

**PENGARUH PEMBERIAN PROBIOTIK KOMERSIAL TERHADAP LAJU  
PERTUMBUHAN DAN KETEBALAN VILI USUS IKAN KOI (*Cyprinus carpio*)**

**SKRIPSI**

Oleh :

**WIDYA TRI ELWIRA  
NIM. 145080500111026**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**

**PENGARUH PEMBERIAN PROBIOTIK KOMERSIAL TERHADAP LAJU  
PERTUMBUHAN DAN KETEBALAN VILI USUS IKAN KOI (*Cyprinus carpio*)**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan  
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya**

Oleh :

**WIDYA TRI ELWIRA  
NIM. 145080500111026**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**

SKRIPSI

**PENGARUH PEMBERIAN PROBIOTIK KOMERSIAL TERHADAP LAJU  
PERTUMBUHAN DAN KETEBALAN VILI USUS IKAN KOI (*Cyprinus carpio*)**

Oleh :

**WIDYA TRI ELWIRA  
NIM. 145080500111026**

Telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal 03 Juli 2018  
dan dinyatakan memenuhi syarat

Mengetahui,  
Ketua Jurusan MSP



**(Dr. Ir. M. Firdaus, MP)**  
NIP. 19680919 200501 1 001  
TANGGAL: 13 JUL 2018

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing 1

**(Dr. Ir. Mohammad Fadjar, M.Sc)**  
NIP. 19621014 198701 1 001  
TANGGAL: 13 JUL 2018



## LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : PENGARUH PEMBERIAN PROBIOTIK KOMERSIAL  
TERHADAP LAJU PERTUMBUHAN DAN KETEBALAN  
VILI USUS IKAN KOI (*Cyprinus carpio*)

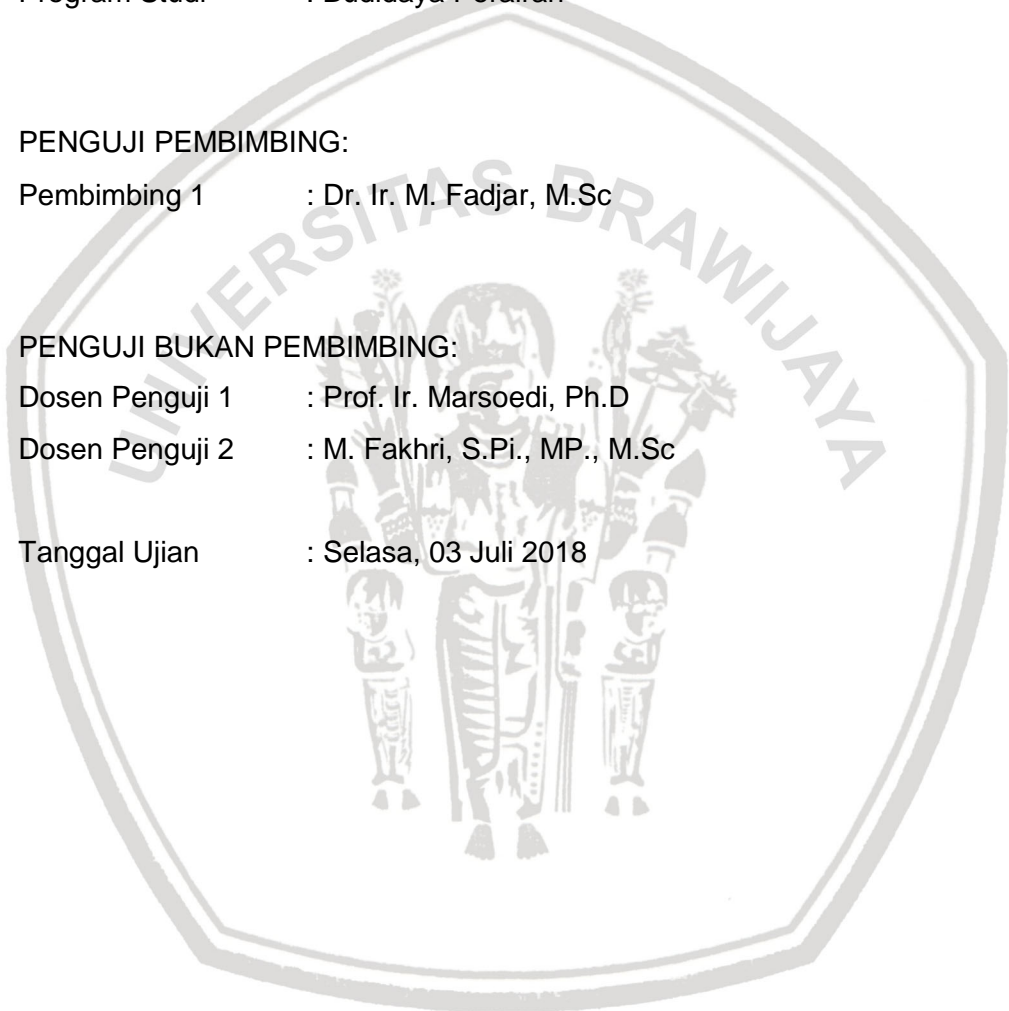
Nama Mahasiswa : Widya Tri Elwira  
NIM : 145080500111026  
Program Studi : Budidaya Perairan

### PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Dr. Ir. M. Fadjar, M.Sc

### PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:

Dosen Penguji 1 : Prof. Ir. Marsoedi, Ph.D  
Dosen Penguji 2 : M. Fakhri, S.Pi., MP., M.Sc  
Tanggal Ujian : Selasa, 03 Juli 2018



## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 03 Juli 2018

Mahasiswa

Widya Tri Elwira



## RIWAYAT HIDUP



**Widya Tri Elwira** adalah nama penulis skripsi ini. Penulis lahir dari orang tua Suharso dan Fatwati Sukaningsih sebagai anak ke-tiga dari dua bersaudara. Penulis dilahirkan di Desa Pulorejo, Kecamatan Dawarblandong, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur pada tanggal 02 November 1995. Penulis menempuh pendidikan dimulai dari SDN Pulorejo II (lulus tahun 2008), melanjutkan ke SMP 1 Dawarbalndong (*lulus tahun 2011*) kemudian melanjutkan ke SMA Negeri 1 Sooko (*lulus tahun 2014*) dan Universitas Brawijaya Malang hingga akhirnya bisa menempuh masa kuliah di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Program Studi Budidaya Perairan.

Dengan ketentuan motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis telah berhasil menyelesaikan pengerjaan tugas akhir skripsi ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir skripsi ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya skripsi yang berjudul **“Pengaruh Pemberian Probiotik Komersial terhadap Laju Pertumbuhan dan Ketebalan Vili Usus Ikan Koi (*Cyprinus carpio*)”**.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas karunia dan kesehatan yang diberikan selama ini sehingga laporan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Ayah, ibu, nenek dan kakak tercinta sebagai keluarga penulis yang telah memberikan doa, nasehat serta segala dukungan moril dan materil yang diberikan.
3. Dr. Ir. M. Fadjar, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran, bimbingan, arahan dan nasehat sehingga laporan skripsi dapat terselesaikan dengan baik.
4. Prof. Ir. Marsoedi, Ph.D selaku dosen penguji I.
5. M. Fakhri, S.Pi., MP., M.Sc selaku dosen penguji II.
6. Bapak Udin selaku laboran dari Budidaya Ikan, Divisi Reproduksi Ikan yang telah banyak membantu selama kegiatan penelitian.
7. Tim Petrosida : Ika Widiastuti, Arya Indra Arifyalza, Ammar Haqi Amrullah serta Billy Juliadi yang telah berjuang bersama mulai dari penelitian, serta mengerjakan dan menyelesaikan skripsi.
8. Teruntuk ciwi-ciwi: Ika Inyong, Anissa Zalsa, Dewi, Nisa Wigun, Nidaul Jannah, Attaibatus, Mila, Siska, Shinta, Silfana serta untuk Mas Jefri, Mbak Endar yang telah banyak membantu dan memberikan semangat serta hiburan selama ini.
9. Teman – teman angkatan Budidaya Perairan 2014 (AQUAFORCE) atas semangat dan dukungan yang telah diberikan.

10. Teman-teman Kos 29B : Dewi, Dinda, Adzra, Rynda, Nida, Ari, Rizki, Addini, Putri dan Eris yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan, motivasi, semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Malang, Juli 2018

Penulis





## RINGKASAN

**WIDYA TRI ELWIRA.** Pengaruh Pemberian Probiotik Komersial terhadap Laju Pertumbuhan dan Ketebalan Vili Usus Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) (dibawah bimbingan **Dr. Ir. Mohammad Fadjar, M.Sc**).

---

Ikan koi (*C. carpio*) merupakan salah satu jenis ikan hias yang dikembangkan sebagai usaha budidaya di Indonesia, karena mudah dipelihara dan memiliki nilai jual yang tinggi. Koi merupakan ikan air tawar yang bisa bertahan hidup dalam air yang agak asin, yakni sekitar 10 ppm. Koi dapat hidup baik di ketinggian 150-600 mdpl dengan suhu 25-30°C. Seiring dengan permintaan pasar yang mengalami kenaikan setiap tahunnya menjadikan ikan koi banyak dibudidayakan di Indonesia. Budidaya ikan koi yang semakin pesat di Indonesia tidak memungkirinya timbulnya masalah dalam proses budidaya. Pertumbuhan yang relatif lama menjadi salah satu kendala dalam budidaya ikan hias khususnya ikan koi. Ikan koi mengalami pertumbuhan lambat dimulai ketika ikan koi berumur enam bulan. Penurunan pertumbuhan tersebut dikarenakan ikan mempunyai keterbatasan dalam mencerna pakan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan ikan koi yaitu dengan cara menambahkan probiotik komersial kedalam pakan. Pemberian probiotik komersial ke dalam pakan mampu membantu proses penyerapan makanan dalam pencernaan ikan sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan ikan. Probiotik yang diberikan melalui pakan akan ikut masuk ke dalam usus dan menempel pada dinding usus ikan sehingga menambah jumlah bakteri dalam usus. Kolonisasi bakteri probiotik pada dinding usus akan meningkatkan jumlah enzim ekstraseluler pencernaan seperti enzim protease, amylase dan lipase.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian probiotik komersial terhadap laju pertumbuhan dan ketebalan vili usus ikan koi (*C. carpio*). Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-Mei 2018 di Laboratorium Budidaya Ikan Divisi Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang serta Balai Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Surabaya I. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang digunakan yaitu empat perlakuan dan tiga ulangan dengan pemberian probiotik komersial 10 ml/kg pakan, 20 ml/kg pakan dan 30 ml/kg pakan. Ikan koi dipelihara selama 30 hari kemudian dihitung laju pertumbuhan dan diamati ketebalan vili masing-masing perlakuan. Data hasil yang diperoleh dianalisa sidik ragam kemudian dilanjutkan dengan uji BNT dan terakhir dilakukan uji *polynomial orthogonal*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan probiotik komersial pada pakan berpengaruh sangat nyata terhadap laju pertumbuhan, laju pertumbuhan spesifik, pertumbuhan berat dan ketebalan vili tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup ikan koi. Perlakuan C dengan dosis 30 ml/kg pakan merupakan dosis terbaik yang menghasilkan laju pertumbuhan sebesar 0,342 gr/hari, laju pertumbuhan spesifik 1,875 % gr/hari, pertumbuhan berat 10,267 gr dan ketebalan vili sebesar 339,04 µm.

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu pemberian probiotik komersial dengan cara disemprotkan ke dalam pakan ikan koi memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan ketebalan vili usus. Semakin besar dosis probiotik komersial yang diberikan maka akan meningkatkan pertumbuhan

dan ketebalan vili usus. Sehingga disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan mengenai dosis lanjutan untuk menemukan dosis optimal dan kerusakan usus sebelum diberi probiotik komersial.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Esa atas berkah, karunia serta ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan judul: “Pengaruh Pemberian Probiotik Komersial terhadap Laju Pertumbuhan dan Ketebalan Vili Usus Ikan Koi (*C. carpio*)” sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Pada laporan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi latar belakang, tujuan, kegunaan dan metode penelitian.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang dapat membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan. Demikian penulis sampaikan terima kasih.

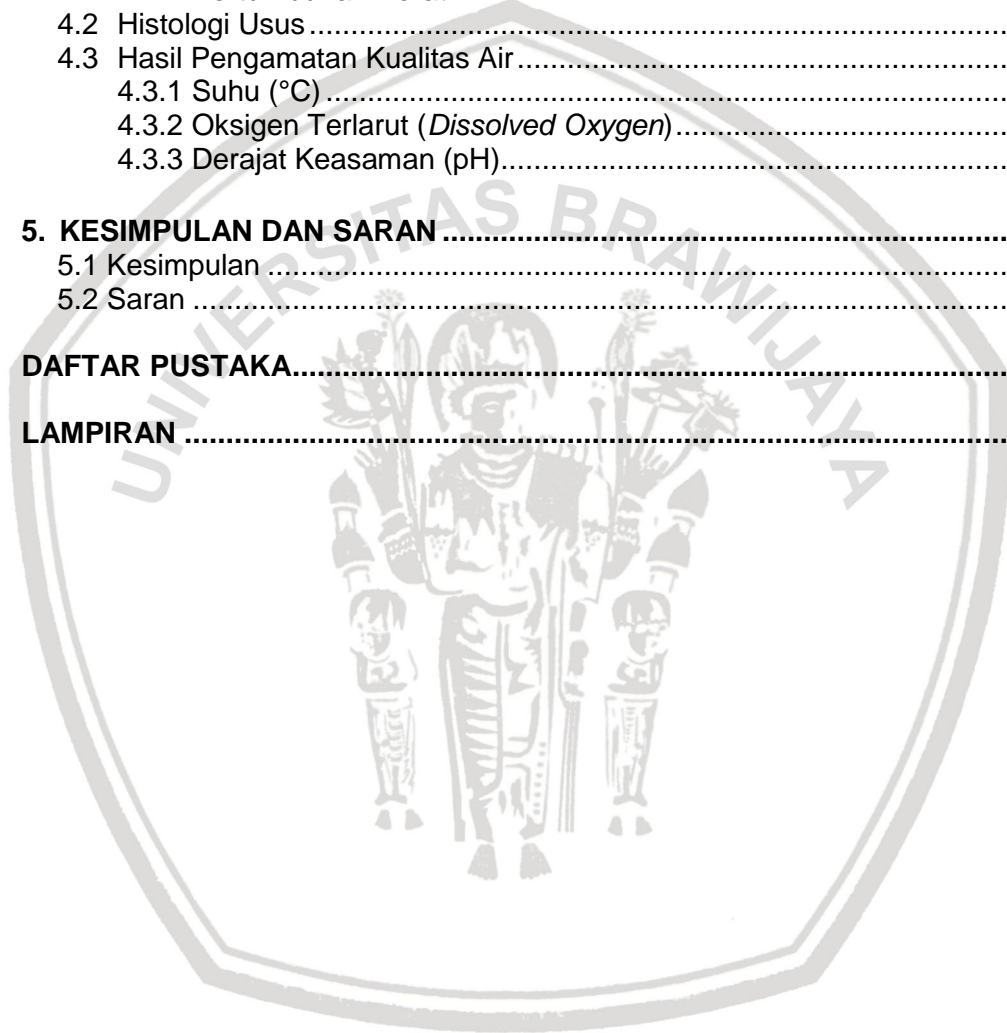
Malang, Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>RINGKASAN.....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Hipotesis.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Tempat dan Waktu Penelitian.....	4
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Biologi Ikan Koi.....	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi.....	5
2.1.2 Habitat.....	6
2.2 Probiotik.....	7
2.2.1 Definisi Probiotik.....	7
2.2.2 Manfaat Probiotik.....	8
2.2.3 Karakteristik Probiotik.....	8
2.2.4 Mekanisme Kerja Probiotik.....	9
2.3 Pertumbuhan.....	10
2.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan.....	10
2.5 Kelangsungan Hidup (SR).....	11
2.6 Definisi Histologi.....	11
2.7 Usus.....	12
2.8 Parameter Kualitas Air.....	13
2.8.1 Suhu.....	13
2.8.2 pH.....	13
2.8.3 DO.....	14
<b>3. MATERI DAN METODE PENELITIAN.....</b>	<b>15</b>
3.1 Materi Penelitian.....	15
3.1.1 Alat-alat Penelitian.....	15
3.1.2 Bahan-bahan Penelitian.....	16
3.2 Metode Penelitian.....	16
3.3 Pengambilan Data.....	17
3.4 Rancangan Penelitian.....	17
3.5 Prosedur Penelitian.....	18
3.5.1 Persiapan Penelitian.....	18

3.5.2 Pelaksanaan Penelitian .....	19
3.6 Parameter Uji .....	23
3.6.1 Parameter Utama .....	23
3.6.2 Parameter Penunjang .....	25
3.7 Analisis Data .....	25
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
4.1 Hasil Pengamatan dan Perhitungan Laju Pertumbuhan Ikan Koi .....	27
4.1.1 Kelangsungan Hidup ( <i>Survival Rate</i> ) .....	27
4.1.2 Laju Pertumbuhan ( <i>Growth Rate</i> ) .....	28
4.1.3 Laju Pertumbuhan Spesifik ( <i>Specific Growth Rate</i> ) .....	31
4.1.4 Pertumbuhan Berat .....	34
4.2 Histologi Usus .....	37
4.3 Hasil Pengamatan Kualitas Air .....	38
4.3.1 Suhu (°C) .....	39
4.3.2 Oksigen Terlarut ( <i>Dissolved Oxygen</i> ) .....	40
4.3.3 Derajat Keasaman (pH) .....	41
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>43</b>
5.1 Kesimpulan .....	43
5.2 Saran .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>44</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>49</b>

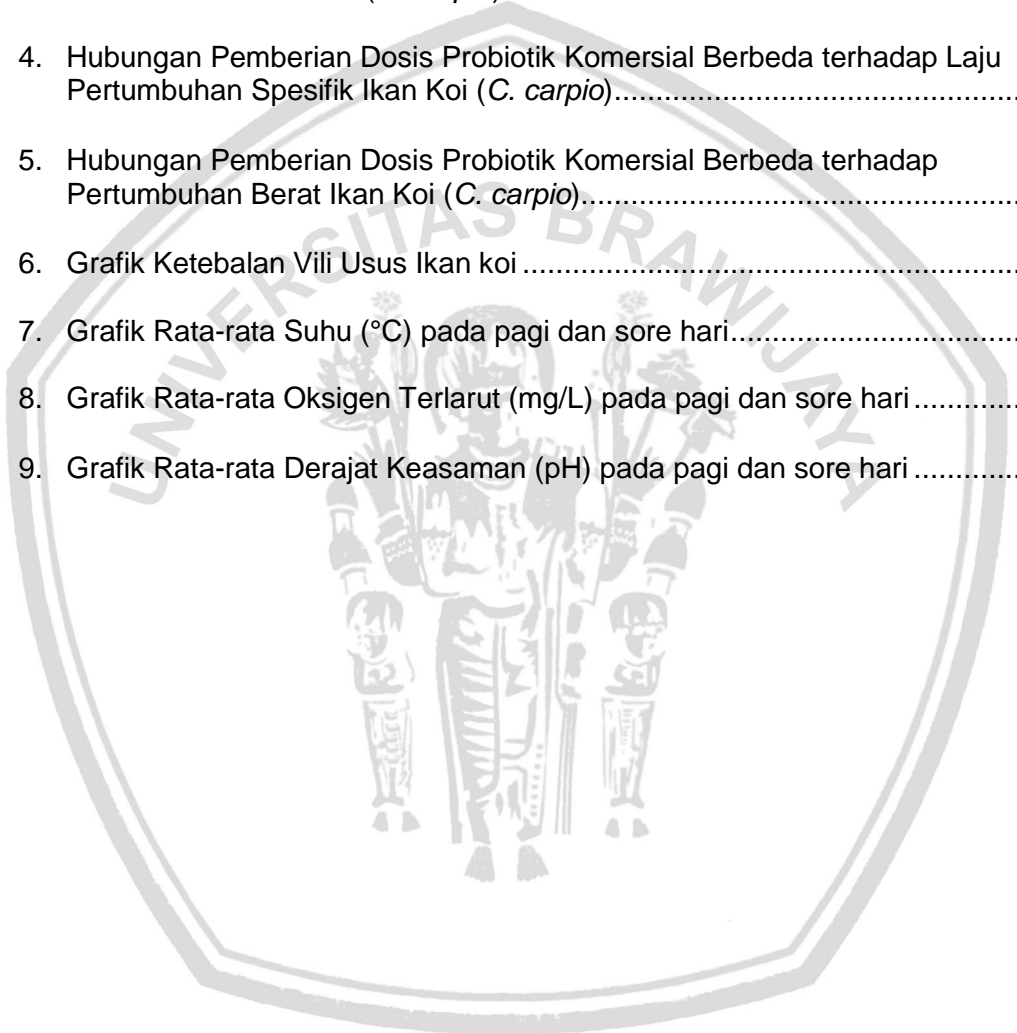


## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Peralatan dan Fungsi.....	15
2. Bahan-bahan dan Fungsi.....	16
3. Nilai rerata kelangsungan hidup (%) ikan koi ( <i>C. carpio</i> ).....	27
4. Rerata Laju Pertumbuhan (gr/hari) Ikan koi ( <i>C. carpio</i> ).....	28
5. Sidik Ragam Laju Pertumbuhan (gr/hari) Ikan Koi ( <i>C. carpio</i> ).....	29
6. Hasil Uji BNT Laju Pertumbuhan (gr/hari) Ikan Koi ( <i>C. carpio</i> ).....	29
7. Rerata Laju Pertumbuhan Spesifik (% gr/hari) Ikan Koi ( <i>C. carpio</i> ).....	31
8. Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Spesifik (% gr/hari) Ikan Koi ( <i>C. carpio</i> ) ....	32
9. Hasil Uji BNT Laju Pertumbuhan Spesifik (% gr/hari) Ikan Koi ( <i>C. carpio</i> ) ...	32
10. Rerata Pertumbuhan Berat (gr) Ikan Koi ( <i>C. carpio</i> ) .....	34
11. Sidik Ragam Pertumbuhan Berat (gr) Ikan Koi ( <i>C. carpio</i> ).....	35
12. Hasil Uji BNT Pertumbuhan Berat (gr) Ikan Koi ( <i>C. carpio</i> ).....	35
13. Hasil Pengamatan Kisaran Suhu (°C) Selama Penelitian.....	39
14. Hasil Pengamatan Kisaran Oksigen Terlarut (mg/L) Selama Penelitian.....	40
15. Hasil Pengamatan Kisaran pH Selama Penelitian.....	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Berbagai Macam Corak Ikan Koi.....	6
2. Denah penelitian.....	18
3. Hubungan Pemberian Dosis Probiotik Komersial Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Koi ( <i>C. carpio</i> ).....	30
4. Hubungan Pemberian Dosis Probiotik Komersial Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Koi ( <i>C. carpio</i> ).....	33
5. Hubungan Pemberian Dosis Probiotik Komersial Berbeda terhadap Pertumbuhan Berat Ikan Koi ( <i>C. carpio</i> ).....	36
6. Grafik Ketebalan Vili Usus Ikan koi .....	37
7. Grafik Rata-rata Suhu (°C) pada pagi dan sore hari.....	39
8. Grafik Rata-rata Oksigen Terlarut (mg/L) pada pagi dan sore hari.....	40
9. Grafik Rata-rata Derajat Keasaman (pH) pada pagi dan sore hari .....	42



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat yang Digunakan.....	49
2. Bahan yang Digunakan .....	52
3. Data Analisis Kelangsungan Hidup ( <i>Survival Rate</i> ) Ikan Koi ( <i>C. carpio</i> ) .....	53
4. Data Analisis Laju Pertumbuhan ( <i>Growth Rate</i> ) Ikan Koi ( <i>C. carpio</i> ) .....	55
5. Data Analisa Laju Pertumbuhan Spesifik ( <i>Specific Growth Rate</i> ) Ikan Koi ( <i>C. carpio</i> ).....	60
6. Data Analisis Pertumbuhan Berat Ikan Koi ( <i>C. carpio</i> ).....	65
7. Gambar Ketebalan Vili Usus Ikan Koi ( <i>C. carpio</i> ) .....	71
8. Data Pengamatan Suhu Selama Penelitian.....	75
9. Data Pengamatan Oksigen Terlarut (DO) Selama Penelitian.....	79
10. Data Pengamatan Derajat Keasaman (pH) Selama Penelitian .....	83





## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia ikan hias Indonesia saat ini semakin pesat, ditandai dengan semakin meningkatnya animo masyarakat terhadap ikan hias. Selain ikan yang sedang trend, banyak juga penggemar ikan hias eksotik dan langka. Ikan hias banyak diminati masyarakat luas karena ikan hias mempunyai daya tarik tersendiri baik warna, bentuk maupun tingkah lakunya yang unik. Keunikan tersebutlah yang membuat ikan hias banyak diperdagangkan baik dalam lingkup nasional maupun internasional sebagai komoditas hidup. Menurut statistik, produksi ikan hias tahun 2014 mencapai 1,14 miliar ekor. Jenis ikan hias yang paling dominan adalah ikan koi yang mencapai 328 juta (Pusat Data Statistik dan Informasi KKP, 2015).

Salah satu komoditas ikan hias air tawar introduksi yang sampai saat ini masih menjadi primadona di pasar internasional dan merupakan ikan hias kelompok mahal, serta fluktuasi di pasaranpun relatif stabil adalah ikan koi (*C. carpio*). Ikan hias koi atau *nishikigo*i sebagai salah satu ikan hias yang banyak diminati karena keindahan bentuk badan serta warnanya, dan dipercaya membawa keuntungan oleh para pecinta koi di Indonesia. Jenis ikan koi yang memiliki harga cukup baik dan stabil di pasar dunia yaitu kohaku, taisho, sanshoku, showa, shiro, utsuri, shusui, asagi, goromo, goshiki, bekkko, tancho, kinginrin, dan kawarimono (Kusrini, *et al.*, 2015).

Pertumbuhan yang relatif lama menjadi salah satu kendala dalam budidaya ikan hias khususnya ikan koi. Kebutuhan pakan yang sangat tinggi menjadi masalah bagi para pembudidaya ikan koi (Sutiana, *et al.*, 2017). Pakan merupakan input produksi budidaya yang sangat menentukan tingkat pertumbuhan ikan, namun sebagian besar pakan yang diberikan hanya 25%

yang dikonversi sebagai hasil produksi dan yang lainnya terbuang sebagai limbah (Suryaningrum, 2014). Hal ini sangat mempengaruhi biaya dan waktu yang diperlukan dalam usaha budidaya, maka dari itu pemanfaatan pakan secara maksimal dan penyerapan pakan yang baik dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan.

Upaya meningkatkan pertumbuhan ikan dapat memberikan banyak manfaat seperti memperpendek waktu produksi, meningkatkan efisiensi pakan, dan meningkatkan produksi. Salah satu cara untuk meningkatkan pertumbuhan ikan yaitu dengan mengoptimalkan fungsi fisiologis organ tubuh ikan itu sendiri. Organ penting yang berperan dalam saluran pencernaan adalah usus karena sangat berkaitan dengan aktivitas enzim pencernaan di dalam tubuh ikan (Putri, *et al.*, 2017). Menurut Handayani (2006), enzim-enzim pencernaan memiliki peranan penting dalam proses pencernaan nutrisi pakan. Ketersediaan enzim pencernaan akan memengaruhi efektivitas enzim dalam mencerna pakan yang diberikan, dan selanjutnya berpengaruh pada pertumbuhan. Salah satu cara untuk mengoptimalkan enzim pencernaan pada ikan yaitu melalui pemberian probiotik ke dalam pakan.

Probiotik adalah mikroba tambahan yang memberikan pengaruh menguntungkan bagi inang melalui peningkatan nutrisi pakan dan memperbaiki respon inang terhadap penyakit (Verschuere, *et al.*, 2000). Dalam peningkatan nutrisi pakan, probiotik mampu menghasilkan beberapa enzim *exogeneous* untuk mencerna pakan seperti enzim amilase, protease, lipase dan selulase (Sahu, *et al.*, 2008 dan Wang, *et al.*, 2008). Enzim *exogenous* tersebut akan membantu enzim *endogeneous* di inang untuk menghidrolisis nutrisi pakan seperti memecah atau menguraikan rantai panjang karbohidrat, protein dan lemak penyusun pakan. Pemecahan molekul-molekul kompleks tersebut akan mempermudah proses pencernaan dan penyerapan makanan (Putra, 2010).

Usus merupakan bagian terpanjang pada saluran pencernaan ikan. Pada organ usus terdapat dua muara yang berasal dari kantung empedu dan pankreas. Lapisan mukosa usus membentuk penjuruan kearah lumen yang disebut dengan vili yang terdiri dari lamina epithelia, lapisan submukosa dan muskularis (Andini, *et al.*, 2017). Vili berperan dalam proses penyerapan makanan. Luas permukaan vili yang lebih panjang memungkinkan untuk ikan lebih mudah dalam menyerap sari makanan, meningkatkan pemanfaatan nutrisi makanan dan akhirnya meningkatkan kinerja pertumbuhan (Ramos, *et al.*, 2017).

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian tentang pemberian probiotik komersial terhadap laju pertumbuhan dan ketebalan vili usus ikan koi (*C. carpio*).

## 1.2 Perumusan Masalah

Budidaya ikan koi yang semakin pesat di Indonesia tidak memungkiri timbulnya masalah dalam proses produksinya, maka dari itu perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan produksi ikan koi melalui penggunaan probiotik yang disemprotkan ke pakan. Bakteri probiotik akan menempel pada dinding usus, sehingga akan menambah jumlah bakteri dalam usus dan membantu proses pencernaan. Dari hasil tersebut maka dilakukan identifikasi terhadap ketebalan vili usus dan laju pertumbuhan ikan koi (*C. carpio*), sehingga didapatkan perumusan masalah sebagai berikut:

- Apakah pemberian probiotik komersial pada pakan mempengaruhi laju pertumbuhan ikan koi (*C. carpio*)?
- Apakah pemberian probiotik komersial pada pakan mempengaruhi ketebalan vili usus ikan koi (*C. carpio*)?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

- Untuk mengetahui pengaruh pemberian probiotik komersial pada pakan terhadap laju pertumbuhan ikan koi (*C. carpio*).
- Untuk mengetahui pengaruh ketebalan vili usus pada ikan koi yang diberi pakan dengan penambahan probiotik komersial.

### 1.4 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

H0 : pemberian probiotik komersial tidak memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan dan ketebalan vili usus ikan koi (*C. carpio*)

H1 : pemberian probiotik komersial memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan dan ketebalan vili usus ikan koi (*C. carpio*)

### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat terutama pembudidaya mengenai peranan probiotik komersial dalam meningkatkan laju pertumbuhan dan meningkatkan produksi ikan koi (*C. carpio*) serta penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi jika ketebalan vili usus ikan koi (*C. carpio*) dapat mempermudah proses penyerapan makanan.

### 1.6 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Budidaya Ikan Divisi Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang serta Balai Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Surabaya I mulai bulan Maret - Mei 2018.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biologi Ikan Koi

#### 2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Effendy (1993), adapun klasifikasi ikan koi adalah sebagai berikut:

Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Superkelas	: Gnatostomata
Kelas	: Osteichthyes
Superordo	: Teleostei
Ordo	: Ostariophysi
Famili	: Cyprinidae
Genus	: Cyprinus
Spesies	: <i>Cyprinus carpio</i>

Menurut Papilion dan Efendi (2017), tubuh koi memiliki kerangka yang terdiri atas tengkorak, tulang tubuh dan tulang ekor. Tubuh koi berbentuk seperti torpedo yang dilengkapi dengan sirip. Sirip-sirip yang melengkapi bentuk morfologinya adalah sebuah sirip punggung, sepasang sirip dada, sepasang sirip perut, sebuah sirip anus dan sebuah sirip ekor. Koi memiliki indera berupa sepasang mata, hidung dan sungut. Koi juga memiliki gelembung renang yang membantu koi dalam kegiatan berenang seperti mengapung, menukik atau mendongak.

Menurut Bachtiar (2002), morfologi ikan koi tidak jauh berbeda dengan jenis-jenis ikan lain. Pada bagian badan ikan koi ditutupi oleh dua lapisan kulit yaitu kulit luar (epidermis) dan kulit dalam (dermis). Epidermis berguna untuk

melindungi kulit dari lingkungan luar, seperti kotoran-kotoran untuk melindungi kulit dari lingkungan luar. Dermis mengandung pigmen atau warna seperti *xentofora* (kuning), *melanofora* (hitam), *guanofora* (putih kemilauan), dan *eritrofora* (merah). Bagian kepala ikan koi mirip dengan mas koki, tetapi dilengkapi satu pasang sungut yang berfungsi sebagai indera saat mencari makanan dalam lumpur. Mulut tidak terlalu lebar dan bagian rahang tidak memiliki gigi. Adapun gambaran ikan koi disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Berbagai Macam Corak Ikan Koi (Udin dan Sitanggang, 2010)

### 2.1.2 Habitat

Menurut Papilion dan Efendi (2017), ikan koi hidup di perairan tawar yang tidak terlalu dalam dan alirannya tidak terlalu deras, misalnya di pinggiran sungai atau danau. Koi dapat hidup baik di ketinggian 150-600 mdpl dan suhu 25-30°C. Koi kadang-kadang ditemukan di perairan payau atau di muara sungai dengan kadar garam 25-30%. Koi mudah menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya. Pada saat pemindahan, jangan sampai koi mengalami perubahan suhu secara mendadak. Masa hidup koi umumnya hingga 70 tahun, tetapi ada beberapa yang bisa hidup mencapai 200 tahun.

Koi merupakan ikan air tawar, tetapi masih bertahan hidup dalam air yang agak asin, yakni sekitar 10 ppm. Koi merupakan hewan yang hidup di daerah beriklim sedang dengan kisaran suhu antara 17-32°C seperti ikan hias

pada umumnya. Koi tidak tahan jika mengalami perubahan suhu yang drastis. Jika hidup pada suhu yang terlalu rendah ikan koi akan lebih cepat mati. Lapisan putih pada tubuh koi menandakan bahwa ikan tersebut sakit akibat suhu yang terlalu rendah. Jika suhu air turun hingga 7°C, biasanya koi akan beristirahat di dasar kolam dan berlaku statis. Namun, jika di dalam kolam tersebut dipasang alat sirkulasi air, koi akan mampu bertahan hidup (Udin dan Sitanggang, 2010).

## 2.2 Probiotik

### 2.2.1 Definisi Probiotik

Probiotik menurut Fuller (1987) adalah produk yang tersusun oleh biakan mikroba atau pakan alami mikroskopik yang bersifat menguntungkan dan memberikan dampak bagi peningkatan keseimbangan mikroba saluran usus hewan inang. Wang, *et al.* (2008) menjelaskan bahwa bakteri probiotik mampu menghasilkan enzim yang dapat mengurai senyawa kompleks menjadi sederhana sehingga siap digunakan ikan. Flores (2011) juga berpendapat bahwa probiotik merupakan mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk memodifikasi komposisi populasi bakteri dalam saluran pencernaan, air, sedimen, serta dapat digunakan sebagai agen biokontrol dan bioremediasi.

Pengertian yang lebih sederhana dikemukakan oleh Gatesoupe (1999), dimana probiotik diartikan sebagai sel mikrobial yang diberikan dengan berbagai cara sehingga masuk ke dalam saluran pencernaan dengan tujuan untuk meningkatkan kesehatan inang. Probiotik menurut definisi tersebut dapat dibedakan menjadi tiga yaitu (1) mikroorganisme yang dimasukkan ke dalam saluran pencernaan ikan untuk meningkatkan kesehatannya (2) mikroorganisme yang digunakan untuk mempertahankan atau meningkatkan kualitas lingkungan budidaya ikan (bioremediasi), dan (3) mikroorganisme yang dapat menekan mikroorganisme patogen (biokontrol).

### 2.2.2 Manfaat Probiotik

Menurut Dhingra (1993) menyatakan bahwa probiotik bermanfaat dalam mengatur lingkungan hidup mikroba pada usus, menghalangi masuk dan berkembangbiaknya mikroorganisme patogen usus dan memperbaiki efisiensi pakan dengan melepas enzim yang membantu proses pencernaan makanan. Probiotik dalam bidang budidaya ikan mampu membantu efisiensi konversi pakan dalam pencapaian bobot ikan hidup, selain itu probiotik juga mampu memproduksi asam-asam organik seperti asam format, asam asetat dan asam laktat serta hidrogen peroksida dan beberapa senyawa lain seperti antibiotik, bakteriosin, sideropora, lisozim sehingga dapat meningkatkan daya imun ikan (Nursyirwani, *et al.*, 2015).

Penggunaan probiotik dalam budidaya ikan memberikan efek menguntungkan dan saat ini penggunaan probiotik merupakan bagian penting dalam manajemen budidaya perikanan. Probiotik dapat meningkatkan pertumbuhan, respons imun non-spesifik, resistansi terhadap penyakit, dan kelangsungan hidup ikan (Wang & Xu, 2006). Aplikasi probiotik dapat dilakukan dengan cara dicampurkan dalam pakan atau ditambahkan ke dalam media pemeliharaan untuk meningkatkan pertumbuhan dan respon imun pada ikan. Pada ikan koi, *Bacillus* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan, respon imun, dan aktivitas enzim pencernaan (He, *et al.*, 2011).

### 2.2.3 Karakteristik Probiotik

Menurut Feliatra (2002), persyaratan yang harus dimiliki oleh mikroba probiotik antara lain adalah 1) tidak bersifat patogen atau mengganggu inang, tidak bersifat patogen bagi konsumen (manusia dan hewan lainnya), 2) tidak mengganggu keseimbangan ekosistem setempat, 3) mikroba tersebut dapat dan mudah dipelihara dan diperbanyak, 4) dapat hidup dan bertahan serta berkembang biak di dalam usus ikan, 5) dapat dipelihara dalam media yang



memungkinkan untuk diintroduksikan ke dalam usus ikan, dan 6) dapat hidup dan berkembang di dalam air wadah pemeliharaan ikan.

Menurut Watson, *et al.* (2008), persyaratan yang harus dimiliki oleh mikroba probiotik pada saat diseleksi antara lain adalah tidak bersifat patogen atau mengganggu inang dan konsumen (manusia dan hewan lainnya), tidak mengganggu keseimbangan ekosistem setempat, mudah dipelihara dan diperbanyak, serta dapat bertahan hidup dan berkembang biak di dalam usus ikan. Menurut Moriarty (1999), kriteria probiotik yang paling cocok dalam budidaya ikan adalah bakteri yang dapat memberikan pengaruh positif terhadap ekosistem dan rantai makanan.

#### **2.2.4 Mekanisme Kerja Probiotik**

Menurut Feliatra, *et al.* (2004), prinsip dasar kerja probiotik adalah pemanfaatan kemampuan mikroorganisme dalam memecah atau menguraikan rantai panjang karbohidrat, protein dan lemak yang menyusun pakan. Kemampuan memecah tersebut diperoleh karena beberapa jenis mikroba yang terdapat pada probiotik dapat menghasilkan enzim khusus yang berfungsi untuk memecah ikatan kompleks menjadi ikatan sederhana. Enzim tersebut biasanya tidak dimiliki oleh ikan dan makhluk air lainnya. Pemecahan molekul-molekul kompleks yang dilakukan oleh mikroorganisme probiotik dapat mempermudah pencernaan dan penyerapan oleh saluran pencernaan ikan.

Pemberian organisme probiotik dalam akuakultur dapat diberikan melalui pakan, air ataupun melalui pakan hidup seperti *rotifera* atau *artemia*. Pemberian probiotik dalam pakan mampu membantu proses penyerapan makanan dalam pencernaan ikan. Bakteri probiotik akan menghasilkan enzim yang mampu mengurai senyawa kompleks menjadi sederhana sehingga dapat diserap secara langsung oleh ikan. Bakteri yang terdapat dalam probiotik memiliki mekanisme dalam menghasilkan beberapa enzim pencernaan seperti

enzim amilase, lipase, protease dan selulase dalam meningkatkan nutrisi pakan (Ahmadi, *et al.*, 2012).

### 2.3 Pertumbuhan

Menurut Effendie (2002), pertumbuhan dapat diartikan sebagai pertambahan ukuran panjang atau berat pada suatu waktu. Pertumbuhan dapat dianggap sebagai hasil dari suatu proses metabolisme makanan diakhiri dengan penyusunan unsur-unsur tubuh. Menurut Haetami, *et al.* (2005), laju pertumbuhan relatif dinyatakan dalam % pertambahan bobot ikan per hari. Menurut Zonneveld, *et al.* (1991), laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate*) ikan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \times 100\%$$

Dimana:

SGR : laju pertumbuhan spesifik (% gr/hari)

$W_t$  : berat ikan pada akhir pemeliharaan (g)

$W_0$  : berat ikan pada awal pemeliharaan (g)

t : waktu pemeliharaan (hari)

### 2.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan

Pertumbuhan ikan dalam budidaya dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya jenis pakan dan kualitas media pemeliharaan serta ukuran ikan. Nilai SGR bervariasi berdasarkan jenis spesies dan ukuran ikan (Amoah, 2011). Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi yaitu bobot, seks, umur, kesuburan, kesehatan, pergerakan, aklimasi, aktivitas biomassa, dan konsumsi oksigen. Faktor eksternal terdiri dari faktor abiotik dan faktor biotik. Faktor abiotik diantaranya yaitu tekanan, suhu, salinitas, kandungan oksigen dalam air, buangan metabolit ( $\text{CO}_2$  dan  $\text{NH}_3$ ), pH, cahaya, dan musim. Ketersediaan pakan, komposisi pakan, pencernaan pakan

dan kompetisi pengambilan pakan merupakan faktor biotik yang mempengaruhi kelangsungan hidup (Haetami, *et al.*, 2005).

## 2.5 Kelangsungan Hidup (SR)

*Survival Rate* merupakan salah satu parameter yang dapat menunjukkan keberhasilan suatu budidaya yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya kualitas air (Maryam, 2010). Kelangsungan hidup atau yang biasa disebut dengan *Survival Rate* (SR) adalah perbandingan antara jumlah individu yang hidup pada akhir pemeliharaan dengan jumlah individu yang hidup pada awal pemeliharaan. Peluang hidup dalam suatu waktu tertentu dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik (Radhiyufa, 2011). Kondisi lingkungan perairan yang baik menunjang kelangsungan hidup ikan selama masa pemeliharaan.

Tingkat kelangsungan hidup ikan selama proses pemeliharaan dapat dihitung menggunakan rumus Effendie (2002), sebagai berikut:

$$SR = \frac{Nt}{N0} \times 100\%$$

Keterangan:

SR : kelangsungan hidup (%)

Nt : jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor)

N0 : jumlah ikan pada awal penebaran (ekor)

## 2.6 Definisi Histologi

Menurut Harjana (2011), histologi adalah ilmu yang mempelajari jaringan penyusun tubuh, kimia jaringan dan sel dengan menggunakan metode analitik mikroskopis dan kimia. Zat-zat kimia di dalam jaringan dan sel dapat dikenali dengan reaksi kimia yang menghasilkan senyawa berwarna yang tidak dapat larut dan dapat diamati dengan mikroskop cahaya. Disamping reaksi kimia yang terjadi dalam jaringan, metode lain yang biasa digunakan untuk mengamati histologi yaitu dengan metode fisis.

Histologi berasal dari bahasa Yunani (*histos* yaitu jaringan) yang memiliki arti suatu ilmu yang menguraikan struktur dari hewan serta tumbuhan secara terinci dan hubungan antara struktur pengorganisasian sel dan jaringan dan fungsi-fungsi yang mereka lakukan (Bavelander dan Ramaley, 1988). Menurut Hibiya (1995), histologi struktur tubuh dan organ ikan secara umum sama dengan hewan bertulang belakang tingkat tinggi, akan tetapi ikan memiliki spesifik karakteristik morfologi dan fisiologi yang berbeda dengan jaringan pada manusia dan jenis binatang lainnya.

## 2.7 Usus

Usus adalah bagian dari sistem pencernaan yang bermula dari lambung hingga anus. Bagian dari usus terdiri dari usus kecil dan usus besar. Usus besar terbagi menjadi cecum, kolon dan rektum. Secara makroskopis usus kecil dibagi menjadi duodenum, jejunum dan ileum yang secara kontinyu saling menyambung dan pada dasarnya mempunyai struktur histologi hampir sama (Geneser, 1994). Menurut Colville dan Bassert (2002), secara histologi usus terdiri dari beberapa lapisan yaitu: mukosa, sub mukosa, muskularis mukosa dan serosa.

Usus merupakan bagian dari alat pencernaan yang menempati rongga abdomen dimulai dari *pylorus* dan berakhir di *rectum*. Letak dari usus dipertahankan oleh penggantung yang disebut dengan *mesentrium*. Secara umum, usus dibagi menjadi dua bagian yaitu usus halus (*intestinum tenue*) dan usus besar (*intestinum crasum*) (Sisson dan Grossman, 1961). Usus merupakan salah satu organ pencernaan yang berperan penting dalam penyerapan molekul-molekul makanan yang akan disebarkan ke seluruh tubuh. Jenis dan perilaku makan suatu hewan mempengaruhi struktur anatomi dan histologi usus (Hamny, *et al.*, 2015).

## 2.8 Parameter Kualitas Air

### 2.8.1 Suhu

Suhu merupakan variabel penting untuk organisme akuatik, rentang toleransi suhu serta suhu optimum kultur berbeda-beda untuk setiap jenis atau spesies ikan. Peningkatan suhu mengakibatkan peningkatan aktivitas metabolisme dan menurunkan gas (oksigen) terlarut, proses reproduksi ikan dan kematian (Kordi, 2005). Effendi (2003), mengatakan bahwa ikan koi dapat hidup pada kisaran suhu 28-30°C, oleh karena itu ikan koi dapat di pelihara di seluruh Indonesia. Suhu ideal untuk pertumbuhan ikan koi adalah 15-25°C.

Menurut Aliza, *et al.* (2013), suhu merupakan salah satu faktor fisika yang sangat penting di dalam air. Ikan masih dapat mentolerir suhu perairan yang tinggi tetapi suhu yang tinggi dapat menyebabkan gangguan status kesehatan untuk jangka panjang. Perubahan suhu sebesar 5°C di atas normal dapat menyebabkan stres pada ikan bahkan kerusakan jaringan dan kematian. Respons ikan terhadap stres dapat dibagi atas tiga fase yaitu primer, sekunder, dan tersier. Sehingga suhu perairan harus sangat diperhatikan dalam usaha budidaya.

### 2.8.2 pH

Ikan koi bertahan hidup pada pH 6,5-8. Perubahan pH biasanya menimbulkan stress pada ikan. Kemampuan air menahan perubahan pH lebih penting dari pada nilai pH itu sendiri (Kordi, 2005). Susanto (2000), mengatakan bahwa ikan akan mati pada pH <4; ikan tidak dapat bereproduksi pada pH 4-5; laju pertumbuhan ikan menjadi lambat pada pH 5-6; kelayakan untuk budidaya pada pH 6,5-9; pertumbuhan ikan menjadi lambat pada pH 9-11; dan bila pH >11 maka ikan akan mati.

Ikan koi cukup toleran terhadap berbagai tingkat perubahan pH. pH yang baik untuk ikan koi tidak terlalu berfluktuasi dan berkisar antara pH 6,8

sampai 8. Secara umum, koi lebih menyukai air yang bersifat basa dengan pH 7 hingga 7,8. Koi yang masih juvenil lebih sensitif terhadap perubahan pH dibandingkan koi dewasa. Perubahan pH yang cepat dapat menyebabkan syok dan kematian (Blasiola, 2005).

### 2.8.3 DO

Sumber oksigen terlarut dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air. Proses respirasi tumbuhan air dan hewan serta proses dekomposisi bahan organik dapat menyebabkan hilangnya oksigen dalam suatu perairan. Selain itu, peningkatan suhu akibat semakin meningkatnya intensitas cahaya juga mengakibatkan berkurangnya oksigen. Meningkatnya suhu air akan menurunkan kemampuan air untuk mengikat oksigen, sehingga tingkat kejenuhan oksigen di dalam air juga akan menurun. Peningkatan suhu juga akan mempercepat laju respirasi menyebabkan meningkatnya laju penggunaan oksigen (Puspitaningrum, *et al.*, 2012).

Susanto (2000), menyatakan bahwa kadar oksigen yang rendah akan mempengaruhi nafsu makan ikan dan apabila jumlah oksigen terlarut diperairan hanya 1,5 mg/l, nafsu makan ikan akan berkurang dan jika kurang dari 1,5 mg/l ikan akan berhenti makan. Kebutuhan ikan terhadap oksigen tergantung pada jenis, ukuran, aktivitas, suhu dan kualitas pakan. Ikan kecil masih dapat bertahan pada DO 1,0-3,0 mg/l, namun akan mati pada DO 0,0-0,3 mg/l. Bila DO air berada pada kisaran 1,0-5,0 mg/l, ikan akan mengalami pertumbuhan yang lambat tetapi pada DO > 5 mg/l maka ikan akan tumbuh secara optimal (Effendi, 2003).

### 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1 Materi Penelitian

##### 3.1.1 Alat-alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian tentang “Pengaruh Pemberian Probiotik Komersial terhadap Laju Pertumbuhan dan Ketebalan Vili Usus Ikan koi (*C. carpio*)” dapat dilihat pada Tabel 1, dibawah ini :

**Tabel 1.** Peralatan dan Fungsi

Alat	Fungsi
Akuarium (1,5x0,5x0,5 m <sup>3</sup> )	Untuk tempat pemeliharaan ikan ketika aklimatisasi
Akuarium (60x40x30 cm <sup>3</sup> )	Untuk tempat pemeliharaan ikan
Blower	Untuk menyuplai oksigen dalam akuarium
Heater akuarium	Untuk mengatur suhu akuarium
Timbangan digital	Untuk mengukur berat ikan
Timbangan Analitik	Untuk menimbang berat pakan yang diperlukan
Mikropipet	Untuk membantu mengambil larutan dengan skala yang kecil
Sprayer	Untuk membantu menyiramkan probiotik pada pakan
Cassete	Untuk melakukan tahapan awal histologi usus
Botol Urine	Untuk wadah usus yang akan diuji histologi ususnya
Mangkok Alas	Untuk wadah ikan ketika ditimbang
Milimeter Block	Untuk mengukur panjang ikan
pH meter	Untuk mengamati pH pada akuarium
DO meter	Untuk mengukur kadar DO pada akuarium
Mikroskop binokuler	Untuk mengamati histologi usus
Slide glass	Untuk meletakkan preparat usus
Cover glass	Untuk menutup preparat usus
Nampan	Untuk meletakkan semua peralatan
Sectio set	Untuk membedah ikan koi
Selang Filter	Untuk menyalurkan antar fillter set
Filter Set	Untuk menyaring sisa-sisa dari metabolisme
Filter	Untuk menyedot air yang akan difilter
Seser	Untuk mempermudah pengambilan ikan
Selang sifon	Untuk menyifon sisa pakan dan feses yang ada diperairan

### 3.1.2 Bahan-bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian tentang “Pengaruh Pemberian Probiotik Komersial terhadap Laju Pertumbuhan dan Ketebalan Vili Usus Ikan koi (*C. carpio*)” dapat dilihat pada Tabel 2, dibawah ini :

**Tabel 2.** Bahan-bahan dan Fungsi

Bahan	Fungsi
Ikan Koi ( <i>C. carpio</i> ) ukuran 10 cm	Sebagai objek penelitian
Probiotik komersial	Sebagai perlakuan pada penelitian
Akuades	Sebagai larutan untuk kalibrasi pH meter dan DO meter dan larutan pelarut probiotik
Pakan	Sebagai makanan untuk ikan
Trashbag	Sebagai penutup bagian luar akuarium
Organ usus	Sebagai objek yang diamati histologinya
Formalin 10%	Sebagai larutan fiksasi
Xylol	Sebagai larutan pembersih alkohol
Paraffin block	Sebagai blok yang akan dipotong menjadi jaringan usus
Paraffin cair	Sebagai bahan agar jaringan tetap berdiri
Haematoxilin	Sebagai bahan pewarna yang berwarna biru keunguan bersifat basa
Eosin	Sebagai bahan pewarna yang berwarna merah dan bersifat asam
Entelan	Sebagai bahan untuk perekat
Kertas label	Sebagai penanda akuarium
Plastic Zip Lock	Sebagai bahan dalam membungkus pakan
Blue Tip	Sebagai bahan dalam membantu mengambil larutan

### 3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dimana pada metode ini memungkinkan peneliti untuk memanipulasi variabel dan meneliti akibatnya. Penelitian eksperimental atau *experimental research* merupakan penelitian yang paling menyeluruh terkait dengan pengujian sebab-akibat. Penelitian eksperimental yang dilakukan dalam bidang fisika, kimia maupun biologi hampir secara keseluruhan ditujukan untuk menguji hubungan sebab akibat dari beberapa hal atau variabel. Penelitian eksperimental menguji



secara langsung hubungan antara variabel satu dengan variabel yang lain dan menguji hipotesis atau dugaan hubungan sebab-akibat (Sukmadinata, 2005).

### 3.3 Pengambilan Data

Teknik pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan dengan cara observasi langsung, yaitu peneliti mengadakan pengamatan terhadap gejala-gejala subyek yang diselidiki baik secara langsung dalam situasi yang sebenarnya maupun dalam situasi buatan atau dengan perantara sebuah alat, baik alat yang sudah ada maupun yang sengaja dibuat untuk keperluan khusus (Surachmad, 1975).

### 3.4 Rancangan Penelitian

Gambaran umum dari penelitian dapat dilihat dari rancangan penelitiannya. Pada penelitian ini menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap). Menurut Nugroho (2007), Rancangan Acak Lengkap (RAL) merupakan rancangan paling sederhana jika dibandingkan dengan rancangan lainnya. Dalam rancangan ini tidak terdapat *local control*, sehingga sumber keragaman yang dapat diamati hanya perlakuan dengan galat. Kondisi ini hanya dicapai di ruangan-ruangan terkontrol seperti di laboratorium. Adapun Rancangan Acak Lengkap yang secara umum dinyatakan dalam model matematika adalah sebagai berikut.

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

Keterangan:

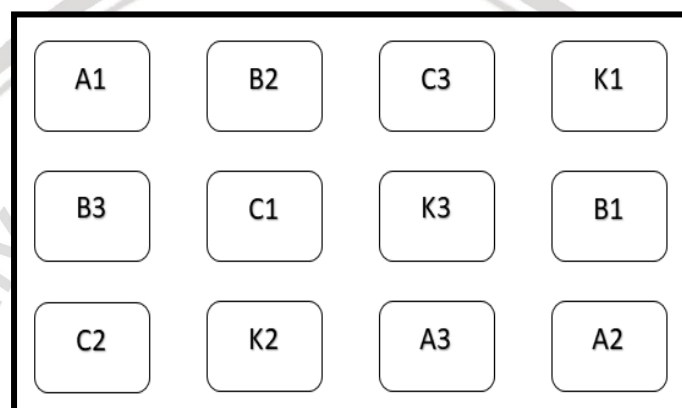
- $Y_{ij}$  : respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke- $i$  dan ulangan ke- $j$   
 $\mu$  : nilai rerata umum (*mean*)  
 $T_j$  : pengaruh faktor perlakuan ke- $i$   
 $\epsilon_{ij}$  : pengaruh galat

Dalam penelitian ini dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali, sedangkan perlakuan kontrol sebagai pembanding. Adapun perlakuan yang

digunakan dalam penelitian ini sebanyak 12 sampel dengan 4 perlakuan sebagai berikut:

- A : pemberian probiotok komersial sebanyak 10 ml/kg pakan
- B : pemberian probiotik komersial sebanyak 20 ml/kg pakan
- C : pemberian probiotik komersial sebanyak 30 ml/kg pakan
- K : tanpa pemberian probiotik komersial

Denah penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut:



**Gambar 2.** Denah penelitian

Keterangan:

- A, B, C : perlakuan
- K : kontrol
- 1, 2, 3 : ulangan

### 3.5 Prosedur Penelitian

#### 3.5.1 Persiapan Penelitian

##### a. Persiapan Alat

Akuarium yang digunakan untuk penelitian ini berukuran 1,5 x 0,5 x 0,5 m<sup>3</sup> sebanyak 1 buah dan 60 x 30 x 30 cm<sup>3</sup> sebanyak 12 buah. Akuarium ukuran 1,5 x 0,5 x 0,5 m<sup>3</sup> digunakan untuk menampung ikan dan proses karantina ikan sebelum diberi perlakuan. Akuarium yang akan digunakan sebelumnya dibersihkan terlebih dahulu dengan menggunakan sabun lalu dibilas dan

dikeringkan selama 1 hari. Selanjutnya, akuarium diisi dengan air sebanyak 36 liter dan dilengkapi dengan aerator set untuk mensuplai oksigen, heater akuarium untuk menjaga suhu air tetap konstan dan termometer untuk melihat suhu air pada akuarium. Akuarium perlakuan ditutup dengan *trash bag* berwarna hitam dengan tujuan agar ikan tidak stress dan warna hitam dipilih dikarenakan dapat menyerap panas sehingga suhu air di dalam akuarium tidak terlalu berfluktuasi.

#### **b. Persiapan Hewan Uji**

Hewan uji yang digunakan yaitu ikan koi (*C. carpio*) yang diperoleh dari Kelompok Tani Koi, Kecamatan Wates, Kabupaten Kediri. Ikan koi yang dipilih adalah ikan sehat sebanyak 150 ekor ukuran 10 cm dan diaklimatisasi selama 14 hari pada akuarium ukuran 1,5 x 0,5 x 0,5 m<sup>3</sup>. Proses aklimatisasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bahwa ikan yang akan digunakan adalah ikan yang benar-benar sehat dan telah beradaptasi dengan lingkungan barunya. Selama aklimatisasi ikan diberi pakan sebanyak 2 kali sehari pada pagi dan sore hari. Penyiponan dilakukan setiap pagi apabila kondisi air pada akuarium telah kotor akibat sisa pakan dan feses. Apabila ikan sudah beradaptasi dengan lingkungan barunya, maka ikan siap untuk dipindahkan ke akuarium ukuran 60 x 30 x 30 cm<sup>3</sup>.

### **3.5.2 Pelaksanaan Penelitian**

#### **a. Penentuan FR (*Feed Ratio*)**

Setelah selesai diaklimatisasi ikan koi dipindahkan ke dalam akuarium berukuran 60 x 30 x 30 cm<sup>3</sup> yang berisi 36 liter air, sebelumnya akuarium sudah diberi aerator selama 24 jam. Masing-masing akuarium diisi dengan 9 ekor ikan kemudian dilakukan penimbangan benih ikan untuk mengetahui bobot awal (W0) dan diusahakan ukuran tiap ikan seragam. Selain berat awal, panjang tubuh awal juga diukur. Pemberian pakan sebanyak 3% dari bobot biomassa per hari

dengan frekuensi pemberian pakan 2 kali sehari yaitu setiap pukul 07.00 dan pukul 16.00 WIB. Pada awal pemindahan, ikan dipuasakan selama 1 hari dengan tujuan agar ikan tidak mengalami stress. Menurut Sim, *et al.* (2015) untuk menentukan jumlah pakan yang diberikan maka dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Jumlah pakan} = \text{Biomass} \times \text{Feeding Level}$$

Keterangan :

Biomass : jumlah benih yang ditebar x bobot rata-rata

SR : % tingkat hidup benih

Feeding level : % pakan

Laju pertumbuhan dihitung setiap kali penimbangan pakan yaitu selama 15 hari sekali. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir ikan stress karena sering tersentuh oleh tangan.

#### **b. Pencampuran Pakan dan Probiotik Komersial**

Berat pakan ditentukan dari konversi pakan dikalikan dengan total bobot biomassa ikan. Banyaknya probiotik komersial yang ditambahkan ke dalam pakan pelet yaitu 0 ml/kg pakan, 10 ml/kg pakan, 20 ml/kg pakan dan 30 ml/kg pakan. Probiotik komersial yang digunakan dimasukkan ke dalam botol spray kemudian ditambahkan aquades sebanyak 30% dari berat pakan.

Pakan pelet ditimbang menggunakan timbangan digital dengan ketelitian  $10^{-2}$ . Alas yang digunakan untuk menimbang yaitu mangkok alas. Masing-masing mangkok alas yang akan digunakan diberi label sesuai dengan dosis yang digunakan.

Setelah pakan ditimbang dilanjutkan dengan penyemprotan probiotik komersial ke dalam pakan sampai pakan berubah menjadi lembab kemudian dikering anginkan hingga pakan kering dan probiotik meresap ke dalam pakan. Proses pengeringan pakan membutuhkan waktu  $\pm 12$  jam setelah proses penyemprotan.

### c. Pembuatan Sediaan Histologi Usus

Pengambilan usus dilakukan pada awal dan akhir penelitian. Ikan sampel yang akan diamati jaringan organ ususnya adalah ikan normal tanpa perlakuan pemberian probiotik komersial pada pakan dan ikan yang diberi probiotik komersial pada pakannya. Caranya yaitu ikan koi dibedah mulai dari anus dilanjutkan ke bagian perut mengarah ke dorsal kemudian perut di buka menggunakan pinset untuk memudahkan pengambilan sampel. Menurut Firdasari, *et al.* (2014) tahapan-tahapan pembuatan histologi usus meliputi:

#### Tahap Fiksasi

Sampel usus yang akan diamati jaringannya diambil. Jaringan tersebut kemudian direndam dalam larutan formalin 10% selama 24 jam. Hal ini bertujuan untuk menghentikan proses enzimatik pada jaringan dan menjaga bagian-bagian sel terfiksasi pada tempatnya (Firdasari, *et al.*, 2014).

#### Tahap Dehidrasi

Tahap dehidrasi dilakukan dengan penarikan air secara bertahap menggunakan alat *auto technicon* selama 20 jam. Tabung *auto technicon* terdiri atas alkohol 70%, alkohol 80%, alkohol 90%, alkohol 96%, alkohol *absolute* 1, alkohol *absolute* 2. Perendaman jaringan usus pada alkohol 70% dan 80% dilakukan selama 1 jam, sedangkan perendaman pada alkohol 90%, 96%, *absolute* 1, *absolute* 2 dilakukan selama 2 jam. Tujuan dilakukannya perendaman pada alkohol bertingkat yaitu agar air yang terkandung dalam pori-pori jaringan dapat tertarik dengan sempurna. Pori-pori yang telah terdehidrasi akan menjadi kosong dan nantinya akan diisi oleh parafin dalam proses infiltrasi (Firdasari, *et al.*, 2014).

#### Tahap Clearing

Proses *clearing* dilakukan dengan cara merendam organ hasil dehidrasi pada larutan xylol. Tujuan dari proses *clearing* yaitu untuk mentransparankan

serta menggantikan larutan alkohol dari jaringan. Pencelupan organ usus pada xylol dilakukan sebanyak 3 kali (Firdasari, *et al.*, 2014).

### **Tahap Impregnasi**

Impregnasi yaitu proses pengisian parafin ke dalam pori-pori jaringan organ. Hal ini bertujuan untuk mengeraskan jaringan agar mudah dipotong setipis mungkin dengan menggunakan pisau mikrotom. Proses impregnasi dilakukan dengan dua tahap, yaitu tahap parafin 1 dan parafin 2, masing-masing tahapan dilakukan selama dua jam agar pori-pori jaringan organ terisi parafin dengan sempurna. Pencelupan jaringan ke dalam parafin cair dilakukan pada suhu 56°-60°C (Firdasari, *et al.*, 2014).

### **Tahap *Embedding***

*Embedding (blocking)* merupakan proses penanaman spesimen organ ke dalam parafin yang dicetak menjadi blok-blok parafin dalam wadah khusus berupa *tissue cassette* atau block besi. Setelah parafin menjadi blok-blok, maka selanjutnya dilakukan penyayatan spesimen berparafin menggunakan *Rotary Mikrotom Spencer, USA*. Spesimen disayat dengan ketebalan 4-5  $\mu\text{m}$ . Spesimen yang telah disayat dimasukkan ke dalam *waterbath* (temperatur 40°C), kemudian pilih hasil sayatan terbaik dan siapkan *slide glass* (untuk persiapan pewarnaan HE). Sebelum sayatan diletakkan pada *slide glass*, *slide glass* terlebih dahulu diolesi perekat polyisin. Selanjutnya, *slide glass* dikeringkan pada oven dengan suhu 50°-60°C kurang lebih selama 30 menit (Firdasari, *et al.*, 2014).

### **Tahap Pewarnaan Jaringan**

Preparat yang telah difiksasi pada *slide glass* diwarnai dengan Haematoxillin dan Eosin. Awalnya preparat dimasukkan kedalam xylol 1 dan xylol 2 selama dua menit untuk melarutkan parafin yang masih melekat pada *slide glass*. Untuk dehidrasi diperlukan larutan alkohol absolut 100% selama dua

menit, alkohol 95%, dan alkohol 80% masing-masing selama satu menit. Kemudian cuci dalam air kran selama satu menit, dimasukkan ke dalam pewarna Mayer's Haematoxyllin selama 10 menit, cuci lagi dalam air kran selama 30 detik, dimasukkan ke dalam Lithium carbonat selama 15-30 detik, dan cuci dalam air kran selama dua menit. Setelah itu preparat dimasukkan ke dalam larutan pewarna Eosin selama 2-3 menit, kemudian cuci dalam air kran selama 30-60 detik untuk menghilangkan Eosin yang masih tertinggal. Setelah pewarnaan, preparat dimasukkan ke dalam larutan alkohol 95% dan alkohol absolut 1 sebanyak 10 celupan serta alkohol absolut 2 selama dua menit (Firdasari, *et al.*, 2014).

#### **Tahap Mounting**

Setelah tahap pewarnaan selesai, maka dilakukan perekatan (*mounting*) menggunakan zat perekat DPX *mounting* medium, kemudian ditutup dengan *cover glass*, jangan sampai terdapat gelembung ketika proses pengeleman. Preparat dibiarkan dalam suhu ruang sampai lem mengering. Selanjutnya sediaan preparat siap diamati dibawah mikroskop. Dengan dilakukannya pewarnaan, inti yang bersifat asam akan berwarna ungu tua oleh haematoksilin yang bersifat basa, sedangkan jaringan yang bersifat basa akan berwarna merah oleh eosin yang bersifat asam (Firdasari, *et al.*, 2014).

### **3.6 Parameter Uji**

Parameter yang diamati selama penelitian terdiri dari parameter utama dan parameter penunjang.

#### **3.6.1 Parameter Utama**

Parameter utama yang diamati pada penelitian ini adalah pengamatan laju pertumbuhan dan ketebalan vili usus ikan koi. Pengamatan ini dilakukan untuk melihat perbedaan laju pertumbuhan dan ketebalan vili usus ikan koi

dengan pemberian probiotik komersial pada pakan dan tanpa probiotik komersial pada pakan. Hasil uji histologi usus ikan koi (*C. carpio*) dianalisis secara deskriptif. Untuk mengetahui ketebalan vili dari usus ikan maka dilakukan pembacaan melalui aplikasi Image J.

#### a. Kelangsungan Hidup (SR)

Kelangsungan hidup pada penelitian ini dihitung pada awal dan akhir penelitian yaitu pada hari ke-30. Jumlah ikan yang tersisa di dalam akuarium dihitung dengan rumus yang dikemukakan oleh Effendie (1979) sebagai berikut:

$$SR = \frac{Nt}{N0} \times 100\%$$

Keterangan:

- SR : kelangsungan hidup (%)  
 Nt : jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor)  
 N0 : jumlah ikan pada awal penebaran (ekor)

#### b. Growth Rate (GR)

Growth Rate dihitung ketika awal penelitian dan akhir penelitian, yaitu dengan cara mengurangkan berat ikan akhir dengan berat ikan awal penelitian kemudian dibagi dengan lama penelitian dilakukan. Menurut Elliot dan Harley (1995) nilai laju pertumbuhan diperoleh dengan mengikuti rumus sebagai berikut:

$$GR = \frac{Wt - W0}{t}$$

Keterangan:

- GR : laju pertumbuhan (gr/hari)  
 W<sub>0</sub> : berat ikan pada hari ke-0 (g)  
 W<sub>t</sub> : berat ikan pada hari ke-t (g)  
 T : lama pemeliharaan ikan (h)

#### c. Spesific Growth Rate (SGR)

Spesifik Growth Rate dapat diketahui hasilnya dengan melakukan penimbangan pada awal penelitian dan akhir penelitian. Untuk menentukan laju



pertumbuhan spesifik sesuai dengan rumus yang dikemukakan oleh Talbot (1993) :

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \times 100\%$$

Keterangan:

SGR : laju pertumbuhan spesifik (% gr/hari)

$W_0$  : berat ikan pada hari ke-0 (g)

$W_t$  : berat ikan pada hari ke- $t$  (g)

T : lama pemeliharaan ikan (h)

#### d. Pertumbuhan Berat

Pertumbuhan berat pada penelitian ini dihitung pada awal dan akhir penelitian yaitu pada hari ke-30. Rumus yang digunakan untuk menghitung pertumbuhan berat menurut Effendie (1979) :

$$\text{Pertumbuhan berat} = W_t - W_0$$

Keterangan:

$W_t$  : berat ikan akhir pemeliharaan (gram)

$W_0$  : berat ikan awal pemeliharaan (gram)

#### 3.6.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang yang diamati dalam penelitian ini adalah pengukuran kualitas air. Kualitas air merupakan parameter penunjang kehidupan ikan koi (*C. carpio*) yang terdapat di media pemeliharaan. Adapun pengukuran kualitas air yang dilakukan meliputi pengukuran suhu, pH, dan DO (*Dissolved Oxygen*). Pengukuran suhu, DO dan pH dilakukan setiap hari yaitu pukul 04.00 WIB dan pukul 14.00 WIB.

#### 3.7 Analisis Data

Data yang diperoleh dilakukan analisis secara statistik dengan menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) sesuai dengan rancangan yang dipergunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada tingkat kepercayaan

95% ( $\alpha = 0,05$ ) dengan menggunakan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan pada masing-masing perlakuan. Apabila dari data sidik ragam diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh nyata atau berbeda sangat nyata ( $F$  hitung  $>$   $F$  tabel) maka untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Untuk mengetahui regresi/hubungan antara perlakuan dengan parameter dilakukan uji *Polynomial Orthogonal*.



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pengamatan dan Perhitungan Laju Pertumbuhan Ikan Koi

#### 4.1.1 Kelangsungan Hidup (*Survival Rate*)

Kelangsungan hidup atau *survival rate* adalah persentase jumlah ikan yang hidup mulai dari awal penebaran sampai ikan dipanen. Kelangsungan hidup pada penelitian ini dihitung pada awal dan akhir penelitian yaitu pada hari ke-30. Data pengamatan kelangsungan hidup pada penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 3, sedangkan hasil nilai rerata kelangsungan hidup ikan koi selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Nilai rerata kelangsungan hidup (%) ikan koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata $\pm$ STDEV
	1	2	3		
K	83,89	100	77,78	266,67	88,89 $\pm$ 11,11
A	100	100	100	300	100 $\pm$ 0
B	100	100	100	300	100 $\pm$ 0
C	100	100	100	300	100 $\pm$ 0
<b>Total</b>				1002,78	

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa nilai kelangsungan hidup ikan koi pada perlakuan A, B dan C tidak mengalami perbedaan. Nilai SR pada perlakuan A, B dan C lebih baik dibanding kontrol. Kontrol pertama mengalami kematian sebanyak 1 ekor, kontrol ketiga mengalami kematian sebanyak 2 ekor. Hasil perhitungan sidik ragam didapatkan bahwa perlakuan dosis probiotik komersial yang berbeda pada pakan tidak memberikan pengaruh terhadap kelangsungan hidup ikan koi.

Menurut Arief, *et al.* (2011), kelangsungan hidup ikan dipengaruhi oleh manajemen budidaya yang baik antara lain padat tebar, kualitas pakan, kualitas air, parasit atau penyakit. Pakan yang mempunyai nutrisi yang baik sangat berperan dalam mempertahankan kelangsungan hidup dan mempercepat

pertumbuhan ikan koi selama penelitian berlangsung. Selain itu, adanya penambahan bakteri probiotik dalam pakan dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh ikan koi karena bakteri probiotik dapat menghasilkan senyawa-senyawa anti bakteri seperti bakteriosin yang terdapat dalam *Bacillus cereus*. Bakteriosin yaitu senyawa peptida yang berfungsi sebagai senyawa antibakteri (Duc, *et al.*, 2004). Dengan adanya senyawa anti bakteri dan kualitas air yang baik maka ikan koi akan memiliki sistem imun yang lebih kuat terhadap bakteri patogen dan nilai kelangsungan hidup pun akan meningkat atau tidak mengalami kematian sama sekali.

#### 4.1.2 Laju Pertumbuhan (*Growth Rate*)

Laju pertumbuhan ikan koi dapat diketahui dengan mengukur berat tubuh ikan koi pada awal penelitian dan pada akhir penelitian menggunakan timbangan digital dengan satuan gram. Data pengamatan laju pertumbuhan pada penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 4, sedangkan nilai rerata untuk laju pertumbuhan ikan koi disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Rerata Laju Pertumbuhan (gr/hari) Ikan koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Ulangan			Total (gr/hari)	Rerata ± STDEV
	1	2	3		
K	0,072	0,088	0,089	0,249	0,083 ± 0,009
A	0,117	0,174	0,150	0,441	0,147 ± 0,029
B	0,202	0,288	0,300	0,790	0,263 ± 0,054
C	0,333	0,350	0,343	1,027	0,342 ± 0,008
<b>Total</b>				<b>2,507</b>	

Data di atas menunjukkan hasil rerata laju pertumbuhan ikan koi selama penelitian yaitu berkisar antara 0,083 – 0,342 gr/hari. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa perlakuan C memiliki nilai rerata paling tinggi yaitu sebesar 0,342 gr/hari, sedangkan nilai rerata terendah yaitu terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 0,083 gr/hari. Perlakuan kontrol memiliki nilai rerata terendah dikarenakan pada perlakuan ini pakan tidak disemprot dengan probiotik komersial. Pemberian probiotik komersial pada pakan dapat membantu ikan

dalam proses penyerapan makanan. Bakteri probiotik akan menghasilkan enzim yang mampu mengurai senyawa kompleks menjadi sederhana sehingga ikan akan mudah menyerap makanan secara langsung. Selanjutnya, untuk mengetahui pengaruh perlakuan pemberian dosis probiotik komersial dengan jumlah berbeda terhadap laju pertumbuhan ikan koi dilakukan perhitungan sidik ragam seperti pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Sidik Ragam Laju Pertumbuhan (gr/hari) Ikan Koi (*C. carpio*)

SK	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,121	0,040	41,951**	4,07	7,59
Acak	8	0,008	0,001			
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>0,129</b>				

Keterangan \*\*: Berbeda sangat nyata

Berdasarkan hasil perhitungan sidik ragam pada tabel laju pertumbuhan di atas diperoleh hasil F hitung sebesar 41,951\*\* dimana F hitung lebih besar dari F tabel 5% dan F tabel 1% yang berarti bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata pada laju pertumbuhan ikan koi. Setelah mendapatkan hasil perhitungan sidik ragam, untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada Tabel 6.

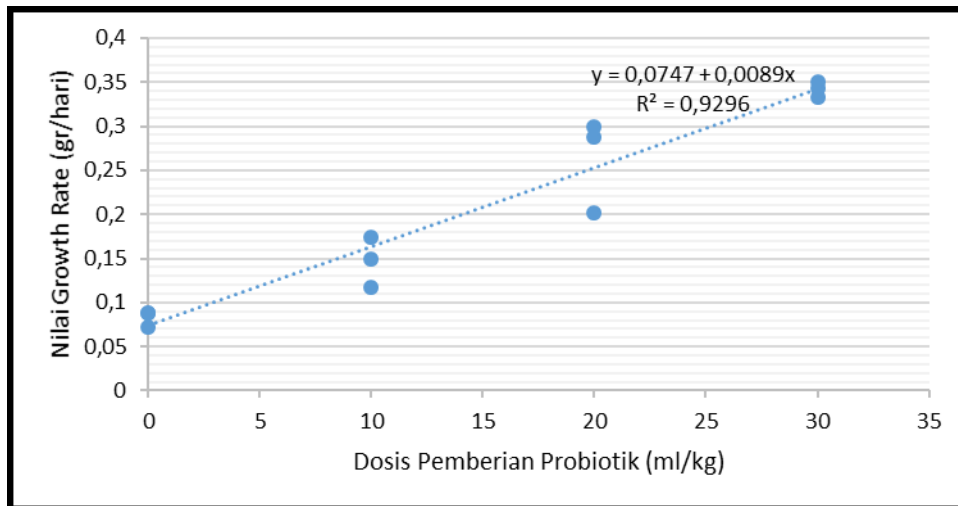
**Tabel 6.** Hasil Uji BNT Laju Pertumbuhan (gr/hari) Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	K	A	B	C	Notasi
	0,083	0,147	0,263	0,342	
K	0,083	-	-	-	a
A	0,147	0,064*	-	-	b
B	0,263	0,181**	0,116*	-	c
C	0,342	0,259**	0,195**	0,079*	d

Keterangan \* = Berbeda nyata, \*\* = berbeda sangat nyata

Sesudah diketahui hasil uji BNT dilakukan perhitungan *polynomial orthogonal* untuk mengetahui regresi atau bentuk hubungan antara pemberian dosis probiotik komersial yang berbeda terhadap laju pertumbuhan ikan koi (*C.*

*carpio*) yang disajikan pada Lampiran 4. Gambar hubungan antara perlakuan dan pemberian probiotik komersial yang berbeda disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Hubungan Pemberian Dosis Probiotik Komersial Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Koi (*C. carpio*)

Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa hubungan antara pemberian dosis probiotik komersial berbeda terhadap laju pertumbuhan atau *growth rate* ikan koi membentuk pola linier dengan persamaan  $y = 0,0747 + 0,0089x$  dengan  $R^2 = 0,9296$  yang artinya 92% hasil parameter dipengaruhi oleh perlakuan, sedangkan sisanya yaitu dipengaruhi oleh faktor lain. Hubungan atau regresi yang berbentuk linier menunjukkan bahwa pemberian dosis probiotik komersial yang berbeda pada pakan dapat mempengaruhi penambahan laju pertumbuhan ikan dikarenakan pada probiotik yang digunakan terkandung bakteri yang mampu mempercepat proses penyerapan makanan pada usus ikan koi.

Pertumbuhan ikan akan mengalami peningkatan apabila nutrisi pakan yang dicerna dan diserap oleh tubuh ikan lebih besar dari jumlah yang diperlukan untuk memelihara tubuhnya. Cortez-Jacinto, *et al.* (2005), menjelaskan bahwa laju pertumbuhan dan laju pertumbuhan spesifik berkaitan erat dengan pertambahan berat tubuh yang berasal dari pakan yang dikonsumsi.

Berdasarkan data yang diperoleh dari semua perlakuan, pertumbuhan ikan pada perlakuan C lebih tinggi dibanding perlakuan lain. Hal ini dikarenakan dosis penambahan probiotik komersial 30 ml/kg pakan dapat meningkatkan keberadaan jumlah bakteri baik pada saluran pencernaan dan hidup di dalamnya.

Pernyataan di atas didukung dengan pendapat Irianto (2003) yang mengemukakan bahwa bakteri probiotik yang ada didalam saluran pencernaan ikan akan mensekresi enzim-enzim pencernaan seperti protease dan amilase. Selain itu, bakteri tersebut dapat mendominasi di saluran pencernaan ikan sehingga bakteri patogen akan berkurang keberadaannya sehingga ikan akan tumbuh dan ikan menjadi sehat.

#### 4.1.3 Laju Pertumbuhan Spesifik (*Spesific Growth Rate*)

Laju pertumbuhan spesifik ikan koi dapat diketahui dengan mengukur berat tubuh ikan koi pada awal penelitian dan pada akhir penelitian. Data pengamatan laju pertumbuhan spesifik pada penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 5, sedangkan nilai rerata untuk laju pertumbuhan spesifik ikan koi disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Rerata Laju Pertumbuhan Spesifik (% gr/hari) Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Ulangan			Total (% gr/hari)	Rerata ± STDEV
	1	2	3		
<b>K</b>	0,503	0,627	0,635	1,765	0,588 ± 0,074
<b>A</b>	0,647	0,969	0,858	2,474	0,825 ± 0,163
<b>B</b>	1,153	1,501	1,720	4,373	1,458 ± 0,286
<b>C</b>	1,797	1,848	1,980	5,624	1,875 ± 0,094
<b>Total</b>				14,237	

Berdasarkan data di atas menunjukkan hasil rerata laju pertumbuhan spesifik ikan koi selama penelitian yaitu berkisar antara 0,588 – 1,875 % gr/hari. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa perlakuan C memiliki nilai rerata paling tinggi yaitu sebesar 1,875 % gr/hari, sedangkan nilai rerata terendah yaitu

terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 0,588 % gr/hari. Perlakuan kontrol memiliki nilai rerata terendah dikarenakan pada perlakuan ini pakan tidak disemprot dengan probiotik komersial. Pemberian probiotik komersial pada pakan dapat membantu ikan dalam proses penyerapan makanan. Bakteri probiotik akan menghasilkan enzim yang mampu mengurai senyawa kompleks menjadi sederhana sehingga ikan akan mudah menyerap makanan secara langsung. Selanjutnya, untuk mengetahui pengaruh pemberian dosis probiotik komersial dengan jumlah yang berbeda terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan koi dilakukan perhitungan sidik ragam seperti pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Spesifik (% gr/hari) Ikan Koi (*C. carpio*)

SK	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	3,108	1,036	33,700**	4,07	7,59
Acak	8	0,246	0,031			
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>3,353</b>				

Keterangan \*\*: Berbeda sangat nyata

Berdasarkan hasil perhitungan sidik ragam pada tabel laju pertumbuhan spesifik di atas diperoleh hasil F hitung sebesar 33,700\*\* dimana F hitung lebih besar dari F tabel 5% dan F tabel 1% yang berarti bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata pada laju pertumbuhan spesifik ikan koi. Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan maka dilakukan uji BNT diperoleh hasil seperti pada Tabel 9.

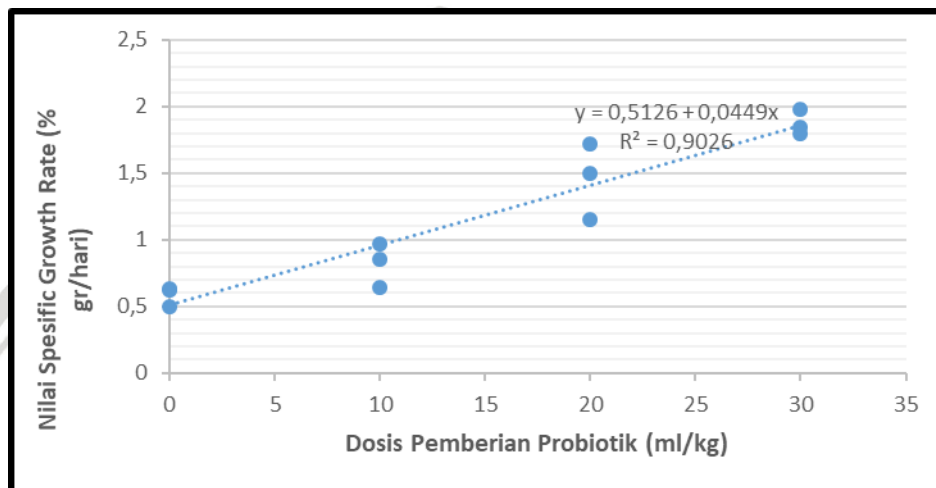
**Tabel 9.** Hasil Uji BNT Laju Pertumbuhan Spesifik (% gr/hari) Ikan koi (*C. carpio*)

Perlakuan	K	A	B	C	Notasi
	0,588	0,825	1,458	1,875	
<b>K</b>	<b>0,588</b>	-	-	-	a
<b>A</b>	<b>0,825</b>	0,236 <sup>ns</sup>	-	-	a
<b>B</b>	<b>1,458</b>	0,869**	0,633**	-	b
<b>C</b>	<b>1,875</b>	1,286**	1,050**	0,417*	c

Keterangan \* = Berbeda nyata, \*\* = berbeda sangat nyata, <sup>ns</sup> = tidak berbeda nyata



Setelah mengetahui hasil BNT, selanjutnya dilakukan perhitungan *polynomial orthogonal* untuk mengetahui bentuk hubungan atau regresi antara pemberian dosis probiotik komersial yang berbeda terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan koi (*C. carpio*) yang disajikan pada Lampiran 4. Gambar hubungan antara perlakuan dan pemberian probiotik komersial yang berbeda disajikan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Hubungan Pemberian Dosis Probiotik Komersial Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Koi (*C. carpio*)

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui bahwa hubungan antara perbedaan pemberian dosis probiotik komersial terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan koi membentuk pola linier dengan persamaan  $y = 0,5126 + 0,0449x$  dengan  $R^2 = 0,9026$  yang artinya 90% hasil parameter dipengaruhi oleh perlakuan, sedangkan sisanya yaitu dipengaruhi oleh faktor lain. Hubungan atau regresi yang berbentuk linier menunjukkan bahwa semakin banyak dosis probiotik komersial yang diberikan pada pakan maka laju pertumbuhan spesifik pun ikut meningkat. Hal ini dikarenakan semakin banyak jumlah bakteri probiotik yang berada di usus ikan maka akan mempercepat proses pencernaan ikan sehingga mempercepat proses penyerapan sari-sari makanan.

Penambahan bakteri probiotik komersial dalam pakan menghasilkan pertumbuhan ikan koi yang lebih baik dibandingkan dengan pakan tanpa

penambahan probiotik komersial. Hal ini membuktikan bahwa adanya peran aktif dari bakteri dalam saluran pencernaan ikan. Peningkatan laju pertumbuhan spesifik diduga karena adanya kontribusi enzim pencernaan oleh bakteri probiotik yang mampu meningkatkan aktivitas pencernaan pakan. Bakteri probiotik menghasilkan beberapa enzim *exogenous* untuk pencernaan pakan seperti amilase, protease, lipase dan selulase (Bairage, *et al.*, 2002). Pemberian bakteri probiotik melalui pakan juga diduga mampu menjaga keseimbangan mikroba dalam saluran pencernaan dan menekan pertumbuhan bakteri merugikan. Hal ini disebabkan karena kemampuan bakteri probiotik dalam memproduksi senyawa inhibitor yang dapat menekan pertumbuhan bakteri yang bersifat merugikan bagi inang (Fjellheim, *et al.*, 2007).

#### 4.1.4 Pertumbuhan Berat

Pertumbuhan berat ikan koi dapat diketahui dengan mengukur berat tubuh ikan koi pada awal penelitian, pada hari ke-15 dan pada akhir penelitian menggunakan timbangan digital dengan satuan gram. Data pengamatan pertumbuhan berat pada penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 6, sedangkan nilai rerata untuk pertumbuhan berat ikan koi disajikan pada Tabel 10.

**Tabel 10.** Rerata Pertumbuhan Berat (gr) Ikan koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Ulangan			Total (gr)	Rerata $\pm$ STDEV
	1	2	3		
K	2,17	2,63	2,66	7,46	2,487 $\pm$ 0,275
A	3,50	5,23	4,5	13,23	4,410 $\pm$ 0,869
B	6,06	8,65	9	23,71	7,903 $\pm$ 1,606
C	10	10,5	30,8	30,8	10,267 $\pm$ 0,252
<b>Total</b>				75,2	

Data di atas menunjukkan hasil rerata pertumbuhan berat ikan koi selama penelitian yaitu berkisar antara 2,487 – 10,267 gram. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa perlakuan C memiliki nilai rerata paling tinggi yaitu sebesar 10,267 gram, sedangkan nilai rerata terendah yaitu terdapat pada

perlakuan kontrol sebesar 2,487 gram. Perlakuan kontrol memiliki nilai rerata terendah dikarenakan pada perlakuan ini pakan tidak disemprot dengan probiotik komersial. Pemberian probiotik komersial pada pakan dapat membantu ikan dalam proses penyerapan makanan. Bakteri probiotik akan menghasilkan enzim yang mampu mengurai senyawa kompleks menjadi sederhana sehingga ikan akan mudah menyerap makanan secara langsung. Selanjutnya, untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan berat ikan koi dilakukan perhitungan sidik ragam seperti pada Tabel 11.

**Tabel 11.** Sidik Ragam Pertumbuhan Berat (gr) Ikan Koi (*C. carpio*)

SK	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	109,243	36,414	41,951**	4,07	7,59
Acak	8	6,9442	0,868			
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>116,187</b>				

Keterangan \*\*: Berbeda sangat nyata

Berdasarkan hasil perhitungan sidik ragam pada tabel pertumbuhan berat di atas diperoleh hasil F hitung sebesar 41,951\*\* dimana F hitung lebih besar dari F tabel 5% dan F tabel 1% yang berarti bahwa perlakuan pemberian dosis probiotik komersial yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata pada pertumbuhan berat ikan koi. Setelah mendapatkan hasil perhitungan sidik ragam, untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada Tabel 12.

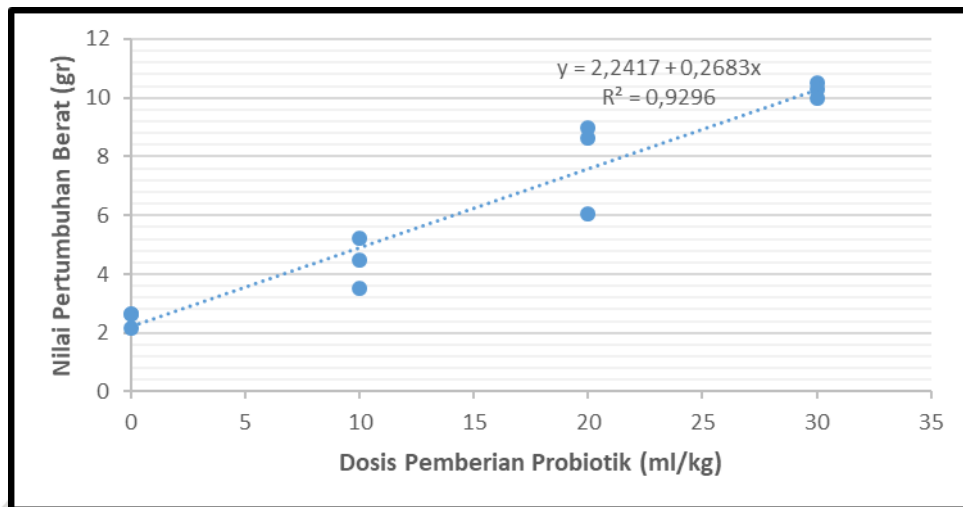
**Tabel 12.** Hasil Uji BNT Pertumbuhan Berat (gr) Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	K	A	B	C	Notasi
	2,487	4,410	7.903	10,267	
<b>K</b>	<b>2,487</b>	-	-	-	a
<b>A</b>	<b>4,410</b>	1,923*	-	-	b
<b>B</b>	<b>7.903</b>	5,417**	3,493**	-	c
<b>C</b>	<b>10,267</b>	7,780**	5,857**	2,363*	d

Keterangan \* = Berbeda nyata, \*\* = berbeda sangat nyata

Sesudah diketahui hasil uji BNT, selanjutnya dilakukan perhitungan *polynomial orthogonal* untuk mengetahui regresi atau bentuk hubungan antara

pemberian dosis probiotik komersial yang berbeda terhadap pertumbuhan berat ikan koi (*C. carpio*) yang disajikan pada Lampiran 4. Gambar hubungan antara perlakuan dan pemberian probiotik yang berbeda disajikan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Hubungan Pemberian Dosis Probiotik Komersial Berbeda terhadap Pertumbuhan Berat Ikan Koi (*C. carpio*)

Berdasarkan Gambar 5 dapat diketahui bahwa hubungan antara pemberian probiotik komersial dengan dosis berbeda terhadap laju pertumbuhan ikan koi membentuk pola linier dengan persamaan  $y = 2,2417 + 0,2683x$  dengan  $R^2 = 0,9296$  yang artinya 92% hasil parameter dipengaruhi oleh perlakuan, sedangkan sisanya yaitu dipengaruhi oleh faktor lain.

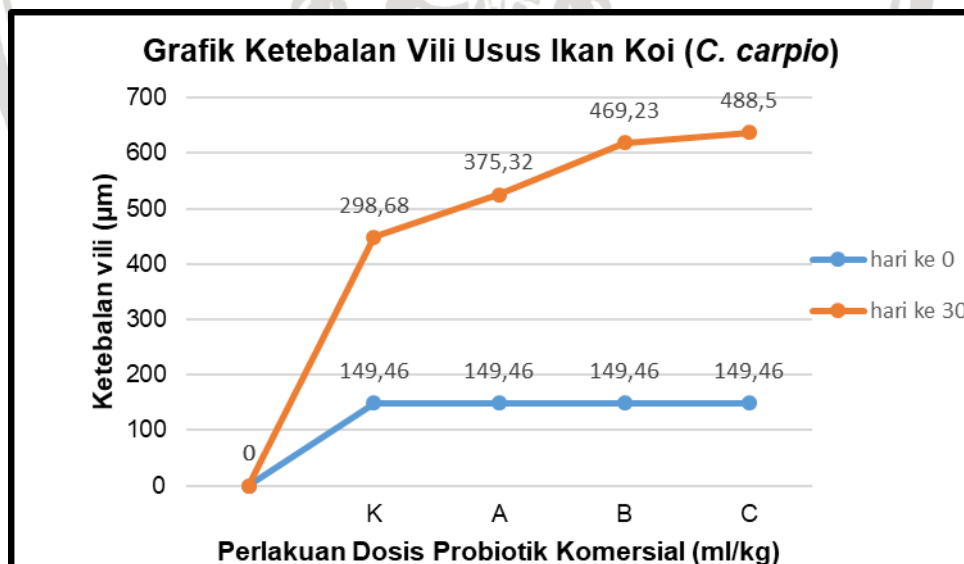
Menurut Rusdani, *et al.* (2016), menyatakan bahwa probiotik dapat memberikan efek baik bagi inang yaitu probiotik akan menyebar ke saluran pencernaan, memproduksi *lactic acid* (asam laktat) yang mampu meningkatkan efektivitas enzim dan membantu pencernaan makanan. Selain itu probiotik dapat meningkatkan metabolisme lemak yang dipicu dengan meningkatnya aktivitas enzim, salah satunya yaitu lipase. Enzim lipase akan meningkatkan pemanfaatan pakan yang kaya lemak sebagai sumber energi. Sehingga konversi protein menjadi daging lebih optimal. Selain itu penambahan berat atau bobot ikan juga dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya nutrisi pakan, kualitas air dan gen

pada ikan itu sendiri. Bakteri probiotik sangat bermanfaat bagi metabolisme tubuh ikan, sehingga ikan dapat menyerap nutrisi pakan dengan baik (Irianto, 2003).

#### 4.2 Histologi Usus

Histologi saluran pencernaan ikan secara umum sama dengan struktur histologi vertebrata. Lapisan saluran pencernaan ikan terdiri dari mukosa, sub mukosa, muskularis dan serosa. Lapisan mukosa terdiri dari epitel, lamina basalis, lamina propria, dan mukosa muskularis. Lapisan sub mukosa terdiri dari stratum kompakum dan stratum granulosum. Lapisan muskularis merupakan lapisan otot yang terdiri dari otot sirkuler dan otot memanjang (Hibiya, 1995).

Berdasarkan hasil penelitian, gambar usus ikan koi kontrol (tanpa pemberian probiotik komersial pada pakan), perlakuan A (probiotik komersial 10 ml/kg pakan), perlakuan B (probiotik komersial 20 ml/kg pakan), perlakuan C (probiotik komersial 30 ml/kg pakan) dapat dilihat pada Lampiran 7 dengan perbesaran 100x, sedangkan nilai ketebalan vili dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Grafik Ketebalan Vili Usus Ikan koi (*C. carpio*)

Pada gambar di atas dapat diketahui bahwa rerata ketebalan vili dimulai dari urutan terkecil ke terbesar yaitu perlakuan K, perlakuan A, perlakuan B dan

ketebalan vili terbesar dimiliki oleh perlakuan C. Perlakuan K jika dibanding dengan ketebalan vili pada awal penelitian hanya mengalami peningkatan sebesar 149,22  $\mu\text{m}$  yang menunjukkan bahwasanya perlakuan K mengalami peningkatan ketebalan vili terendah. Ketebalan vili terbaik pada perlakuan C sebesar 339,04  $\mu\text{m}$  dimana perlakuan C merupakan perlakuan dengan penambahan dosis probiotik komersial terbanyak.

Dari Gambar 6 diketahui bahwa semakin banyak dosis probiotik komersial yang diberikan ke dalam pakan maka semakin bertambah tebal usus ikan tersebut. Probiotik akan membantu meningkatkan penyerapan makanan pada usus dengan cara menebalkan dinding usus. Hal ini didukung dengan pernyataan Hernentis dan Syahrifuddin (2016) yang pada penelitiannya menyebutkan bahwa semakin tinggi level suplementasi bakteri menyebabkan semakin panjang dan lebar vili usus. Hal ini disebabkan semakin tinggi suplementasi bakteri semakin tinggi pengurangan populasi mikroba dan perubahan komposisi mikroflora usus kearah yang lebih menguntungkan, sehingga lebih banyak vili usus terlindungi oleh kerusakan kolonisasi dan infeksi bakteri patogen pada dinding usus.

Pernyataan Hermentis dan Syahrifuddin diperkuat dengan pendapat McCann, *et al.* (2006) yang mengemukakan bahwa vili usus dapat terlindungi dari kerusakan dengan cara mengurangi jumlah kolonisasi dan infeksi patogen pada dinding usus serta meingkatkan jumlah sel goblet yang berfungsi sebagai penghasil mukus yang berperan untuk melindungi mukosa usus dari kerusakan.

#### **4.3 Hasil Pengamatan Kualitas Air**

Kualitas air merupakan variabel yang sangat menentukan serta dapat mempengaruhi tingkat pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan koi. Pada saat

penelitian yang dilakukan selama 30 hari, parameter kualitas air yang diukur ialah suhu, oksigen terlarut (DO) dan pH yang diukur setiap hari.

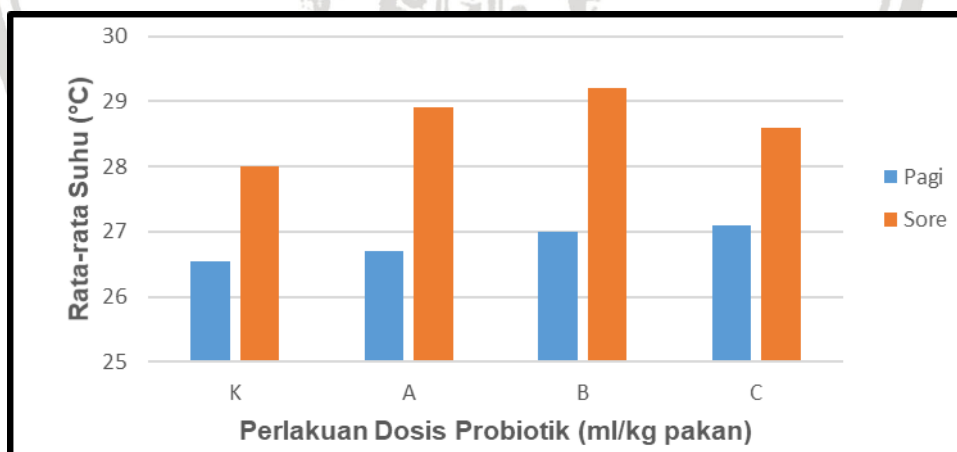
### 4.3.1 Suhu (°C)

Pengukuran suhu pada penelitian ini dilakukan setiap pagi pukul 04.00 WIB dan sore pukul 15.00 WIB. Data pengamatan suhu pada penelitian ini disajikan pada Lampiran 7, sedangkan nilai kisaran suhu dapat dilihat pada Tabel 13.

**Tabel 13.** Hasil Pengamatan Kisaran Suhu (°C) Selama Penelitian

Perlakuan	Suhu (°C)
K	24,0 – 32,2
A	24,5 – 32,5
B	19,4 – 32,0
C	24,0 – 32,2

Pada tabel di atas dapat diketahui bahwa kisaran suhu pada media pemeliharaan ikan koi (*C. carpio*) selama penelitian pada pagi dan sore hari berkisar antara 19,4 - 32,5 °C. Berdasarkan hasil pengamatan suhu pada pagi dan sore hari selama penelitian diperoleh grafik rerata suhu setiap perlakuan seperti pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Grafik Rata-rata Suhu (°C) pada pagi dan sore hari

Kisaran suhu saat penelitian sangat mendukung untuk kehidupan ikan koi. Nilai suhu air yang diperoleh selama penelitian berkisar antara 19,4 – 32,5°C. Hal ini sesuai dengan pendapat Santoso (1996) yang menyatakan

bahwa kisaran kelayakan suhu air bagi ikan koi yang sekerabat dengan ikan mas adalah 14–38°C. Suhu mempunyai peranan penting dalam aktifitas perkembangan ikan koi. Peningkatan suhu yang lebih tinggi akan menurunkan aktivitas enzim. Hal ini diperkuat oleh pendapat Yusriah dan Nengah (2013), enzim mengalami perubahan kenfermasi pada suhu yang terlalu tinggi, sehingga enzim terhambat dalam menempati sisi aktif enzim.

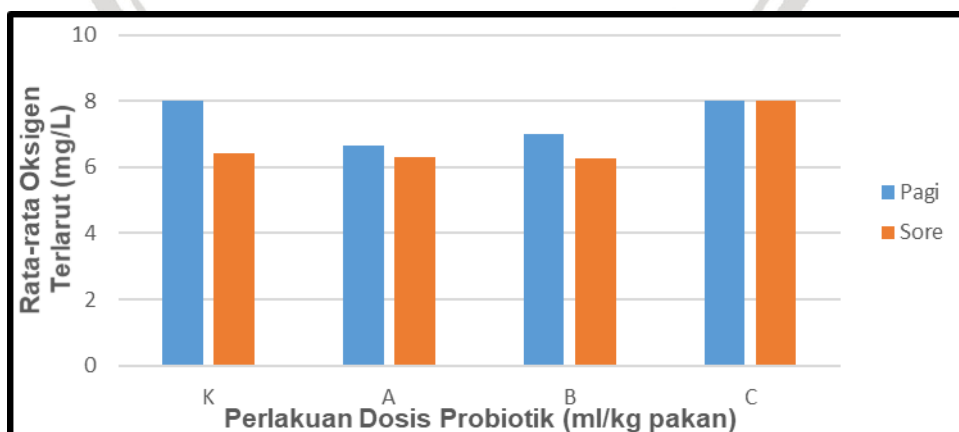
#### 4.3.2 Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)

Pengukuran oksigen terlarut pada penelitian ini dilakukan setiap pagi hari pukul 04.00 WIB dan sore hari pukul 15.00 WIB. Data pengamatan oksigen terlarut pada penelitian ini disajikan pada Lampiran 8, sedangkan nilai kisaran oksigen terlarut dapat dilihat pada Tabel 14.

**Tabel 14.** Hasil Pengamatan Kisaran Oksigen Terlarut (mg/L) Selama Penelitian

Perlakuan	Oksigen Terlarut (mg/L)
K	3,37 – 8,30
A	3,28 – 8,50
B	3,29 – 8,41
C	3,25 – 8,45

Pada tabel di atas dapat diketahui bahwa kisaran nilai oksigen terlarut pada media pemeliharaan ikan koi (*C. carpio*) selama penelitian pada pagi dan sore hari berkisar antara 3,25–8,50 mg/L. Berdasarkan hasil pengamatan oksigen terlarut pada pagi dan sore hari selama penelitian diperoleh grafik rerata nilai oksigen terlarut setiap perlakuan seperti pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Grafik Rata-rata Oksigen Terlarut (mg/L) pada pagi dan sore hari



Nilai oksigen terlarut dalam air yang diperoleh selama penelitian berkisar antara 3,25–8,50 mg/L. Oksigen terlarut merupakan salah satu faktor penting dalam pemeliharaan ikan koi. Semakin tinggi nilai DO dalam air menunjukkan bahwa air tersebut memiliki kualitas yang baik untuk pemeliharaan ikan. Menurut Azila (2010), kisaran oksigen terlarut yang masih dapat ditolerir oleh ikan adalah 2-8 ppm, kadar optimumnya yaitu 5-6 ppm. Menurut Cholik, *et al.* (1986), mengemukakan bahwa untuk kehidupan ikan kandungan oksigen terlarut tidak boleh kurang dari 3 ppm. Hal ini dikarenakan oksigen terlarut berfungsi untuk bernafas dan melakukan proses metabolisme tubuh.

#### 4.3.3 Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH pada penelitian ini dilakukan setiap pagi hari pukul 04.00 dan sore hari pukul 15.00 WIB. Data pengamatan pH pada penelitian ini disajikan pada Lampiran 9, sedangkan nilai kisaran pH dapat dilihat pada Tabel 15.

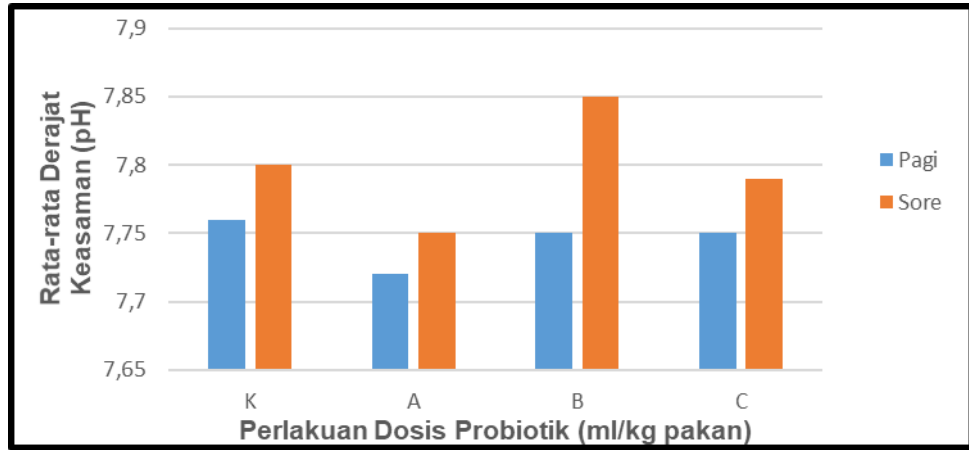
**Tabel 15.** Hasil Pengamatan Kisaran pH Selama Penelitian

Perlakuan	Derajat Keasaman (pH)
K	7,00 – 8,50
A	7,02 – 8,53
B	7,00 – 8,49
C	7,04 – 8,50

Pada tabel di atas dapat diketahui bahwa kisaran nilai pH pada media pemeliharaan ikan koi (*C. carpio*) selama penelitian pada pagi dan sore hari berkisar antara 7,00–8,53. Berdasarkan hasil pengamatan pH pada pagi dan sore hari selama penelitian diperoleh grafik rerata nilai pH setiap perlakuan seperti pada Gambar 9.

Nilai pH yang diperoleh selama penelitian berkisar antara 7,00–8,53. pH air selama penelitian berada pada kisaran baik. Hal ini sesuai dengan pendapat Twigg (2003) yang menyatakan tingkat pH ideal untuk ikan koi adalah sedikit di atas netral, tetapi koi masih dapat menyesuaikan diri dengan pH antara 6,5 sampai 8,5. Susanto (2002) mengatakan bahwa ikan akan mati pada pH < 4,

ikan tidak dapat bereproduksi pada pH 4-5, laju pertumbuhan ikan menjadi lambat pada pH 5-6, kelayakan untuk budidaya 6,5-9, pertumbuhan ikan menjadi lambat pada pH 9 - 11 dan bila pH > 11 ikan akan mati.



Gambar 9. Grafik Rata-rata Derajat Keasaman (pH) pada pagi dan sore hari



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, diperoleh kesimpulan yaitu pemberian dosis probiotik komersial yang berbeda pada pakan ikan koi (*C. carpio*) memberikan hasil yang baik pada dosis 30 ml/kg pakan yaitu pada perlakuan C dengan pengaruh yang sangat nyata terhadap laju pertumbuhan (*Growth Rate*) sebesar 0,342 gr/hari, laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate*) sebesar 1,875 % gr/hari dan penambahan berat 10,267 gr. Pengaruh pemberian dosis probiotik komersial yang berbeda memberikan hasil peningkatan ketebalan vili paling besar pada perlakuan C yaitu sebesar 339,04  $\mu\text{m}$ .

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disarankan agar diadakan penelitian lanjutan mengenai pemberian probiotik komersial dengan dosis yang berbeda pada ikan koi untuk mengetahui nilai optimal dan pengaplikasian probiotik komersial ke ikan yang berbeda untuk mengetahui dosis tersebut baik atau tidak untuk ikan jenis lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, H., Iskandar dan N. Kurniawati. 2012. Pemberian probiotik dalam pakan terhadap pertumbuhan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) pada pendederan II. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. **3** (4): 99-107.
- Andini, D., Zainuddin., M. Jalaluddin., Fitriani., U. Balqis., N. Asmilia dan Hamdan. 2017. Sebaran sel goblet pada usus lele local (*Clarias batrachus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*. **1**(3): 299-304.
- Aliza, D., Winaruddin dan L. W. Sipahutar. 2013. Efek peningkatan suhu air terhadap perubahan perilaku, patologi anatomi dan histopatologi insang ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Medika Veterinaria*. **7**(2): 142-145.
- Amoah, Y. A. 2011. Effect of dietary protein levels on growth and protein utilization in juvenile arctic char (*Salvenilus aplinus*). *Final Project*. United Nations University Fisheries Training Progamme, Iceland. 26 pp.
- Arief, M., D.K Pertiwi dan Y. Cahyoko. 2011. Pengaruh pemberian pakan buatan, pakan alami, dan kombinasi terhadap pertumbuhan, rasio konversi pakan dan tingkat kelulushidupan ikan sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. **3**(1): 61-66.
- Bachtiar, Y. 2002. Kiat Mengatasi Permasalahan Praktis Mencemerlangkan Warna Koi. Agromedia Pustaka. Jakarta. 74 hlm.
- Bairage, A., K.S. Ghosh., S.K. Send and A.K. Ray. 2002. Enzyme producing bacterial flora isolated from fish digestive tracts. *Aquaculture International*. **10**: 109-121.
- Bavelander, G dan J. A. Ramaley. 1988. Dasar-Dasar Histologi. Erlangga. Jakarta. 443 hlm.
- Blasiola, G.C. 2005. Koi: Everything about Selection, Care, Nutrition, Diseases, Breeding, Pond Design, and Maintenance, and Popular Aquatic Plants. Barron's Educational. United States. 95 p.
- Cholik, F., Artati dan R. Arifudin. 1986. Pengelolaan kualitas air kolam. INFIS Manual seri nomor 26. Dirjen Perikanan Jakarta. 52 hlm.
- Colville, T dan J.M. Bassert. 2002. Clinical Anatomy and Fisiology for Veterinary Technicians. Mosby. USA. 634 p.
- Cortez-Jacinto, E.H. VillarrealColmenares., L.E. Cruz-Suarez., R. Civera-Cerecedo., H. NolascoSoria and A. Hernandez-Llamas. 2005. Effect of different dietary protein and lipid levels on growth and survival of juvenile Australia red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*). *Aquaculture Nutrition*. **11**: 283-291.
- Dhingra, M. M. 1993. Probiotic in poultry diet. *Poult*. **26**: 43-45.

- Duc, L.H., H. A. Hong., T. M. Barbosa., A. O. Henriques dan S. M. Cutting. Characterization of *Bacillus* probiotics available for human use. 2004. *Appl Environ Microbiol.* **70**(4): 2161-2171.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius. Yogyakarta. 258 hlm.
- Effendie, M. I. 1979. Metode Biologi Perikanan. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 113 hlm.
- \_\_\_\_\_. 2002. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 113 hlm.
- Effendy, H. 1993. Mengenal Beberapa Jenis Koi. Kanisius. Yogyakarta. 88 hlm.
- Elliot, J. M dan M. A. Hurley. 1995. Fuctional Ecologi. 9. *British Ecological Society*. British. 625-627.
- Fjellheim, A.J., K.J. Playfoot., J. Skjermo and O. Vadstein. 2007. *Vibrionaceae* dominates the microflora antagonistic towards *Listonella anguillarum* in the intestine of cultured Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) larvae. *Aquaculture*. 269: 98-106.
- Feliatra. 2002. Implementasi dan Pengembangan Bioteknologi Kelautan dalam Upaya Optimalisasi Pemanfaatan Laut Indonesia. Makalah dalam Pengukuhan Guru Besar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru, 5 November 2002.
- Feliatra., Effendi dan E. Suryadi. 2004. Isolasi dan identifikasi bakteri ptobiotik dari ikan kerapu macan (*Ephinephelus fuscogatus*) dalam upaya efisiensi pakan ikan. *Jurnal Natur Indonesia*. **6**(2): 75-80.
- Firdasari, V dan R.E. Yusfiati. 2014. Struktur usus ikan *Ompok hypophthalmus* dari perairan Sungai Siak Kota Pekanbaru. *JOM FMIPA*. **1**(2): 439-444.
- Flores, M.L. 2011. The use of probiotic in aquaculture: an overview. *International Research Journal of Microbiology*. **2**(12): 471-478.
- Fuller, R. 1987. A review, probiotics in man and animals. *Journal of applied bacteriology*. 66: 365-378.
- Gatesoupe, F. J. 1999. The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*. 180: 147-165.
- Geneser, F. 1994. Buku Tes Histologi Jilid 2, Gunawijaya A.F. Binarupa Aksara: Jakarta. Terjemahan dari: Textbook of Histology. 77 hlm.
- Haetami, K., Julianto dan Y. Andriani. 2005. Tingkat penggunaan gulma air *Azolla pinnata* dalam ransum terhadap pertumbuhan dan konversi pakan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*). *Laporan Penelitian*. Universitas Padjajaran. Bandung. 31 hlm.

- Hamny., S. Mulyani., D. Masyita., S. Wahyuni., M. Jalaluddin. 2015. Morfologi anatomi dan histologi usus biawak air (*Varanus salvator*). *Jurnal Veteriner*. **16**(2): 152-158.
- Handayani, Sri. 2006. Studi efisiensi pemanfaatan karbohidrat pakan bagi pertumbuhan ikan gurame (*Osphronemus gouramy* Lac.) sejalan dengan perubahan enzim pencernaan dan insulin. *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 107 hlm.
- Harjana, T. 2011. Buku Ajar Histologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta. 49 hlm.
- He, S., Liu, W., Zhou, Z., Mao, W., Ren, P., Marubashi, T dan Ringo, E. 2011. Evaluation of probiotic strain *Bacillus subtilis* C3102 as a feed supplement for koi carp (*Cyprinus carpio*). *Journal Aquatic Research and Development*. 1-7.
- Hernentis dan E. Syahrudin. 2016. Pengaruh temperature steam dan suplementasi bakteri mannanolytic termofilik terhadap histomorfologi usus, retensi nitrogen dan energy metabolisme ransum (pellet) broiler ampas kelapa. *Jurnal Peternakan Indonesia*. **18**(1): 53-61,
- Hibiya, T. 1995. An Atlas of Fish Histology Normal and Pathological Features. Kodansha Ltd. Japan. 147 p.
- Irianto, A. 2003. *Probiotik Akuakultur*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 125 hlm.
- Kordi, K.M.G.H. 2005. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kusrini, E., S. Cindelas dan A.B. Prasetio. 2015. Pengembangan budidaya ikan hias koi (*Cyprinus carpio*) di Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias Depok. *Media Akuakultur*. **10**(2): 71-78.
- Maryam, S. 2010. Budidaya super intensif ikan nila merah (*Oreochromis* sp.) dengan teknologi bioflok: profil kualitas air, kelangsungan hidup dan pertumbuhan. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. 66 hlm.
- McCann, M.E.E., E. Newel., C. Preston, and K. Forbes. 2006. The use of annanologosaccharides and or tannin in broiler diets. *Internat. J. Poult. Sci*. 5: 873-879.
- Moriarty, D.J.W. 1999. Disease Control in Shrimp Aquaculture with Probiotic Bacteria *In*: Bell C.R., Brylinsky M., and Johnson\_Green, P. (Ed.) Microbial Biosystem: New Frontiers, Proceedings of The 8<sup>th</sup> International Symposium on Microbial Ecology. Atlantic Canada Society for Microbial Ecology, Halifax, Canada, 7 pp.
- Nursyirwani, W. A., A.E.T.H. Wahyuni dan Triyanto. 2015. Histopatologi ikan kerapu macan yang diimbuhi bakteri asam laktat dan diuji tantang *Vibrio alginolyticus*. *Jurnal Veteriner*. **16** (4): 505-512.

- Papilion, U. M dan M. Efendi. 2017. Ikan Koi. Penebar Swadaya. Jakarta. 140 hlm.
- Pusat Data, Statistik dan Informasi KKP. 2015. Kelautan dan Perikanan dalam Angka 2015. Jakarta. 340 hlm.
- Putra, A. N. 2010. Kajian probiotik, prebiotic dan sinbiotik untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 109 hlm.
- Putri, I. W., M. Setiawati dan D. Jusadi. 2017. Enzim pencernaan dan kinerja pertumbuhan ikan mas, *Cyprinus carpio* yang diberi pakan dengan penambahan tepung kunyit *Curcuma longa* Linn. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. **17**(1): 11-20.
- Puspitaningrum, M., M. Izzati dan S. Haryanti. 2012. Produksi dan konsumsi oksigen terlarut oleh beberapa tumbuhan air. *Bulletin Anatomi dan Fisiologi*. **20**(1): 47-55.
- Radhiyufa, M. 2011. Dinamika fosfat dan klorofil dengan penebaran ikan nila (*Oreochromis* sp.) pada kolam budidaya ikan lele (*Clarias* sp.) system heterotrofik. *Skripsi*. Program Studi Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta. 70 hlm.
- Ramos, M.A., S. Batista., M.A. Pires., A.P Silva., L.F. Pereira., M.J. Saavedra., R.O.A.Ozorio dan P. Rema. 2017. Dietary probiotic supplementation improves growth and the intestinal morphology of Nile tilapia. *Animal*. 1-11.
- Sahu, M. K., N.S. Swarnakumar., K. Sivakumar., T. THangaradjou dan L. Kannan. 2008. Probiotics in aquaculture: importance and future perspectives. *Indian J. Microbiol*. 48: 299-308.
- Sim, S., M. Rimmer., K. Williams., J.D. Toledo., K. Sugama., I. Rumengan dan M.J. Phillips. 2015. Pedoman Praktis Pemberian dan Pengelolaan Pakan untuk Ikan Kerapu yang di Budidaya. NACA. Thailand. 18 hlm.
- Sisson, S dan D. Grossman. 1961. The Anatomy of The Domestica Animal. 14 Ed. W.B. Sauders Co. Philadelphia.
- Sukmadinata, N. S. 2005. Metode Penelitian Pendidikan. PT. Remaja Rosdakarya. Jakarta. 362 hlm.
- Surachmad, W. 1975. Dasar dan Teknik Research : Pengantar Metodologi Ilmiah. Tarsito. Bandung. 328 hlm.
- Suryaningrum, F.M. 2014. Aplikasi teknologi bioflok pada pemeliharaan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Manajemen Perikanan dan Kelautan*. **1**(1): 1-9.
- Susanto, H. 2000. Budidaya Ikan di Pekarangan. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Susanto, H. 2002. Koi. Penebar Swadaya. Jakarta. 108 hlm.

- Sutiana, Erlangga dan Zulfikar. 2017. Pengaruh dosis hormone rGH dan tiroksin dalam pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hisup benih ikan koi (*Cyprinus carpio*, L). *Acta aquatic*. **4**(2): 76-82.
- Talbot, C. 1993. Some aspect of the biology of feeding and growth in fish. *Proceedings of the nutrition society*. pp.403-416.
- Twigg, D. 2000, How to Keep Koi: an Essential Guide. Interpet. Terjemahan oleh Y.S Manipuspika. 2003. Buku Pintar Koi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 141 hlm.
- Udin dan M. Sitanggang. 2010. Buku Pintar Merawat dan Menangkarkan Koi. Geomedia Pustaka. Jakarta. 168 hlm.
- Verschuere, L., G. Rombaut., P. So dan W. Verstraete. 2000. Probiotik bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiol Mol Biol Rev*. **64**(4): 655-671.
- Wang, Y., and Xu, Z.R. 2006. Effect of probiotic for common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzyme activities. *Animal Feed Science and Technology*. **127**: 283-292.
- Wang, Y., J.R. Li dan J. Lin. 2008. Probiotics in aquaculture: challenges and outlook. *Aquaculture*. **281**: 1-4.
- Watson, A.K., H. Kaspar., M.J. Lategan dan L. Gibson. 2008. Probiotics in aquaculture: the need, principles and mechanism of action and screening processes. *Aquaculture*. **274**: 1-14.
- Yusriah dan D.K. Nengah. 2013. Pengaruh pH dan suhu terhadap aktivitas protease *Penicillium* sp. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. **2**(1): 2337-3520.
- Zonneveld, N., E. A. Huisman dan J. H. Boon. 1991. Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan. Terjemahan. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 318 hlm.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Alat yang Digunakan



Akuarium (60 x 30 x 30 cm)



Selang Filter



Filter



Sectio Set



Nampan



Millimeter Block



DO Meter



pH Meter



Sprayer

Lampiran 1. (Lanjutan)



Blower



Seser



Filter Set



Mikropipet



Timbangan Analitik



Selang Sifon



Mangkok Alas



Timbangan Digital



Cassete



Lampiran 1. (Lanjutan)



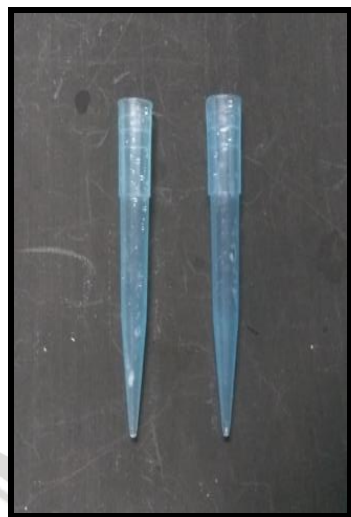
Lampiran 2. Bahan yang Digunakan



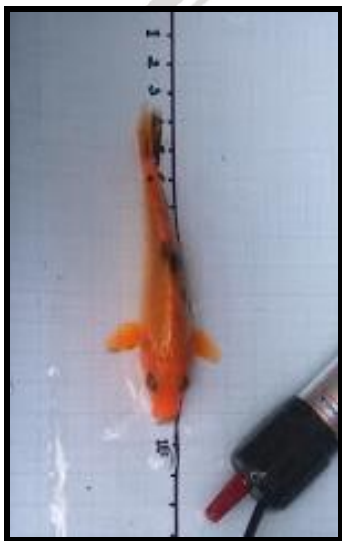
Pakan



Plastik Zip Lock



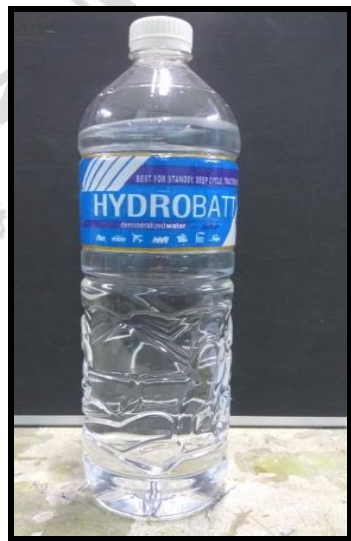
Ammonia Test Kit



Ikan Koi



Kertas label



Blue Tip



Formalin 10%



Probiotik



Entelan



Lampiran 3. Data Analisis Kelangsungan Hidup (*Survival Rate*) Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	N0	N30	SR (%)
K1	9	8	100
K2	9	9	100
K3	9	7	100
A1	9	9	100
A2	9	9	100
A3	9	9	100
B1	9	9	100
B2	9	9	100
B3	9	9	100
C1	9	9	100
C2	9	9	100
C3	9	9	100

$$SR = \frac{Nt}{N0} \times 100\%$$

• Rerata Kelangsungan Hidup Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata ± STDEV
	1	2	3		
K	83,89	100	77,78	266,67	88,89 ± 11,11
A	100	100	100	300	100 ± 0
B	100	100	100	300	100 ± 0
C	100	100	100	300	100 ± 0
Total				1002,78	

• Perhitungan Sidik Ragam Kelangsungan Hidup Ikan Koi (*C. carpio*)

$$\text{Faktor Koreksi} = \frac{\text{Total}^2}{n \times r} = \frac{1166,67^2}{4 \times 3} = 113425,93$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Total} = (K1)^2 + (K2)^2 + (K3)^2 + \dots + (C3)^2 - \text{FK}$$

$$= (88,89)^2 + (100)^2 + (77,78)^2 + \dots + (100)^2 - 113425,93$$

$$= 524,69$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{\sum K1^2 + \sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2}{r} - \text{FK}$$

$$= \frac{266,67^2 + 300^2 + 300^2 + 300^2}{3} - 113425,93$$

$$= 277,78$$

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

$$= 524,69 - 277,78$$

**Lampiran 3. (Lanjutan)**

$$= 246,91$$

$$\text{Derajat bebas (db) Total} = (n \times r) - 1 = (4 \times 3) - 1 = 11$$

$$\text{Db Perlakuan} = n - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$\text{Db Acak} = \text{db Total} - \text{db Perlakuan} = 11 - 3 = 8$$

$$\text{❖ Kuadrat Tengan Perlakuan} = \frac{JK \text{ Perlakuan}}{db \text{ Perlakuan}} = \frac{277,78}{3} = 92,59$$

$$\text{❖ Kuadrat Tengah Acak} = \frac{JK \text{ Acak}}{db \text{ Acak}} = \frac{246,91}{8} = 30,86$$

$$\text{❖ F Hitung} = \frac{KT \text{ Perlakuan}}{KT \text{ Acak}} = \frac{92,59}{30,86} = 3$$

- **Sidik Ragam Kelangsungan Hidup Ikan Koi**

SK	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	277,78	92,59	3	4,07	7,59
Acak	8	246,91	30,86			
Total	11	524,69				

Keterangan ns = Tidak Berbeda Nyata

F hitung < F 5% dan F 1%, maka Kelangsungan Hidup ikan koi tidak berbeda nyata, sehingga tidak perlu dilanjutkan ke uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Lampiran 4. Data Analisis Laju Pertumbuhan (*Growth Rate*) Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Bobot rata-rata Hari ke- (gr)		Growth Weight
	Hari Ke-0	Hari Ke-30	
K1 (0 ml/kg)	13,33	15,5	0,072
K2 (0 ml/kg)	12,7	15,33	0,088
K3 (0 ml/kg)	12,67	15,33	0,089
A1 (5 ml/kg)	16,33	19,83	0,117
A2 (5 ml/kg)	15,5	20,73	0,174
A3 (5 ml/kg)	15,33	19,83	0,150
B1 (15 ml/kg)	14,67	20,73	0,202
B2 (15 ml/kg)	15,21	23,86	0,288
B3 (15 ml/kg)	13,33	22,33	0,300
C1 (25 ml/kg)	14	24	0,333
C2 (25 ml/kg)	14,17	24,67	0,350
C3 (25 ml/kg)	12,7	23	0,343

$$GR = (Wt - W0)/30$$

- Rerata Laju Pertumbuhan Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata ± STDEV
	1	2	3		
K	0,072	0,088	0,089	0,249	0,083 ± 0,009
A	0,117	0,174	0,15	0,441	0,147 ± 0,029
B	0,202	0,288	0,3	0,790	0,263 ± 0,054
C	0,333	0,350	0,343	1,027	0,342 ± 0,008
Total		-		2,507	

- Perhitungan Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Ikan Koi (*C. carpio*)

$$\text{Faktor Koreksi} = \frac{\text{Total}^2}{n \times r} = \frac{2,506667^2}{4 \times 3} = 0,524$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kuadrat Total} &= (K1)^2 + (K2)^2 + \dots + (C2)^2 + (C3)^2 - \text{FK} \\ &= (0,07233)^2 + (0,08767)^2 + \dots + (0,350)^2 + (0,34333)^2 - 0,5236 \\ &= 0,129 \end{aligned}$$

#### Lampiran 4. (Lanjutan)

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum K^2 + \sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{0,06183^2 + 0,19448^2 + 0,62463^2 + 1,0540^2}{3} - 0,5236 \\ &= 0,121 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK perlakuan} \\ &= 1,934987 - 0,12138 \\ &= 0,008 \end{aligned}$$

$$\text{Derajat bebas (db) Total} = (n \times r) - 1 = (4 \times 3) - 1 = 11$$

$$\text{Db Perlakuan} = n - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$\text{Db Acak} = \text{db Total} - \text{db Perlakuan} = 11 - 3 = 8$$

$$\text{❖ Kuadrat Tengan Perlakuan} = \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} = \frac{0,121}{3} = 0,040$$

$$\text{❖ Kuadrat Tengah Acak} = \frac{\text{JK Acak}}{\text{db Acak}} = \frac{0,008}{8} = 0,001$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Acak}} = \frac{0,040}{0,001} = 41,951$$

- **Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Ikan Koi (*C. carpio*)**

SK	db	JK	KT	FH	F5%	F1%
Perlakuan	3	0,121	0,040	41,951	4,07	7,59
Acak	8	0,008	0,001			
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>0,129</b>				

Keterangan \*\* = Berbeda Sangat Nyata

F hitung > F 5% > F 1%, maka Pertumbuhan Berat (*Growth Rate*) ikan nila menunjukkan berbeda sangat nyata, sehingga dilanjutkan ke uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

- **Menghitung nilai BNT Laju Pertumbuhan Ikan Koi (*C. carpio*)**

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2 \times \text{KT Acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,001}{3}} = 0,025$$

$$\text{BNT 5\%} = t \text{ tabel 5\% (db acak)} \times \text{SED} = 2,306 \times 0,025 = 0,058$$



#### Lampiran 4. (Lanjutan)

$$\text{BNT } 1\% = t \text{ tabel } 1\% (\text{db acak}) \times \text{SED} = 3,355 \times 0,025 = 0,085$$

- Uji BNT Laju Pertumbuhan Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan/Rerata	K	A	B	C	Notasi
	0,083	0,147	0,263	0,342	
K	0,083	-	-	-	a
A	0,147	0,064*	-	-	b
B	0,263	0,181**	0,116**	-	c
C	0,342	0,259**	0,195**	0,079*	d

Keterangan \* = Berbeda nyata, \*\* = Berbeda sangat nyata

- Uji *Polynomial Orthogonal* Laju Pertumbuhan Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Data (Ti)	Pembanding (Ci)		
		Linier	Kuadratik	Kubik
K	0,249	-2	2	-1
A	0,441	-1	-1	2
B	0,790	1	-2	1
C	1,027	2	1	-2
Q = $\sum(TiCi)$		1,905	-0,498	1,75
Kn = $(\sum Ci^2) \cdot r$		10	10	60
JK = Q <sup>2</sup> /Kn		0,121	0,008	0,013

- Sidik Ragam Regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,142				
Linier	1	0,121	0,121	125,467	4,07	7,59
Kuadratik	1	0,008	0,008	8,56		
Kubik	1	0,013	0,013	13,703		
Acak	8	0,008	0,001			

Karena yang berbedanya nyata maupun sangat berbeda nyata hanya Linier, maka regresi yang digunakan untuk R<sup>2</sup> adalah Linier.

- Menghitung R Square (R<sup>2</sup>)

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{JK \text{ Linier}}{JK \text{ Linier} + JK \text{ Acak}} = \frac{0,121}{0,121 + 0,008} = 0,940$$

#### Lampiran 4. (Lanjutan)

$$R^2 \text{ Kuadrat} = \frac{JK \text{ Kuadrat}}{JK \text{ Kuadrat} + JK \text{ Acak}} = \frac{0,008}{0,008 + 0,008} = 0,517$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{JK \text{ Kubik}}{JK \text{ Kubik} + JK \text{ Acak}} = \frac{0,013}{0,013 + 0,008} = 0,631$$

Persamaan regresi linier yang diperoleh  $y = 0,0104x + 0,0917$  dengan perhitungan :

Perlakuan	x	y	xy	x <sup>2</sup>
K1	0	0,072	0	0
K2	0	0,088	0	0
K3	0	0,089	0	0
A1	5	0,117	0,583	25
A2	5	0,174	0,872	25
A3	5	0,150	0,750	25
B1	15	0,202	3,030	225
B2	15	0,288	4,325	225
B3	15	0,300	4,500	225
C1	25	0,333	8,333	625
C2	25	0,350	8,750	625
C3	25	0,343	8,583	625
Jumlah	135	2,507	39,727	2625
Rerata	11,25	0,209	3,311	218,75

Mencari Persamaan :

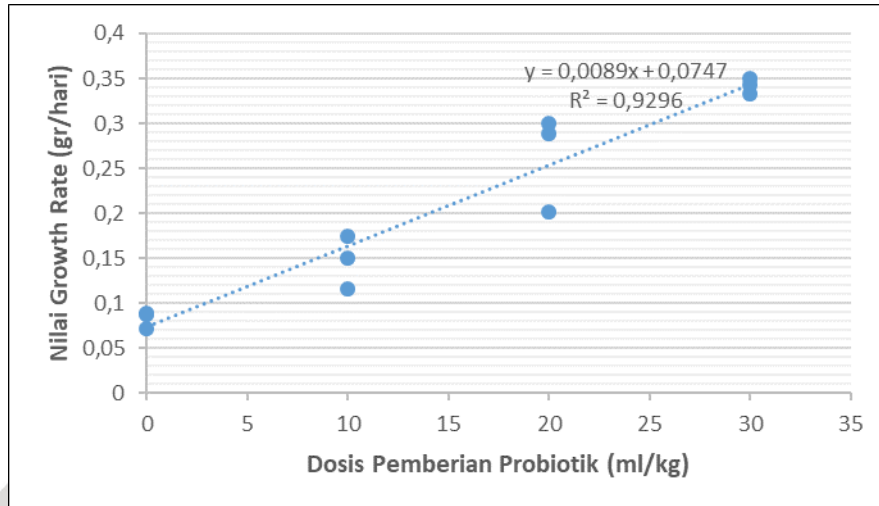
$$b_1 = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} = \frac{39,727 - \frac{(135)(2,507)}{12}}{2625 - \frac{2625^2}{12}} = 0,010$$

$$\begin{aligned} b_0 &= \bar{y} - (b_1 \cdot \bar{x}) \\ &= 0,209 - (0,010 \cdot 11,25) \\ &= 0,092 \end{aligned}$$

Persamaan regresi linier adalah  $y = b_0 + b_1x$  sehingga dapat ditulis dengan persamaan  $y = 0,092 + 0,010x$

## Lampiran 4. (Lanjutan)

- Grafik Hubungan Perbedaan Pemberian Dosis Probiotik terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Koi (*C. carpio*)



Lampiran 5. Data Analisa Laju Pertumbuhan Spesifik (*Specific Growth Rate*) Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Hari ke-		Ln Wt-Ln W0	SGR (% gram/hari)
	Ln W0	Ln Wt		
K1 (0 ml/kg)	2,590	2,741	0,151	0,503
K2 (0 ml/kg)	2,542	2,730	0,188	0,627
K3 (0 ml/kg)	2,539	2,730	0,191	0,635
A1 (5 ml/kg)	2,793	2,987	0,194	0,647
A2 (5 ml/kg)	2,741	3,032	0,291	0,969
A3 (5 ml/kg)	2,730	2,987	0,257	0,858
B1 (15 ml/kg)	2,686	3,032	0,346	1,153
B2 (15 ml/kg)	2,722	3,172	0,450	1,501
B3 (15 ml/kg)	2,590	3,106	0,516	1,720
C1 (25 ml/kg)	2,639	3,178	0,539	1,797
C2 (25 ml/kg)	2,651	3,206	0,554	1,848
C3 (25 ml/kg)	2,542	3,135	0,594	1,980

$$\text{SGR} = (\ln \text{Wt} - \ln \text{W0}) / 30 \times 100$$

• Rerata Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata STDEV
	1	2	3		
K	0,503	0,627	0,635	1,765	0,588 ± 0,074
A	0,647	0,969	0,858	2,474	0,825 ± 0,163
B	1,153	1,501	1,720	4,373	1,458 ± 0,286
C	1,797	1,848	1,980	5,624	1,875 ± 0,094
Total	-	-	-	14,237	-

• Perhitungan Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Spesifik (*Specific Growth Rate*) Ikan Koi (*C. carpio*)

$$\text{Faktor Koreksi} = \frac{\text{Total}^2}{n \times r} = \frac{14,237^2}{4 \times 3} = 16,892$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kuadrat Total} &= (\text{K1})^2 + (\text{K2})^2 + (\text{K3})^2 + \dots + (\text{C3})^2 - \text{FK} \\ &= (0,503)^2 + (0,627)^2 + (0,635)^2 + \dots + (1,848)^2 - 16,892 \\ &= 3,353 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum \text{K}^2 + \sum \text{A}^2 + \sum \text{B}^2 + \sum \text{C}^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{1,765^2 + 2,474^2 + 4,373^2 + 5,624^2}{3} - 16,892 \\ &= 3,108 \end{aligned}$$

### Lampiran 5. (Lanjutan)

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK perlakuan} \\ &= 3,353 - 3,108 \\ &= 0,246 \end{aligned}$$

$$\text{Derajat bebas (db) Total} = (n \times r) - 1 = (4 \times 3) - 1 = 11$$

$$\text{Db Perlakuan} = n - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$\text{Db Acak} = \text{db Total} - \text{db Perlakuan} = 11 - 3 = 8$$

$$\text{❖ Kuadrat Tengan Perlakuan} = \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} = \frac{3,108}{3} = 1,036$$

$$\text{❖ Kuadrat Tengah Acak} = \frac{\text{JK Acak}}{\text{db Acak}} = \frac{0,246}{8} = 0,031$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Acak}} = \frac{1,036}{0,031} = 33,7$$

- **Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Koi (*C. carpio*)**

SK	db	JK	KT	FH	F5%	F1%
Perlakuan	3	3,108	1,036	33,700**	4,07	7,59
Acak	8	0,246	0,031			
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>3,353</b>				

Keterangan \*\* = Berbeda Sangat Nyata

F hitung > F 5% > F 1%, maka Laju Pertumbuhan Spesifik (*Specific Growth Rate*) ikan nila menunjukkan berbeda sangat nyata, sehingga dilanjutkan ke uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

- **Menghitung nilai BNT Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Koi (*C. carpio*)**

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2 \times \text{KT Acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,031}{3}} = 0,143$$

$$\text{BNT 5\%} = t \text{ tabel 5\% (db acak)} \times \text{SED} = 2,306 \times 0,143 = 0,33$$

$$\text{BNT 1\%} = t \text{ tabel 1\% (db acak)} \times \text{SED} = 3,355 \times 0,143 = 0,48$$

## Lampiran 5. (Lanjutan)

- Uji BNT Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan/Rerata		K	A	B	C	Notasi
		0,588	0,825	1,458	1,875	
K	0,588	-	-	-	-	a
A	0,825	0,236 <sup>ns</sup>	-	-	-	a
B	1,458	0,869*	0,633**	-	-	b
C	1,875	1,286**	1,050*	0,417*	-	c

Keterangan \* = Berbeda nyata, \*\* = Berbeda sangat nyata, <sup>ns</sup> = Tidak berbeda nyata

- Uji *Polynomial Orthogonal* Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Data (Ti)	Pembanding (Ci)		
		Linier	Kuadratik	Kubik
K	1,765	-2	2	-1
A	2,474	-1	-1	2
B	4,373	1	-2	1
C	5,624	2	1	-2
Q=∑(TiCi)		9,617	-2,065	-3,692
Kn=(∑Ci <sup>2</sup> )*r		30	30	30
JK=Q <sup>2</sup> /Kn		3,083	0,142	0,454

- Sidik Ragam Regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	3,680				
Linier	1	3,083	3,083	100,3**	4,07	7,59
Kuadratik	1	0,142	0,142	4,626		
Kubik	1	0,454	0,454	14,786		
Acak	8	3,925				

Karena yang berbedanya nyata maupun sangat berbeda nyata hanya Linier, maka regresi yang digunakan untuk R<sup>2</sup> adalah Linier.

- Menghitung R Square (R<sup>2</sup>)

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{JK \text{ Linier}}{JK \text{ Linier} + JK \text{ Acak}} = \frac{3,083}{3,083 + 3,925} = 0,926$$

$$R^2 \text{ Kuadratik} = \frac{JK \text{ Kuadratik}}{JK \text{ Kuadratik} + JK \text{ Acak}} = \frac{0,142}{0,142 + 3,925} = 0,366$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{JK \text{ Kubik}}{JK \text{ Kubik} + JK \text{ Acak}} = \frac{0,454}{0,454 + 3,925} = 0,649$$

### Lampiran 5. (Lanjutan)

Persamaan regresi linier yang diperoleh  $y = 1,1006x + 2,016$  dengan perhitungan :

Perlakuan	x	y	xy	x <sup>2</sup>
K1	0	0,5027	0	0
K2	0	0,6274	0	0
K3	0	0,6352	0	0
A1	5	0,6473	3,237	25
A2	5	0,9691	4,846	25
A3	5	0,8579	4,290	25
B1	15	1,1526	17,289	225
B2	15	1,5008	22,513	225
B3	15	1,7197	25,796	225
C1	25	1,7967	44,916	625
C2	25	1,8482	46,205	625
C3	25	1,9796	49,491	625
Jumlah	135	14,2374	218,582	2625
Rerata	11,25	1,1864	18,215	218,75

Mencari Persamaan :

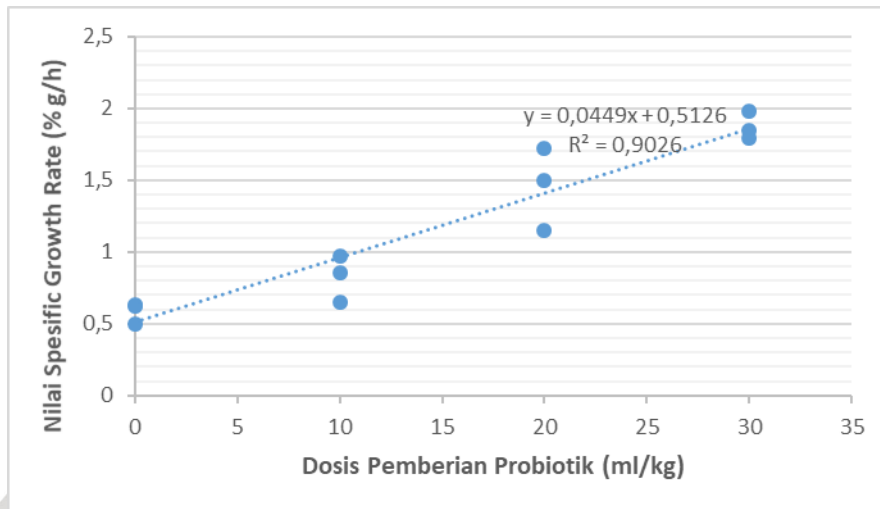
$$b_1 = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} = \frac{218,582 - \frac{(135)(14,237)}{12}}{2625 - \frac{(135)^2}{12}} = 0,053$$

$$\begin{aligned} b_0 &= \bar{y} - (b_1 \bar{x}) \\ &= 1,186 - (0,053 \cdot 11,25) \\ &= 0,592 \end{aligned}$$

Persamaan regresi linier adalah  $y = b_0 + b_1x$  sehingga dapat ditulis dengan persamaan  $y = 0,592 + 0,053x$ .

## Lampiran 5. (Lanjutan)

- Grafik Hubungan Pemberian Dosis Probiotik Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Koi (*C. carpio*)





Lampiran 6. Data Analisis Pertumbuhan Berat Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Bobot rata-rata Hari ke- (gr)		Pertumbuhan Berat
	Hari Ke-0	Hari Ke-30	
K1 (0 ml/kg)	13,33	15,5	2,17
K2 (0 ml/kg)	12,7	15,33	2,63
K3 (0 ml/kg)	12,67	15,33	2,66
A1 (5 ml/kg)	16,33	19,83	3,5
A2 (5 ml/kg)	15,5	20,73	5,23
A3 (5 ml/kg)	15,33	19,83	4,5
B1 (15 ml/kg)	14,67	20,73	6,06
B2 (15 ml/kg)	15,21	23,86	8,65
B3 (15 ml/kg)	13,33	22,33	9
C1 (25 ml/kg)	14	24	10
C2 (25 ml/kg)	14,17	24,67	10,5
C3 (25 ml/kg)	12,7	23	10,3

MWG = Wt (Bobot Hari Ke-30) – W0 (Bobot Hari Ke-0)

- Rerata Pertumbuhan Berat Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata STDEV
	1	2	3		
K	2,17	2,63	2,66	7,46	2,487 ± 0,275
A	3,5	5,23	4,5	13,23	4,410 ± 0,869
B	6,06	8,65	9	23,71	7,903 ± 1,606
C	10	10,5	10,3	30,8	10,267 ± 0,252
Total	-	-	-	75,2	-

- Perhitungan Sidik Ragam Pertumbuhan Berat Ikan Koi (*C. carpio*)

$$\text{Faktor Koreksi} = \frac{\text{Total}^2}{n \times r} = \frac{75,2^2}{4 \times 3} = 471,253$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kuadrat Total} &= (K1)^2 + (K2)^2 + (K3)^2 + \dots + (C3)^2 - \text{FK} \\ &= (2,17)^2 + (2,63)^2 + (2,66)^2 + \dots + (10,3)^2 - 471,253 \\ &= 116,187 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum K^2 + \sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{7,46^2 + 13,23^2 + 23,71^2 + 30,8^2}{3} - 471,253 \\ &= 109,243 \end{aligned}$$

**Lampiran 6. (Lanjutan)**

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK perlakuan} \\ &= 116,187 - 109,243 \\ &= 6,944 \end{aligned}$$

$$\text{Derajat bebas (db) Total} = (n \times r) - 1 = (4 \times 3) - 1 = 11$$

$$\text{Db Perlakuan} = n - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$\text{Db Acak} = \text{db Total} - \text{db Perlakuan} = 11 - 3 = 8$$

$$\text{❖ Kuadrat Tengan Perlakuan} = \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} = \frac{109,243}{3} = 36,414$$

$$\text{❖ Kuadrat Tengah Acak} = \frac{\text{JK Acak}}{\text{db Acak}} = \frac{6,944}{8} = 0,868$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Acak}} = \frac{36,414}{0,868} = 41,951$$

- **Sidik Ragam Pertumbuhan Berat Ikan Koi (*C. carpio*)**

SK	db	JK	KT	FH	F5%	F1%
Perlakuan	3	6,944	36,414	41,951**	4,07	7,59
Acak	8	6,944	0,868			
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>6,944</b>				

Keterangan \*\* = Berbeda Sangat Nyata

F hitung > F 5% > F 1%, maka Laju Pertumbuhan Spesifik (*Specific Growth Rate*) ikan nila menunjukkan berbeda sangat nyata, sehingga dilanjutkan ke uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

- **Menghitung nilai BNT Pertumbuhan Berat Ikan Koi (*C. carpio*)**

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2 \times \text{KT Acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,868}{3}} = 0,761$$

$$\text{BNT 5\%} = t \text{ tabel 5\% (db acak)} \times \text{SED} = 2,306 \times 0,761 = 1,754$$

$$\text{BNT 1\%} = t \text{ tabel 1\% (db acak)} \times \text{SED} = 3,355 \times 0,761 = 2,552$$



## Lampiran 6. (Lanjutan)

• Uji BNT Pertumbuhan Berat Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan/Rerata	K	A	B	C	Notasi
	2,487	4,410	7,903	10,267	
K	2,487	-	-	-	a
A	4,410	1,923*	-	-	b
B	7,903	5,417**	3,493**	-	c
C	10,267	7,78**	5,857**	2,363*	d

Keterangan \* = Berbeda nyata, \*\* = Berbeda sangat nyata

• Uji *Polynomial Orthogonal* Pertumbuhan Berat Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Data (Ti)	Pembanding (Ci)		
		Linier	Kuadratik	Kubik
K	7,46	-2	2	-1
A	13,23	-1	-1	2
B	23,71	1	-2	1
C	30,8	2	1	-2
Q= $\sum(TiCi)$		57,16	-14,93	-18,89
Kn= $(\sum Ci^2)*r$		30	30	30
JK=Q <sup>2</sup> /Kn		108,909	7,430	11,894

## • Sidik Ragam Regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	128,233				
Linier	1	108,909	108,909	125,467	4,07	7,59
Kuadratik	1	7,430	7,430	8,560		
Kubik	1	11,894	11,894	13,703		
Acak	8	6,944				

Karena yang berbedanya nyata maupun sangat berbeda nyata hanya Linier, maka regresi yang digunakan untuk R<sup>2</sup> adalah Linier.

• Menghitung R Square (R<sup>2</sup>)

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{JK \text{ Linier}}{JK \text{ Linier} + JK \text{ Acak}} = \frac{108,909}{108,909 + 6,944} = 0,940$$

$$R^2 \text{ Kuadratik} = \frac{JK \text{ Kuadratik}}{JK \text{ Kuadratik} + JK \text{ Acak}} = \frac{7,430}{7,430 + 6,944} = 0,517$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{JK \text{ Kubik}}{JK \text{ Kubik} + JK \text{ Acak}} = \frac{11,894}{11,894 + 6,944} = 0,631$$

### Lampiran 6. (Lanjutan)

Persamaan regresi linier yang diperoleh  $y = 1,1006x + 2,016$  dengan perhitungan :

Perlakuan	x	Y	xy	x <sup>2</sup>
K1	0	2,17	0	0
K2	0	2,63	0	0
K3	0	2,66	0	0
A1	5	3,5	17,5	25
A2	5	5,23	26,15	25
A3	5	4,5	22,5	25
B1	15	6,06	90,9	225
B2	15	8,65	129,75	225
B3	15	9	135	225
C1	25	10	250	625
C2	25	10,5	262,5	625
C3	25	10,3	257,5	625
Jumlah	135	75,2	1191,8	2625
Rerata	11,25	6,267	99,317	218,75

Mencari Persamaan :

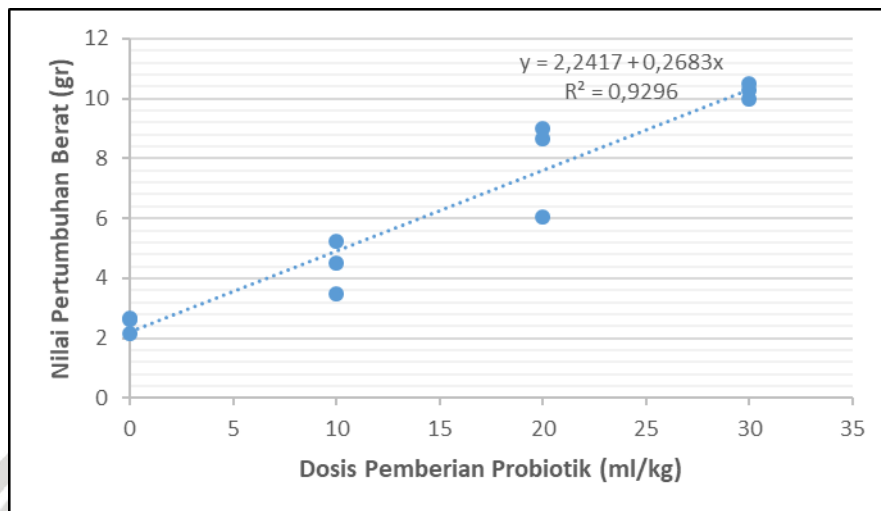
$$b_1 = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} = \frac{1191,8 - \frac{(135)(75,2)}{12}}{2625 - \frac{(135)^2}{12}} = 0,313$$

$$\begin{aligned} b_0 &= \bar{y} - (b_1 \bar{x}) \\ &= 6,267 - (0,313 \cdot 11,25) \\ &= 2,750 \end{aligned}$$

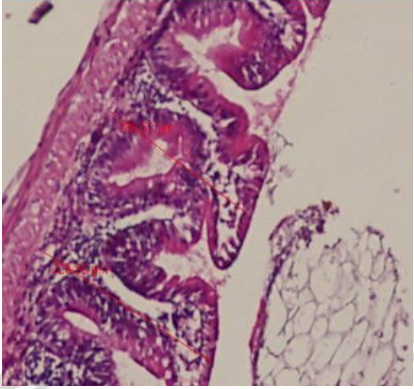
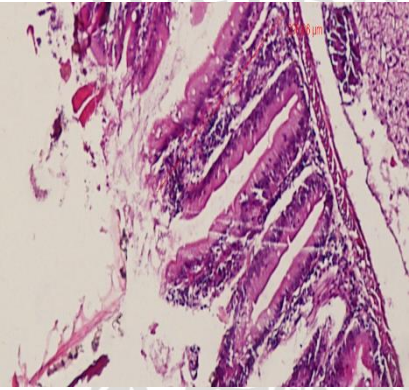
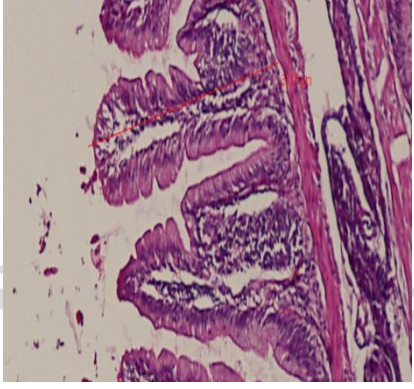
Persamaan regresi linier adalah  $y = b_0 + b_1x$  sehingga dapat ditulis dengan persamaan  $y = 2,750 + 0,313x$ .

## Lampiran 6. (Lanjutan)

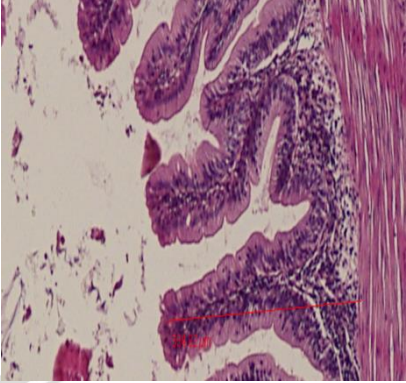
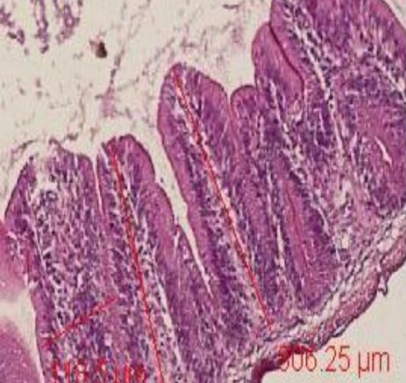
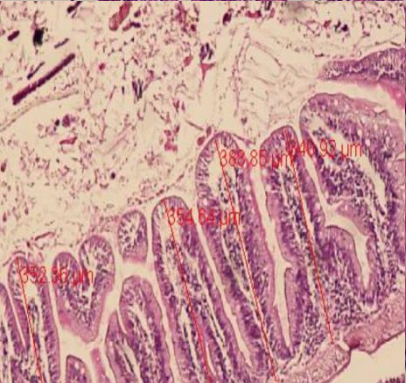
- Grafik Hubungan Pemberian Dosis Probiotik Berbeda terhadap Pertumbuhan Berat Ikan Koi (*C. carpio*)



Lampiran 7. Gambar Ketebalan Vili Usus Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Gambar Usus	Ketebalan vili
K1		223,69 $\mu\text{m}$
K2		298,86 $\mu\text{m}$
K3		373,5 $\mu\text{m}$

Lampiran 7. (Lanjutan)

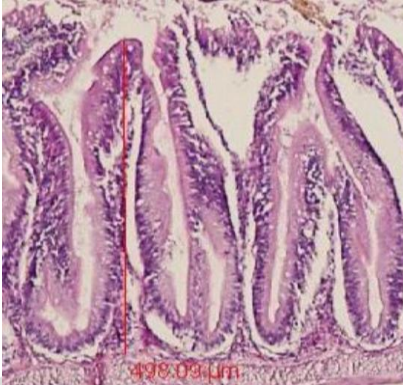
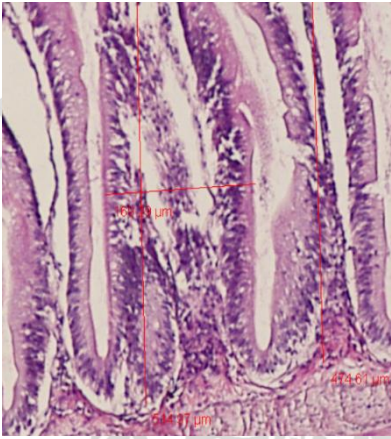
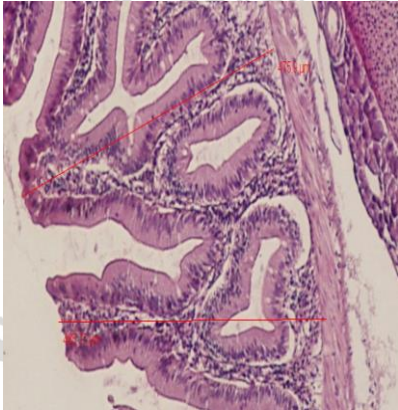
Perlakuan	Gambar Usus	Ketebalan vili
A1		334,82 μm
A2		306,25 μm
A3		388,85 μm



Lampiran 7. (Lanjutan)

Perlakuan	Gambar Usus	Ketebalan vili
B1		431,16 μm
B2		475,9 μm
B3		470,48 μm

Lampiran 7. (Lanjutan)

Perlakuan	Gambar Usus	Ketebalan vili
C1		498,09 μm
C2		514,97 μm
C3		493,52 μm

Lampiran 8. Data Pengamatan Suhu Selama Penelitian

Hari	Akuarium K1		Akuarium K2		Akuarium K3	
	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB
1	-	28,4	-	27,9	-	28,7
2	24,0	26,1	25,7	26,3	25,8	26,1
3	28	30	28,8	30	29	30
4	26,6	29,6	26,3	27,5	26,2	27,3
5	28,4	28	26,1	30	25,3	27
6	28,5	30,5	27	27,6	27,5	29,6
7	28	29,8	26,5	28,5	26	28,6
8	27,8	28,5	26	26	26	26,3
9	27,6	28,3	27,6	28,1	27,1	27,6
10	30,5	31	25,3	30	29	29,3
11	29,4	32,2	26,8	30,4	28,7	28,4
12	29,3	30,1	26,6	29,1	28,3	29,2
13	26,5	27,8	27,5	27,3	26,1	27,7
14	26,6	27,6	25,9	27,1	26,7	28
15	25,3	26,7	25,2	26,2	26,2	26,9
16	26,2	27,2	27,3	26,6	26,7	27,8
17	25,8	27,1	26,3	27,1	26,7	27
18	25,6	26	25,4	26	25,7	26
19	25,3	26,7	24,5	26,3	24,4	26,6
20	25,2	26,5	25	26,3	25,6	26,5
21	24,7	27,1	24,7	26,2	24,7	27
22	25,5	26,9	26	26,2	26	27,1
23	25,5	26,1	24,9	25,8	24,8	26,2
24	25,4	27	25,6	26,5	25,2	27
25	25,8	27,1	25,7	26,4	25,4	26,7
26	25,4	26,3	25,4	26,4	25,5	26,3
27	25,3	26,2	25,6	25,8	25,8	26,4
28	24,8	25,7	24,9	25,6	25	25,9
29	24,9	25,6	24,7	25,4	24,9	25,6
30	25,3	25,1	25,2	25,2	25,1	25,3

## Lampiran 8. (Lanjutan)

Hari	Akuarium A1		Akuarium A2		Akuarium A3	
	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB
1	-	27,9	-	27,3	-	27,2
2	25,3	27,4	25,8	26,4	25,9	27,7
3	27,6	28,2	26,6	28,6	27,3	29,1
4	27,3	30,5	26,3	29,6	26,5	27,5
5	26,2	29	27,2	32	26,8	28
6	27,5	29,6	30,5	30,2	27,5	28,3
7	27,5	29,1	30	29	30	28,4
8	27,2	28,5	28,2	26,6	26,2	29
9	28	29,2	27,7	28,1	27	27,6
10	28,6	29	29,6	32	27,7	29
11	28,5	29,3	28,8	29,8	27,3	29,8
12	29,1	30,3	29	31	27,2	30
13	25,3	29,3	26,8	28,3	28,2	28,1
14	26,8	28	26,5	27,5	26	27,3
15	26,1	26,8	25,6	26,6	25,6	26,2
16	26,3	28	26,5	26,8	27	26,4
17	26,1	27,5	25,8	27,5	26	27,1
18	26,3	26,6	25,2	26,2	25,1	25,8
19	24,5	27,5	25	27,1	24,6	26,5
20	25,5	27	25,4	26,7	25	26,2
21	24,6	26,3	25,7	26,7	25	26,1
22	25,7	26,8	25,8	26,6	26	26,2
23	25,3	26,2	25	26,1	24,9	25,7
24	25,7	27,1	25,6	26,7	25,2	26
25	25,2	27,1	25,3	26,8	25,3	26,3
26	25,4	26,7	25,5	27,1	25,1	25,9
27	25,6	26,9	25,3	26,8	25,4	26,2
28	25,8	26,9	25,7	26,7	25,1	26,1
29	25,5	26,6	25,4	26,9	25	25,8
30	25,1	25,3	25,2	27	25,2	26,8

## Lampiran 8. (Lanjutan)

Hari	Akuarium B1		Akuarium B2		Akuarium B3	
	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB
1	-	27,8	-	27,6	-	28,7
2	25,2	26,2	24,7	26,1	25,0	26,3
3	28,9	29,7	27,8	28,3	26,8	27,2
4	28,2	30,9	27	28,7	25,8	28,8
5	28,1	32	27,7	31	26,3	29
6	31	30,5	30	28,1	28	28,8
7	30,2	30	30	29,2	27,5	28,4
8	26,5	29,2	28,4	29	27,6	27,6
9	29	29,3	27,9	28,1	27,3	27,9
10	30,4	31	30,1	32	27,6	29
11	29,2	30,8	29,4	29,6	29,1	29,7
12	30,1	32,5	29,1	31,8	30,7	30,8
13	27,6	28	30,3	28	25,5	28,1
14	26,7	27,5	26,1	28,2	26,3	27,7
15	25,5	26,5	25	26,2	26,2	26,7
16	27,1	26,8	26,7	26,5	26,6	27,7
17	26,8	26,7	26,3	26,6	26,3	26,6
18	26	25,8	25,3	25,8	26,3	25,9
19	25	26,5	24,4	26,2	24,3	26,5
20	25,6	26,2	24,8	26,2	25,5	26,3
21	25	26,3	24	26,1	24,7	26,7
22	26	26,5	25,6	26,1	26,3	26,9
23	25,3	25,7	24,9	25,6	25,6	26
24	25,3	26,3	25,1	26,2	25,6	26,6
25	25,1	26,3	25,2	26,2	25,7	26,8
26	25,4	26,3	25,5	26,4	25,5	26,3
27	25,7	26,3	25,3	26,1	25,4	26,5
28	25,2	26,4	25,1	26,3	25,2	25,9
29	25,3	27,1	24,9	26,3	24,8	25,9
30	25,4	25	25,4	25,6	25,1	25,8

## Lampiran 8. (Lanjutan)

Hari	Akuarium C1		Akuarium C2		Akuarium C3	
	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB
1	-	27,7	-	27,6	-	27,2
2	25,3	27,4	24,5	26,5	25,4	27,5
3	28,3	29,7	27,9	28,5	28,3	29,5
4	27,6	27,8	28,7	31,2	25,7	27,7
5	27,2	31	28,9	32	27,3	28
6	29,5	28,6	30	29,8	27	29,1
7	29	28,8	30	29,3	26	28,2
8	27	28,1	29	29,8	27,2	27,6
9	28,9	19,4	29,6	29,2	27,3	28,5
10	29,3	31	29	30	27,8	28
11	25,6	28,4	28,3	29	29,7	28,7
12	29	30,9	30,8	30,8	29,5	30,1
13	27	27,5	29,1	30,8	26,3	28
14	26	27,2	26,1	28,1	27	28
15	24,7	26,1	25,2	26,6	26	26,8
16	29,6	26,9	27,4	27,7	26,8	27,7
17	27	26,6	27,2	27	26,3	27,1
18	25,6	25,6	26,6	25,6	26	26,1
19	24,6	26,4	25,3	26,8	24,5	26,8
20	25	26,2	26,1	26,5	25,8	26,5
21	24,6	26,5	25	26,5	25	26,6
22	26,1	26,2	26	26,5	26	27,1
23	24,8	25,7	25,8	26,5	25,7	26,3
24	25,8	26,3	26,1	27	25,6	27
25	25,4	26,4	25,5	27,1	25,6	27,2
26	25,4	26,8	25,7	26,4	25,5	26,2
27	25,8	27,2	25,6	26,4	25,4	26,3
28	24,9	26	24,9	25,8	25,1	25,9
29	25,2	26,4	25,1	25,9	24,9	25,8
30	25,5	25,3	25,6	25,4	25,4	25,4

Lampiran 9. Data Pengamatan Oksigen Terlarut (DO) Selama Penelitian

Hari	Akuarium K1		Akuarium K2		Akuarium K3	
	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB
1	-	4,44	-	4,19	-	3,94
2	3,66	4,23	3,48	3,87	3,87	4,17
3	3,63	3,94	3,37	3,93	3,52	4,36
4	3,56	4,25	3,47	4,18	3,5	4,15
5	4,13	4,26	3,92	4,16	4,36	4,31
6	3,74	4,14	3,68	4,1	3,66	4,01
7	5,28	4,6	4,16	4,39	4,15	4,56
8	6,68	8,16	4,62	7,38	6,89	8,08
9	6,07	7,63	6,75	7,11	6,74	7,62
10	6,61	7,67	6,41	6,63	6,48	7,6
11	6,27	6,81	6,22	6,37	6,29	7,29
12	6,46	6,82	7,32	7,39	6,65	6,81
13	7,46	7,41	6,64	7,42	7,1	6,99
14	7,68	7,49	7,43	7,72	7,68	7,5
15	7,51	8,3	7,88	8,1	6,58	7,6
16	7,71	6,95	8,07	6,79	7,74	6,79
17	7,26	7,7	7,58	7,8	7,69	7,23
18	7,68	7,8	7,72	7,5	7,85	7,66
19	7,25	7,2	7,82	7,5	7,87	7,36
20	7,21	7,4	7,65	7,2	7,43	7,5
21	7,79	5,38	7,8	6,81	7,8	6,78
22	6,67	7,8	6,2	8	7,3	8,3
23	5,86	6,64	7,1	6,2	7,41	6,1
24	6,68	6,2	6,57	6,5	7,36	6,3
25	6,34	5,8	6,78	6,3	6,73	6,4
26	6,52	5,93	6,31	7,33	6,68	6,29
27	6,68	6,6	6,77	7,11	6,8	6,3
28	6,2	6,23	6,38	7,56	6,41	6,76
29	6,64	6,56	6,81	6,73	6,71	6,27
30	6,81	6,1	6,32	6,7	6,47	6,1

## Lampiran 9. (Lanjutan)

Hari	Akuarium A1		Akuarium A2		Akuarium A3	
	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB
1	-	4,14	-	4,01	-	4,37
2	3,65	4,08	3,72	4,17	3,87	3,91
3	3,73	4,31	3,7	3,9	3,43	4,37
4	3,53	3,9	3,9	4,06	3,28	4,43
5	4,16	4,23	4,09	4,32	4,25	4,27
6	3,94	3,94	3,7	3,95	3,72	4,17
7	3,88	4,46	4,14	4,44	4,04	4,46
8	3,85	7,52	6,76	7,64	6,71	7,6
9	5,54	7,31	3,96	6,78	4,06	7,52
10	6,46	7,53	4,22	6,97	4,36	6,46
11	6,18	7,71	6,39	5,54	6,39	6
12	6,16	6,31	6,8	6,42	5,83	7,44
13	7,65	6,93	7,89	6,97	7,26	7,45
14	7,86	7,22	7,26	7,11	7,76	7,29
15	7,62	7,9	8,13	8,1	7,77	7,8
16	7,84	6,93	7,92	7,06	7,76	7,57
17	7,61	7,22	7,3	7,41	7,72	7,55
18	7,8	7,4	7,85	7,3	7,74	7,22
19	7,72	8,5	7,26	6,7	7,56	7,4
20	7,49	6,8	7,62	7	7,46	6,95
21	7,77	6,79	6,55	6,01	6,9	7,02
22	6,39	6,78	6,82	7,22	6,46	7,29
23	7,26	6,72	6,84	6,37	7,08	6,13
24	7,25	6,3	6,37	6,18	6,71	6,14
25	7,03	6,39	6,38	6,26	6,56	6,71
26	7,3	6,96	6,79	6,21	6,5	7,41
27	7,72	6,58	7,06	6,14	6,92	7,02
28	7,75	6,9	6,69	6,82	7,18	7,02
29	7,68	6,83	6,63	6,97	7,22	7,08
30	7,71	7,2	6,99	7	6,67	7,1



## Lampiran 9. (Lanjutan)

Hari	Akuarium B1		Akuarium B2		Akuarium B3	
	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB
1	-	4,45	-	3,75	-	4,39
2	3,85	4,48	3,33	4,46	3,44	4,65
3	3,54	3,88	3,29	4,18	3,71	4,27
4	3,77	4,5	3,5	4,46	3,29	3,84
5	3,96	4,24	3,98	4,32	4,17	4,25
6	3,76	4,06	3,92	4,12	3,75	4,01
7	3,93	4,47	6,27	4,3	4,33	4,35
8	6,82	8,08	6,85	7,33	6,56	7,12
9	6,62	7,97	6,51	7,26	6,23	6,91
10	6,16	7,84	6,25	6,06	6,31	6,08
11	6,39	8,16	6,33	5,65	6,01	6,65
12	6,2	6,26	6,11	7,08	6,6	6,65
13	7,35	7,5	7,04	7,7	7,62	7,36
14	7,6	7,3	7,48	7,43	7,79	7,25
15	7,62	7,9	7,83	8,3	7,67	7,9
16	7,76	7,6	7,96	7,5	7,86	6,84
17	7,62	7,16	7,21	7,68	7,62	7,34
18	7,24	7,26	8,06	7,7	7,53	7,47
19	7,32	6,8	7,84	7,2	8,41	7,1
20	7,26	7	7,46	7,62	7,73	7,44
21	7,01	6,07	7,4	7,34	7,2	6,9
22	6,66	7,5	6,64	7,8	7,26	7,9
23	6,38	6,37	6,86	6,57	7,8	6,28
24	7,08	6,38	6,75	6,4	7,27	6,56
25	6,98	5,87	6,51	6,3	6,71	6,32
26	6,82	6,06	6,84	6,39	6,44	6,06
27	7,07	6,14	6,84	6,08	6,82	6,94
28	7,2	6,22	6,67	6,29	6,74	6,64
29	6,22	6,31	6,42	6,31	7,34	6,3
30	6,56	6,5	6,67	6,1	7,6	6,2

## Lampiran 9. (Lanjutan)

Hari	Akuarium C1		Akuarium C2		Akuarium C3	
	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB
1	-	4,48	-	3,84	-	4,27
2	3,73	4,09	3,56	3,9	3,69	3,82
3	3,47	3,73	3,25	3,63	3,54	4,06
4	3,46	4,25	3,52	4,36	3,33	4,35
5	4,08	4,23	3,95	4,16	3,81	4,23
6	3,58	3,74	3,88	4,2	3,79	4,04
7	4,06	4,51	4,41	4,6	3,97	4,57
8	6,12	7,13	6,36	7,82	6,56	7,27
9	6,59	7,28	6,21	7,55	6,61	7,35
10	6,9	7,09	6,16	7,62	6,58	7,13
11	6,78	8,33	6,09	7,55	6,52	7,25
12	6,29	7,07	6,26	6,83	6,91	6,97
13	6,91	7,95	7,02	7,62	7,77	7,66
14	7,66	7,51	7,72	7,48	7,81	7,7
15	7,23	8,2	7,9	8,11	7,84	8
16	7,84	7,66	8,22	7,25	8,06	7,24
17	6,91	7,92	7,81	7,7	7,72	7,71
18	7,98	8	7,85	8,02	7,65	7,95
19	7,61	7,5	7,41	7,4	8,45	7,6
20	7,61	7,5	7,38	7,6	7,89	7,7
21	7,4	6,74	7,8	6,78	7,6	7,39
22	6,08	7,9	7,17	7,8	7,5	8,2
23	7,3	6,59	6,58	6,64	7,48	6,68
24	6,28	6,1	7,04	6,6	7,37	6,48
25	6,5	6,2	7,17	6,4	7,25	6,4
26	6,66	6,57	7,33	6,81	6,01	6,49
27	6,36	6,49	7,08	6,33	6,41	6,67
28	6,52	6,69	6,68	6,59	6,11	6,21
29	6,7	6,45	6,81	6,32	6,56	6,25
30	6,86	6,8	6,96	6,6	7,02	6,5

Lampiran 10. Data Pengamatan Derajat Keasaman (pH) Selama Penelitian

Hari	Akuarium K1		Akuarium K2		Akuarium K3	
	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB
1	-	7,42	-	8,23	-	7,93
2	7,26	7,26	8,31	8,12	7,44	8,40
3	7,81	7,83	7,13	7,69	7,36	7,76
4	8,28	7,14	8,06	8,30	7,05	7,63
5	7,13	7,79	8,34	7,29	7,06	7,36
6	7,48	7,04	7,79	8,33	7,32	7,92
7	7,45	8,28	7,57	8,46	7,83	8,09
8	7,76	8,11	7,27	7,13	8,34	8,45
9	7,24	7,19	7,48	7,74	7,50	7,76
10	7,45	7,68	7,41	8,41	8,45	7,23
11	7,89	8,42	7,74	7,66	8,41	7,63
12	7,25	7,58	8,36	7,69	7,42	7,89
13	7,86	7,73	8,49	7,87	8,13	7,01
14	8,27	8,24	7,18	7,49	7,93	7,28
15	7,55	8,06	7,94	7,43	7,02	7,10
16	8,08	7,52	8,39	7,77	8,43	8,17
17	8,17	7,33	7,37	7,00	7,59	8,21
18	8,15	7,83	7,55	7,57	7,16	7,67
19	8,38	7,92	7,21	7,77	7,57	8,40
20	7,54	8,06	7,06	7,14	8,39	7,36
21	7,40	8,26	7,64	7,73	7,37	7,82
22	8,50	8,33	7,20	8,50	8,40	7,71
23	8,18	8,44	7,52	7,32	8,08	8,30
24	7,19	7,63	8,38	8,45	7,78	7,70
25	8,21	7,30	7,33	7,55	7,23	7,99
26	7,38	8,24	8,44	7,62	7,97	8,23
27	7,92	8,10	8,16	8,10	8,29	8,02
28	7,40	7,88	8,30	7,64	7,95	7,01
29	8,24	7,94	8,32	7,86	8,02	8,19
30	7,04	8,00	8,10	7,60	7,14	7,87

## Lampiran 10. (Lanjutan)

Hari	Akuarium A1		Akuarium A2		Akuarium A3	
	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB
1	-	7,17	-	7,97	-	8,23
2	8,26	7,99	8,22	7,14	7,07	7,36
3	7,90	8,38	7,38	8,21	7,23	7,09
4	7,31	7,16	7,78	7,14	7,89	7,87
5	7,53	8,23	7,24	8,12	7,55	8,14
6	7,63	7,92	7,21	7,67	8,35	7,87
7	8,13	7,77	8,22	7,47	8,16	7,28
8	7,14	7,17	7,21	7,08	8,35	7,29
9	8,46	8,21	8,34	8,27	7,53	7,06
10	7,96	7,39	7,56	8,09	7,04	7,57
11	7,25	8,41	7,45	7,26	7,97	7,33
12	7,25	7,44	7,22	7,58	7,37	8,06
13	7,35	7,75	7,14	7,51	8,32	8,40
14	8,19	7,08	7,43	7,79	8,07	7,32
15	7,41	7,44	7,46	8,32	7,89	7,06
16	8,01	8,19	7,61	8,22	7,78	7,96
17	8,07	7,93	8,04	8,18	7,94	8,12
18	7,48	7,81	7,74	7,82	7,81	7,32
19	7,30	7,77	7,33	8,39	7,98	7,44
20	7,95	7,25	8,07	7,66	7,66	7,96
21	7,26	7,79	7,95	7,73	7,84	8,30
22	7,66	7,48	8,07	7,35	8,47	8,43
23	8,00	7,02	7,25	8,17	7,28	7,82
24	7,90	7,29	8,25	8,24	8,20	7,58
25	8,53	7,79	7,29	8,08	7,91	7,23
26	7,43	8,46	8,48	7,31	7,18	7,12
27	7,56	7,69	7,23	8,49	7,25	7,72
28	7,29	8,32	7,10	8,04	7,62	7,93
29	8,45	7,62	8,19	8,07	8,46	8,43
30	7,83	7,54	7,26	8,21	7,39	7,15

## Lampiran 10. (Lanjutan)

Hari	Akuarium B1		Akuarium B2		Akuarium B3	
	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB
1	-	7,92	-	7,50	-	7,42
2	8,28	7,93	7,88	7,57	7,52	7,76
3	8,33	7,50	7,45	8,23	7,44	7,63
4	7,48	7,31	7,73	8,12	8,46	7,99
5	7,68	8,15	7,32	7,21	7,82	7,86
6	7,79	8,49	8,38	8,17	8,48	7,60
7	7,47	8,37	8,29	8,32	8,25	7,52
8	7,73	8,11	8,30	8,28	7,03	7,23
9	7,28	7,58	7,84	8,41	7,86	8,05
10	8,19	7,96	8,20	7,34	7,25	7,90
11	7,45	8,05	7,26	8,48	7,92	8,04
12	7,55	8,12	7,34	8,03	7,34	7,37
13	8,19	8,00	7,03	7,47	8,20	8,15
14	8,37	7,22	8,09	7,04	8,23	7,69
15	8,33	8,46	8,15	8,26	7,85	7,48
16	8,20	7,35	7,19	7,87	7,71	7,72
17	8,20	7,12	8,00	7,79	7,23	8,01
18	7,78	7,62	7,96	7,20	8,33	7,08
19	7,18	7,97	8,11	8,21	7,33	8,16
20	7,27	8,08	7,33	8,45	7,18	7,98
21	7,76	8,20	7,54	7,68	7,30	8,33
22	7,73	8,41	7,79	7,87	7,73	7,23
23	7,44	8,08	7,44	7,64	8,24	8,01
24	7,01	8,10	7,72	7,26	8,25	7,90
25	8,41	8,04	7,43	7,57	7,82	8,43
26	7,27	7,67	8,08	8,13	7,51	7,97
27	7,89	7,16	8,03	8,27	7,97	8,32
28	7,00	7,65	7,54	8,19	7,05	8,39
29	7,46	7,68	7,92	7,31	7,48	7,50
30	8,45	8,31	8,07	7,70	7,20	7,59

## Lampiran 10. (Lanjutan)

Hari	Akuarium C1		Akuarium C2		Akuarium C3	
	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB	04.00 WIB	14.00 WIB
1	-	7,70	-	8,09	-	7,06
2	7,75	8,03	7,45	7,84	7,66	7,50
3	8,48	7,21	7,16	7,16	8,09	7,82
4	7,26	7,53	8,00	8,14	7,42	7,39
5	8,22	7,04	7,77	8,43	7,07	7,86
6	7,18	8,07	7,36	7,20	7,24	7,81
7	7,49	7,64	7,09	8,13	8,18	8,12
8	8,12	7,85	7,51	8,33	7,78	7,91
9	7,54	8,38	7,90	8,28	7,92	7,23
10	7,20	8,12	7,76	7,50	7,52	7,26
11	7,66	7,11	7,96	8,50	7,59	7,50
12	8,28	8,33	8,37	8,16	7,98	7,75
13	7,33	7,66	7,45	8,14	8,40	7,75
14	8,40	7,72	7,51	7,16	7,98	7,95
15	7,54	7,10	7,57	7,68	8,21	8,00
16	7,12	7,15	7,66	7,86	7,25	7,21
17	7,63	8,05	7,12	7,80	8,04	7,70
18	7,86	7,26	7,45	7,74	7,54	8,12
19	8,41	8,08	7,61	7,64	7,73	8,00
20	8,38	8,37	8,45	7,55	8,41	7,50
21	7,33	7,53	8,38	7,62	8,44	7,87
22	7,16	8,04	7,55	7,86	7,48	7,07
23	7,51	8,33	8,10	7,44	7,32	8,40
24	7,93	7,45	8,24	8,38	7,33	7,44
25	7,94	7,24	7,95	8,49	8,43	8,21
26	7,49	8,35	8,42	8,36	7,67	7,57
27	8,47	7,70	8,48	8,09	7,98	7,27
28	8,36	8,43	7,30	8,38	7,47	7,92
29	7,77	7,79	7,67	7,54	7,65	8,03
30	7,43	7,73	7,09	7,35	7,31	7,80