteria</u>
Phylum :	<u>Proteobacteria</u>	Phylum :	<u>Proteobacteria</u>
Class :	Beta Proteobacteria	Class :	Alpha Proteobacteria
Order :	<u>Nitrosomonadales</u>	Order :	<u>Rhizobiales</u>
Family :	<u>Nitrosomonadaceae</u>	Family :	Bradyrhizobiaceae
Genus :	<u><i>Nitrosomonas</i></u>	Genus :	<i>Nitrobacter</i>
Species :	<u><i>Nitrosomonas</i>, sp.</u>	Species :	<u><i>Nitrobakter</i>, sp.</u>

Seluruh bakteri dari *family Nitrobacteraceae* termasuk ke dalam jenis bakteri gram negatif, bakteri *Chemoautotrophs*, juga di ketahui sebagai bakteri *lithotrophs*. Bakteri *Chemoautotrophic* memiliki karakteristik dan kemampuan untuk menguraikan bahan kimia anorganik pada substrat ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{Fe}_2$ ). Bakteri *Chemoautotrophs* adalah bakteri yang bersifat aerobik, yaitu bakteri yang selalu membutuhkan oksigen ( $\text{O}_2$ ) untuk proses oksidasi di dalam tubuhnya (Hagopian, dan Riley 1998).

Bakteri *Nitrosomonas*, sp., berukuran sangat kecil (0.8 - 2  $\mu\text{m}$ ), umumnya bersifat *non-motile*, dan berada di berbagai tempat (Watson, 1971). Bakteri *Nitrosomonas*, sp., jenis lain mempunyai *flagella* yang terdiri dari satu atau dua *subpolar* yang berada di lingkungan air tawar dan sedimen dasar laut (Hagopian, dan Riley, 1998). Bakteri nitrifikasi dapat dilihat pada Gambar 4.



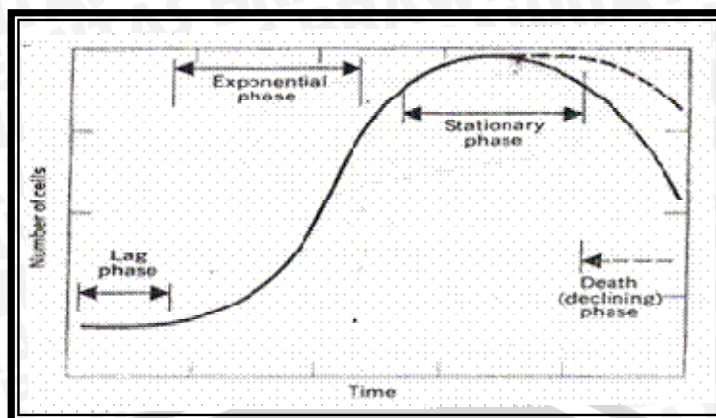
**Gambar 4.** Bakteri *Nitrosomonas*, sp.(a) dan *Nitrobacter*, sp.(b) (Winogradsky, 1892 dalam Wikipedia, 2007)

Pertumbuhan bakteri nitrifikasi secara normal pada dasarnya sama dengan pertumbuhan bakteri pada umumnya. Volk dan Wheeler (1993), menjelaskan bahwa pertumbuhan bakteri dapat diproyeksikan sebagai logaritma jumlah sel terhadap waktu pertumbuhan. Sehingga dengan cara ini pertumbuhan bakteri dapat dibagi menjadi empat fase seperti pada tabel 3 berikut.

**Tabel 3. Fase Pertumbuhan Bakteri.**

Fase Pertumbuhan	Ciri
Lag (lambat)	Tidak ada pertumbuhan populasi karena sel mengalami perubahan komposisi kimiawi dan ukuran serta bertambahnya substansi intraseluler sehingga siap untuk membelah diri.
Logaritma atau eksponensial	Sel membelah diri dengan laju yang konstan, massa menjadi dua kali lipat, keadaan pertumbuhan seimbang.
Stationary (stasioner/tetap)	Terjadinya penumpukan racun akibat metabolisme sel dan kandungan <i>nutrien</i> mulai habis, akibatnya terjadi kompetisi nutrisi sehingga beberapa sel mati dan lainnya tetap tumbuh. Jumlah sel menjadi konstan.
Death (kematian)	Sel menjadi mati akibat penumpukan racun dan habisnya nutrisi, menyebabkan jumlah sel yang mati lebih banyak sehingga mengalami penurunan jumlah sel secara eksponensial.

Kejadian di atas Menurut Anonimous (2008), apabila digambarkan dalam bentuk Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Pertumbuhan Bakteri (Anonimous, 2008)

## 2.9 Parameter Kualitas Air.

### 2.9.1 Nitrogen

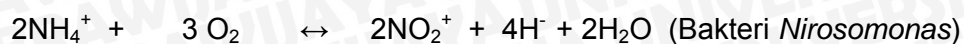
Di perairan, nitrogen berupa nitrogen anorganik dan organik. Nitrogen anorganik terdiri atas amonia ( $\text{NH}_3$ ), amonium ( $\text{NH}_4$ ), nitrit ( $\text{NO}_2$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), dan molekul nitrogen ( $\text{N}_2$ ) dalam bentuk gas. Nitrogen organik dapat berupa protein asam amino dan urea (Effendi, 2003).

#### a. Amonia ( $\text{NH}_3$ )

Amonia adalah racun yang sangat berbahaya dan dapat mematikan kehidupan ikan di perairan. Secara kimia amonia berada dalam dua bentuk, yaitu *Unionized Amonia* atau UIA ( $\text{NH}_3$ ) dan *Ionized Amonia* atau IA ( $\text{NH}_4$ ). Keberadaan UIA membuat ikan mabuk dan keracunan kalau kadarnya dalam air tinggi. Sementara daya racun IA kurang kuat (Lesmana, 2005).

Oksidasi amonia juga berjalan cepat sehingga substansi ini menjadi gugus  $\text{NO}_2$  atau  $\text{NO}_3$  pada air mengalir dengan bantuan bakteri pengikat nitrogen atau perombak amonia, yaitu bakteri *Nitrosomonas* sp. dan bakteri *Nitrobakter* sp.

Adapun reaksi kimia dari amonia tersebut sebagai berikut:



Nitrifikasi (reaksi menjadi  $\text{NO}_2$ ) dan nitratasi (reaksi menjadi  $\text{NO}_3$ ) akan cepat terjadi pada pH 7-8 dan suhu  $25^\circ - 30^\circ\text{C}$ . Keberadaan amonia di air selalu seimbang dan disebut total amonia. Total amonia inilah yang dapat terukur dan sangat tergantung pada pH dan suhu. Makin tinggi pH dan suhu maka makin tinggi konsentrasi  $\text{NH}_3$  sehingga makin kuat daya racunnya (Lesmana, 2005)

Selain memerlukan bakteri tersebut, dalam proses perombakan ini juga diperlukan oksigen yang cukup di dalam air, minimum 80% saturasi (jenuh) untuk proses yang normal (Kordi, 2005).

Kadar amonia di perairan bebas biasanya kurang dari 0,1 mg/l (McNelly *et al.*, 1979 dalam Effendie, 2003). Kadar amoniak bebas yang tidak terionisasi ( $\text{NH}_3$ ) pada perairan tawar sebaiknya tidak lebih dari 0,02 mg/l. Jika kadar amonia di perairan lebih dari 0,2 mg/l, perairan bersifat toksik pada beberapa jenis ikan (Sawyer dan McCarty, 1978 dalam Effendie, 2003).

#### **b. Nitrit ( $\text{NO}_2$ )**

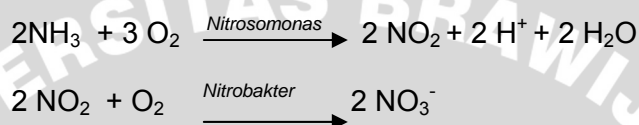
Nitrit terjadi dari proses oksidasi amonia dan juga merupakan gas beracun bagi ikan. Kadar nitrit yang tinggi biasanya disebabkan oleh kadar amonia yang tinggi. Pada air yang sudah kotor dan terlalu banyak ikan, kadar amonia dan nitrit umumnya tinggi. Kadar nitrit pada perairan relatif kecil karena segera dioksidasi menjadi nitrat. Kadar amonia dan nitrit inilah sebagai penyebab utama terjadinya penyakit *gas bubble* dan emboli. Selain itu, nitrit pun dapat menyebabkan penyakit darah cokelat (*brown blood*) karena darah mengikat nitrit (Lesmana, 2005).

Di perairan alami, nitrit ( $\text{NO}_2$ ), biasanya ditemukan dalam jumlah yang sedikit, lebih sedikit dari pada nitrat karena segera dioksidasi dengan oksigen. Kadar nitrit di perairan sekitar 0,001 mg/l dan sebaiknya tidak melebihi 0,06 mg/l (Canadian Curcil Of Resource And Environment Minister, 1987), Kadar nitrit yang lebih dari 0,05 mg/l dapat bersifat toksik bagi organisme perairan sensitif (Moore, 1991), karena bersifat tidak stabil dengan keberadaan oksigen.

### c. Nitrat

Nitrat merupakan produk akhir dari oksidasi amonia. Nitrat ini merupakan substansi yang dapat ditoleransi oleh kebanyakan ikan sehingga keberadaannya dapat diabaikan (Lesmana, 2005).

Nitrat sangat mudah larut dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan oleh proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan melalui proses nitrifikasi. Menurut Novoty dan Olem (1994), oksidasi amonia menjadi nitrit dan oksidasi nitrit menjadi nitrat ditunjukkan dalam persamaan reaksi:



Proses nitrifikasi seperti yang ditunjukkan dalam persamaan reaksi sangat dipengaruhi oleh beberapa parameter sebagai berikut (Krenkel dan Novoty, 1980 dalam Novoty dan Olem, 1994)

- Pada kadar oksigen terlarut < 2 mg/l, reaksi akan berjalan lambat.
- Nilai pH minimum bagi proses nitrifikasi adalah 8-9. Pada pH < 6, reaksi akan berhenti.
- Bakteri yang melakukan proses nitrifikasi cenderung menempel pada sedimen dan bahan padatan lain.
- Kecepatan pertumbuhan bakteri nitrifikasi lebih lambat dibandingkan dengan bakteri *heterotof*.
- Suhu optimum proses nitrifikasi adalah 20<sup>0</sup>- 25<sup>0</sup>C. Pada kondisi suhu kurang atau lebih dari kisaran suhu tersebut kecepatan nitrifikasi berkurang.

#### 2.9.2 Suhu

Pertumbuhan dan kehidupan biota budidaya sangat dipengaruhi oleh suhu air. Umumnya dalam batas-batas tertentu kecepatan pertumbuhan biota meningkat sejalan dengan naiknya suhu air sedangkan derajat kelangsungan hidupnya



bereaksi sebaliknya terhadap kenaikan suhu. Artinya derajat kelangsungan hidup biota menurun pada kenaikan suhu (Kordi, 2005).

Pada sistem resirkulasi air dalam budidaya perairan suhu harus terus dijaga dalam jumlah yang cukup untuk pertumbuhan spesies yang dibudidayakan. Suhu yang maksimal (optimum) dapat mempercepat dan meningkatkan pertumbuhan, konversi pemberian pakan, dan relatif meningkatkan daya tahan tubuh dari penyakit (Masser, 1999)

Suhu memberikan pengaruh nyata pada penggunaan energi untuk pertumbuhan. Peningkatan suhu akan meningkatkan kebutuhan pakan. Meningkatnya jumlah pakan ini akan menyebabkan meningkatnya laju pertumbuhan (Brown, 1987). Selanjutnya suhu yang lebih tinggi konversi makanan menjadi daging lebih efisien dibanding pada suhu yang lebih rendah (Zonneveld, Huisman dan Boon, 1991 )

### 2.9.3 Oksigen Terlarut (DO)

Konsentrasi oksigen terlarut (DO) adalah salah satu parameter kualitas air yang penting. Kekurangan oksigen biasanya merupakan salah satu penyebab utama kematian ikan secara mendadak dan dalam jumlah besar.

Mempertahankan kondisi DO dalam kisaran normal akan membantu mempertahankan kondisi ikan selama penanganan. Konsentrasi DO yang terlalu rendah menimbulkan pengaruh yang buruk terhadap kesehatan ikan seperti anoreksia, stres pernapasan, *hypoksia* jaringan, ketidaksadaran bahkan kematian (Wedemeyer, 1996).

Oksigen dapat larut dalam air melalui proses difusi atau persinggungan dengan udara. Beberapa faktor yang mempengaruhi banyaknya oksigen terlarut di dalam air adalah sebagai berikut:

- Pergerakan permukaan air berupa riak atau gelombang akan membantu mempercepat proses difusi udara ke dalam air.

- Suhu berpengaruh pada kejenuhan. Makin tinggi suhu maka semakin sedikit oksigen yang dapat larut (Lesmana dan Dermawan 2006).

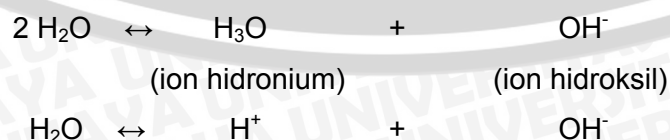
Peningkatan suhu sebesar 1°C akan meningkatkan konsumsi oksigen sekitar 10% (Brown,1987). Dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai nol (anaerob) (Effendie, 2003).

Menurut Zonneveld *et al.*, (1991), kebutuhan oksigen pada ikan mempunyai kepentingan pada dua aspek yaitu, kebutuhan lingkungan bagi spesies tertentu dan kebutuhan konsumtif yang bergantung pada metabolisme ikan. Perbedaan kebutuhan oksigen bagi ikan dan spesies tertentu disebabkan oleh adanya perbedaan struktur molekul sel darah ikan yang mempengaruhi perbedaan tekanan parsial oksigen dalam air dan derajat kejenuhan oksigen dalam sel darah.

Meskipun beberapa ikan mampu bertahan hidup pada perairan dengan konsentrasi oksigen 3 ppm, namun konsentrasi minimum yang masih dapat diterima sebagian besar spesies biota air budidaya untuk hidup dengan baik adalah 5 ppm. Untuk itu konsentrasi oksigen yang baik dalam budidaya perairan adalah antara 5-7 ppm (Kordi, 2005).

#### 2.9.4 Kadar Keasaman (pH)

Secara sederhana nilai keasaman (pH) merupakan indikasi atau tanda air bersifat asam, basa (alkali) atau netral. Keasaman sangat menentukan kualitas air karena sangat menentukan proses kimiawi dalam air (Lesmana,2005). Air membentuk kesetimbangan (Fresenius *et al.*, 1988 *dalam* Effendie, 2003) seperti:



Ion hidrogen bersifat asam. Keberadaan ion hidrogen menggambarkan nilai pH (derajat keasaman), yang dinyatakan dalam persamaan:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Nilai pH merupakan pengukur untuk menentukan asam atau basa air yang dinilai dengan angka mulai dari 0 sampai dengan 14. Semakin sedikit kandungan ion hidrogen, semakin rendah nilai pH-nya (lebih kecil dari 7) disebut juga asam. Semakin banyak kandungan hidrogen, semakin tinggi nilai pH-nya (lebih besar dari 7) disebut basa. Jika kandungan hidrogen seimbang, maka pH disebut netral (nilainya = 7), artinya air tidak bersifat asam atau bersifat basa (Suryanata, 2007).

Nilai pH juga mempengaruhi suatu senyawa kimia, senyawa amonium yang dapat terionisasi banyak ditemukan pada perairan yang memiliki pH rendah. Amonium bersifat toksik. Namun pada suasana alakalis (pH tinggi) lebih banyak amonia yang tidak terionisasi dan bersifat toksik. Amonia tidak terionisasi ini lebih mudah terserap ke dalam tubuh organisme akuatik dibandingkan dengan amonium (Tebbutt, 1992)

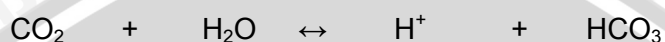
Hubungan derajat keasaman (pH) dengan kehidupan ikan sangat erat. Titik kematian ikan terjadi pada pH 4 (asam) dan pH 11 (basa). Sementara reproduksi atau perkembangbiakan ikan biasanya akan baik pada pH 6,5 walaupun masih tergantung pada jenisnya. Idealnya kebanyakan ikan hias air tawar akan hidup baik pada kisaran pH 6,5 – 7,0.

Adanya penyakit ikan pun berhubungan dengan naik turunnya pH. Biasanya bakteri akan tumbuh pada pH basa, sementara jamur akan tumbuh pada pH asam (Lesmana, 2005).

Jaringan insang merupakan target organ pertama akibat stres asam. Ketika ikan berada pada pH rendah, peningkatan lendir akan terlihat pada permukaan insang (Boyd, 1990) begitu juga pada pH tinggi di mana insang ikan menjadi sensitif dan berbahaya bagi mata ikan.

### 2.9.5 Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)

Gas karbondioksida yang juga disebut dengan asam arang (CO<sub>2</sub>), merupakan hasil buangan makhluk hidup melalui proses respirasi. Karbondioksida di dalam air dapat berbentuk CO<sub>2</sub> terlarut dan karbonat terikat. Gas CO<sub>2</sub> masuk ke dalam air melalui difusi, hasil fotosintesis tanaman air dan senyawa yang masuk bersama air hujan. Adapun reaksi kimianya adalah sebagai berikut:



Ikan mempunyai naluri yang kuat dalam mendeteksi kadar karbondioksida dan akan berusaha menghindari area yang kadar CO<sub>2</sub>-nya tinggi. Dengan kadar CO<sub>2</sub> mencapai 10 mg/l sudah bersifat racun bagi ikan karena ikatan atau kelarutan oksigen dalam darah terhambat.

Pada kondisi ini ikatan CO<sub>2</sub> dalam darah menjadi lebih tinggi dibanding dengan ikatan O<sub>2</sub>. Akibatnya akan lebih besar munculnya pengaruh negatif CO<sub>2</sub> karena kadar O<sub>2</sub>-nya rendah. Tanda visual pada ikan budidaya yang kadar CO<sub>2</sub> dalam air tinggi adalah berkumpulnya ikan dalam kondisi susah bernapas (Lesmana, 2005)

Walau demikian CO<sub>2</sub> di dalam air dapat berfungsi menjaga kestabilan kualitas air. Menurut Suryanata (2007), walaupun Amonia dalam perairan sangat beracun, tetapi kadar racunnya akan berkurang jika menjadi amonium, yakni jika pH rendah. Jadi CO<sub>2</sub> yang dapat menurunkan pH akan sangat berguna juga untuk menjaga kualitas air agar tidak berbahaya bagi kehidupan ikan di dalam akuarium.

### 2.9.6 BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Sesungguhnya penentuan BOD merupakan suatu prosedur *bioassay* yang menyangkut pengukuran banyaknya oksigen yang digunakan oleh organisme selama organisme tersebut menguraikan bahan organik yang ada dalam suatu

perairan, pada kondisi yang hampir sama dengan kondisi yang ada di alam (Salmin, 2005).

Masih menurut Salmin (2005), sebagaimana diketahui bahwa, amonia sebagai hasil sampingan ini dapat dioksidasi menjadi nitrit dan nitrat, sehingga dapat mempengaruhi hasil penentuan BOD.

Reaksi kimia yang dapat terjadi adalah :



### 2.9.7 Bahan Organik Total (TOM)

Wetzel dan Likens (1975) dalam Ekawati (2005) mengatakan, bahwa bahan organik di dalam ekosistem perairan berasal dari campuran organik terlarut, partikel bahan organik berukuran agregat besar dan juga dari material tanah mati. Kebanyakan bahan organik selain dari partikel yang terlarut, juga terdapat detritus yang merupakan bahan organik dari organisme yang telah mati. Metabolisme dari bahan organik dan interaksi dari material ini secara biologi dan kimia merupakan sebuah proses yang panjang dan diatur berdasarkan pada ukuran dari bahan organik tersebut

Berbagai jenis bahan organik yang ada di alam dirombak (didekomposisikan) melalui proses oksidasi yang dapat berlangsung dalam suasana aerob maupun anaerob. Produk akhir dari dekomposisi atau oksidasi bahan organik pada kondisi aerob adalah senyawa-senyawa yang stabil, sedangkan produk dari kondisi anaerob selain  $\text{CO}_2$  dan air juga berupa senyawa toksik misalnya amonia, metana dan  $\text{H}_2\text{S}$  (Effendi, 2003).

### III. MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1 Desain Sistem Sirkulasi air

Penelitian menggunakan akuarium (30 x 30 x 30 cm) sebanyak 12 buah yang di tempatkan di atas meja (240 x 80 x 40 cm). Tiga sistem resirkulasi air ditempatkan secara terpisah dimana setiap satu sistem resirkulasi terdiri dari 3 akuarium dan satu buah filter. Filter berkapasitas 30 liter dan berisi 300 *bioball*. Saluran air dari filter ke akuarium atau saluran pemasukan (*inlet*) menggunakan pipa PVC berdiameter 2 cm. Sedangkan saluran pengeluaran (*outlet*) dari akuarium menuju filter menggunakan selang berdiameter 2 cm dan pipa PVC berdiameter 5 cm. Gambar desain dapat di lihat pada Lampiran 1.

#### 3.2 Filter (*Bioball*)

Filter yang digunakan berkapasitas 30 liter dan berisi 300 *bioball* berukuran 4 cm, dengan jenis rambutan. *Bioball* yang di gunakan bervolume kurang lebih 4,8 ml dan luas permukaan kurang lebih 94,13 cm<sup>2</sup> dan volume rongga secara keseluruhan kurang lebih 6,2 ml. Untuk gambar filter dan desain filter dapat dilihat pada Lampiran 1.

#### 3.3 Alat-alat dan Bahan

##### 3.3.1 Alat-alat Penelitian

Peralatan yang akan digunakan pada penelitian dan dapat dilihat pada Lampiran 2 yaitu:

A. Seperangkat alat ukur kualitas air yang terdiri dari :

- Alat pengukur suhu (Termometer).
- Alat pengukur oksigen terlarut (DO meter).
- Alat pengukur kadar keasaman (pH meter).

- Alat pengukur panjang gelombang (*Spectofotometer*).
- Alat penunjang, seperti buret, gelas ukur, tabung reaksi, elemeyer dan lain-lain.

#### B. Seperangkat alat untuk mengukur jumlah koloni Bakteri

- Cawan petri
- Pipet volume
- *Autoclave*
- *incase*

### 3.3.2 Bahan-bahan Penelitian

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah:

- Ikan Manvis (*Pterophyllum scalare*) ukuran 2-3 cm.
- Air Tawar.
- Pakan alami menggunakan cacing sutra (*T. tubifex*).
- Bahan untuk pengukuran kualitas air.
- Bahan untuk media kultur dan perhitungan bakteri.
- Akuades

### 3.4 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental di mana percobaan yang ditujukan untuk melihat suatu hasil yang menggambarkan hubungan kausal dari variabel – variabel yang diselidiki (Budiyanto,1994 ).

### 3.5 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yaitu rancangan yang digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam atau homogen, sehingga banyak digunakan untuk percobaan di laboratorium.

Menurut Sastrosupadi (2000), model umum untuk RAL adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij} ; i = 1, 2, \dots, t$$

$$j = 1, 2, \dots, t$$

Keterangan :

$Y_{ij}$  = Respon atau nilai hasil pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j.

$\mu$  = Nilai tengah umum

$T_i$  = Pengaruh perlakuan ke-i

$\epsilon_{ij}$  = Pengaruh galat dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Sebagai perlakuan adalah kepadatan yang berbeda setiap wadah pemeliharaan ikan manvis (*Pterophyllum scalare*) yaitu :

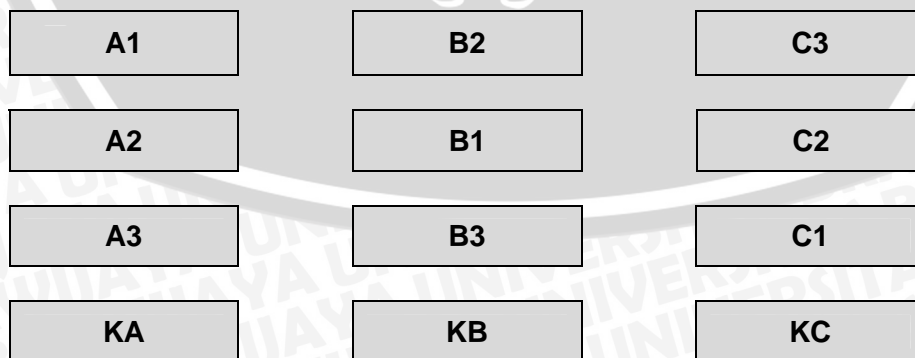
Perlakuan A : Kepadatan sebanyak 15ekor.

Perlakuan B : Kepadatan sebanyak 20 ekor.

Perlakuan C : Kepadatan sebanyak 25 ekor.

Kontrol : Tanpa sistem sirkulasi dengan kepadatan 15, 20 dan 25 ekor.

Dalam perlakuan ini masing-masing perlakuan diberi ulangan sebanyak 3 kali dan kontrol. Denah percobaan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Denah Percobaan



### 3.6 Prosedur Penelitian

#### 3.6.1 Persiapan Penelitian Dan Penelitian Pendahuluan

##### A. Persiapan Wadah Dan Peralatan

Persiapan wadah dan peralatan dilakukan seminggu sebelum penelitian di laksanakan yang terdiri dari:

1. Pembersihan dan pendesinfeksi akuarium dengan cara penjemuran di bawah matahari selama 2-3 jam.
2. Pemasangan sistem resirkulasi air.

##### B. Adaptasi Terhadap Hewan Uji.

Sebelum penelitian dilakukan ikan manvis terlebih dahulu diadaptasikan (diaklimatisasi) terhadap kondisi lingkungan yang baru dengan cara dipelihara pada wadah berukuran 100 x 80 x 80 cm, dengan pakan berupa cacing rambut selama 1 minggu

#### 3.6.2 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan Penelitian di mulai pada tanggal 25 Maret 2008, dengan tahap-tahap sebagai berikut:

1. Penebaran ikan manvis ke dalam wadah pemeliharaan dengan kepadatan 15, 20 dan 25 ekor.
2. Perhitungan berat ikan diawal ( $W_0$ ) dan akhir ( $W_t$ ) penelitian.
3. Pemberian pakan alami berupa cacing rambut dengan frekuensi pemberian 2 kali sehari setiap pagi dan sore.
4. Pengukuran terhadap kualitas air (Suhu, pH, DO, BOD,  $CO_2$ ,  $NH_3$ ,  $NO_2$  dan TOM) dan perhitungan terhadap jumlah kelimpahan bakteri pada media filter setiap hari Senin dan Kamis.

Alat, bahan dan waktu pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

**Tabel 4. Metode Pengukuran Penelitian**

No	Pengukuran	Alat-alat	Bahan	Waktu pengukuran
1.	Suhu	Termometer	-	Setiap hari.
2.	pH	pH meter	-	Setiap hari
3.	DO	DO meter	-	Setiap hari
4.	BOD	DO meter	-	Setiap 5 hari
5.	CO <sub>2</sub>	Alat ukur kualitas air	- Larutan PP - Larutan - Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Setiap Senin dan Kamis
6.	NH <sub>3</sub>	Alat ukur kualitas air + <i>spectofotometer</i>	Larutan Nesler	Setiap Senin dan Kamis
7.	NO <sub>3</sub>	Alat ukur kualitas air + <i>spectofotometer</i>	- Asam fenol disulfonik - Akuades - NH <sub>4</sub> OH [1:1]	Setiap Senin dan Kamis
8.	TOM	Alat ukur kualitas air	- KMnO <sub>4</sub> - H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> [1:4]	Setiap Senin dan Kamis
9.	Kultur Bakteri	Alat ukur kultur bakteri	TSA	Setiap Senin dan Kamis

### 3.7 Parameter Uji

#### 3.7.1 Parameter Utama

##### A. Kandungan Nitrogen (NH<sub>3</sub>, dan NO<sub>3</sub>).

Dalam perhitungan kandungan jumlah nitrogen dalam air meliputi kandungan Amonia dan Nitrat di dalam setiap wadah pemeliharaan.

##### B. Kelimpahan Bakteri

Perhitungan jumlah koloni bakteri dilakukan dengan menggunakan metode Total Plate Count (TPC), dengan menggunakan rumus Volk dan Wheeler (1993), sebagai berikut.

$$Bo = (D) \times (C)$$

- Dimana Bo : Jumlah bakteri dalam 1 ml cuplikan asli  
 D : Faktor pengenceran  
 C : Jumlah koloni yang dihitung

### 3.7.2 Parameter Penunjang

#### A. Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Laju pertumbuhan manvis diketahui dengan melakukan penimbangan pada awal dan akhir penelitian. Menurut Effendi (1997), laju pertumbuhan spesifik dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t} \times 100\%$$

Keterangan : SGR = Laju pertumbuhan spesifik (%)

W<sub>t</sub> = Berat Manvis pada saat t (gr)

W<sub>o</sub> = Berat Manvis pada awal periode (gr)

t = Lama waktu penelitian

#### B. Kualitas Air

Pengukuran kualitas air meliputi Suhu, pH, DO, CO<sub>2</sub>, BOD dan TOM. Menurut Lesmana (2005), Sebagai parameter untuk pemeliharaan atau budi daya ikan hias air tawar adalah karakteristik fisika dan kimia air, karakter fisika dan kimia air ini sangat mendasar dan sangat berpengaruh pada ikan.

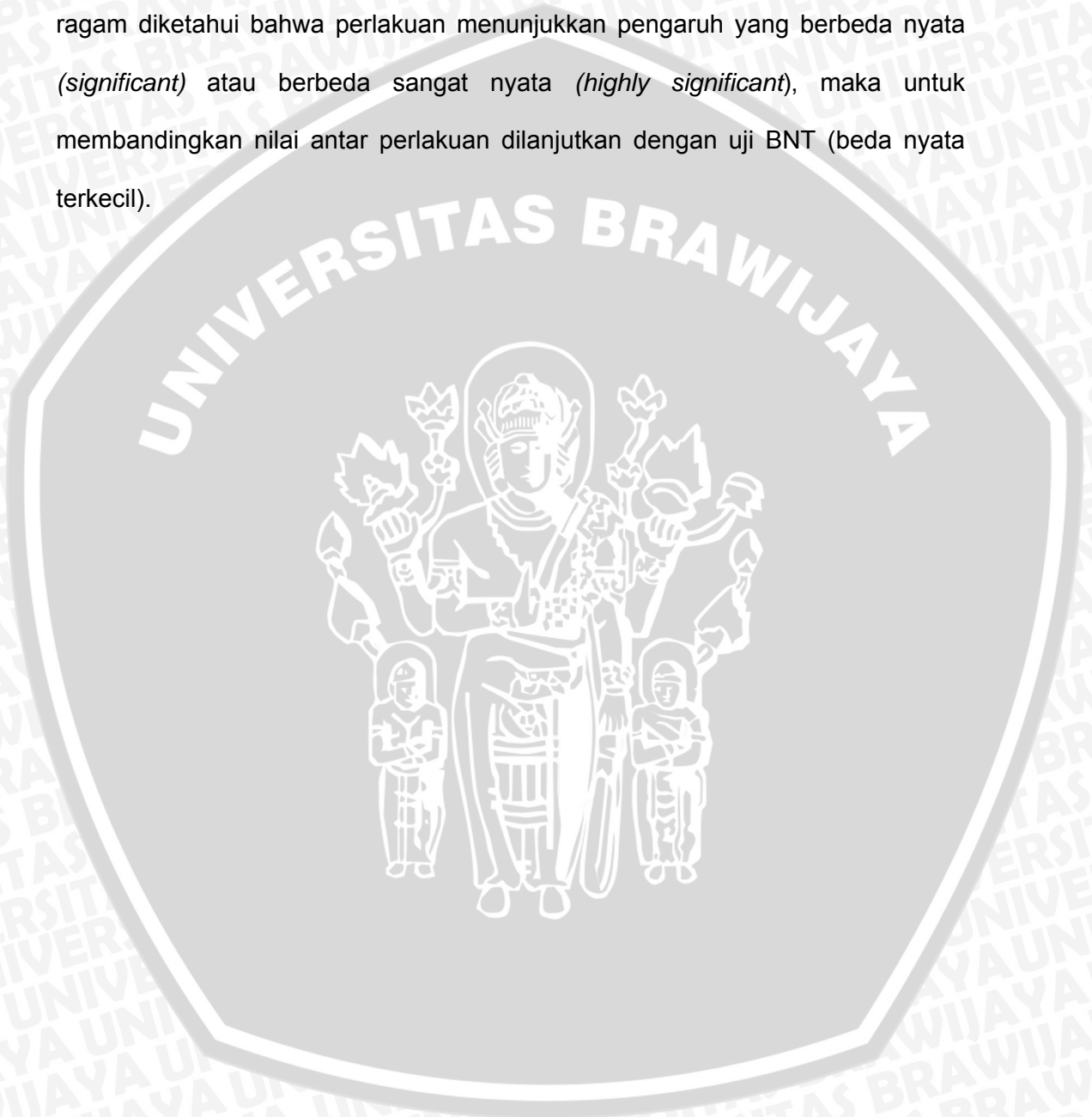
#### C. Kelulusan Hidup

Kelulusan hidup ikan manvis dihitung pada akhir penelitian. Menurut Hariati (1989), kelulusan hidup ikan manvis (*Pterophyllum scalare*) dapat dihitung dengan rumus :

$$SR = \frac{\sum \text{Manvis yang hidup pada akhir penelitian}}{\sum \text{Manvis yang hidup pada awal penelitian}} \times 100\%$$

### 3.8 Analisa Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian, akan dianalisa secara statistik dengan menggunakan analisa keragaman (ANOVA) sesuai dengan rancangan yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap (RAL). Apabila dari data sidik ragam diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (*significant*) atau berbeda sangat nyata (*highly significant*), maka untuk membandingkan nilai antar perlakuan dilanjutkan dengan uji BNT (beda nyata terkecil).



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Jumlah Amonia (NH<sub>3</sub>)

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap kualitas air didapatkan jumlah amonia pada wadah selama pemeliharaan (Lampiran 3) dan rata-rata jumlah amonia pada wadah seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

**Tabel 5. Rata-rata Jumlah NH<sub>3</sub> (ppm) Pada Wadah Pemeliharaan.**

No.	Perlakuan	Ulangan				Filter	Kontrol
		I	II	III	Rata-rata		
1.	Kepadatan 15 (A)	0,127	0,124	0,128	0,126	0,144	0,174
2.	Kepadatan 20 (B)	0,13	0,138	0,135	0,134	0,15	0,175
3.	Kepadatan 25(C)	0,151	0,152	0,154	0,152	0,181	0,187

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa dengan menggunakan sistem resirkulasi jumlah amonia di dalam wadah pemeliharaan cenderung lebih kecil dibandingkan dengan jumlah amonia dalam wadah kontrol. Hal tersebut diduga karena dalam penggunaan sistem resirkulasi terdapat filter *bioball* yang berfungsi sebagai substrat hidup bakteri pengurai amonia. Selain itu dalam sistem resirkulasi terdapat suplai oksigen yang besar karena adanya aliran air yang masuk ke dalam wadah pemeliharaan.

Menurut Lesmana (2005), struktur filter biologi yang berpori akan menambah luasan permukaan sehingga menyebabkan bakteri perombak dapat hidup dan berkoloni. Akibatnya jumlah bakteri akan menjadi lebih banyak. Dengan demikian substansi bahan organik hasil metabolisme ikan akan lebih banyak terurai dan kualitas air pun akan lebih cepat diperbaiki. Untuk mengetahui pengaruh dari perbedaan jumlah kepadatan terhadap jumlah amonia dilakukan

perhitungan terhadap sidik ragam (Lampiran 3), seperti yang dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

**Tabel 6. Sidik Ragam Jumlah NH<sub>3</sub>.**

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1 %
Perlakuan	2	0,000886	0,000443	13,84375**	5,14	10,92
Acak	6	0,000192	0,000032			
Total	8	0,001078				

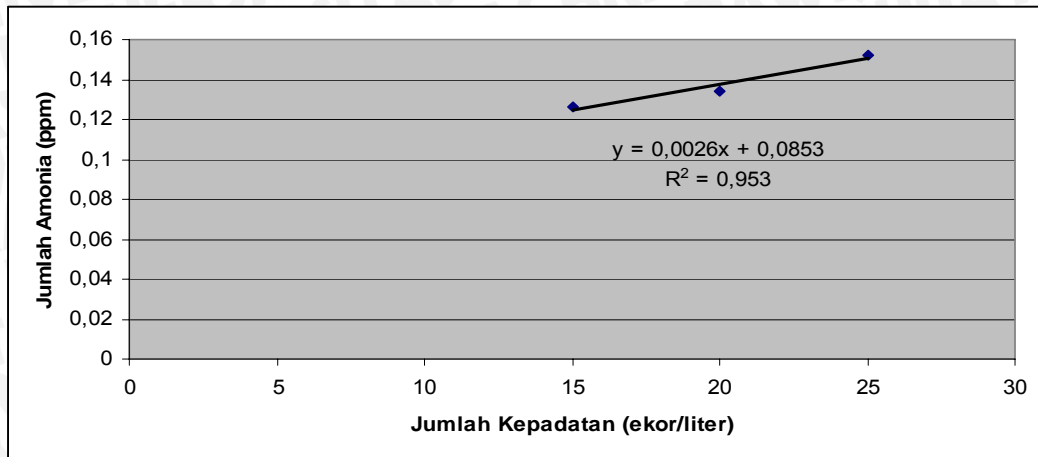
Keterangan : (\*\*) F Hitung > F Tabel, H<sub>1</sub> diterima (Berbeda Sangat Nyata)

Berdasarkan tabel sidik ragam diketahui bahwa jumlah kepadatan yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah amonia di dalam wadah pemeliharaan dengan taraf signifikansi > F1%. Dengan demikian, untuk mengetahui jumlah kepadatan yang paling berpengaruh terhadap Jumlah amonia dilakukan uji beda nyata (BNT) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

**Tabel 7. Uji BNT Jumlah NH<sub>3</sub> (ppm).**

Rata-rata Perlakuan	A=0,1367	B=0,14067	C=0,1593	Notasi
A=0,1367	-	-	-	a
B=0,14067	0,004 <sup>ns</sup>	-	-	a
C=0,1593	0,0226**	0,0186**	-	b

Berdasarkan tabel hasil uji BNT dapat diketahui bahwa jumlah kepadatan tertinggi (25 ekor), memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah amonia pada wadah pemeliharaan dengan sistem resirkulasi dibandingkan dengan wadah sistem resirkulasi pemeliharaan yang lain. Dikarenakan adanya perlakuan yang memberikan pengaruh yang sangat nyata maka dilanjutkan dengan analisa regresi linier (Lampiran 4). Setelah dilakukan analisa regresi linier diketahui bahwa pengaruh jumlah kepadatan terhadap jumlah amonia berpola linier seperti pada Gambar 6 berikut.



**Gambar 6. Pengaruh Jumlah Kepadatan Terhadap Jumlah  $\text{NH}_3$  (ppm) Dalam Sistem Resirkulasi.**

Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa pengaruh jumlah kepadatan yang berbeda terhadap jumlah amonia, mengikuti persamaan  $y=0,0853+0,0026x$ , dengan nilai  $R^2=0,953$ . Berdasarkan persamaan dan nilai  $R^2$  tersebut dapat diketahui bahwa 95,3% jumlah amonia dipengaruhi oleh jumlah kepadatan ikan yang berbeda sedangkan sisanya 4,7% dipengaruhi faktor lain.

Kepadatan ikan sangat erat kaitannya dengan jumlah amonia dari sisa metabolisme ikan. Masser *et al.*, (1992) dalam Brunty, *et al.*, (1996) melaporkan bahwa ikan mengeluarkan (feses dan urine) 60-95% nitrogen pakan berupa Amonia. Dengan demikian, peningkatan jumlah kepadatan sangat mempengaruhi jumlah amonia yang ada di perairan, yang disebabkan oleh terakumulasinya kadar amonia di perairan.

#### 4.2 Jumlah Kelimpahan Bakteri.

Pada penelitian ini dilakukan juga pengamatan terhadap jumlah kelimpahan koloni bakteri pada filter *bioball*. Dari hasil pengamatan tersebut didapatkan data seperti yang dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

**Tabel 8. Jumlah Kelimpahan Bakteri ( $\times 10^3$ CFU) Pada Filter.**

Perlakuan	Ulangan			Total (G)	Rata-rata
	I	II	III		
<b>A=15</b>	54,83	44,92	48,14	147,89	49,2976
<b>B=20</b>	77,20	54,28	63,57	195,05	65,0167
<b>C=25</b>	139,75	76,14	97,00	312,89	104,2967
<b>Total</b>	271,78	175,34	208,71	655,83	

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah kelimpahan bakteri berbeda-beda. Jumlah kelimpahan bakteri tertinggi berada pada filter dalam sistem resirkulasi wadah pemeliharaan yang memiliki kepadatan tertinggi (25 ekor) sebanyak 104, 2967  $\times 10^3$  CFU.

Untuk mengetahui pengaruh perbedaan jumlah kepadatan terhadap jumlah kelimpahan bakteri dilakukan perhitungan terhadap sidik ragam (Lampiran 4), sehingga menghasilkan data pada Tabel 9 berikut.

**Tabel 9. Sidik Ragam Jumlah Kelimpahan Bakteri (CFU) Pada Filter.**

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,153	0,0765	9*	5,14	10,92
Acak	6	0,051	0,0085			
Total	8	0,204				

(\*) adalah berbeda nyata pada taraf signifikansi  $F 5\% < F \text{ hitung} < F 1\%$ .

Berdasarkan tabel sidik ragam tersebut, dapat diketahui bahwa jumlah kepadatan ikan memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah kelimpahan bakteri pada filter dengan taraf signifikansi antara F5% sampai dengan F1%.

Dengan demikian untuk mengetahui jumlah kepadatan ikan yang paling berpengaruh terhadap kelimpahan jumlah bakteri maka dilakukan uji berbeda nyata (BNT) setelah sebelumnya dilakukan transformasi data ( $\log x$ ) dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 10 berikut.

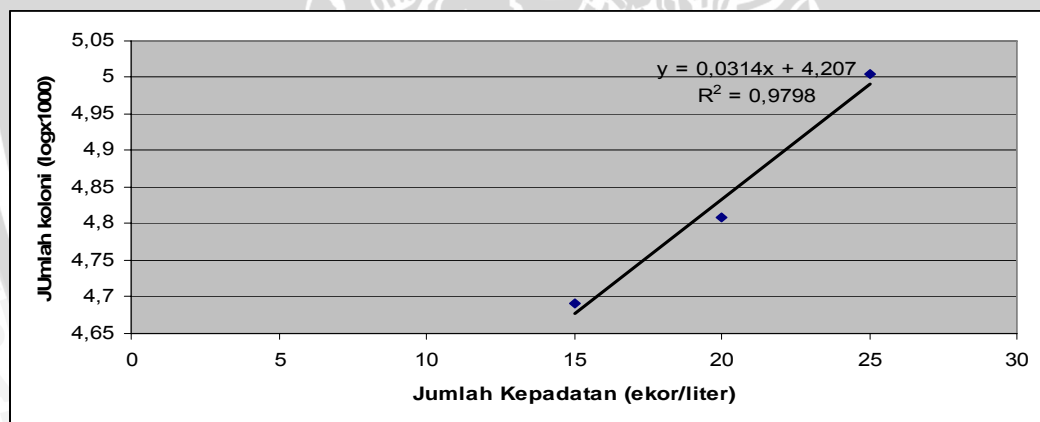


Tabel 10. Uji BNT Jumlah Kelimpahan Bakteri (CFU).

Rata-rata Perlakuan	A=4,691	B=4,809	C=5,005	Notasi
A=4,691	-	-	-	a
B=4,809	0,118 <sup>ns</sup>	-	-	a
C=5,005	0,314**	0,196*	-	b

Berdasarkan tabel hasil uji BNT dapat diketahui bahwa jumlah kepadatan tertinggi (25 ekor), memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah kelimpahan bakteri pada filter.

Dikarenakan adanya perlakuan yang memberikan pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan analisa regresi linier (Lampiran 4). Setelah dilakukan analisa regresi linier diketahui bahwa pengaruh jumlah kepadatan yang berbeda terhadap jumlah kelimpahan bakteri pada filter berpola linier seperti pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Pengaruh Jumlah Kepadatan Ikan Yang Berbeda Terhadap Jumlah Kelimpahan Bakteri(CFU) Pada Filter.

Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa pengaruh jumlah kepadatan yang berbeda terhadap jumlah kelimpahan bakteri pada filter mengikuti persamaan  $y=4,207+0,0314x$ , dengan nilai  $R^2=0,9798$ . Berdasarkan persamaan dan nilai  $R^2$  tersebut dapat diketahui bahwa 97,98% jumlah kelimpahan bakteri dipengaruhi oleh jumlah kepadatan ikan yang berbeda sedangkan sisanya 2,02% dipengaruhi faktor lain.

Menurut Effendie (2003), berdasarkan berat keringnya bakteri tersusun atas 50% karbon dan 10% nitrogen. Jika bahan organik mengalami dekomposisi mengandung banyak nitrogen maka, mikro organisme akan tumbuh dengan baik. Seluruh bakteri dari *family Nitrobacteraceae* termasuk ke dalam jenis bakteri gram negatif, bakteri *Chemoautotrophs*, juga diketahui sebagai bakteri *lithotrophs*. Bakteri *Chemoautotrophic* memiliki karakteristik dan kemampuan untuk menguraikan bahan kimia anorganik pada substrat ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{Fe}_2$ ).

Bakteri *Chemoautotrophs* adalah bakteri yang bersifat aerobik, yaitu bakteri yang selalu membutuhkan oksigen ( $\text{O}_2$ ) untuk proses oksidasi di dalam tubuhnya (Hagopian, and Riley1998). Menurut Lesmana (2005) struktur filter biologi yang berpori akan menambah luasan permukaan sehingga menyebabkan bakteri perombak dapat hidup dan berkoloni. Akibatnya jumlah bakteri akan menjadi lebih banyak dan substansi bahan organik hasil metabolisme ikan akan lebih banyak terurai. Dengan demikian meningkatnya kandungan amonia dari sisa metabolisme ikan dan jumlah oksigen terlarut yang tinggi karena adanya aliran air serta bentuk *bioball* yang memiliki banyak rongga diduga sebagai faktor utama meningkatnya jumlah kelimpahan bakteri pada filter.

#### 4.3 Jumlah Nitrat ( $\text{NO}_3$ )

Rata-rata hasil pengamatan pada nitrat ( $\text{NO}_3$ ) dapat dilihat pada Tabel 11 berikut.

**Tabel 11. Rata-rata Jumlah  $\text{NO}_3$  (ppm).**

No.	Perlakuan	Ulangan				Filter	Kontrol
		I	II	III	Rata-rata		
1.	Kepadatan 15 (A)	0,201	0,218	0,219	0,2127	0,277	0,2016
2.	Kepadatan 20 (B)	0,245	0,253	0,236	0,2447	0,279	0,2389
3.	Kepadatan 25(C)	0,322	0,346	0,321	0,3297	0,4374	0,377

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa kandungan nitrat pada wadah pemeliharaan dengan menggunakan sistem resirkulasi cenderung lebih banyak dibandingkan dengan jumlah nitrat pada wadah kontrol. Perbedaan jumlah tersebut diduga di pengaruhi oleh suplai oksigen dalam wadah yang menggunakan sistem resirkulasi yang cenderung lebih besar dibandingkan dengan wadah kontrol.

Karena dalam wadah pemeliharaan terdapat jumlah kepadatan ikan yang berbeda-beda maka perlu diketahui pengaruh dari masing-masing perbedaan tersebut. Untuk itu dilakukan perhitungan terhadap sidik keragaman (Lampiran 5). Hasil perhitungan sidik keragaman dapat dilihat pada Tabel 12 berikut.

**Tabel 12. Sidik Ragam Jumlah NO<sub>3</sub> (ppm)**

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,022	0,011	65,86**	5,14	10,92
Acak	6	0,0007	0,000167			
Total	8	0,0227				

Keterangan : (\*\*) $F_{Hitung} > F_{Tabel}$  ( $\alpha = 0,01$ )  $H_1$  diterima (Berbeda Sangat Nyata).

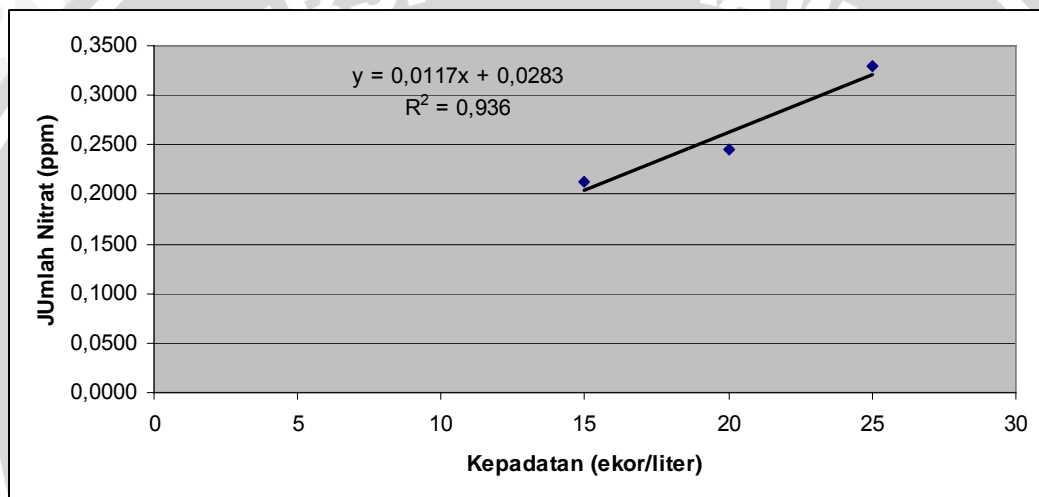
Berdasarkan tabel sidik ragam diketahui bahwa jumlah kepadatan yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah nitrat di dalam wadah pemeliharaan dengan taraf signifikansi  $> F_{1\%}$ . Dengan demikian, untuk mengetahui jumlah kepadatan yang paling berpengaruh terhadap Jumlah nitrat dilakukan uji beda nyata (BNT) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 13 berikut.

**Tabel 13. Uji BNT Jumlah NO<sub>3</sub> (ppm).**

Rata-rata Perlakuan	A=0,2127	B=0,2447	C=0,3297	Notasi
A=0,2127	-	-	-	a
B=0,2447	0,032 <sup>ns</sup>	-	-	a
C=0,3297	0,117**	0,085**	-	b

Berdasarkan tabel hasil uji BNT dapat diketahui bahwa jumlah kepadatan tertinggi (25 ekor), memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah nitrat pada wadah pemeliharaan dengan sistem resirkulasi dibandingkan jumlah kepadatan yang lain.

Karena adanya perlakuan yang memberikan pengaruh yang sangat nyata maka dilanjutkan dengan analisa regresi linier (Lampiran 5). Setelah dilakukan analisa regresi linier diketahui bahwa pengaruh jumlah kepadatan terhadap jumlah nitrat berpola linier seperti pada Gambar 8 berikut.



**Gambar 8. Pengaruh Jumlah Kepadatan Terhadap Jumlah Nitrat (ppm) Dalam Sistem Resirkulasi.**

Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa pengaruh jumlah kepadatan yang berbeda terhadap jumlah nitrat, mengikuti persamaan  $y=0,0283+0,0117x$ , dengan nilai  $R^2=0,936$ . Berdasarkan persamaan dan nilai  $R^2$  tersebut dapat diketahui bahwa 93,6% jumlah nitrat dipengaruhi oleh jumlah kepadatan ikan yang berbeda sedangkan sisanya 6,4% dipengaruhi faktor lain.

Nitrat merupakan produk akhir dari oksidasi amonia. Nitrat ini merupakan substansi yang dapat ditoleransi oleh kebanyakan ikan sehingga keberadaannya dapat diabaikan. Walaupun keberadaan Nitrat dapat diabaikan, namun keberadaan nitrat merupakan indikator dari jumlah amonia yang telah dioksidasi.

Meningkatnya kandungan amonia pada kepadatan yang lebih tinggi dalam wadah pemeliharaan, selalu diiringi dengan meningkatnya kandungan nitrat. Hal tersebut membuktikan bahwa oksidasi dalam proses nitrifikasi berjalan dengan baik (Lesmana, 2005).

Dengan demikian jumlah kepadatan ikan yang berbeda diduga tidak mempengaruhi jumlah nitrat secara langsung, sebab nitrat merupakan bahan organik yang berasal dari oksidasi amonia dalam proses nitrifikasi. Meningkatnya jumlah amonia yang berasal dari sisa metabolisme ikan dan pasokan oksigen terlarut yang relatif besar dalam sistem resirkulasi diduga merupakan faktor utama meningkatnya jumlah nitrat di dalam wadah pemeliharaan menggunakan sistem resirkulasi.

#### 4.4 Jumlah BOD (*Biochemical Oxygen Demand*).

Pada pengamatan terhadap bakteri dilakukan pula pengamatan terhadap jumlah BOD. Data tersebut dapat dilihat pada Lampiran 6 dan Tabel 14 berikut.

**Tabel 14. Jumlah BOD (ppm) Pada Wadah Filter.**

No.	Tanggal	FA	FB	FC
1.	02/04/2008	1,9	1,8	1,7
2.	07/04/2008	1,9	2,1	2,0
3.	12/04/2008	2,2	2,4	2,4
4.	17/04/2008	2,4	2,3	2,8
	Rata-rata	2,1	2,15	2,225

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah konsumsi oksigen oleh bakteri bakteri (BOD) tertinggi terdapat pada wadah filter C sebesar 2,225 ppm, dan terendah terdapat pada filter A sebesar 2,1 ppm. Tingginya kandungan BOD, di pengaruhi oleh meningkatnya jumlah kelimpahan bakteri pada filter C (lihat data kelimpahan bakteri pada Lampiran 6).

Menurut Davis dan Cornwell (1991) dalam Effendi (2003), secara tidak langsung, BOD merupakan gambaran kadar bahan organik, yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi karbondioksida dan air.

#### 4.5 Jumlah TOM (*Total Organic Meter*).

Selain pengukuran terhadap BOD, pada pengamatan terhadap bakteri pun dilakukan pengamatan pada jumlah TOM (*Total Organic Meter*). Data jumlah TOM dapat dilihat pada Lampiran 7 dan Tabel 15 berikut.

**Tabel 15. Data Jumlah TOM (ppm).**

No.	Tanggal	FA	FB	FC
1.	27/03/2008	21,48	20,22	16,43
2.	31/03/2008	22,75	18,96	16,43
3.	03/04/2008	18,9	16,43	16,43
4.	07/04/2008	13,9	16,43	12,64
5.	10/04/2008	8,84	12,64	18,96
6.	14/04/2008	13,9	15,16	11,37
7.	17/04/2008	8,84	15,16	10,11
	Rata-rata	15,51571	16,42857	14,62429

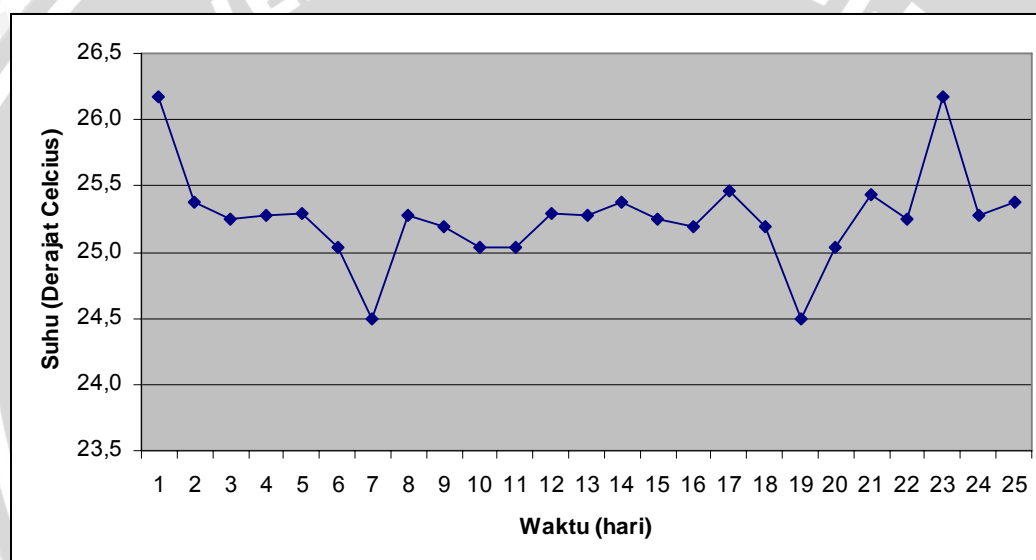
Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa jumlah kandungan bahan organik total dalam filter semakin hari semakin menurun. Peurunan tersebut diduga karena adanya proses nitrifikasi oleh bakteri yang telah mengubah bahan organik yang berasal dari sisa metabolisme ( $\text{NH}_3$ ) menjadi bahan organik yang lebih stabil dan tidak beracun ( $\text{NO}_3$ ).

Menurut Kordi (2007), sisa pakan, kotoran budidaya, organisme dan plankton mati serta material organik berupa padatan tersuspensi maupun terlarut yang terangkut melalui pemasukan air (*inflow water*), merupakan sumber bahan organik di tambak atau kolam. Isyirini (2005), menunjukkan bahwa bahan organik total (TOM), memiliki kaitan yang kuat namun negatif terhadap  $\text{NH}_3$ , dimana semakin tinggi nilai bahan organik total, maka konsentrasi  $\text{NH}_3$  semakin rendah.

Hal ini menunjukkan bahwa bahan organik total terdegradasi oleh mikroorganisme. Sedangkan menurut Kardio dan Suwigyo (1980) dalam Samuel, *et. al.*, (2005), bila dalam suatu perairan kandungan bahan organik total kurang dari 50 mg/l, menunjukkan tidak ada pengaruh pencemaran bahan organik yang nyata.

#### 4.6 Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Selama penelitian dilakukan pengukuran suhu harian (data pada Lampiran 8) yang dapat dilihat pada Gambar 9 berikut.



**Gambar 9. Suhu Harian Selama Penelitian.**

Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa suhu harian selama penelitian berkisar antara 24,5 – 26,5  $^{\circ}\text{C}$ . Menurut Lesmana (2005), bahwa suhu optimal untuk ikan tropis terutama ikan hias adalah 22 $^{\circ}$ -27 $^{\circ}\text{C}$  bergantung pada jenisnya. Sedangkan menurut Agus *et. al.* (2001), suhu air yang baik untuk ikan manvis adalah 25 $^{\circ}$ -32 $^{\circ}\text{C}$ . Demikian dapat dikatakan bahwa pada saat penelitian kondisi lingkungan relatif stabil dan masih berada dalam kisaran toleransi bagi ikan manvis.

#### 4.7 Nilai Keasaman (pH)

Pada pengamatan terhadap kualitas air dilakukan pula pengamatan terhadap nilai keasaman (pH). Data nilai keasaman dapat dilihat pada Tabel 16 berikut,

**Tabel 16. Nilai Keasaman (pH).**

No.	Perlakuan	Ulangan				Filter	Kontrol
		I	II	III	Rata-rata		
1.	Kepadatan 15 (A)	7,126	7,128	7,13	7,128	7,14	7,236
2.	Kepadatan 20 (B)	7,137	7,139	7,139	7,138	7,29	7,559
3.	Kepadatan 25(C)	7,155	7,16	7,17	7,161	7,35	7,59

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa nilai keasaman pada wadah pemeliharaan dengan menggunakan sistem resirkulasi cenderung lebih kecil dibandingkan dengan nilai pH dalam wadah kontrol. Hal tersebut diduga karena pada wadah pemeliharaan dengan menggunakan sistem resirkulasi air dalam wadah selalu mengalir dan berputar sehingga kotoran endapan sisa metabolisme yang menjadi salah satu penyebab berubahnya nilai pH menjadi sedikit.

Karena dalam wadah pemeliharaan terdapat jumlah kepadatan ikan yang berbeda-beda maka perlu diketahui pengaruh dari masing-masing perbedaan tersebut. Untuk itu dilakukan perhitungan terhadap sidik keragaman (Lampiran 9). Hasil perhitungan sidik keragaman dapat dilihat pada Tabel 17.

**Tabel 17. Analisa Sidik Ragam Nilai pH Pada Wadah Resirkulasi.**

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,0016	0,0008	24,24**	5,14	10,92
Acak	6	0,0002	0,000033			
Total	8	0,0018				

(\*\*) F hitung > F 1% (berbeda sangat nyata)



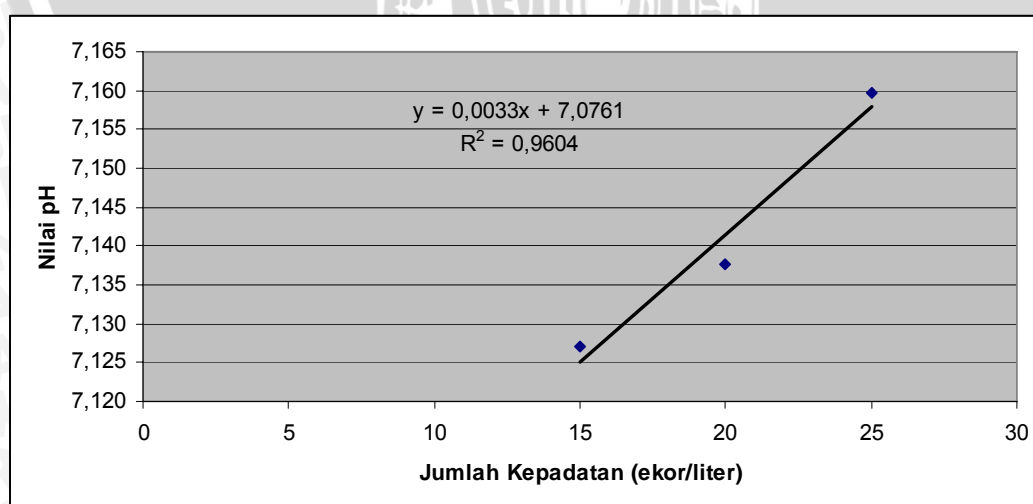
Berdasarkan tabel sidik ragam diketahui bahwa jumlah kepadatan yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai pH di dalam wadah resirkulasi dengan taraf signifikansi  $> F_{1\%}$ . Dengan demikian, untuk mengetahui jumlah kepadatan yang paling berpengaruh terhadap nilai pH dilakukan uji beda nyata (BNT) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 18 berikut.

**Tabel 18. Uji BNT Nilai pH.**

Rata-rata Perlakuan	A=7,127	B=7,138	C=7,160	Notasi
A=7,127	-	-	-	a
B=7,138	0,011 <sup>ns</sup>	-	-	a
C=7,160	0,033**	0,022**	-	b

Berdasarkan tabel hasil uji BNT dapat diketahui bahwa jumlah kepadatan tertinggi (25 ekor), memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai pH pada wadah pemeliharaan dengan sistem resirkulasi dibandingkan jumlah kepadatan pada wadah sistem resirkulasi yang lain.

Dikarenakan adanya perlakuan yang memberikan pengaruh yang sangat nyata maka dilanjutkan dengan analisa regresi linier (Lampiran 9). Setelah dilakukan analisa regresi linier diketahui bahwa pengaruh jumlah kepadatan terhadap nilai pH berpola linier seperti pada Gambar 10 berikut.



**Gambar 10. Pengaruh Jumlah Kepadatan Yang Berbeda Terhadap Nilai pH Pada Sistem Resirkulasi.**

Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa pengaruh jumlah kepadatan yang berbeda terhadap nilai pH mengikuti persamaan  $y=7.0761+0,0033x$ , dengan nilai  $R^2=0,9604$ . Berdasarkan persamaan dan nilai  $R^2$  tersebut dapat diketahui bahwa 96% nilai pH dipengaruhi oleh jumlah kepadatan ikan yang berbeda sedangkan sisanya 4% dipengaruhi faktor lain.

Peningkatan jumlah kepadatan terhadap peningkatan nilai pH pada suatu perairan diduga disebabkan oleh peningkatan jumlah amonia yang berasal dari sisa metabolisme ikan dalam bentuk *fezes* dan *urine*. Menurut Effendie (2003), di perairan alami, pada tekanan dan suhu normal amonia berada dalam bentuk gas dan membentuk kesetimbangan dengan gas amonium. Kesetimbangan tersebut dapat dilihat pada persamaan reaksi berikut:



Berdasarkan persamaan reaksi tersebut dapat dikatakan amonia di dalam perairan membentuk kesetimbangan dalam kondisi basa karena terjadi pembentukan ion hidroksil ( $\text{OH}^-$ ). Sedangkan kondisi pH asam dan basa sangat ditentukan oleh banyaknya ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ) dan ion hidroksil ( $\text{OH}^-$ ). Penggunaan sistem resirkulasi dianggap mampu memperkecil nilai pH di dalam perairan bila di bandingkan dengan penggunaan wadah tanpa sistem resirkulasi.

#### 4.8 Jumlah DO (*Disolve Oxygen*).

Pada pengamatan terhadap kualitas air dilakukan pula pengamatan terhadap nilai DO. Data rata-rata nilai DO dapat dilihat pada Tabel 19.

**Tabel 19. Data Rata-rata Jumlah DO (ppm) Saat Penelitian.**

No.	Perlakuan	Ulangan				Filter	Kontrol
		I	II	III	Rata-rata		
1.	Kepadatan 15 (A)	6,5	6,51	6,54	6,51	5,391	5,3
2.	Kepadatan 20 (B)	6,47	6,49	6,47	6,48	5,416	5,1
3.	Kepadatan 25(C)	6,38	6,35	6,36	6,36	5,512	5,1

Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa jumlah DO dalam wadah resirkulasi cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan wadah kontrol. Hal tersebut diduga disebabkan karena adanya aliran air yang masuk ke dalam wadah pemeliharaan dalam sistem resirkulasi, sedangkan dalam wadah kontrol tidak. Selain itu dengan meningkatnya kandungan bahan organik di dalam wadah kontrol akibat tidak adanya perputaran air dan proses penyaring menyebabkan kandungan DO menjadi turun.

Karena dalam wadah pemeliharaan terdapat jumlah kepadatan ikan yang berbeda-beda maka perlu diketahui pengaruh dari perbedaan tersebut. Untuk itu dilakukan perhitungan terhadap sidik keragaman (Lampiran 10). Hasil perhitungan sidik keragaman dapat dilihat pada Tabel 20 berikut.

**Tabel 20. Sidik Ragam Jumlah DO (ppm).**

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,037	0,0185	58,54**	5,14	10,92
Acak	6	0,0019	0,000316			
Total	8	0,0398				

(\*\*) F hitung > F 1% (berbeda sangat nyata)

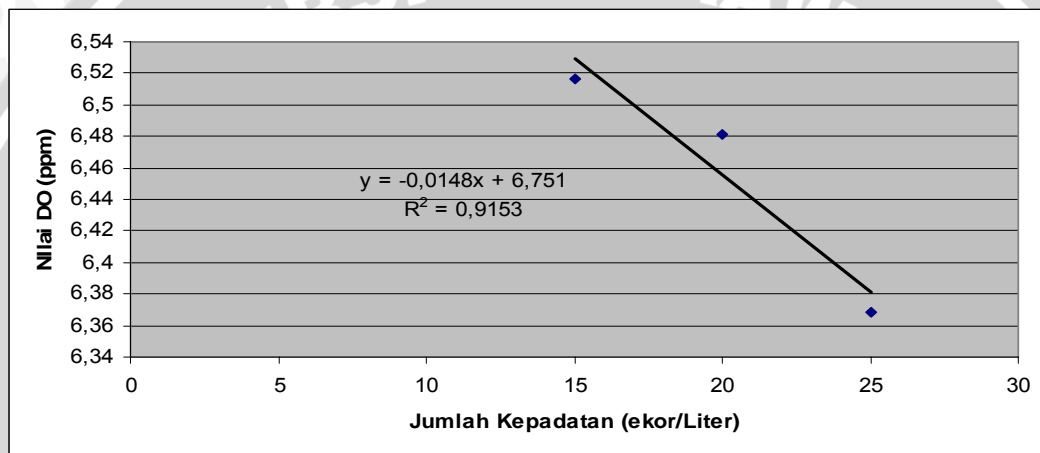
Berdasarkan tabel sidik ragam diketahui bahwa jumlah kepadatan yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah DO di dalam wadah resirkulasi dengan taraf signifikansi > F1%. Dengan demikian, untuk mengetahui jumlah kepadatan yang paling berpengaruh terhadap jumlah DO dilakukan uji beda nyata (BNT) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 21 berikut.

**Tabel 21. Uji BNT Jumlah DO (ppm).**

Rata-rata Perlakuan	A=19,104	B=19,444	C=19,55	Notasi
A=19,104	-	-	-	a
B=19,444	0,34**	-	-	b
C=19,55	0,45**	0,11**	-	c

Berdasarkan tabel hasil uji BNT dapat diketahui bahwa jumlah kepadatan tertinggi (25 ekor), memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah DO pada wadah pemeliharaan dengan sistem resirkulasi dibandingkan jumlah kepadatan pada wadah sistem resirkulasi yang lain.

Dikarenakan adanya perlakuan yang memberikan pengaruh yang sangat nyata maka dilanjutkan dengan analisa regresi linier (Lampiran 10). Setelah dilakukan analisa regresi linier diketahui bahwa pengaruh jumlah kepadatan terhadap jumlah DO berpola linier seperti pada Gambar 11 berikut.



**Gambar 11. Pengaruh Jumlah Kepadatan Terhadap Jumlah DO (ppm), Pada Sistem Resirkulasi.**

Berdasarkan gambar tersebut dapat diketahui bahwa pengaruh jumlah kepadatan yang berbeda terhadap jumlah DO mengikuti persamaan  $y = 6,751 - 0,0148x$ , dengan nilai  $R^2 = 0,9153$ . Berdasarkan persamaan dan nilai  $R^2$  tersebut dapat diketahui bahwa 91,53% jumlah DO dipengaruhi oleh jumlah kepadatan ikan yang berbeda sedangkan sisanya 8,47% dipengaruhi faktor lain.

Berdasarkan data dan grafik DO, jumlah kelarutan oksigen pada wadah pemeliharaan semakin menurun seiring dengan penambahan jumlah kepadatan. Hal tersebut disebabkan oleh, semakin tingginya jumlah kepadatan ikan maka konsumsi oksigen untuk kebutuhan respirasi pun semakin meningkat sehingga

kelarutan oksigen di dalam air semakin menurun. Selain itu jumlah bahan organik dan anorganik yang ada di dalam wadah pemeliharaan yang berasal dari sisa metabolisme dapat menurunkan jumlah kelarutan oksigen di dalam air terlebih bila di iringi oleh peningkatan suhu.

Sesuai dengan pendapat Brown (1987), peningkatan suhu sebesar 1°C akan meningkatkan konsumsi oksigen sekitar 10%. Dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai nol (*anaerob*) (Effendie, 2003).

#### 4.9 Jumlah Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)

Parameter kualitas air yang terakhir diamati adalah jumlah karbondioksida (CO<sub>2</sub>) pada wadah pemeliharaan. Data rata-rata karbondioksida selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 22 berikut.

**Tabel 22. Rata-rata Jumlah CO<sub>2</sub> (ppm) Selama Penelitian.**

No.	Perlakuan	Ulangan				Filter	Kontrol
		I	II	III	Rata-rata		
1.	Kepadatan 15 (A)	6,39	6,39	7,19	6,658	7,19	7,99
2.	Kepadatan 20 (B)	7,99	8,78	7,9	8,226	9,58	9,588
3.	Kepadatan 25(C)	8,78	9,58	8,79	9,055	10,38	11,186

Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa jumlah CO<sub>2</sub> dalam wadah resirkulasi cenderung lebih rendah dibandingkan dengan wadah kontrol. Di dalam wadah kontrol jumlah CO<sub>2</sub> cenderung meningkat yang disebabkan kurangnya pasokan oksigen dan meningkatnya kandungan bahan organik terlarut akibat terakumulasinya sisa metabolisme dalam wadah pemeliharaan.

Karena dalam wadah pemeliharaan terdapat jumlah kepadatan ikan yang berbeda-beda maka perlu diketahui pengaruh dari perbedaan tersebut. Untuk itu

dilakukan perhitungan terhadap sidik keragaman (Lampiran 11). Hasil perhitungan sidik keragaman dapat dilihat pada Tabel 23 berikut.

**Tabel 23. Sidik Ragam Jumlah CO<sub>2</sub> (ppm) Pada Sistem Resirkulasi.**

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	8,892	4,446	20,09**	5,14	10,92
Acak	6	1,328	0,2213			
Total	8	10,22				

Keterangan : (\*\*) F Hitung > F Tabel (Berbeda Sangat Nyata)

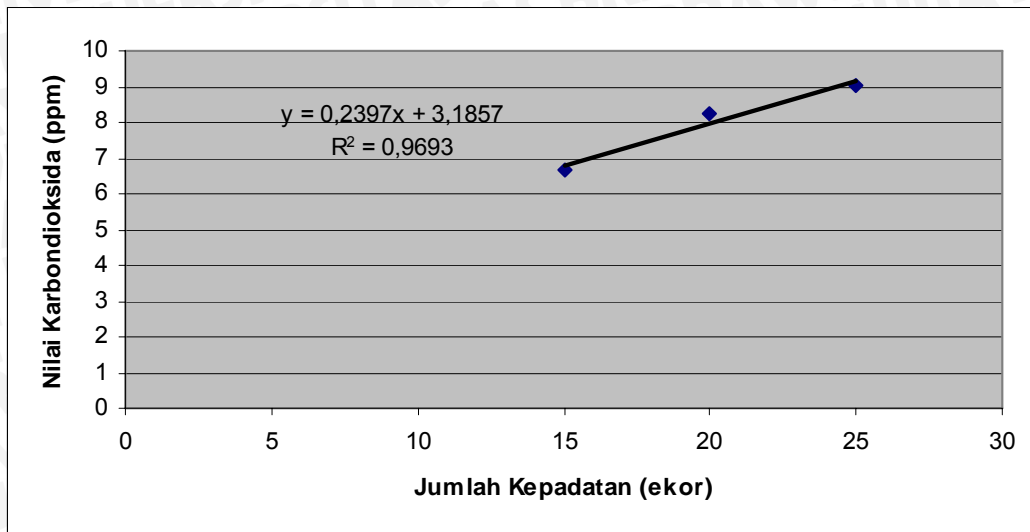
Berdasarkan tabel sidik ragam diketahui bahwa jumlah kepadatan yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah CO<sub>2</sub> di dalam wadah resirkulasi dengan taraf signifikansi > F1%. Dengan demikian, untuk mengetahui jumlah kepadatan yang paling berpengaruh terhadap jumlah CO<sub>2</sub> dilakukan uji beda nyata (BNT) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 24 berikut.

**Tabel 24. Uji BNT CO<sub>2</sub> (ppm).**

Rata-rata Perlakuan	A=6,658	B=8,226	C=9,055	Notasi
A=6,658	-	-	-	a
B=8,226	1,568**	-	-	b
C=9,055	2,397**	0,829 <sup>ns</sup>	-	b

Berdasarkan tabel hasil uji BNT dapat diketahui bahwa jumlah kepadatan 20 dan 25 ekor, memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah CO<sub>2</sub> pada wadah pemeliharaan dengan sistem resirkulasi dibandingkan dengan wadah sistem resirkulasi yang lain.

Dikarenakan adanya perlakuan yang memberikan pengaruh yang sangat nyata maka dilanjutkan dengan analisa regresi linier (Lampiran 11) dan didapatkan hasil berpola linier seperti pada Gambar 12 berikut.



**Gambar 12. Pengaruh Jumlah Keapatan Terhadap Jumlah CO<sub>2</sub> (ppm), Pada Sistem Resirkulasi.**

Berdasarkan gambar tersebut dapat diketahui bahwa pengaruh jumlah kepadatan yang berbeda terhadap jumlah CO<sub>2</sub> mengikuti persamaan  $y = 3,1857 + 0,2397x$ , dengan nilai  $R^2 = 0,9693$ . Berdasarkan persamaan dan nilai  $R^2$  tersebut dapat diketahui bahwa 96,93% jumlah CO<sub>2</sub> dipengaruhi oleh jumlah kepadatan ikan yang berbeda sedangkan sisanya 3,03% dipengaruhi faktor lain.

Hasil tersebut terbilang sangat tinggi. Namun dengan adanya penggunaan sistem resirkulasi kadar CO<sub>2</sub> di dalam wadah dapat di imbangi dengan melimpahnya kandungan oksigen terlarut di dalam wadah pemeliharaan. Sesuai dengan Effendie (2003) yang menyatakan bahwa, perairan yang diperuntukkan bagi kepentingan perikanan sebaiknya mengandung kadar CO<sub>2</sub> < 5 mg/l. Kadar CO<sub>2</sub> bebas sebesar 10 mg/l masih dapat ditolerir oleh organisme akuatik, asal disertai dengan kadar oksigen terlarut yang cukup. Bila di bandingkan, wadah pemeliharaan dengan kepadatan tertinggi (25 ekor) dalam wadah sistem resirkulasi jumlah kandungan CO<sub>2</sub> relatif lebih sedikit di bandingkan dengan jumlah CO<sub>2</sub> pada wadah pemeliharaan tanpa menggunakan sistem sirkulasi.

#### 4.10 Kelulusan Hidup Ikan (SR).

Di akhir penelitian diketahui bahwa kelulusan hidup ikan manvis dapat dilihat pada Tabel 25 berikut.

**Tabel 25. Kelulusan Hidup Ikan Manvis.**

Perlakuan	Ulangan				
	I	II	III	Rata-rata	Kontrol
A=15 ekor	100%	100%	100%	100%	100%
B=20 ekor	100%	100%	100%	100%	90%
C=25 ekor	100%	100%	100%	100%	84%

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa pemeliharaan ikan manvis dengan menggunakan sistem resirkulasi mampu menjaga kelulusan hidup selama penelitian (25 hari) dengan nilai kelulusan hidup (SR) sebesar 100% walaupun dengan jumlah kepadatan yang berbeda.

Berbeda dengan nilai kelulusan hidup pada wadah kontrol (tanpa sistem resirkulasi), pada kepadatan yang lebih tinggi, laju pertumbuhan berkurang hingga mencapai nilai 84%.

Sesuai dengan Effendie (1997) yang menyatakan bahwa, jika perubahan lingkungan terjadi di luar kisaran toleransi suatu hewan, maka cepat atau lambat hewan tersebut akan mati. Dengan demikian diduga bahwa kematian pada wadah kontrol disebabkan oleh terjadinya perubahan kualitas air di luar kisaran toleransi ikan manvis.

Pengaruh jumlah kepadatan ikan yang berbeda dalam sistem resirkulasi dapat dilihat pada Lampiran 3. Setelah dilakukan transformasi ke dalam bentuk

$\sin^{-1} \sqrt{(100 - \frac{1}{4}n)\%}$ , didapatkan hasil sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel

26 berikut.



Tabel 26. Sidik Ragam Kelulusan Hidup (SR).

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	17,737	8,86861	$\infty$	5,14	10,92
Acak	6	0,00	0			
Total	8	17,737				

(<sup>ns</sup>)F hitung =  $\infty$  (tidak berbeda nyata)

Berdasarkan tabel sidik ragam tersebut, dapat dijelaskan bahwa pemeliharaan ikan manvis dengan kepadatan berbeda menggunakan sistem resirkulasi dengan filter *bioball*, diduga efektif atau tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kelulusan hidup ikan (SR) dengan taraf signifikansi yang tidak dapat didefinisikan.

#### 4.11 Laju Pertumbuhan

Pada penelitian ini didapatkan hasil rata-rata laju pertumbuhan ikan manvis yang dapat dilihat pada Tabel 27 berikut.

Tabel 27. Laju Pertumbuhan Ikan Manvis (%).

Perlakuan	Ulangan				
	I	II	III	Rata-rata	Kontrol
A=15 ekor	2,14	2,03	2,68	2,283	1,89
B=20 ekor	1,66	1,85	2	1,83	1,59
C=25 ekor	1,77	1,9	1,71	1,79	1,47

Berdasarkan tabel berikut, dapat diketahui bahwa dengan menggunakan sistem resirkulasi laju pertumbuhan relatif meningkat dibandingkan dengan wadah pemeliharaan kontrol. Dalam wadah pemeliharaan menggunakan sistem resirkulasi diduga kualitas air di dalamnya cenderung lebih terkontrol karena adanya sistem perputaran air dan sistem filtrasi.

Penggunaan sistem filtrasi menurut Lesmana (2005), selain dapat menjaga kualitas air dengan sistem ini pun dapat memperpendek waktu panen

dan tingkat kelangsungan hidup ikan akan semakin tinggi. Untuk mengetahui pengaruh kepadatan terhadap pertumbuhan dilakukan perhitungan acak lengkap pada Lampiran 13.

Setelah dilakukan transformasi data dengan menggunakan  $\text{Sin}^{-1} \sqrt{\%}$ , didapatkan hasil berupa sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 28 berikut.

**Tabel 28. Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Ikan.**

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	1,833	0,9165	5,06 <sup>ns</sup>	5,14	10,92
Acak	6	1,0864	0,18106			
Total	8	2,9194				

(<sup>ns</sup>)F hitung < F 5% (tidak berbeda nyata)

Berdasarkan tabel sidik ragam tersebut dapat diketahui bahwa jumlah kepadatan yang berbeda dalam pemeliharaan ikan manvis menggunakan sistem resirkulasi, tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap laju pertumbuhan ikan dengan taraf signifikansi < F5%.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

- ❖ Rata-rata jumlah amonia di dalam wadah resirkulasi secara berturut-turut dari perlakuan dengan jumlah kepadatan A=15 ekor, B= 20 ekor dan C=25 ekor adalah 0,14 ppm(A); 0,15 ppm(B) dan 0,18 ppm(C). Sehingga dapat dikatakan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh yang sangat nyata ( $>F_{1\%}$ ) dan berpola linier  $y = 0,0853 + 0,0026x$ .
- ❖ Rata-rata jumlah koloni bakteri yang ditemukan pada setiap filter dari wadah pemeliharaan dengan kepadatan A=15 ekor, B= 20 ekor dan C=25 ekor adalah  $49,3 \times 10^3$  CFU(A),  $65 \times 10^3$  CFU(B) dan  $104,3 \times 10^3$  CFU(C). Sehingga dapat dikatakan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ( $5\% < F < 1\%$ ) dan berpola linier  $y = 4,207 + 0,0314x$ .
- ❖ Penggunaan sistem resirkulasi air menggunakan filter *bioballi* dinilai efektif dalam mempertahankan kelulusan hidup pada semua jumlah kepadatan ikan, dengan tingkat kelulusan hidup (SR) 100%, sedangkan pada wadah pemeliharaan tanpa sistem resirkulasi kelulusan hidup (SR) berkurang menjadi 90% pada kepadatan 20 ekor dan 80% pada kepadatan 25 ekor selama 25 hari.
- ❖ Hasil pengukuran terhadap parameter kualitas air yaitu suhu 24,5-26,5°C, amonia 0,12 - 0,15 ppm, nitrat 0,21 - 0,32 ppm, BOD 2,1 - 2,22 ppm, TOM 14 - 15 ppm, pH 7,14 - 7,32, oksigen terlarut 6,3 - 6,5 ppm, dan karbondioksida 6 - 9 ppm. Sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan sistem resirkulasi dengan filter *bioball* mampu menjaga stabilitas kualitas air dalam kisaran normal

## 5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan memperbanyak variabel perlakuan (jumlah kepadatan) dan penggunaan pakan buatan (pelet) serta identifikasi terhadap bakteri yang ditemukan pada *bioball* di dalam menggunakan wadah pemeliharaan dengan sistem resirkulasi.



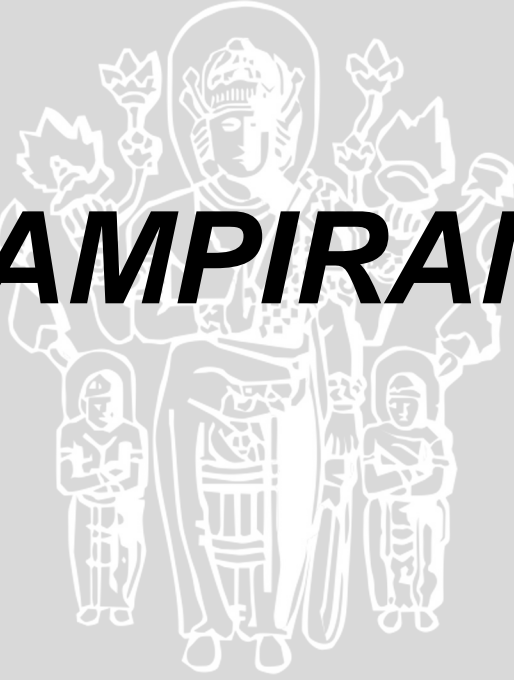
## DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 2007. **Recirculation System in Aquaculture**. Primary Industries and Resource SA. [www.pir.sa.gov.au/factsheets](http://www.pir.sa.gov.au/factsheets). Di akses pada tanggal 23 Desember 2007.
- \_\_\_\_\_. 2008. [www.o-fish.com](http://www.o-fish.com). Di akses pada tanggal 23 Januari 2008.
- Afrianto, E., dan Liviawaty, E. 2005. **Pakan Ikan**. Kanisius. Yogyakarta. 148 hal.
- Arsyad, H, Ir. 1993. **Petunjuk Praktis Budidaya Ikan Hias Air Tawar**. PD. Mahkota. Jakarta. 56 hal.
- Brown, A. L. 1987. **Water Quality in Warm Water Fish Pond**. Danam Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan**. Kanisius. Yogyakarta. 258 hal.
- Brunty, JL., Bucklyn, R.A., Davis, j., Baird, C.D., Nordstedt, R.A. 1996. **The Influence of Feed Protein Intake on Tilapia Amonia Productiona**. Aquaculture Engenering. Elsevier.
- Canadian Curcil Of Resource And Environment Minister, 1987. **Canadian Water Quality**. Dalam Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan**. Kanisius. Yogyakarta. 258 hal.
- Djarah, Siregar abas. Ir. 1995. **Pakan Ikan Alami**. Kanisius. Yogyakarta.
- Effendie, M.I. 1997. **Biologi Perikanan**. Yayasan Nusantara. Yogyakarta. 163 hal.
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan**. Kanisius. Yogyakarta. 258 hal.
- Fresenius. W, *et al*. 1988. **Water Analysis**. Dalam . **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan**. Kanisius. Yogyakarta. 258 hal.
- Hariati,A.M., 1989. **Diktat Kuliah. Makanan Ikan**. NUFFIC/UNIBRAW/LUW/FISH Fisheries Project. Malang. 155 hal.
- Kordi M., Ghufran, H. Baso Tancung, A. 2005. **Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan**. Rineka Cipta. Jakarta. 208 hal
- Kuncoro E, B. 2003. **Ikan Siklid:Jenis, Perawatan, Pemijahan**. Penebar Swadaya. Jakarta. 208 hal.

- Mongirdas, V., dan Kusta, A. 2006. **Journal of Oxygen balance in a recirculation aquaculture system for raising European Wels ( *Silurus glanis* L.)**. Lithuanian University of Agriculture. EKOLOGIJA. 2006. Nr. 4 P. 58 – 64.
- Masser, P. M. 1999. **Recirculation Aquaculture Production System: Managemen of Recirculation**. Southern Regional Aquaculture Center.
- Nelson. 1994, Dalam Kuncoro E, B. 2003. **Ikan Siklid:Jenis, Perawatan, Pemijahan**. Penebar Swadaya. Jakarta. 208 hal.
- Novotny, V and Olem, H. 1994. **Water Quality Prefention Identification, and Managemen of Diffuse Polution**. Dalam Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan**. Kanisius. Yogyakarta. 258 hal.
- Poernomo. 1989. **Faktor Lingkungan Dominan Pada Budidaya Udang Intensif**. Dalam Ghufran, M. Kordi, H. Baso Tancung, A. 2005. **Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan**. Rineka Cipta. Jakarta. 208 hal
- Reilly, J, P. 2002. **Filtration Philosophy and Design**. [www.nishikigoiinternational-koimag.com](http://www.nishikigoiinternational-koimag.com). diakses pada 24 Desember 2008
- Satyani Lesmana, D. 2005. **Kualitas Air Untuk Ikan Hias Air Tawar**. Penebar Swadaya. Jakarta. 88 hal.
- Satyani Lesmana, D. Dermawan, I. 2006. **Budidaya Ikan Hias Air Tawar Populer**. Penebar Swadaya. Jakarta. 160 hal.
- Sulistyowati. 2007. **Rancangan Percobaan Penelitian Perikanan**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang. Press.
- Susanto, Heru. 2003. **Ikan Hias Air Tawar**. Penebar Swadaya. Jakarta. 237hal.
- Suryanata, L. 2007. **Aquarium Aquascaping**. Aquarista. Jakarta.
- Tebbutt, T.H.Y. 1992. **Principles of Water Quality Control**. Dalam Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan**. Kanisius. Yogyakarta. 258 hal.
- Winogradsky. 1892. **Nitrobacter dan Nitrosomonas**. From Wikipedia, The Free Ensiklopedia. [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com). Diakses Februari 2008.
- Zonneveld, N., E. A. Huisman dan J. H. Boon. 1991, **Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan**. Penerbit PT. gamedia Pustaka Utama. Jakarta.

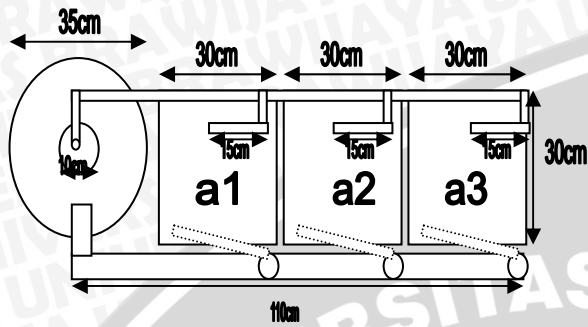
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

# LAMPIRAN

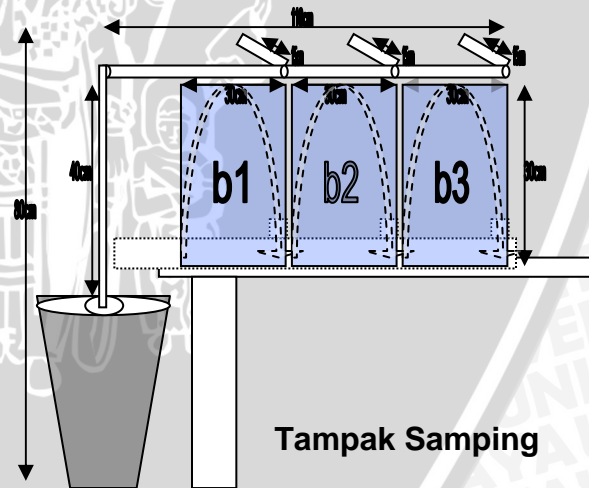
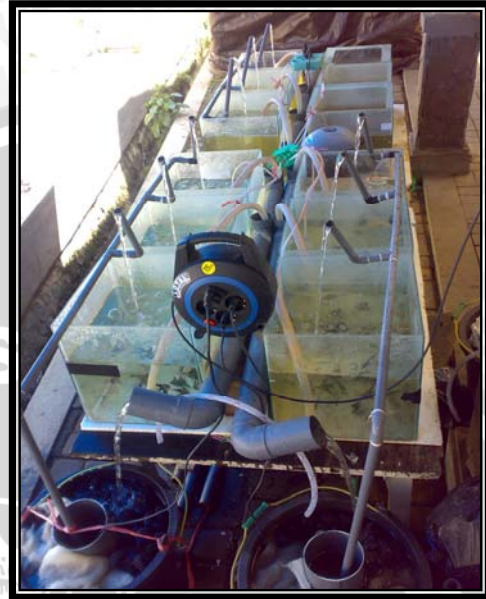


## Lampiran I. Gambar Sitem Resirkulasi Dan Filter

### a. Gambar dan Desain Sistem Resirkulasi



Tampak Atas

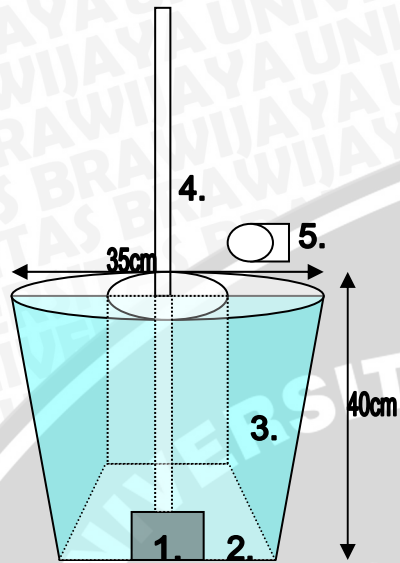


Tampak Samping



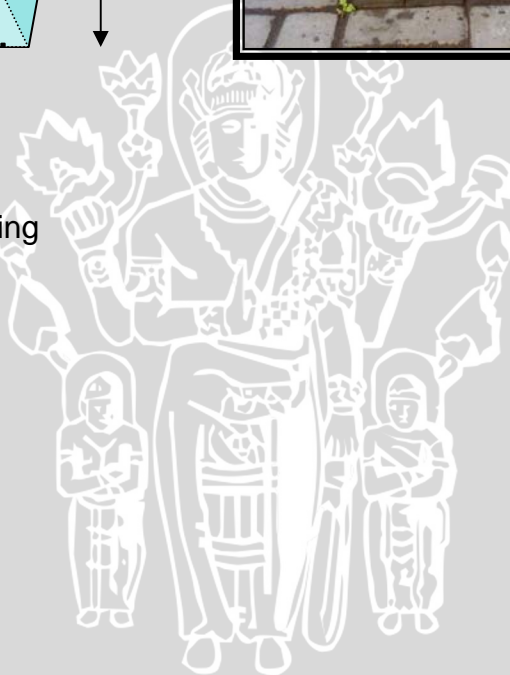
Lampiran I (Lanjutan). Gambar Sitem Resirkulasi Dan Filter.

b. Gambar dan Desain Filter

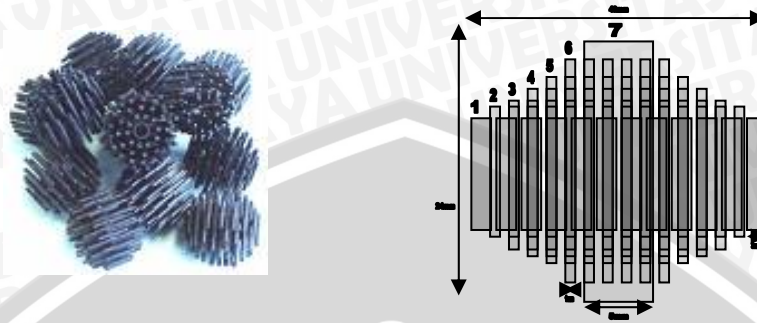


Keterangan :

1. Pompa air
2. Air yang tersaring
3. Filter Bioball
4. *Inlet*
5. *outlet*



## Lampiran I (Lanjutan). Gambar Sitem Resirkulasi Dan Filter.

c. Gambar dan luas permukaan *bioball*

*Bioball* terbentuk dari 7 bentuk tabung yang berbeda-beda dengan volume dan luas permukaan sebagai berikut :

Rumus luas permukaan = (keliling lingkaran x tinggi)+ 2 luas lingkaran  
 $= \{(\pi \times D) \times t\} + 2 (\pi \times r^2)$

Volume lingkaran =  $\pi \times r^2 \times t$

Tabung	Jumlah Tabung	Jari-jari (mm)	Tinggi (mm)	Luas Permukaan (mm <sup>2</sup> )	Volume (mm <sup>3</sup> )
1	16	1,5	12	2034,72	1356,48
2	40	0,5	14	1821,2	439,6
3	32	0,5	16	1657,92	401,92
4	24	0,5	18	1394,16	339,12
5	16	0,5	20	1029,92	251,2
6	8	0,5	22	565,2	138,16
7	1	5	24	910,6	1884
<b>Total</b>				9413,72	4810,48

Lampiran 2. Gambar Alat- alat Yang Digunakan Dalam Penelitian.



Spektrofotometer



DO Meter



pH Meter

D. Alat Ukur Kelimpahan Bakteri



Autoklaf



Inkubator



Lampiran 2 (Lanjutan). Gambar Alat- alat Yang Digunakan Dalam Penelitian



Mixer mix



Hot plate

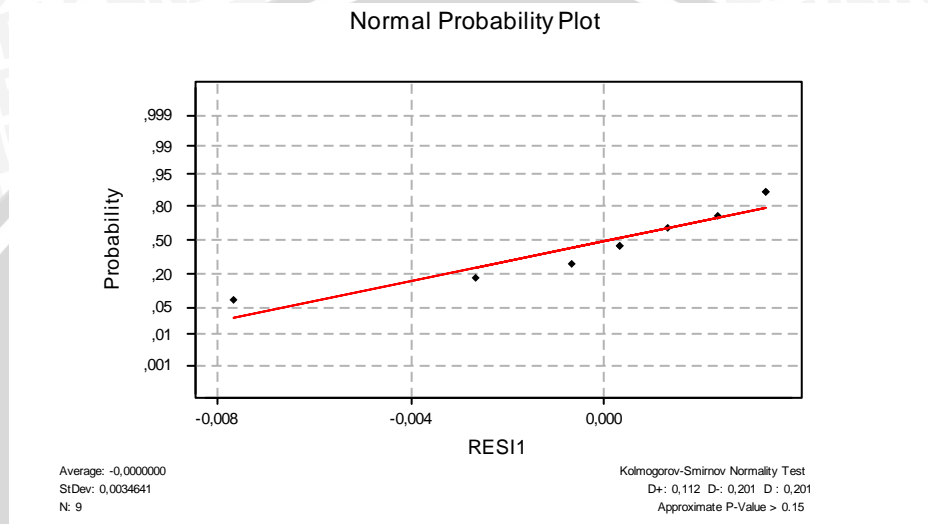


- Keterangan :
- |   |                     |   |                      |
|---|---------------------|---|----------------------|
| A | : Rak tabung reaksi | G | : Triangle           |
| B | : Gelas ukur        | H | : Pipet tetes        |
| C | : Cawan petri       | I | : Bunsen             |
| D | : Erlenmeyer        | J | : Pipet volume 1 ml  |
| E | : Tabung reaksi     | K | : Pipet volume 10 ml |
| F | : Pinset            |   |                      |

Lampiran 3. Data dan Rancangan Acak Lengkap Jumlah Amonia (ppm)

Perlakuan	Ulangan			Total (G)	Rata-rata
	I	II	III		
<b>A=15</b>	0,127	0,124	0,128	0,379	0,126
<b>B=20</b>	0,13	0,138	0,135	0,403	0,134
<b>C=25</b>	0,151	0,152	0,154	0,457	0,152
<b>Total</b>	0,408	0,414	0,417	1,239	

## Uji Kenormalan Data Menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov.



Nilai Kolmogorov < Nilai Kolmogorov Tabel (0,430) P-value > 15%, dapat disimpulkan bahwa data telah terdistribusi secara Normal.

## Perhitungan Acak Lengkap

- $$FK_{oreksi} = \frac{G^2}{n} = \frac{1,31^2}{9}$$

$$= \frac{1,5276}{9}$$

$$= 0,17056$$
- $$JK_{total} = A1^2 + A2^2 + \dots + C3^2 - FK$$

$$= 0,17169 - 0,17056$$

$$= 0,001119$$
- $$JK_{perlakuan} = \frac{\sum A^2 + \dots + \sum C^2}{Ulangan} - FK$$

$$= 0,17163 - 0,17056$$

$$= 0,00107$$
- $$JK_{acak} = JK_{total} - JK_{perlakuan}$$

$$= 0,001119 - 0,00107$$

$$= 0,000049$$

### Lampiran 3(Lanjutan). Data dan Rancangan Acak Lengkap Jumlah Amonia (ppm)

Tabel Sidik Ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1 %
Perlakuan	2	0,00107	0,000535	65,56	5,14	10,92
Acak	6	0,000049	0,00000816			
Total	8	0,001119				

Keterangan :

(\*\*) F Hitung > F Tabel, H<sub>1</sub> diterima (Berbeda Sangat Nyata)

#### Uji Beda Nyata Terkecil :

$$\begin{aligned} \text{SED} &= \sqrt{\frac{2KT_{Acak}}{3}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 0,00000816}{3}} \\ &= 0,002332 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 5\%} &= t \text{ tabel 5\% (db acak)} \times \text{SED} \\ &= 2,447 \times 0,002332 \\ &= 0,0057 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 1\%} &= t \text{ tabel 1\% (db acak)} \times \text{SED} \\ &= 3,707 \times 0,002332 \\ &= 0,00864 \end{aligned}$$

Tabel Hasil Uji BNT 5% dan BNT 1%

Rata-rata Perlakuan	A=0,126	B=0,134	C=0,152	Notasi
A=0,126	-	-	-	a
B=0,134	0,004 <sup>ns</sup>	-	-	a
C=0,152	0,0226 <sup>**</sup>	0,0186 <sup>**</sup>	-	b

Ket : (ns) = Tidak berbeda nyata

(\*) = Berbeda nyata

(\*\*) = Berbeda sangat nyata

Tabel analisa polinomial orthogonal

Perlakuan	Data (Ti)	Pembanding untuk regresi (Ci)	
		Linier	Kuadratik
A = 15	0,379	-0,379	-0,379
B = 20	0,403	0	0,806
C = 25	0,457	0,457	-0,457
Q = ? (Ci Ti)		0,078	-0,03
Kr = ? (Ci <sup>2</sup> )r		<b>2x3=6</b>	<b>6x3=18</b>
JK = Q <sup>2</sup> /Kr		0,001014	0,00005
JK Total Regresi		<b>0,001064</b>	

Lampiran 3(Lanjutan). Data dan Rancangan Acak Lengkap Jumlah Amonia (ppm)

Tabel Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5 %	F 1 %
1. Perlakuan	2	0,00107	0,000535	-	-	
Linear	1	0,001014	0,001014	124,26**	5.99	13,74
Kuadratik	1	0,00005	0,00005	6,127*	5.99	13,74
2. Acak	6	0,000049	0,00000816			
Total	8	0,001119				

Ket: (ns) =Tidak berbeda nyata  
 (\*) =Berbeda nyata  
 (\*\*)= Berbeda sangat nyata

Dari hasil sidik ragam ternyata F hitung linier > F 1 % (berbeda sangat nyata) dan F hitung kuadratik ada berada di antara F 5% dan F 1% (berbeda nyata). Oleh karena itu regresi linearlah yang sesuai, maka selanjutnya dihitung  $R^2$  :

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{JK_{\text{Linear}}}{JK_{\text{Total Regresi}}}$$

$$= \frac{0,001014}{0,001014 + 0,00005}$$

$$R^2 = 0,953$$

$$R = \sqrt{0,953}$$

$$= 0,9762$$

Mencari regresi linier

x	y	Xy	x <sup>2</sup>
15	0,126	1,89	225
20	0,134	2,68	400
25	0,152	3,8	625
$\sum x = 60$	$\sum y = 0,412$	$\sum xy = 8,37$	$\sum x^2 = 1250$
$X = 20$	$Y = 0,1373$		

$$b_{1x} = \frac{\sum XY - \sum X \cdot \sum Y/n}{\sum X^2 - (\sum X)^2/n}$$

$$= \frac{8,37 - (60 \times 0,412)/3}{1250 - (60)^2/3}$$

$$= \frac{8,37 - 8,24}{1250 - 1200}$$

$$= 0,0026$$

$$b_{1x} = 0,0026$$

$$b_0 = y - b_{1x}$$

$$= 0,1373 - (0,0026 (60/3))$$

$$= 0,0853$$

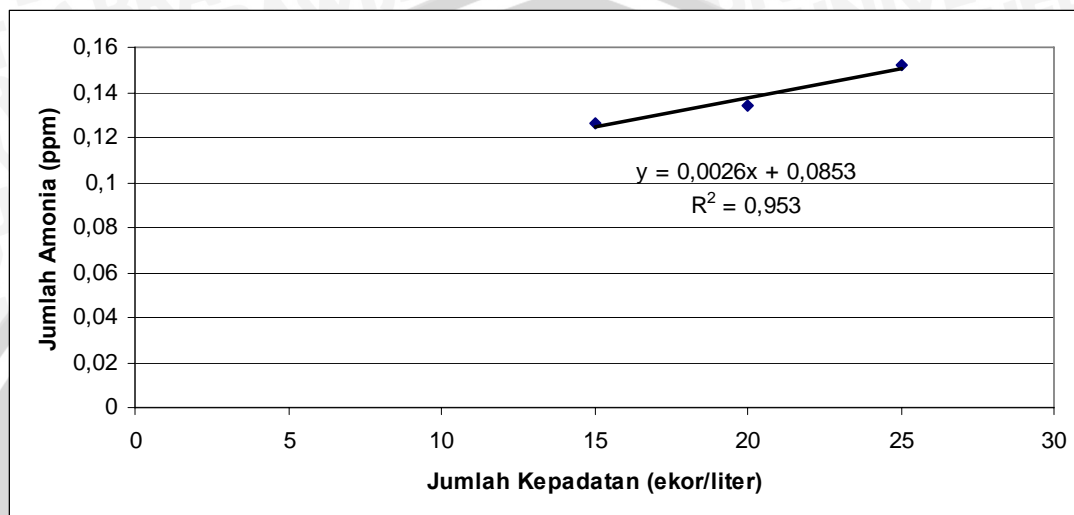
**Lampiran 3(Lanjutan). Data dan Rancangan Acak Lengkap Jumlah Amonia (ppm)****Persamaan Linear :**

$$y = b_0 + b_1x$$

$$y = 0,0853 + 0,0026x$$

**Untuk :**

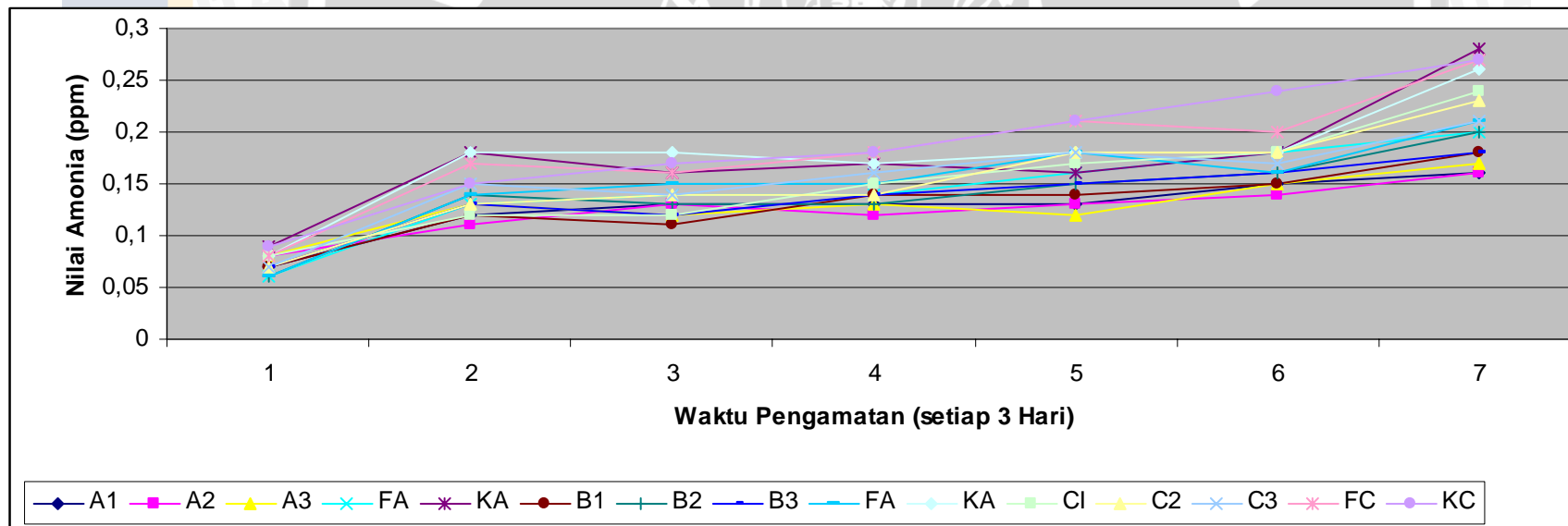
- $x = 15$  -----  $y = 0,1243$
- $x = 20$  -----  $y = 0,1373$
- $x = 25$  -----  $y = 0,1503$





Lampiran 3 (Lanjutan). Data dan Grafik Amonia (ppm)

Hari	A1	A2	A3	FA	KA	B1	B2	B3	FA	KA	CI	C2	C3	FC	KC
1	0,07	0,08	0,08	0,06	0,09	0,07	0,06	0,07	0,06	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,09
2	0,12	0,11	0,13	0,13	0,18	0,12	0,14	0,13	0,14	0,18	0,12	0,13	0,15	0,17	0,15
3	0,13	0,13	0,12	0,14	0,16	0,11	0,13	0,12	0,15	0,18	0,12	0,14	0,14	0,16	0,17
4	0,13	0,12	0,13	0,14	0,17	0,14	0,13	0,14	0,15	0,17	0,15	0,14	0,16	0,18	0,18
5	0,13	0,13	0,12	0,16	0,16	0,14	0,15	0,15	0,18	0,18	0,17	0,18	0,18	0,21	0,21
6	0,15	0,14	0,15	0,18	0,18	0,15	0,16	0,16	0,16	0,18	0,18	0,18	0,17	0,2	0,24
7	0,16	0,16	0,17	0,2	0,28	0,18	0,2	0,18	0,21	0,26	0,24	0,23	0,21	0,27	0,27
rata-rata	0,122	0,118	0,122	0,135	0,157	0,128	0,128	0,14	0,162	0,137	0,145	0,167	0,173	0,181	0,187



#### Lampiran 4. Data dan Rancangan Acak Lengkap Jumlah Koloni Bakteri (CFU).

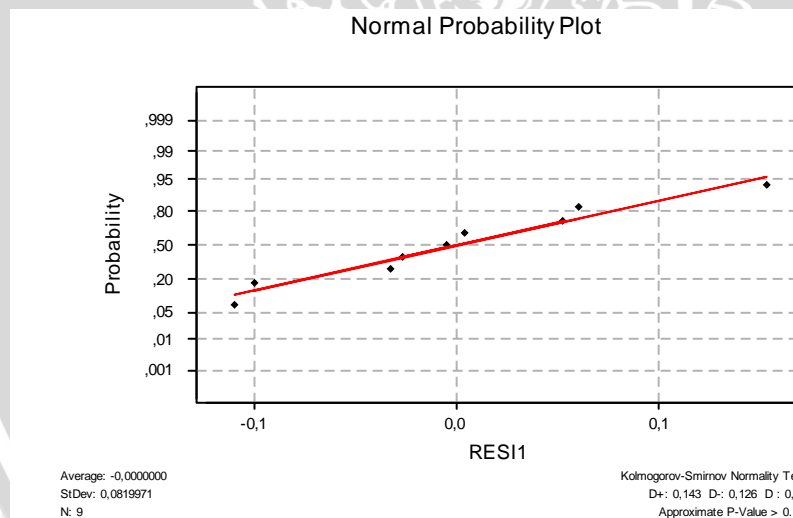
##### Jumlah Koloni yang Ditemukan ( $\times 10^3$ CFU).

Perlakuan	Ulangan			Total (G)	Rata-rata
	I	II	III		
<b>A=15</b>	54,83	44,92	48,14286	147,8929	49,29762
<b>B=20</b>	77,2	54,28	63,57	195,05	65,01667
<b>C=25</b>	139,75	76,14	97	312,89	104,2967
<b>Total</b>	271,78	175,34	208,7129	655,8329	

##### Data Jumlah Kelimpahan Bakteri Setelah di Transformasi ke dalam Log Dalam Pengenceran $10^3$

Perlakuan	Ulangan			Total (G)	Rata-rata
	I	II	III		
<b>A=15</b>	4,739	4,652	4,683	14,074	4,691
<b>B=20</b>	4,888	4,735	4,803	14,426	4,809
<b>C=25</b>	5,145	4,882	4,987	15,014	5,005
<b>Total</b>	4,739	4,652	4,683	14,074	

##### Uji Kenormalan Data Menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov.



Nilai Kolmogorof < Nilai Kolmogorof Tabel (0,430) P-value > 15%, dapat disimpulkan bahwa data telah terdistribusi secara Normal.

#### Lampiran 4 (Lanjutan). Data dan Rancangan Acak Lengkap Jumlah Koloni Bakteri (CFU).

##### Perhitungan Acak Lengkap

- $FK_{oreksi} = \frac{G^2}{n} = \frac{43,513^2}{9}$   
 $= 47790,74$   
 $= 210,375$
- $JK_{total} = (A1^2 + A2^2 + \dots + C3^2) - FK$   
 $= 22,458 + 21,645 + \dots + 24,868 - 210,375$   
 $= 0,204$
- $JK_{perlakuan} = \frac{\sum A^2 + \dots + \sum C^2}{Ulangan} - FK$   
 $= 210,528 - 210,375$   
 $= 0,153$
- $JK_{acak} = \frac{JK_{total} - JK_{perlakuan}}{}$   
 $= 7234,796 - 4814,91$   
 $= 2419,886$

Tabel Sidik Ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,153	0,0765	9*	5,14	10,92
Acak	6	0,051	0,0085			
Total	8	0,204				

(\*) adalah berbeda nyata pada taraf signifikansi 1% ( $F 5\% < F \text{ hitung} < F 1\%$ ).

##### Uji Beda Nyata Terkecil :

$$\begin{aligned} \text{SED} &= \sqrt{\frac{2KT_{Acak}}{3}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 0,0085}{3}} \\ &= 0,00752 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 5\%} &= t \text{ tabel 5\% (db acak)} \times \text{SED} \\ &= 2,447 \times 0,00752 \\ &= 0,184 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 1\%} &= t \text{ tabel 1\% (db acak)} \times \text{SED} \\ &= 3,707 \times 0,00752 \\ &= 0,278 \end{aligned}$$

Lampiran 4 (Lanjutan). Data dan Rancangan Acak Lengkap Jumlah Koloni Bakteri (CFU).

Tabel Hasil Uji BNT 5% dan BNT 1%

Rata-rata Perlakuan	A=4,691	B=4,809	C=5,005	Notasi
A=4,691	-	-	-	a
B=4,809	0,118 <sup>ns</sup>	-	-	a
C=5,005	0,314 <sup>**</sup>	0,196 <sup>*</sup>	-	b

Ket : (ns) = Tidak berbeda nyata  
 (\*) = Berbeda nyata  
 (\*\*\*) = Berbeda sangat nyata

Tabel analisa polinomial orthogonal

Perlakuan	Data (Ti)	Pembanding untuk regresi (Ci)	
		Linier	Kuadratik
A = 15	14,074	-14,074	-14,074
B = 20	14,426	0	28,852
C = 25	15,014	15,014	-15,014
Q = ? (Ci Ti)		0,84	-0,236
Kr = ? (Ci <sup>2</sup> )r		<b>2x3=6</b>	<b>6x3=18</b>
JK = Q <sup>2</sup> /Kr		0,1176	0,00309
JK Total Regresi		<b>0,12069</b>	

Tabel Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5 %	F 1 %
1. Perlakuan	2	0,153	0,0765		-	
Linear	1	0,1176	0,1176	13,83 <sup>**</sup>	5,99	13,74
Kuadratik	1	0,00309	0,00309	0,363 <sup>ns</sup>	5,99	13,74
2. Acak	6	0,051	0,0085			
Total	8	0,204				

Ket: (ns) = Tidak berbeda nyata  
 (\*) = Berbeda nyata  
 (\*\*\*) = Berbeda sangat nyata

Dari hasil sidik ragam ternyata F hitung linier dan F hitung kuadratik berada > F 1 % (berbeda sangat nyata). Oleh karena itu regresi linearlah yang sesuai, maka selanjutnya dihitung R<sup>2</sup> :

$$\begin{aligned}
 R^2 \text{ Linier} &= \frac{JK_{\text{Linear}}}{JK_{\text{Total Regresi}}} \\
 &= \frac{0,1176}{0,1176 + 0,00309} \\
 R^2 &= 0,9743 \\
 R &= \sqrt{0,9743} \\
 &= 0,98,87
 \end{aligned}$$

### Lampiran 4 (Lanjutan). Data dan Rancangan Acak Lengkap Jumlah Koloni Bakteri (CFU).

Mencari regresi linier

x	y	Xy	x <sup>2</sup>
15	4,691	70,365	225
20	4,809	96,18	400
25	5,005	125,125	625
$\sum x = 60$	$\sum y = 14,505$	$\sum xy = 291,67$	$\sum x^2 = 1250$
$X = 20$	$Y = 4,835$		

Regresi linear yang cocok  $y = b_0 + b_1x$

$$b_{1x} = \frac{\sum XY - \sum X \cdot \sum Y/n}{\sum X^2 - (\sum X)^2/n}$$

$$= \frac{291,67 - (60 \times 14,505)/3}{1250 - (60)^2/3}$$

$$= \frac{291,67 - 290,1}{1250 - 1200}$$

$$= \frac{1,57}{50}$$

$$= 0,0314$$

$$b_{1x} = 0,0314$$

$$b_0 = y - b_{1x}$$

$$= 4,835 - (0,0314 (60/3))$$

$$= 4,207$$

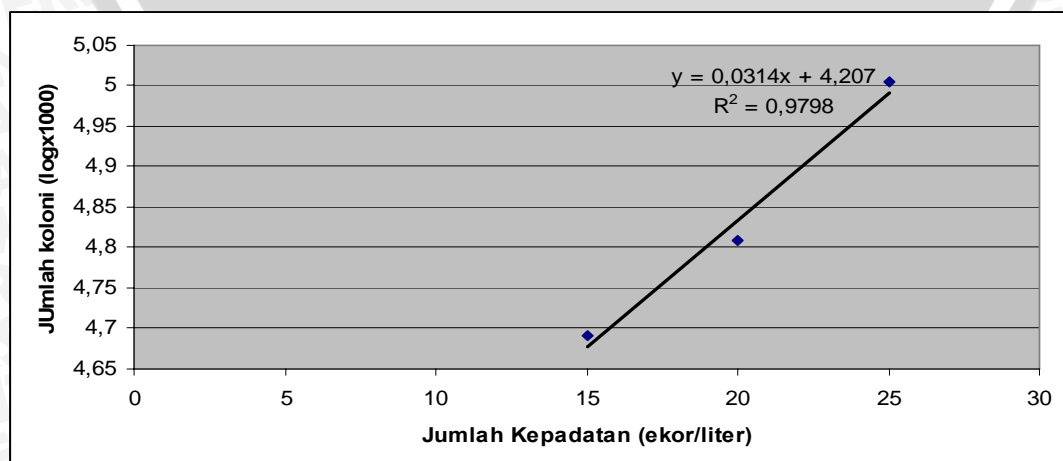
Persamaan Linear :

$$y = b_0 + b_1x$$

$$y = 4,207 + 0,0314x$$

Untuk :

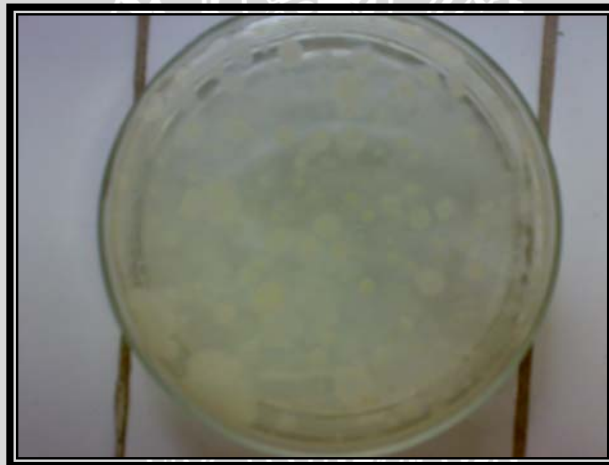
- $x = 15$  -----  $y = 4,678$
- $x = 20$  -----  $y = 4,835$
- $x = 25$  -----  $y = 4,992$



Lampiran 4(Lanjutan). Gambar Contoh Bakteri Yang Diamati.



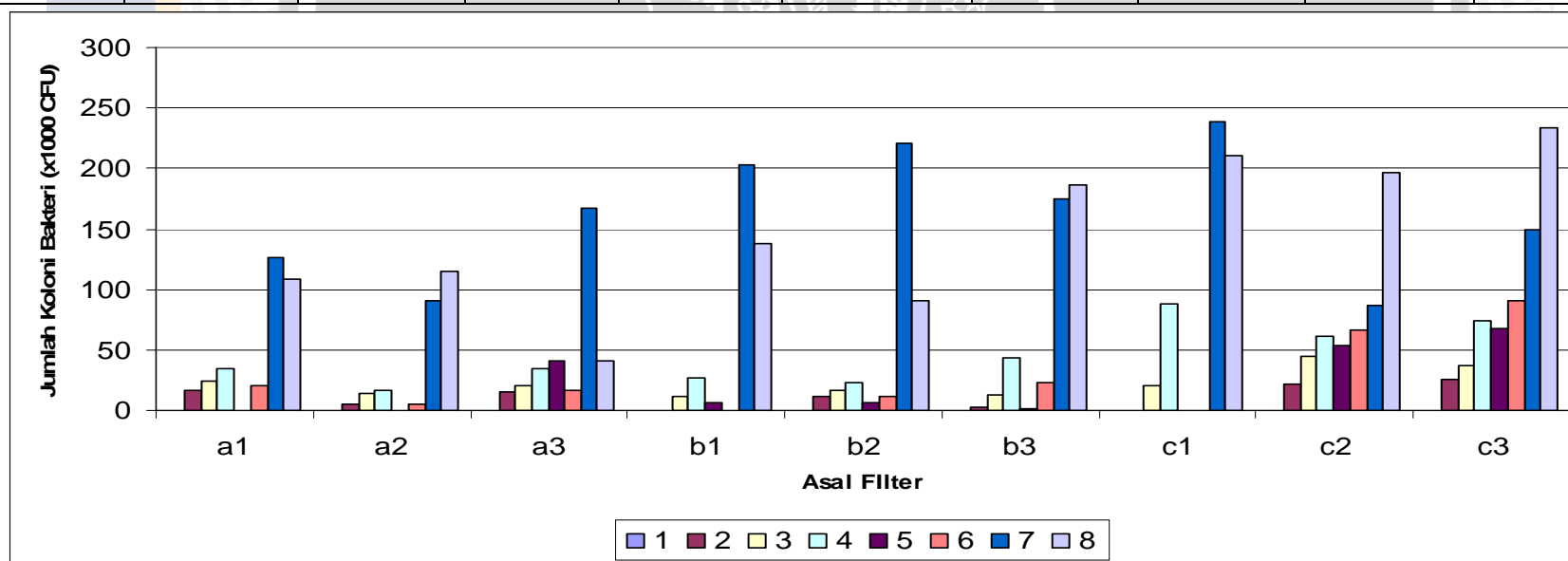
Kultur Bakteri



Salah Satu Hasil Kultur

Lampiran 4 (Lanjutan). Data dan Grafik Jumlah Koloni Bakteri ( $10^3$  CFU)

Tanggal	A SAMPEL 1	A SAMPEL 2	A AMPEL 3	B SAMPEL 1	B SAMPEL 2	B SAMPEL 3	C SAMPEL 1	C SAMPEL 2	C SAMPEL 3
24/03/2008	SPREDER	SPREDER	SPREDER	SPREDER	SPREDER	SPREDER	SPREDER	SPREDER	SPREDER
27/03/2008	16	5	15	SPREDER	11	3	SPREDER	22	25
31/03/2008	24	14	21	11	17	13	21	45	37
03/04/2008	34	17	35	27	23	43	88	61	74
07/04/2008	SPREDER	SPREDER	41	7	6	1	SPREDER	54	68
10/04/2008	21	5	17	SPREDER	11	23	SPREDER	67	91
14/04/2008	126	91	167	203	221	175	239	87	150
17/04/2008	108	115	41	138	91	187	211	197	234
Rata-rata	54,8	41,2	48,1	77,2	54,3	63,6	139,8	76,1	97,0



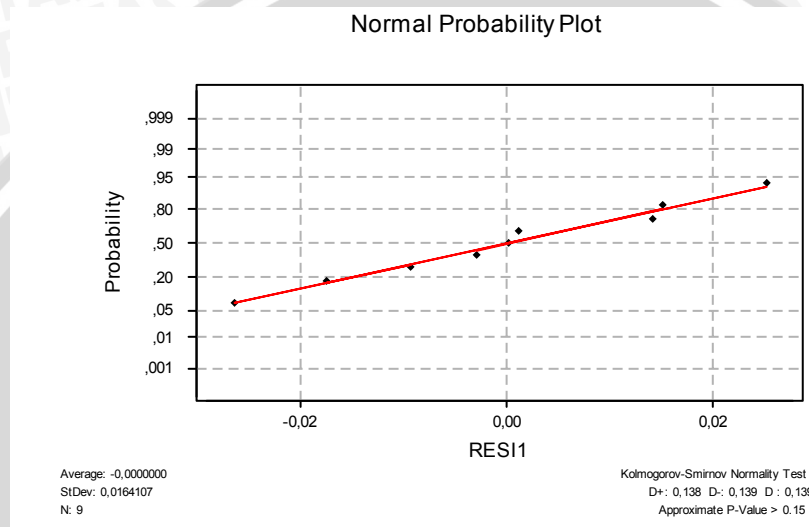




### Lampiran 5. Data dan Rancangan Acak Lengkap Jumlah Nitrat (ppm)

Perlakuan	Ulangan			Total (G)	Rata-rata
	I	II	III		
<b>A=15</b>	0,201	0,218	0,219	0,638	0,2127
<b>B=20</b>	0,245	0,253	0,236	0,734	0,2447
<b>C=25</b>	0,322	0,346	0,321	0,989	0,3297
<b>Total</b>	0,768	0,817	0,776	2,361	

### Uji Kenormalan Data Menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov.



Nilai Kolmogorof < Nilai Kolmogorof Tabel (0,430) P-value > 15%, dapat disimpulkan bahwa data telah terdistribusi secara Normal.

### Perhitungan Acak Lengkap

- $$FK_{oreksi} = \frac{G^2}{n} = \frac{2,361^2}{9} = 0,6193$$
- $$JK_{total} = A1^2 + A2^2 + \dots + C3^2 - FK = 0,642 - 0,6193 = 0,0227$$
- $$JK_{perlakuan} = \frac{\sum A^2 + \dots + \sum C^2}{Ulangan} - FK = 0,642 - 0,6193 = 0,022$$
- $$JK_{acak} = JK_{total} - JK_{perlakuan} = 0,0227 - 0,022 = 0,0007$$

Lampiran 5 (Lanjutan). Data dan Rancangan Acak Lengkap Jumlah Nitrat (ppm)

Tabel Sidik Ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1 %
Perlakuan	2	0,022	0,011	65,86	5,14	10,92
Acak	6	0,0007	0,000167			
Total	8	0,0227				

Keterangan :

(\*\*)F Hitung > F Tabel ( $\alpha = 0,01$ )  $H_1$  diterima (Berbeda Sangat Nyata)

Uji Beda Nyata Terkecil :

$$\begin{aligned} \text{SED} &= \sqrt{\frac{2KT_{\text{Acak}}}{3}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 0,000167}{3}} \\ &= 0,010549 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 5\%} &= t \text{ tabel 5\% (db acak) } \times \text{SED} \\ &= 2,447 \times 0,010549 \\ &= 0,3790 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 1\%} &= t \text{ tabel 1\% (db acak) } \times \text{SED} \\ &= 3,707 \times 0,010549 \\ &= 0,05742 \end{aligned}$$

Tabel Hasil Uji BNT 5% dan BNT 1%

Rata-rata Perlakuan	A=0,2127	B=0,2447	C=0,3297	Notasi
A=0,2127	-	-	-	a
B=0,2447	0,032 <sup>ns</sup>	-	-	a
C=0,3297	0,117 <sup>**</sup>	0,085 <sup>**</sup>	-	b

Ket : (ns) = Tidak berbeda nyata  
 (\*) = Berbeda nyata  
 (\*\*) = Berbeda sangat nyata

Tabel Analisa Polinomial Orthogonal

Perlakuan	Data (Ti)	Pembanding untuk regresi (Ci)	
		Linier	Kuadratik
A = 15	0,638	-0,638	-0,638
B = 20	0,734	0	1,468
C = 25	0,989	0,989	-0,989
Q = ? (Ci Ti)		0,351	-0,159
Kr = ? (Ci <sup>2</sup> )r		<b>2x3=6</b>	<b>6x3=18</b>
JK = Q <sup>2</sup> /Kr		0,02053	0,0014045
JK Total Regresi		<b>0,02193</b>	

### Lampiran 5 (Lanjutan). Data dan Rancangan Acak Lengkap Jumlah Nitrat (ppm)

Tabel Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5 %	F 1 %
1. Perlakuan	2	0,022	0,011		-	
Linear	1	0,02053	0,02053	122,934**	5.99	13,74
Kuadratik	1	0,001404	0,001404	8,40*	5.99	13,74
2. Acak	6	0,0007	0,000167			
Total	8	0,0227				

Ket: (ns) = Tidak berbeda nyata  
 (\*) = Berbeda nyata  
 (\*\*) = Berbeda sangat nyata

Dari hasil sidik ragam ternyata F hitung linier dan F hitung kuadratik berada > F 1 % (berbeda sangat nyata). Oleh karena itu regresi linearlah yang sesuai, maka selanjutnya dihitung R<sup>2</sup> :

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{JK_{\text{Linear}}}{JK_{\text{Total Regresi}}}$$

$$= \frac{0,02053}{0,0205 + 0,001404}$$

$$R^2 = 0,9361$$

$$R = \sqrt{0,9361}$$

$$= 0,9675$$

#### Mencari regresi linier

x	y	Xy	x <sup>2</sup>
15	0,2127	3,1905	225
20	0,2447	4,894	400
25	0,3297	8,2425	625
$\sum x = 60$	$\sum y = 0,7871$	$\sum xy = 16,327$	$\sum x^2 = 1250$
X = 20	Y = 0,26236		

Regresi linear yang cocok  $y = b_0 + b_1 x$

$$b_{1x} = \frac{\sum XY - \sum X \cdot \sum Y/n}{\sum X^2 - (\sum X)^2/n}$$

$$= \frac{16,327 - (60 \times 0,7871)/3}{1250 - (60)^2/3}$$

$$b_{1x} = 0,0117$$

$$b_0 = y - b_{1x}$$

$$= 0,26236 - (0,0117(60/3))$$

$$= 0,02836$$

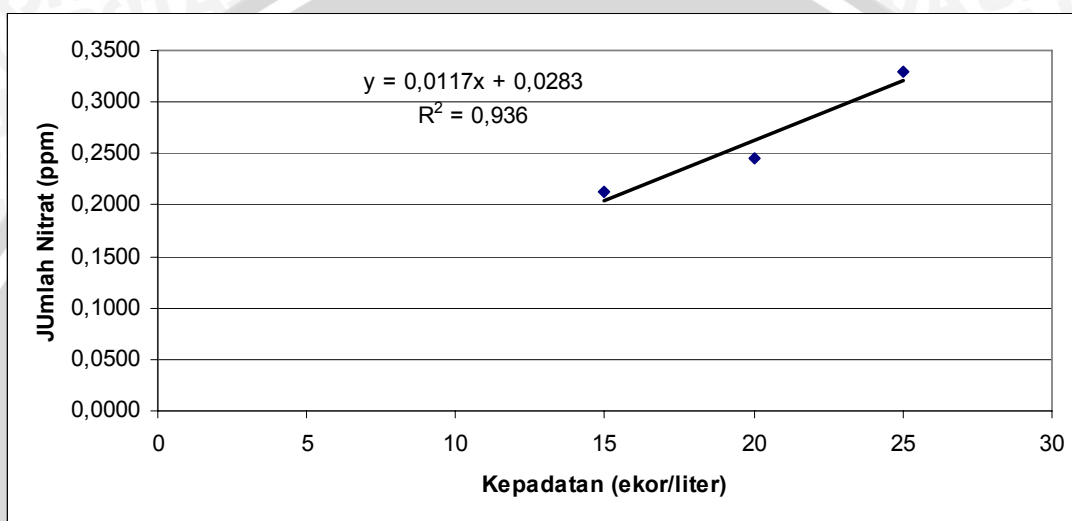
**Lampiran 5 (Lanjutan). Data dan Rancangan Acak Lengkap Jumlah Nitrat (ppm)****Persamaan Linear :**

$$y = b_0 + b_1x$$

$$y = 0,0283 + 0,0117x$$

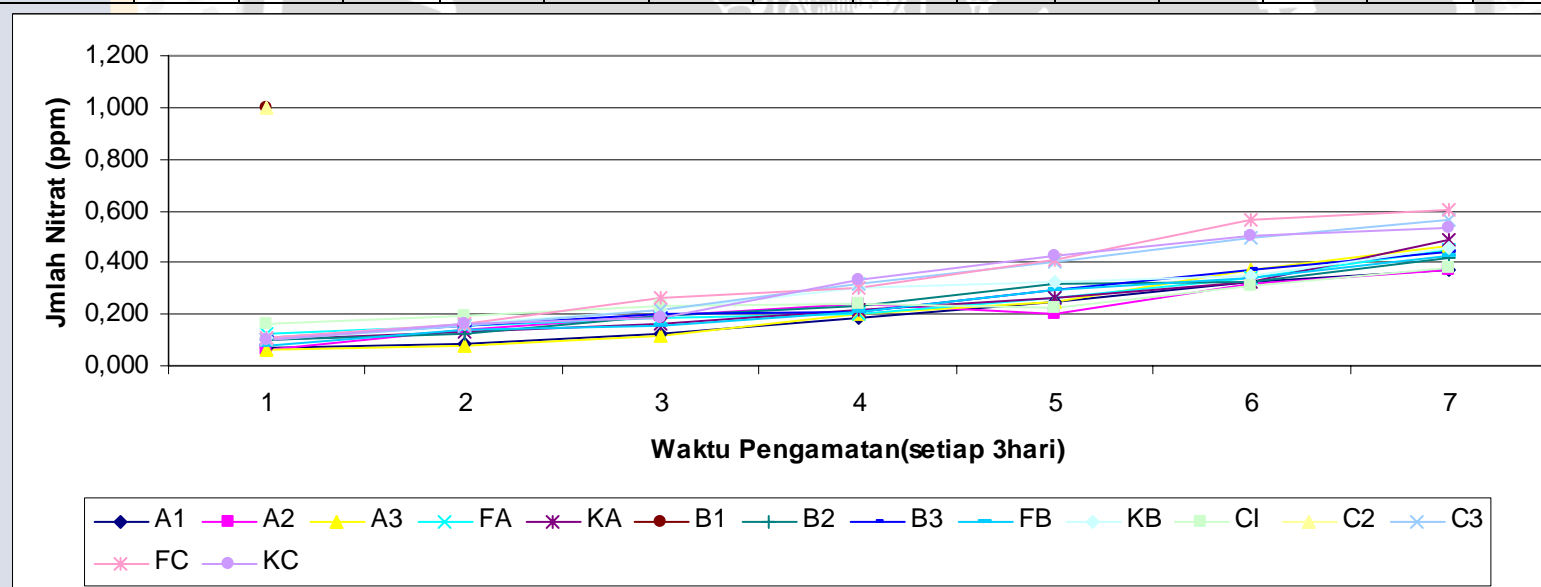
**Untuk :**

- $x = 15$  -----  $y = 0,2038$
- $x = 20$  -----  $y = 0,2623$
- $x = 25$  -----  $y = 0,3208$



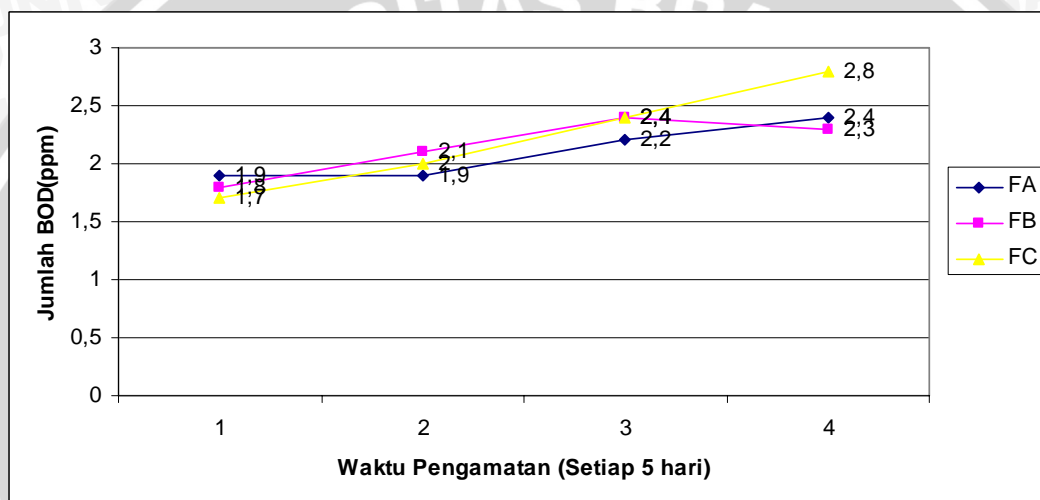
Lampiran 5(Lanjutan). Data dan Grafik Jumlah Nitrat (ppm)

No.	Waktu Pengamatan	A1	A2	A3	FA	KA	B1	B2	B3	FA	KA	CI	C2	C3	FC	KC
1.	1	0,067	0,061	0,060	0,120	0,100	0,104	0,106	0,08	0,111	0,164	0,098	0,112	0,098	0,116	0,106
2.	2	0,086	0,139	0,081	0,151	0,131	0,125	0,151	0,143	0,162	0,193	0,152	0,16	0,164	0,168	0,135
3.	3	0,125	0,192	0,118	0,182	0,164	0,195	0,199	0,156	0,219	0,231	0,218	0,265	0,189	0,224	0,195
4.	4	0,188	0,242	0,198	0,201	0,215	0,231	0,209	0,212	0,301	0,243	0,316	0,301	0,332	0,353	0,236
5.	5	0,244	0,203	0,244	0,264	0,261	0,317	0,298	0,291	0,326	0,223	0,406	0,412	0,427	0,419	0,275
6.	6	0,326	0,318	0,373	0,337	0,326	0,323	0,372	0,34	0,345	0,307	0,494	0,567	0,501	0,46	0,373
7.	7	0,374	0,371	0,462	0,452	0,486	0,419	0,439	0,427	0,459	0,377	0,567	0,607	0,534	0,575	0,505
		0,2257	0,2323	0,287	0,2774	0,2016	0,2681	0,281	0,2573	0,279	0,2389	0,4243	0,3636	0,4026	0,4374	0,3771



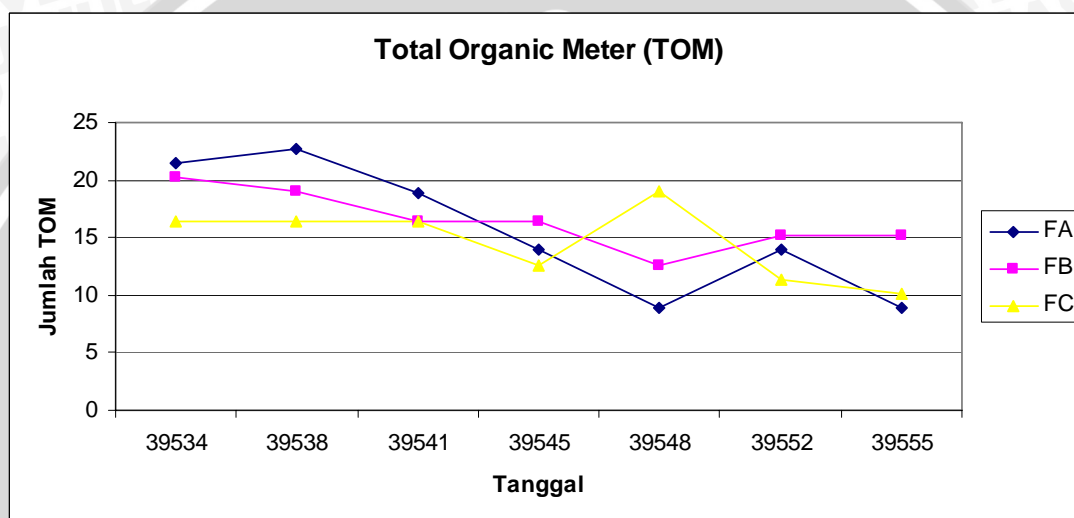
Lampiran 6. Data dan Grafik BOD(Biochemical Oxygen Demand) Selama Penelitian

No.	Tanggal	FA	FB	FC
1.	02/04/2008	1,9	1,8	1,7
2.	07/04/2008	1,9	2,1	2,0
3.	12/04/2008	2,2	2,4	2,4
4.	17/04/2008	2,4	2,3	2,8
	Rata-rata	2,1	2,15	2,225



Lampiran 7. Data Dan Grafik TOM (*Total Organic Meter*).

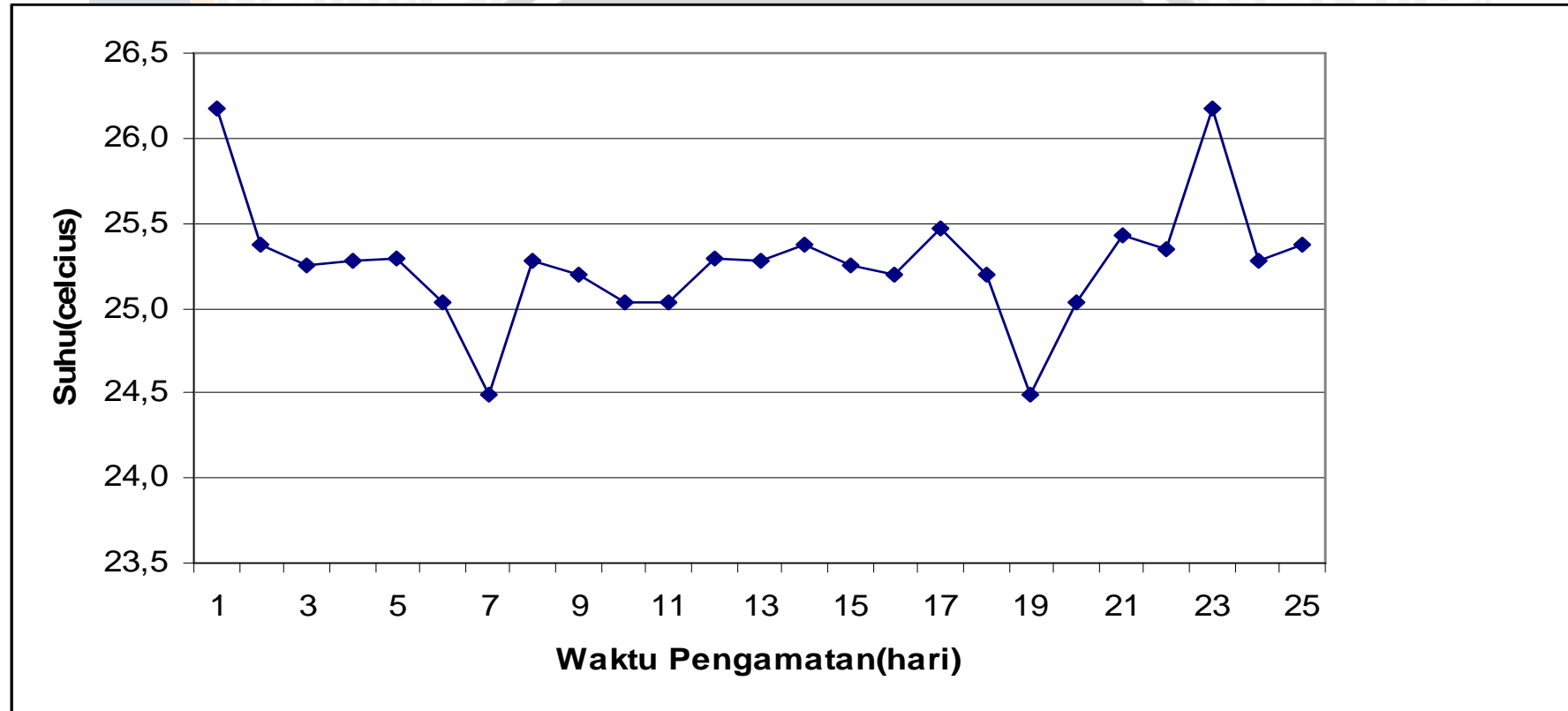
No.	Tanggal	FA	FB	FC
1.	27/03/2008	21,48	20,22	16,43
2.	31/03/2008	22,75	18,96	16,43
3.	03/04/2008	18,9	16,43	16,43
4.	07/04/2008	13,9	16,43	12,64
5.	10/04/2008	8,84	12,64	18,96
6.	14/04/2008	13,9	15,16	11,37
7.	17/04/2008	8,84	15,16	10,11
		15,51571	16,42857	14,62429



Lampiran 8. Data Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

No.	TANGGAL	A1	A2	A3	FA	KA	B1	B2	B3	FB	KB	CI	C2	C3	FC	KC	Rata-rata
1	24/03/2008	25,8	26	26,4	26,3	26,5	26,1	26,4	26,1	26	26	26,2	26,1	26,3	26,3	25,9	26,2
2	25/03/2008	25,3	25,2	25,4	25,3	25,3	25,5	25,5	25,4	25	25,3	25,5	25,6	25,5	25,3	25,3	25,4
3	26/03/2008	25,3	25,3	25,2	25,3	25,3	25,1	25,3	25,3	25	25,1	25,1	25,4	25,3	25,4	25,1	25,3
4	27/03/2008	25,1	25,3	25,3	25,3	25,1	25,3	25,3	25,2	25	25,3	25,1	25,1	25,3	25,7	25,5	25,3
5	28/03/2008	25,5	25,5	25,4	24,4	25,5	25,5	25,5	25,4	24	25,5	25,1	25,1	25,3	25,7	25,5	25,3
6	29/03/2008	24,1	25,6	25,1	25,3	25,6	25,4	25,1	25,3	25	24,8	24,1	25	25,2	25	24,7	25,0
7	30/03/2008	25,2	24,6	24,4	24,7	24,6	24,2	24,3	24,5	24	24,3	24,5	24,5	24,4	24,6	24,5	24,5
8	31/03/2008	25,1	25,1	25,3	25,7	25,5	25,3	25,3	25,2	25	25,3	25,1	25,3	25,3	25,3	25,1	25,3
9	01/04/2008	25,1	25,2	25,3	25	24,9	25,3	25,1	25,4	25	25,4	25,1	25,2	25,2	25,6	25,1	25,2
10	02/04/2008	24,1	25	25,2	25	24,7	24,1	25,6	25,1	25	25,6	25,4	25,1	25,3	25,2	24,8	25,0
11	03/04/2008	25,4	25,1	25,3	25,2	24,8	24,1	25	25,2	25	24,7	24,1	25,6	25,1	25,3	25,6	25,0
12	04/04/2008	25,1	25,4	25,3	25,4	25,1	25,6	25,4	25,4	25	25,3	25,5	25,5	25,4	24,4	25,5	25,3
13	05/04/2008	25,1	25,1	25,3	25,7	25,5	25,3	25,3	25,2	25	25,3	25,1	25,3	25,3	25,3	25,1	25,3
14	06/04/2008	25,5	25,6	25,5	25,3	25,3	25,5	25,5	25,4	25	25,3	25,3	25,2	25,4	25,3	25,3	25,4
15	07/04/2008	25,3	25,3	25,2	25,3	25,3	25,1	25,3	25,3	25	25,1	25,1	25,4	25,3	25,4	25,1	25,3
16	08/04/2008	25,3	25,1	25,4	25	25,4	25,1	25,2	25,2	26	25,1	25,1	25,2	25,3	25	24,9	25,2
17	09/04/2008	25,5	25,7	25,3	25,9	26,1	25,3	25,1	25,5	25	25,7	25,2	25,5	25,1	25,8	25,1	25,5
18	10/04/2008	25,3	25,1	25,4	25	25,4	25,1	25,2	25,2	26	25,1	25,1	25,2	25,3	25	24,9	25,2
19	11/04/2008	25,2	24,6	24,4	24,7	24,6	24,5	24,5	24,4	25	24,5	24,2	24,3	24,5	24,1	24,3	24,5
20	12/04/2008	25,4	25,1	25,3	25,2	24,8	24,1	25	25,2	25	24,7	24,1	25,6	25,1	25,3	25,6	25,0
21	13/04/2008	25,2	25,3	25,5	25,5	25,3	25,4	25,5	25,6	25	25,5	25,4	25,5	25,6	25,3	25,5	25,4
22	14/04/2008	25,3	25,3	25,2	25,3	25,3	25,1	25,3	25,3	25	25,1	25,1	25,4	25,3	25,4	25,1	25,3
23	15/04/2008	26,1	26,4	26,1	26,3	26	25,8	26	26,4	26	26,5	26,2	26,1	26,3	26,3	25,9	26,2
24	16/04/2008	25,3	25,4	25,4	25,1	24,5	25,4	25,4	25,4	25	25,3	25,4	25,3	25,4	25,4	25,3	25,3
25	17/04/2008	25,5	25,6	25,5	25,3	25,3	25,5	25,5	25,4	25	25,3	25,3	25,2	25,4	25,3	25,3	25,4

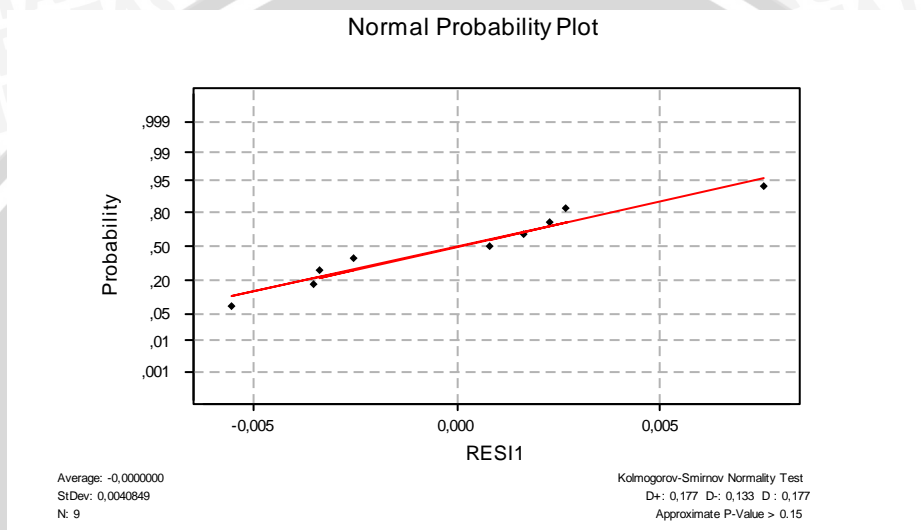


Lampiran 8(Lanjutan). Grafik Suhu( $^{\circ}$ C)

### Lampiran 9. Data Dan Rancangan Acak Lengkap Derajat Keasaman (pH)

Perlakuan	Ulangan			Total (G)	Rata-rata
	I	II	III		
<b>A=15</b>	7,1260	7,1279	7,1275	21,3814	7,1271
<b>B=20</b>	7,1360	7,1380	7,1390	21,4130	7,1377
<b>C=25</b>	7,1545	7,1595	7,1654	21,4794	7,1598
<b>Total</b>	21,4165	21,4254	21,4319	64,2738	

### Uji Kenormalan Data Menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov.



Nilai Kolmogorof < Nilai Kolmogorof Tabel (0,430) P-value > 15%, dapat disimpulkan bahwa data telah terdistribusi secara Normal.

### Perhitungan Acak Lengkap

- $$FK_{oreksi} = \frac{G^2}{n} = \frac{64,2738^2}{9} = 459,0134$$
- $$JK_{total} = A1^2 + A2^2 + \dots + C3^2 - FK = 459,0152 - 459,0134 = 0,0018$$
- $$JK_{perlakuan} = \frac{\sum A^2 + \dots + \sum C^2}{Ulangan} - FK = 458,015 - 459,0134 = 0,0016$$
- $$JK_{acak} = JK_{total} - JK_{perlakuan} = 0,0018 - 0,0016 = 0,0002$$

Lampiran 9 (Lanjutan). Data Dan Rancangan Acak Lengkap Derajat Keasaman (pH)

Tabel Sidik Ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1 %
Perlakuan	2	0,0016	0,0008	24,24**	5,14	10,92
Acak	6	0,0002	0,000033			
Total	8	0,0018				

(\*\*) F hitung > F 1% (berbeda sangat nyata)

Uji Beda Nyata Terkecil :

$$\begin{aligned} \text{SED} &= \sqrt{\frac{2KT_{\text{Acak}}}{3}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 0,000033}{3}} \\ &= 0,00469 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 5\%} &= t \text{ tabel 5\% (db acak)} \times \text{SED} \\ &= 2,447 \times 0,00469 \\ &= 0,01147 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 1\%} &= t \text{ tabel 1\% (db acak)} \times \text{SED} \\ &= 3,707 \times 0,00469 \\ &= 0,017 \end{aligned}$$

Tabel Hasil Uji BNT 5% dan BNT 1%

Rata-rata Perlakuan	A=7,127	B=7,138	C=7,160	Notasi
A=7,127	-	-	-	a
B=7,138	0,011 <sup>ns</sup>	-	-	a
C=7,160	0,033**	0,022**	-	b

Ket : (ns) = Tidak berbeda nyata  
(\*) = Berbeda nyata  
(\*\*) = Berbeda sangat nyata

Tabel analisa polinomial orthogonal

Perlakuan	Data (Ti)	Pembanding untuk regresi (Ci)	
		Linier	Kuadratik
A = 15	21,3814	-21,3814	-21,3814
B = 20	21,4130	0	42,826
C = 25	21,4794	21,4794	-21,4794
Q = ? (Ci Ti)		0,098	-0,03427
Kr = ? (Ci <sup>2</sup> )r		<b>2x3=6</b>	<b>6x3=18</b>
JK = Q2/Kr		0,0016	0,000065
JK Total Regresi		<b>0,001665</b>	

### Lampiran 9 (Lanjutan). Data Dan Rancangan Acak Lengkap Derajat Keasaman (pH)

Tabel Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5 %	F 1 %
1. Perlakuan	2	0,0016	0,0008	-	-	
Linear	1	0,0016	0,0016	48,5**	5.99	13,74
Kuadratik	1	0,000065	0,000065	2,036 <sup>ns</sup>	5.99	13,74
2. Acak	6	0,0002	0,000033			
Total	8	0,0018				

Ket: (ns) = Tidak berbeda nyata  
 (\*) = Berbeda nyata  
 (\*\*) = Berbeda sangat nyata

Dari hasil sidik ragam ternyata F hitung linier > F 1 % (berbeda sangat nyata) dan F hitung kuadratik ada berada di antara F 5% dan F 1% (berbeda nyata). Oleh karena itu regresi linearlah yang sesuai, maka selanjutnya dihitung R<sup>2</sup> :

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{JK \text{ Linear}}{JK \text{ Total Regresi}}$$

$$= \frac{0,0016}{0,0016 + 0,000065}$$

$$R^2 = 0,9609$$

$$R = \sqrt{0,9609}$$

$$= 0,98$$

#### Mencari regresi linier

X	y	Xy	x <sup>2</sup>
15	7,1271	106,9065	225
20	7,1377	142,754	400
25	7,1598	178,995	625
$\sum x = 60$	$\sum y = 21,4246$	$\sum xy = 428,6555$	$\sum x^2 = 1250$
X = 20	Y = 7,1415		

Regresi linear yang cocok  $y = b_0 + b_1x$

$$b_{1x} = \frac{\sum XY - \sum X \cdot \sum Y/n}{\sum X^2 - (\sum X)^2/n}$$

$$= \frac{428,655 - (60 \times 21,4246)/3}{1250 - (60)^2/3}$$

$$= \frac{428,655 - 428,492}{1250 - 1200}$$

$$b_{1x} = 0,00326$$

$$b_0 = y - b_{1x}$$

$$= 7,1415 - (0,00326 (60/3))$$

$$= 7,0763$$

**Lampiran 9 (Lanjutan). Data Dan Rancangan Acak Lengkap Derajat Keasaman (pH)**

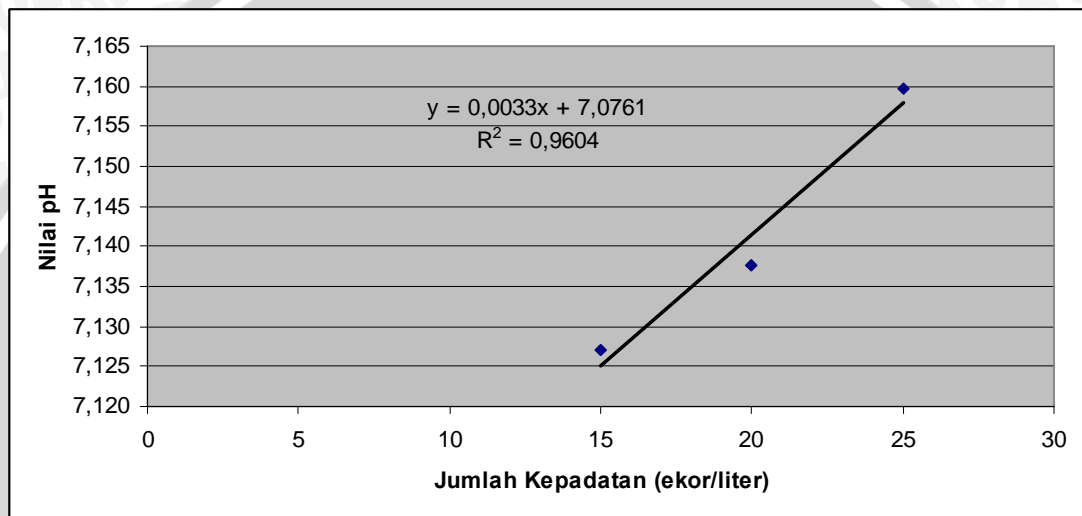
**Persamaan Linear :**

$$y = b_0 + b_1x$$

$$y = 7,0763 + 0,00326x$$

**Untuk :**

- $x = 15$  -----  $y = 7,1252$
- $x = 20$  -----  $y = 7,1415$
- $x = 25$  -----  $y = 7,1578$



## Lampiran 9(Lanjutan). Data Dan Grafik pH.

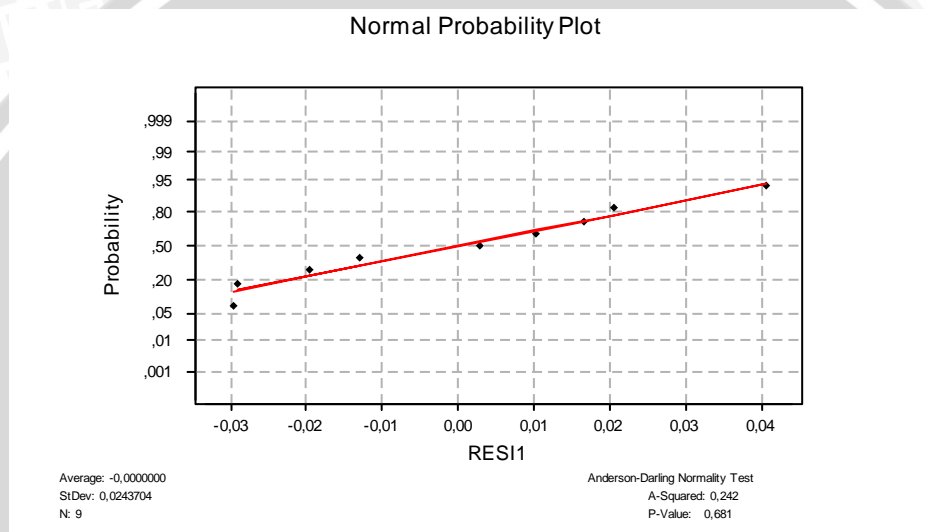
NO	TANGGAL	A1	A2	A3	FA	KA	B1	B2	B3	FB	KB	CI	C2	C3	FC	KC
1	24/03/2008	7,13	7,12	7,15	7,15	7,14	7,12	7,13	7,13	7,14	7,14	7,11	7,1	7,11	7,12	7,14
2	25/03/2008	7,12	7,13	7,12	7,12	7,12	7,12	7,14	7,13	7,13	7,17	7,16	7,17	7,17	7,16	7,2
3	26/03/2008	7,12	7,14	7,13	7,12	7,13	7,17	7,15	7,17	7,15	7,18	7,16	7,18	7,18	7,13	7,26
4	27/03/2008	7,1	7,12	7,14	7,15	7,15	7,07	7,08	7,07	7,15	7,23	7,15	7,14	7,15	7,15	7,32
5	28/03/2008	7,1	7,13	7,14	7,12	7,21	7,09	7,13	7,07	7,2	7,26	7,16	7,17	7,17	7,2	7,4
6	29/03/2008	7,12	7,14	7,13	7,12	7,22	7,14	7,14	7,14	7,27	7,34	7,16	7,18	7,18	7,27	7,57
7	30/03/2008	7,12	7,14	7,13	7,13	7,25	7,13	7,14	7,13	7,26	7,37	7,12	7,14	7,13	7,26	7,58
8	31/03/2008	7,12	7,12	7,14	7,15	7,28	7,17	7,15	7,17	7,24	7,4	7,16	7,13	7,15	7,24	7,7
9	01/04/2008	7,11	7,11	7,1	7,15	7,32	7,14	7,12	7,15	7,29	7,6	7,22	7,2	7,21	7,29	7,75
10	02/04/2008	7,12	7,14	7,13	7,12	7,2	7,17	7,19	7,15	7,3	7,55	7,14	7,18	7,21	7,3	7,65
11	03/04/2008	7,13	7,12	7,12	7,17	7,32	7,15	7,16	7,12	7,32	7,65	7,16	7,13	7,15	7,32	7,51
12	04/04/2008	7,12	7,12	7,12	7,18	7,3	7,15	7,14	7,14	7,29	7,51	7,16	7,17	7,17	7,29	7,71
13	05/04/2008	7,13	7,14	7,13	7,14	7,22	7,12	7,14	7,13	7,32	7,66	7,16	7,18	7,18	7,32	7,78
14	06/04/2008	7,13	7,12	7,14	7,15	7,28	7,17	7,15	7,17	7,35	7,74	7,15	7,14	7,15	7,35	7,73
15	07/04/2008	7,12	7,13	7,1	7,15	7,25	7,14	7,12	7,12	7,35	7,74	7,16	7,16	7,14	7,35	7,68
16	08/04/2008	7,12	7,14	7,13	7,12	7,24	7,14	7,12	7,17	7,34	7,78	7,13	7,14	7,13	7,34	7,54
17	09/04/2008	7,14	7,12	7,1	7,13	7,28	7,13	7,15	7,15	7,34	7,75	7,12	7,14	7,13	7,34	7,67
18	10/04/2008	7,12	7,1	7,13	7,12	7,32	7,11	7,13	7,12	7,35	7,78	7,16	7,13	7,15	7,32	7,66
19	11/04/2008	7,15	7,14	7,14	7,17	7,2	7,14	7,13	7,1	7,39	7,76	7,22	7,2	7,21	7,4	7,81
20	12/04/2008	7,16	7,12	7,1	7,2	7,18	7,13	7,14	7,13	7,37	7,7	7,14	7,18	7,21	7,57	7,78
21	13/04/2008	7,12	7,14	7,13	7,21	7,32	7,14	7,15	7,17	7,38	7,78	7,16	7,13	7,15	7,58	7,6
22	14/04/2008	7,12	7,12	7,14	7,21	7,22	7,16	7,14	7,18	7,22	7,8	7,16	7,17	7,17	7,7	7,72
23	15/04/2008	7,14	7,12	7,14	7,19	7,23	7,14	7,15	7,16	7,37	7,74	7,16	7,18	7,18	7,75	7,7
24	16/04/2008	7,17	7,15	7,13	7,24	7,28	7,14	7,14	7,17	7,44	7,78	7,13	7,19	7,19	7,65	7,66
25	17/04/2008	7,12	7,12	7,14	7,25	7,28	7,17	7,15	7,17	7,51	7,81	7,15	7,14	7,15	7,61	7,8
		7,126	7,128	7,13	7,155	7,236	7,137	7,139	7,139	7,29	7,559	7,155	7,16	7,17	7,35	7,59



## Lampiran 10. Data Dan Rancangan Acak Lengkap DO (ppm)

Perlakuan	Ulangan			Total (G)	Rata-rata
	I	II	III		
<b>A=15</b>	6,5	6,51	6,54	19,55	6,516667
<b>B=20</b>	6,476	6,496	6,472	19,444	6,481333
<b>C=25</b>	6,384	6,352	6,368	19,104	6,368
<b>Total</b>	19,36	19,358	19,38	58,098	

## Uji Kenormalan Data Menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov.



Nilai Kolmogorof < Nilai Kolmogorof Tabel (0,430) P-value > 15%, dapat disimpulkan bahwa data telah terdistribusi secara Normal

## Jumlah kuadrat (JK)

$$\begin{aligned} \text{FK}_{\text{oreksi}} &= \frac{G^2}{n} = \frac{58,098^2}{9} \\ &= 375,041 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK}_{\text{total}} &= A1^2 + A2^2 + \dots + C3^2) - \text{FK} \\ &= 375,0799 - 375,041 \\ &= 0,0389 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK}_{\text{perlakuan}} &= \frac{\sum A^2 + \dots + \sum C^2}{\text{Ulangan}} - \text{FK} \\ &= 375,078 \\ &= 0,037 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK}_{\text{kacak}} &= \text{JK}_{\text{total}} - \text{JK}_{\text{perlakuan}} \\ &= 0,0389 - 0,0379 \\ &= 0,0019 \end{aligned}$$



## Lampiran 10 (Lanjutan). Data Dan Rancangan Acak Lengkap DO (ppm)

Tabel sidik ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1 %
Perlakuan	2	0,037	0,0185	58,54**	5,14	10,92
Acak	6	0,0019	0,000316			
Total	8	0,0398				

(\*\*) F hitung &gt; F 1% (berbeda sangat nyata)

## Uji Beda Nyata Terkecil :

$$\begin{aligned} \text{SED} &= \sqrt{\frac{2KT_{\text{Acak}}}{3}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 0,000316}{3}} \\ &= 0,0144 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 5\%} &= t \text{ tabel 5\% (db acak)} \times \text{SED} \\ &= 2,447 \times 0,0144 \\ &= 0,0352 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 1\%} &= t \text{ tabel 1\% (db acak)} \times \text{SED} \\ &= 3,707 \times 0,0144 \\ &= 0,0533 \end{aligned}$$

Tabel Hasil Uji BNT 5% dan BNT 1%

Rata-rata Perlakuan	19,104	19,444	19,55	Notasi
19,104	-	-	-	a
19,444	0,34**	-	-	b
19,55	0,45**	0,11**	-	c

Ket : (ns) = Tidak berbeda nyata  
 (\*) = Berbeda nyata  
 (\*\*) = Berbeda sangat nyata

Tabel analisa polinomial orthogonal

Perlakuan	Data (Ti)	Pembanding untuk regresi (Ci)	
		Linier	Kuadratik
A = 15	19,55	-19,55	-19,55
B = 20	19,444	0	38,888
C = 25	19,104	19,104	-19,104
Q = ? (Ci Ti)		-0,454	0,234
Kr = ? (Ci <sup>2</sup> )r		<b>2x3=6</b>	<b>6x3=18</b>
JK = Q <sup>2</sup> /Kr		0,034	0,003
JK Total Regresi		<b>0,037</b>	

## Lampiran 10 (Lanjutan). Data Dan Rancangan Acak Lengkap DO (ppm)

Tabel Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5 %	F 1 %
1. Perlakuan	2	0,037	0,0185	-	-	
Linear	1	0,034	0,034	107,59**	5.99	13,74
Kuadratik	1	0,0027	0,0027	8,54*	5.99	13,74
2. Acak	6	0,00019	0,000316			
Total	8	0,001078				

Ket: (ns) = Tidak berbeda nyata  
 (\*) = Berbeda nyata  
 (\*\*) = Berbeda sangat nyata

Dari hasil sidik ragam ternyata F hitung linier > F1 % (Sangat berbeda nyata) dan F 5% < F hitung kuadratik < F 1% (berbeda nyata). Oleh karena itu regresi linearlah yang sesuai, maka selanjutnya dihitung R<sup>2</sup> :

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{JK_{\text{Linear}}}{JK_{\text{Total Regresi}}}$$

$$= \frac{0,034}{0,034 + 0,0003}$$

$$R^2 = 0,918$$

$$R = \sqrt{0,918}$$

$$= 0,958$$

## Mencari regresi linier

x	y	Xy	x <sup>2</sup>
15	6,516	97,74	225
20	6,481	129,62	400
25	6,368	159,2	625
$\sum x = 60$	$\sum y = 19,365$	$\sum xy = 386,56$	$\sum x^2 = 1250$
X = 20	Y = 6,455		

Regresi linear yang cocok  $y = b_0 + b_1x$

$$b_{1x} = \frac{\sum XY - \sum X \cdot \sum Y/n}{\sum X^2 - (\sum X)^2/n}$$

$$= \frac{386,56 - (60 \times 6,455)}{1250 - (60)^2/3}$$

$$= \frac{386,56 - 387,3}{1250 - 1200} = -0,0148$$

$$b_{1x} = -0,0148$$

$$b_0 = y - b_{1x}$$

$$= 6,455 - (-0,0148 \times (60/3))$$

$$= 6,751$$

**Lampiran 10 (Lanjutan). Data Dan Rancangan Acak Lengkap DO (ppm)**

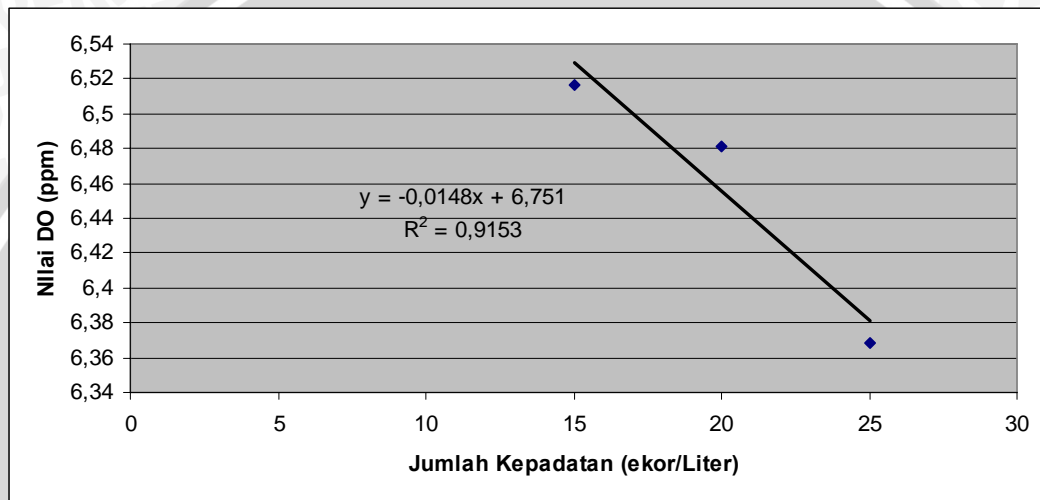
**Persamaan Linear :**

$$y = b_0 + b_1x$$

$$y = 6,751 - 0,0148x$$

**Untuk :**

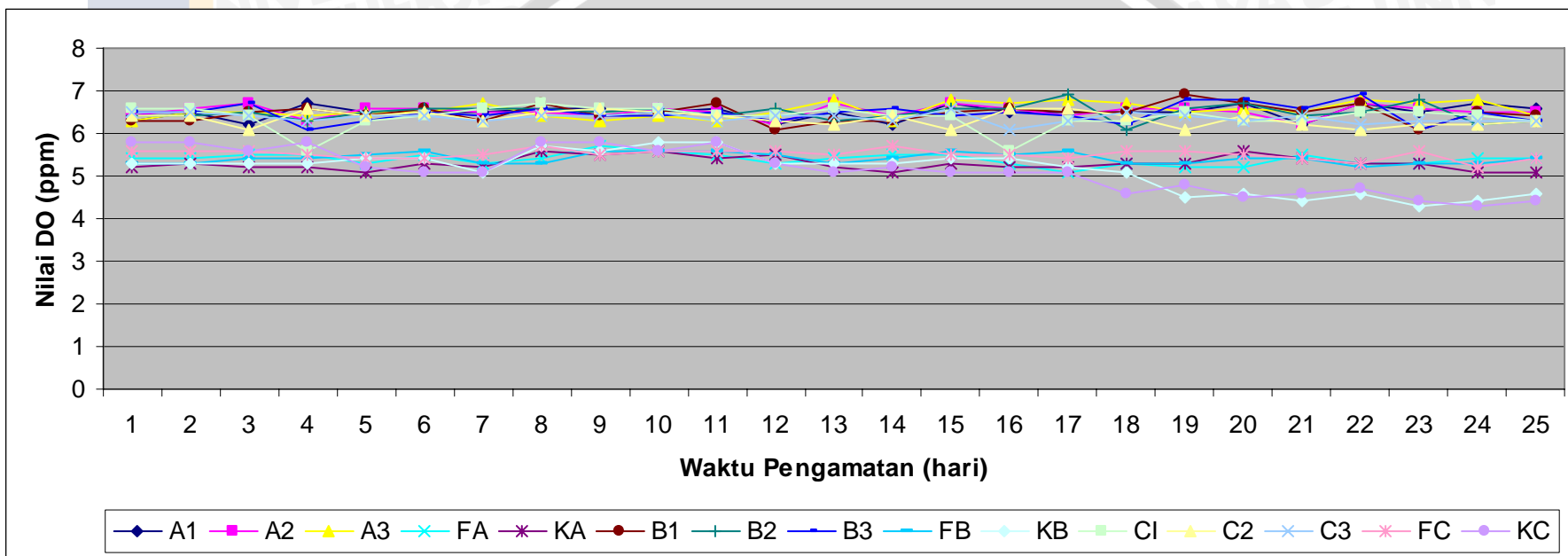
- $x = 15$  -----  $y = 6,529$
- $x = 20$  -----  $y = 6,455$
- $x = 25$  -----  $y = 6,381$



Lampiran 10 (Lanjutan). Data Dan Grafik DO (ppm)

NO	TANGGAL	PERLAKUAN														
		A1	A2	A3	FA	KA	B1	B2	B3	FB	KB	CI	C2	C3	FC	KC
1	24/03/2008	6,3	6,4	6,3	5,4	5,2	6,3	6,4	6,5	5,3	5,3	6,6	6,4	6,5	5,6	5,8
2	25/03/2008	6,5	6,6	6,5	5,4	5,3	6,3	6,4	6,5	5,3	5,3	6,6	6,4	6,5	5,6	5,8
3	26/03/2008	6,2	6,7	6,5	5,5	5,2	6,5	6,5	6,7	5,4	5,3	6,4	6,1	6,4	5,6	5,6
4	27/03/2008	6,7	6,3	6,4	5,5	5,2	6,6	6,3	6,1	5,4	5,3	5,6	6,6	6,3	5,5	5,8
5	28/03/2008	6,5	6,6	6,5	5,3	5,1	6,4	6,5	6,3	5,5	5,4	6,3	6,4	6,4	5,4	5,2
6	29/03/2008	6,5	6,6	6,5	5,5	5,3	6,6	6,6	6,5	5,6	5,4	6,4	6,5	6,4	5,4	5,1
7	30/03/2008	6,5	6,5	6,7	5,3	5,2	6,3	6,6	6,4	5,3	5,1	6,6	6,3	6,3	5,5	5,1
8	31/03/2008	6,6	6,5	6,4	5,4	5,6	6,7	6,6	6,6	5,3	5,7	6,7	6,5	6,4	5,7	5,8
9	01/04/2008	6,6	6,4	6,3	5,7	5,5	6,4	6,5	6,4	5,6	5,6	6,6	6,6	6,4	5,5	5,8
10	02/04/2008	6,5	6,6	6,4	5,6	5,6	6,5	6,6	6,4	5,6	5,8	6,6	6,5	6,5	5,6	5,6
11	03/04/2008	6,6	6,5	6,3	5,5	5,4	6,7	6,4	6,5	5,6	5,8	6,4	6,4	6,3	5,6	5,8
12	04/04/2008	6,2	6,2	6,5	5,3	5,5	6,1	6,6	6,3	5,5	5,3	6,4	6,3	6,4	5,6	5,3
13	05/04/2008	6,5	6,7	6,8	5,4	5,2	6,3	6,3	6,5	5,3	5,3	6,6	6,2	6,4	5,5	5,1
14	06/04/2008	6,2	6,4	6,3	5,5	5,1	6,3	6,4	6,6	5,4	5,3	6,4	6,4	6,3	5,7	5,2
15	07/04/2008	6,7	6,7	6,8	5,5	5,3	6,5	6,6	6,4	5,6	5,4	6,4	6,1	6,6	5,5	5,1
16	08/04/2008	6,5	6,6	6,7	5,3	5,2	6,6	6,6	6,5	5,5	5,4	5,6	6,6	6,1	5,5	5,1
17	09/04/2008	6,5	6,4	6,8	5,1	5,2	6,5	6,9	6,4	5,6	5,2	6,3	6,6	6,3	5,4	5,1
18	10/04/2008	6,5	6,6	6,7	5,3	5,3	6,5	6,1	6,2	5,3	5,1	6,3	6,4	6,5	5,6	4,6
19	11/04/2008	6,5	6,6	6,5	5,2	5,3	6,9	6,6	6,8	5,3	4,5	6,5	6,1	6,4	5,6	4,8
20	12/04/2008	6,7	6,5	6,6	5,2	5,6	6,7	6,7	6,8	5,4	4,6	6,3	6,4	6,3	5,5	4,5
21	13/04/2008	6,2	6,2	6,5	5,5	5,4	6,5	6,4	6,6	5,4	4,4	6,3	6,2	6,4	5,4	4,6
22	14/04/2008	6,7	6,7	6,8	5,3	5,3	6,7	6,5	6,9	5,2	4,6	6,5	6,1	6,2	5,3	4,7
23	15/04/2008	6,5	6,6	6,7	5,3	5,3	6,1	6,8	6,1	5,3	4,3	6,5	6,2	6,3	5,6	4,4
24	16/04/2008	6,7	6,5	6,8	5,4	5,1	6,5	6,2	6,5	5,3	4,4	6,4	6,2	6,3	5,2	4,3
25	17/04/2008	6,6	6,5	6,4	5,4	5,1	6,4	6,3	6,3	5,4	4,6	6,3	6,3	6,3	5,4	4,4
		6,5	6,52	6,55	5,39	5,3	6,48	6,496	6,47	5,42	5,136	6,384	6,352	6,37	5,51	5,14

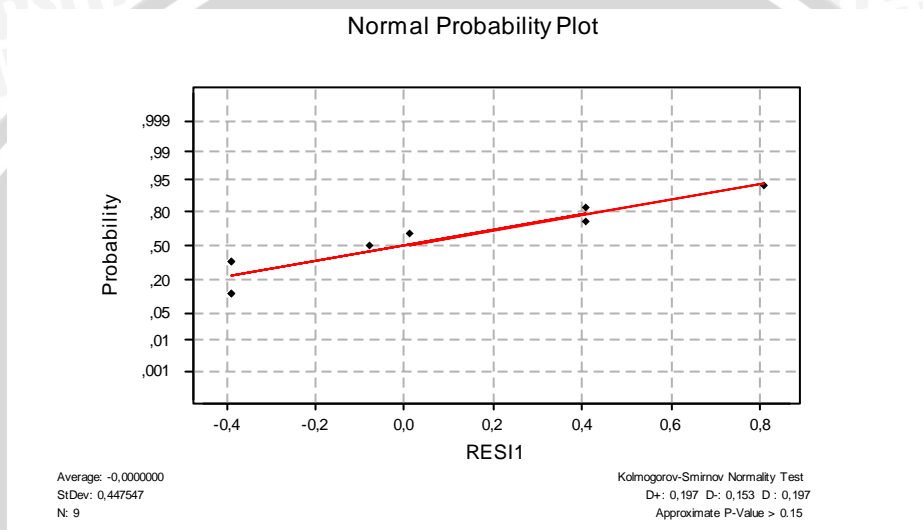
Lampiran 10 (Lanjutan). Data Dan Grafik DO (ppm)



Lampiran 11. Data Dan rancangan Acak Lengkap CO<sub>2</sub> (ppm)

Perlakuan	Ulangan			Total (G)	Rata-rata
	I	II	III		
<b>A=15</b>	6,392	6,392	7,19	19,974	6,658
<b>B=20</b>	7,99	8,789	7,9	24,679	8,226333
<b>C=25</b>	8,789	9,588	8,789	27,166	9,055333
<b>Total</b>	23,171	24,769	23,879	71,819	

## Uji Kenormalan Data Menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov.



Nilai Kolmogorof < Nilai Kolmogorof Tabel (0,430) P-value > 15%, dapat disimpulkan bahwa data telah terdistribusi secara Normal.

## Perhitungan Acak Lengkap

$$\begin{aligned} \text{FK}_{\text{oreksi}} &= \frac{G^2}{n} = \frac{71,819^2}{9} \\ &= 573,1076 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK}_{\text{total}} &= A1^2 + A2^2 + \dots + C3^2 - \text{FK} \\ &= 583,33 - 573,1076 \\ &= 10,22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK}_{\text{perlakuan}} &= \frac{\sum A^2 + \dots + \sum C^2}{\text{Ulangan}} - \text{FK} \\ &= 582 - 573,1076 \\ &= 8,892 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK}_{\text{kacak}} &= \text{JK}_{\text{total}} - \text{JK}_{\text{perlakuan}} \\ &= 10,22 - 8,892 \\ &= 33,503 \end{aligned}$$

Lampiran 11 (Lanjutan). Data Dan rancangan Acak Lengkap CO<sub>2</sub> (ppm)

Tabel Sidik Ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1 %
Perlakuan	2	8,892	4,446	20,09**	5,14	10,92
Acak	6	1,328	0,2213			
Total	8	10,22				

Keterangan :

(\*\*) F Hitung &gt; F Tabel (Berbeda Sangat Nyata)

## Uji Beda Nyata Terkecil :

$$\begin{aligned} \text{SED} &= \sqrt{\frac{2KT_{Acak}}{3}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 0,2213}{3}} \\ &= 0,384 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 5\%} &= t \text{ tabel 5\% (db acak)} \times \text{SED} \\ &= 2,447 \times 0,384 \\ &= 0,939 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 1\%} &= t \text{ tabel 1\% (db acak)} \times \text{SED} \\ &= 3,707 \times 0,384 \\ &= 1,423 \end{aligned}$$

Tabel Hasil Uji BNT 5% dan BNT 1%

Rata-rata Perlakuan	6,658	8,226	9,055	Notasi
6,658	-	-	-	a
8,226	1,568**	-	-	b
9,055	2,397**	0,829 <sup>ns</sup>	-	b

Ket : (ns) = Tidak berbeda nyata

(\*) = Berbeda nyata

(\*\*) = Berbeda sangat nyata

Tabel analisa polinomial orthogonal

Perlakuan	Data (Ti)	Pembanding untuk regresi (Ci)	
		Linier	Kuadratik
A = 15	19,974	-19,974	-19,974
B = 20	24,679	0	49,358
C = 25	27,166	27,166	-27,166
Q = ? (Ci Ti)		7,192	-2,218
Kr = ? (Ci <sup>2</sup> )r		<b>2x3=6</b>	<b>6x3=18</b>
JK = Q2/Kr		8,62	0,2733
JK Total Regresi		<b>8,89</b>	

Lampiran 11 (Lanjutan). Data Dan rancangan Acak Lengkap CO<sub>2</sub> (ppm)

Tabel Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5 %	F 1 %
1. Perlakuan	2	8,892	4,446	-	-	
Linear	1	8,62	8,62	38,95**	5.99	13,74
Kuadratik	1	0,2733	0,2733	1,234 <sup>ns</sup>	5.99	13,74
2. Acak	6	1,328	0,2213			
Total	8	10,22				

Ket: (ns) = Tidak berbeda nyata  
 (\*) = Berbeda nyata  
 (\*\*) = Berbeda sangat nyata

Dari hasil sidik ragam ternyata F hitung linier > F 1 % (berbeda sangat nyata) dan F hitung kuadratik ada berada di antara F 5% dan F 1% (berbeda nyata). Oleh karena itu regresi linearlah yang sesuai, maka selanjutnya dihitung R<sup>2</sup> :

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{JK_{\text{Linear}}}{JK_{\text{Total Regresi}}}$$

$$= \frac{8,62}{8,62 + 0,2733}$$

$$R^2 = 0,96$$

$$R = \sqrt{0,96}$$

$$= 0,979$$

## Mencari regresi linier

x	y	Xy	x <sup>2</sup>
15	6,658	99,87	225
20	8,2263	164,526	400
25	9,0553	226,379	625
$\sum x = 60$	$\sum y = 23,9396$	$\sum xy = 490,771$	$\sum x^2 = 1250$
$X = 20$	$Y = 7,979$		

$$b_{1x} = \frac{\sum XY - \sum X \cdot \sum Y/n}{\sum X^2 - (\sum X)^2/n}$$

$$= \frac{490,771 - (60 \times 23,9396)/3}{1250 - (60)^2/3}$$

$$= \frac{490,771 - 478,792}{1250 - 1200}$$

$$b_{1x} = 0,2395$$

$$b_0 = y - b_{1x}$$

$$= 7,979 - (0,2395(60/3))$$

$$= 3,189$$

Lampiran 11 (Lanjutan). Data Dan rancangan Acak Lengkap CO<sub>2</sub> (ppm).



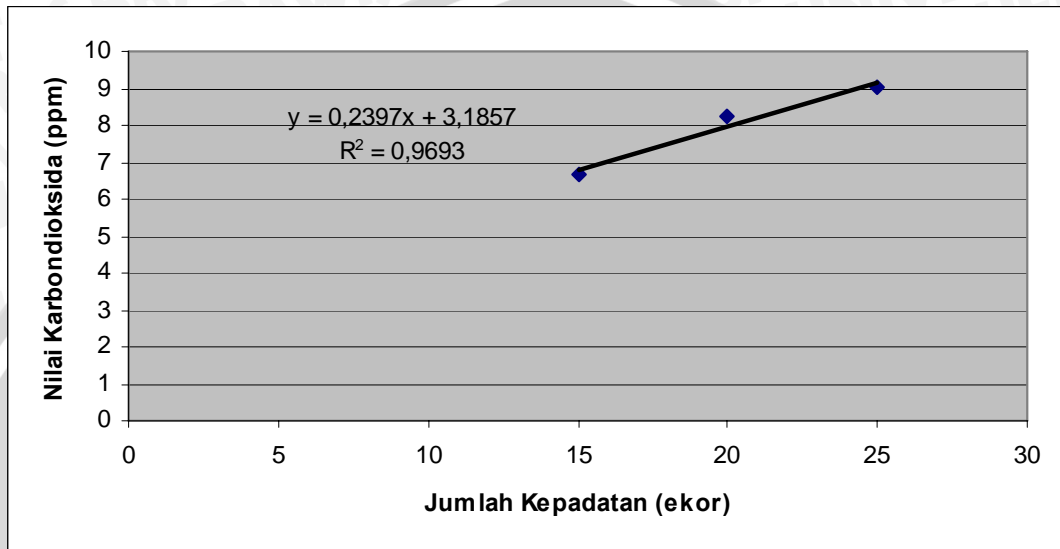
**Persamaan Linear :**

$$y = b_0 + b_1x$$

$$y = 3,189 + 0,2395x$$

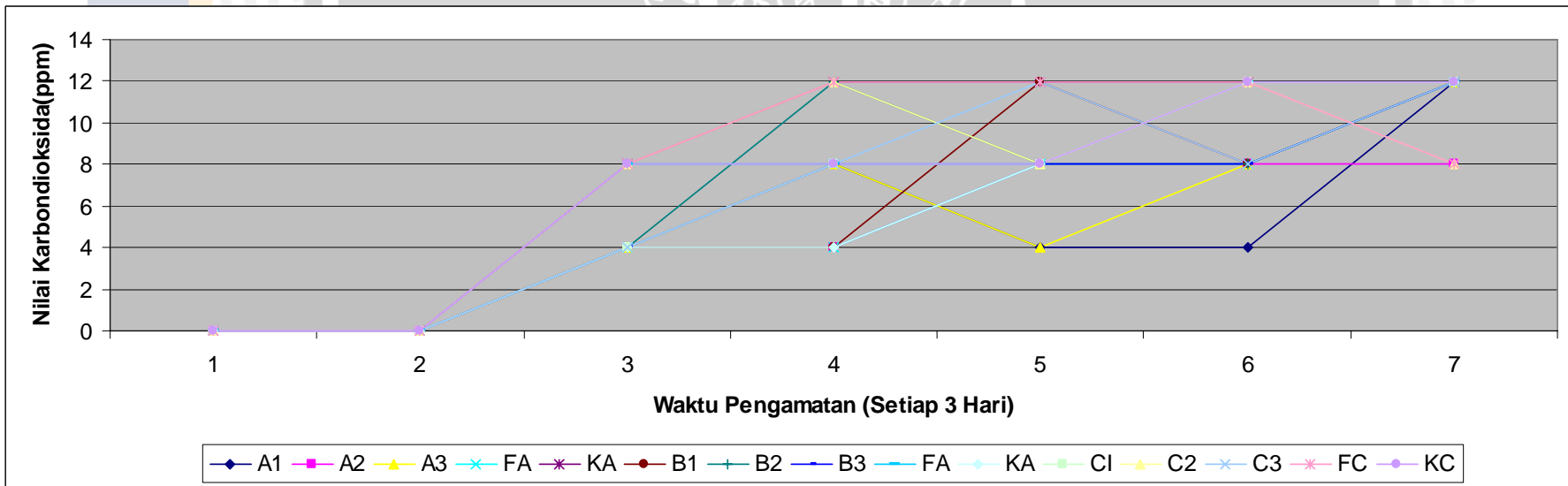
**Untuk :**

- $x = 15$  -----  $y = 6,7815$
- $x = 20$  -----  $y = 7,979$
- $x = 25$  -----  $y = 9,1765$



Lampiran 12(Lanjutan). Data dan Grafik CO<sub>2</sub> (ppm)

No.	Tanggal	A1	A2	A3	FA	KA	B1	B2	B3	FA	KA	CI	C2	C3	FC	KC
1.	27/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.	31/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.	03/04/2008	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	7,99	7,99	4,00	7,99	4,00	7,99	7,99
4.	07/04/2008	7,99	4,00	7,99	4,00	4,00	4,00	11,99	7,99	7,99	7,99	7,99	11,99	7,99	11,99	11,99
5.	10/04/2008	4,00	7,99	4,00	7,99	7,99	11,99	7,99	7,99	7,99	7,99	7,99	7,99	11,99	11,99	11,99
6.	14/04/2008	4,00	7,99	7,99	7,99	11,99	7,99	7,99	7,99	11,99	11,99	11,99	11,99	7,99	11,99	11,99
7.	17/04/2008	11,99	7,99	11,99	11,99	11,99	11,99	11,99	11,99	11,99	11,99	11,99	7,99	11,99	7,99	11,99
		6,392	6,392	7,191	7,191	7,990	7,990	8,789	7,990	9,588	9,588	8,789	9,588	8,789	10,387	11,186



Lampiran 12. Data dan Rancangan Acak Kelulusan Hidup Ikan (*Survival Rate*)

## Data Klulusan Hidup Ikan (%) Selama Penelitian.

Perlakuan	Ulangan				
	I	II	III	Rata-rata	Kontrol
A=15 ekor	100%	100%	100%	100%	100%
B=20 ekor	100%	100%	100%	100%	90%
C=25 ekor	100%	100%	100%	100%	84%

## Data Kelulusan Hidup Setelah Di Ubah Ke Dalam Bentuk (100-1/4n)

Perlakuan	Ulangan			Total (G)	Rata-rata
	I	II	III		
A=15	96,25	96,25	96,25	288,75	96,25
B=20	95,00	95,00	95,00	285,00	95,00
C=25	93,75	93,75	93,75	281,25	93,75
Total	285,00	285,00	285,00	855,00	

Data Kelulusan Hidup Setelah Ditransformasi Dalam Bentuk  $\text{Sin}^{-1} \sqrt{(100 - \frac{1}{4}n)\%}$ .

Perlakuan	Ulangan			Total (G)	Rata-rata
	I	II	III		
A=15	96,25	96,25	96,25	288,75	96,25
B=20	95,00	95,00	95,00	285,00	95,00
C=25	93,75	93,75	93,75	281,25	93,75
Total	285,00	285,00	285,00	855,00	

## Perhitungan Acak Lengkap

- $FK_{oreksi} = \frac{G^2}{n} = \frac{597,01^2}{9} = 53979,55$
- $JK_{total} = A^2 + A^2 + \dots + C^2 - FK = 53997,289 - 53979,55 = 17,737$
- $JK_{perlakuan} = \frac{\sum A^2 + \dots + \sum C^2}{Ulangan} - FK = 53997,289 - 53979,55 = 17,737$
- $JK_{acak} = JK_{total} - JK_{perlakuan} = 17,737 - 17,737 = 0,00$

## Tabel Sidik Ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	17,737	$\infty$	ns	5,14	10,92
Acak	6	0,00	0,00			
Total	8	17,737				

(<sup>ns</sup>)F hitung < F 5% (tidak berbeda nyata)

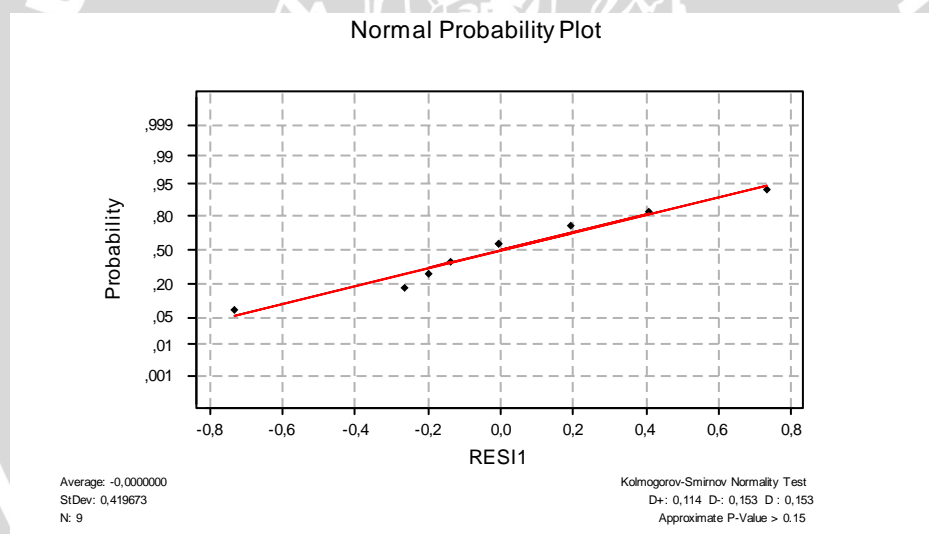
Lampiran 13. Data dan Rancangan Acak Lengkap Laju Pertumbuhan Ikan Manvis(%).

Perlakuan	Ulangan			Total (G)	Rata-rata
	I	II	III		
A=15	2,1	2	2,6	6,7	2,2
B=20	1,6	1,8	2,04	5,4	1,8
C=25	1,7	1,9	1,7	5,3	1,7
Total	5,4	5,7	6,3	17,44	

Data Pertumbuhan Ikan Manvis Selama Penelitian Setelah Di Transformasikan Ke Dalam  $\text{Sin}^{-1}\sqrt{\%}$  Pada Wadah Resirkulasi

Perlakuan	Ulangan			Total (G)	Rata-rata
	I	II	III		
A=15	8,33	8,27	9,2	25,8	8,60
B=20	7,23	7,7	8,16	23,09	7,70
C=25	7,46	7,87	7,46	22,79	7,60
Total	23,02	23,84	24,82	71,68	

Uji Kenormalan Data Menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov.



Nilai Kolmogorov < Nilai Kolmogorov Tabel (0,430) P-value > 15%, dapat disimpulkan bahwa data telah terdistribusi secara Normal.

Lampiran 13 (Lanjutan). Data dan Rancangan Acak Lengkap Laju Pertumbuhan Ikan Manvis(%).

Perhitungan Acak Lengkap

- $FK_{oreksi} = \frac{G^2}{n} = \frac{71,68^2}{9} = 570,891$
- $JK_{total} = A1^2 + A2^2 + \dots + C3^2 - FK = (8,33^2 + 8,27^2 + \dots + 7,46^2) - 570,891 = 2,9194$
- $JK_{perlakuan} = \frac{\sum A^2 + \dots + \sum C^2}{Ulangan} - FK = \frac{25,8^2 + \dots + 22,79^2}{3} - 570,891 = 1,833$
- $JK_{acak} = \frac{JK_{total} - JK_{perlakuan}}{df} = \frac{2,9194 - 1,833}{2} = 0,5432$

Tabel Sidik Ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1 %
Perlakuan	2	1,833	0,9165	5,06 <sup>ns</sup>	5,14	10,92
Acak	6	1,0864	0,18106			
Total	8	2,9194				

(<sup>ns</sup>)F hitung < F 5% (tidak berbeda nyata)

## Lampiran 13(lanjutan). Data dan Grafik Lengkap Laju Pertumbuhan Ikan Manvis(%).

NO.	WO	WT	WO	WT	WO	WT	WO	WT	WO	WT	WO	WT	WO	WT	WO	WT	WO	WT	WO	WT	WO	WT	WO	WT		
	A1	A1	A2	A1	A3	A3	KA	KA	B1	B1	B2	B2	B3	B3	KB	KB	C1	C1	C2	C2	C3	C3	KC	KC		
1	1,69	2,25	1,96	2,22	1,68	2,92	2,63	2,16	1,17	2,13	1,61	2,17	1,71	2,92	1,14	1,9	1,88	2,76	1,09	2,6	2,08	2,12	1,22	3,06		
2	1,76	2,83	1,47	3,67	1,35	2,85	1,22	2,17	1,47	1,9	1,71	2,83	1,85	2,77	1,17	2,2	1,33	2,43	1,57	2,43	1,44	1,94	1,1	2,26		
3	2,07	2,27	1,84	2,41	1,61	2,26	1,74	4,02	1,65	2,12	1,85	2,39	1,85	3,17	1,55	2,45	1,65	2,8	2,86	2,39	1,51	3,17	1,13	2,26		
4	1,61	2,8	1,1	3,06	1,16	2,54	1,62	2,39	1,95	1,94	1,5	1,94	1,89	2,16	1,22	1,97	1,15	1,94	1,26	2,73	1,77	3,46	1,43	2,11		
5	1,14	3,63	2,63	3,59	1,17	3,39	1,47	2,73	1,46	1,92	1,21	1,92	1,54	2,54	2,45	2,69	1,46	1,92	1,5	2,9	1,51	2,63	1,54	1,92		
6	1,17	2,92	1,22	2,9	1,47	2,92	1,84	3,13	1,63	1,85	1,48	1,92	1,62	2,9	2,23	2,69	1,14	2,26	1,21	3,39	2,35	2,16	2,85	2,71		
7	1,55	1,92	1,74	3,46	1,26	2,18	1,1	2,26	1,64	2,63	1,65	2,26	1,79	3,39	1,74	3,39	1,45	2,77	1,48	2,26	1,71	3,17	2,73	2,27		
8	1,22	3,43	1,62	3,19	1,35	3,17	1,43	2,41	1,47	2,16	1,95	2,77	1,21	2,26	1,85	2,26	2,23	2,09	2,28	3,43	1,3	2,41	1,78	2,02		
9	1,1	2,2	1,79	2,76	1,42	2,6	1,95	3,7	1,84	1,97	1,46	3,17	1,48	2,26	1,47	2,59	1,74	2,6	1,17	2,2	1,44	3,7	1,1	1,85		
10	1,13	2,44	1,61	2,43	1,27	2,43	2,63	2,02	1,1	2,85	1,64	2,09	1,43	2,77	1,61	1,97	1,93	2,43	1,63	2,44	1,41	2,02	3,13	2,19		
11	1,43	1,88	1,71	1,95	1,97	3,3	1,64	4,16	2,79	2,02	1,49	2,27	1,17	3,17	1,16	2,12	2,39	2,92	1,64	3,06	1,8	3,19	1,47	1,9		
12	2,26	2,09	1,85	2,92	1,37	2,63	1,49	2,07	1,43	3,17	1,7	2,8	1,17	2,09	1,17	3,06	1,84	2,26	1,89	2,6	1,2	2,76	1,17	2,69		
13	2,03	3,28	1,47	1,92	1,38	2,18	1,12	4,07	1,12	2,79	1,45	3,67	1,47	2,8	1,76	1,85	1,55	2,63	1,54	2,83	1,5	2,09	1,95	3,12		
14	1,9	2,71	1,56	3,04	1,4	2,92	1,55	2,01	1,89	2,16	1,27	2,41	1,26	1,92	2,07	1,88	1,66	2,09	1,45	2,39	1,78	2,09	1,74	3,75		
15	1,85	4,24	1,44	2,48	1,73	3,91	1,9	2,14	1,54	2,92	1,97	2,92	1,35	1,85	1,61	2,22	1,73	3,17	1,12	1,94	1,71	1,94	1,62	2,56		
16											2,85	2,18	1,37	1,92	1,42	2,17	1,51	3,25	2,13	2,77	1,49	1,95	1,22	1,92	1,79	3,17
17											2,73	2,41	1,44	2,02	1,12	2,83	1,49	2,41	1,79	2,17	1,7	2,26	1,22	1,85	1,43	1,83
18											1,78	2,79	1,51	2,79	1,55	2,63	1,47	2,83	1,43	2,92	1,41	2,92	1,55	2,63	1,95	3,17
19											1,71	3,59	1,85	2,02	1,9	2,17	1,46	MATI	1,24	2,18	1,51	1,92	1,75	2,16	1,74	1,85
20											1,22	2,41	1,47	2,63	1,85	2,19	1,66	MATI	1,74	2,77	1,49	2,92	1,49	1,97	1,62	2,47
21																			1,06	2,18	1,47	1,92	1,91	2,26	1,84	2,15
22																			1,64	3,17	1,7	2,26	1,7	2,77	1,65	MATI
23																			1,14	2,16	1,36	2,11	1,77	3,17	1,95	MATI
24																			1,35	2,54	1,41	2,09	1,95	2,09	1,62	MATI
25																			1,73	2,9	1,76	2,71	1,7	2,8	1,47	MATI
total	23,9	41,7	25	37,1	21,6	40,5	25,3	51,4	34,4	55,4	30,6	45,9	30,6	45,6	31,8	43,7	40,4	63,5	39	64,2	40,8	63,2	43	51,3		
rataan	1,59	2,73	1,67	2,8	1,44	2,81	1,69	2,76	1,58	2,39	1,53	2,44	1,53	2,57	1,59	2,43	1,62	2,51	1,56	2,51	1,63	2,5	1,72	2,44		
In	0,47	1,00	0,51	1,03	0,36	1,03	0,52	1,02	0,46	0,87	0,43	0,89	0,43	0,94	0,46	0,89	0,48	0,92	0,44	0,92	0,49	0,92	0,54	0,89		

Lampiran 13(lanjutan). Data dan Grafik Lengkap Laju Pertumbuhan Ikan Manvis(%).

Pertumbuhan (%)

A1	A2	A3	KA	B1	B2	B3	KB	C1	C2	C3	KC
2,12	2,08	2,6	2	1,6	1,8	2,04	1,7	1,7	1,9	1,7	1,4

