

**PENGARUH PEMBERIAN PROBIOTIK DENGAN DOSIS YANG
BERBEDA TERHADAP KELULUSHIDUPAN DAN LAJU
PERTUMBUHAN IKAN WADER CAKUL (*Puntius binotatus*)**

SKRIPSI

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

OLEH:

**CYNTHIA DE MAYANG
NIM. 105080504111001**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014**

**PENGARUH PEMBERIAN PROBIOTIK DENGAN DOSIS YANG
BERBEDA TERHADAP KELULUSHIDUPAN DAN LAJU
PERTUMBUHAN IKAN WADER CAKUL (*Puntius binotatus*)**

SKRIPSI

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

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

Oleh :

**CYNTHIA DE MAYANG
NIM. 105080504111001**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014**

SKRIPSI

PENGARUH PEMBERIAN PROBIOTIK DENGAN DOSIS YANG
BERBEDA TERHADAP KELULUSHIDUPAN DAN LAJU
PERTUMBUHAN IKAN WADER CAKUL (*Puntius binotatus*)

Oleh :
CYNTHIA DE MAYANG
NIM. 105080504111001

Telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 21 Mei 2014
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dosen Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. Sri Andayani, MS
NIP. 19611106 198602 2 001

Prof. Ir. Marsoedi, Ph.D
NIP.19460320 197303 1 001

Tanggal:

Tanggal:

Dosen Penguji II

Dosen Pembimbing II

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

Dr. Ir. M. Fadjar, MSc
NIP. 19621410 198701 1 001

Tanggal:

Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Manajemen Sumberdaya Perairan

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

Tanggal:

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya 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 peraturan dan perundangan yang berlaku.

Malang, 21 Mei 2014

Mahasiswa

Cynthia De Mayang
NIM. 105080504111001

RINGKASAN

CYNTHIA DE MAYANG. 105080504111001. Pengaruh Pemberian Probiotik dengan Dosis yang Berbeda terhadap Kelulushidupan dan Laju Pertumbuhan Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*). Di bawah bimbingan Prof. Ir. MARSOEDI, Ph. D dan Dr. Ir. M. FADJAR, MSc.

Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) merupakan salah satu komoditas unggulan ikan air tawar yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Salah satu kendala yang dihadapi dalam proses pemeliharaan adalah lambatnya pertumbuhan benih ikan Wader Cakul. Untuk itu maka dilakukan suatu penelitian dalam menghadapi masalah lambatnya pertumbuhan benih ikan Wader Cakul yakni dengan suatu pendekatan biologi yaitu dengan menggunakan mikroorganisme hidup berupa bakteri probiotik untuk meningkatkan pertumbuhan ikan Wader Cakul.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2014 dan bertempat di Laboratorium Reproduksi, Pembenihan dan Pemuliaan Ikan (FPIK-UB) Malang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pemberian dosis probiotik yang tepat dalam pakan pellet untuk meningkatkan pertumbuhan ikan Wader Cakul (*P. binotatus*) secara optimal. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini menggunakan 3 perlakuan dengan 3 kali ulangan dan kontrol. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini adalah kepadatan bakteri probiotik (*Bacillus cereus*, *Bacillus alvei*, *Lactobacillus sp.*, *Azotobacter*, dan *Saccharomyces cerevisiae*) yang berbeda yaitu 10^4 sel/ml (A), 10^6 sel/ml (B) dan 10^8 sel/ml (C) serta tanpa pemberian probiotik (K) sebagai kontrol. Parameter uji penelitian ini parameter utama yaitu SGR (*Survival Growth Rate*)/laju pertumbuhan spesifik dan SR (*Survival Rate*)/kelulushidupan, sedangkan parameter penunjang berupa FCR (*Food Conversion Ratio*)/rasio konversi pakan dan data kualitas air yaitu oksigen terlarut (DO), suhu, dan derajat keasaman (pH).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dosis probiotik memberi pengaruh terhadap SGR dan FCR, tetapi tidak memberi pengaruh terhadap SR. Perlakuan dosis probiotik optimum SGR dan FCR terletak pada dosis 10^6 sel/ml yang menghasilkan nilai SGR 1,45% berat tubuh/hari dan FCR 2,6. Untuk nilai kualitas air dari hasil penelitian tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Nilai rata-rata parameter kualitas air untuk DO, suhu dan pH masing-masing yaitu 5,617 ppm, $24,43^{\circ}\text{C}$ dan 7,871. Saran dalam pemeliharaan ikan Wader Cakul untuk meningkatkan pertumbuhan sebaiknya dilakukan penambahan bakteri probiotik pada pakan pellet dengan dosis probiotik sebanyak 10^6 sel/ml, serta disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang pemberian dosis probiotik ini untuk spesies ikan lain.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segenap rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “Pengaruh Pemberian Probiotik dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan laju pertumbuhan Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*)”.

Laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menenpuh program Strata 1 program studi Budidaya Perairan Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang. Isi laporan ini merupakan hasil penelitian penulis yang dilaksanakan di Laboratorium Reproduksi, Pembenihan dan Pemuliaan Ikan selama kurang lebih 1 bulan.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, 21 Mei 2014

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan, dorongan, semangat dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang Tua (Papa Drs. Akmal dan Mama Desnita) dan segenap keluarga besar yang selalu memberi dukungan, do'a, dan semangat tanpa henti.
2. Abang Surya Gentha Akmal yang selalu memberi motivasi, semangat, nasehat, saran, dan do'a.
3. Abang Eko Fernandes S.Ab, yang selalu ada dalam suka duka dan selalu memberi saran, dukungan, beserta do'a.
4. Bapak Prof. Ir. Marsoedi, Ph.D selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dalam pembuatan laporan Skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. M. Fadjar, MSc selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dalam pembuatan laporan Skripsi ini.
6. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Andayani, MS selaku dosen penguji I.
7. Ibu Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS selaku dosen penguji II.
8. Bapak Udin dan bapak Yit selaku Laborant di Laboratorium Reproduksi, Pembenihan dan Pemuliaan Ikan, yang telah banyak membantu dan memberi masukan selama proses penelitian.
9. Sahabat terbaikku Lusiana Ritonga dan Asro Nurhabib, yang telah memberi bantuan, semangat, dukungan dan dorongan kepada penulis.
10. Teman-temanku Ila, Christin, Tholibah, dan Erika, terimakasih atas bantuan dan semangatnya.
11. Teman-teman tim Wader (Trini, Lusi, lit, Rantika, Cecil, Christin,dll).
12. Kepada saudara-saudara BP Holigaan 2010. Terimakasih teman-teman.....

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Alhamdulillah.....

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kegunaan Penelitian.....	3
1.5 Hipotesis.....	3
1.6 Tempat dan Waktu Penelitian	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ikan Wader Cakul (<i>Puntius binotatus</i>).....	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi.....	5
2.1.2 Habitat dan Penyebaran.....	6
2.1.3 Kebiasaan Makan	6
2.1.4 Sistem Pencernaan.....	7
2.1.5 Pertumbuhan	8
2.1.6 Kelangsungan Hidup.....	8
2.2 Probiotik.....	9
2.2.1 Pengertian Probiotik.....	9
2.2.2 Mekanisme Kerja Probiotik.....	9
2.2.3 Komposisi Probiotik Yang Digunakan.....	10
2.3 Pakan	16
2.3.1 Kebutuhan Nutrisi.....	16
2.3.2 Pengaruh Pakan terhadap Pertumbuhan	16
2.4 Hubungan Pakan, Probiotik, dan Pertumbuhan	17
3. METODE PENELITIAN	
3.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	19
3.1.1 Alat Penelitian	19
3.1.2 Bahan Penelitian	19
3.2 Metode Penelitian	20
3.3 Rancangan Penelitian.....	21
3.4 Alur Kerangka Operasional Penelitian.....	23
3.5 Prosedur Penelitian.....	24
3.5.1 Sterilisasi Alat	24
3.5.2 Pengambilan Sampel Probiotik	25
3.5.3 Pembuatan Media	25
3.5.4 Pembuatan Biakan Bakteri Probiotik	26
3.5.5 Pewarnaan Gram	27

3.5.6	Perbanyakkan Bakteri dan Penentuan Jumlah Bakteri dengan Pengenceran.....	27
3.5.7	Uji Biokimia	28
3.6	Pencampuran Pakan dan Bakteri Probiotik.....	28
3.7	Analisis Proksimat Protein Pakan	29
3.8	Pengukuran Kualiti Air.....	30
3.8.1	DO (Dissolved Oxygen)/Oksigen Terlarut.....	30
3.8.2	Suhu	31
3.8.3	pH.....	31
3.9	Parameter Uji.....	31
3.9.1	Parameter Utama.....	31
3.9.2	Parameter Penunjang	33
3.10	Analisis Data.....	33
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Hasil Parameter Utama Ikan Wader Cakul (<i>P. binotatus</i>).....	34
4.1.1	SGR (<i>Specific Growth Rate</i>)/ Laju Pertumbuhan Spesifik	34
4.1.2	SR (<i>Survival Rate</i>)/ Kelulushidupan	37
4.2	Hasil Parameter Penunjang	40
4.2.1	FCR (<i>Food Conversion Ratio</i>)/ Rasio Konversi Pakan	40
4.2.2	Kualiti Air.....	43
5.	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran.....	49
	DAFTAR PUSTAKA.....	50
	LAMPIRAN.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Wader Cakul (<i>P. binotatus</i>)	5
2. <i>Lactobacillus plantarum</i>	11
3. <i>Bacillus alvei</i>	13
4. <i>Bacillus cereus</i>	14
5. <i>Azotobacter macrocytogenes</i>	15
6. <i>Saccharomyces cereviseae</i>	16
7. Denah Rancangan Penelitian	21
8. Alur kerangka perasional Penelitian	24
9. Kurva respon SGR /laju pertumbuhan spesifik ikan Wader Cakul (<i>P. binotatus</i>)	36
10. Grafik pengaruh dosis probiotik terhadap SR (<i>Survival Rate</i>) atau kelulushidupan ikan Wader Cakul (<i>P. binotatus</i>)	39
11. Kurva respon FCR (rasio konversi pakan) ikan Wader Cakul (<i>P. binotatus</i>)	42
12. Grafik pengaruh dosis probiotik terhadap oksigen terlarut (DO).....	44
13. Grafik pengaruh dosis probiotik terhadap suhu	46
14. Grafik pengaruh dosis probiotik terhadap pH	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nilai rata-rata SGR/ laju pertumbuhan spesifik Wader Cakul	34
2. Analisis ragam SGR/ laju pertumbuhan spesifik Wader Cakul.....	34
3. Uji BNT SGR/ laju pertumbuhan spesifik Wader Cakul.....	35
4. Nilai rata-rata SR/ kelulushidupan benih Wader Cakul	38
5. Nilai rata-rata FCR/ rasio konversi pakan Wader Cakul.....	40
6. Analisis sidik ragam FCR/ rasio konversi pakan Wader Cakul	40
7. Uji BNT FCR/ rasio konversi pakan Wader Cakul.....	41
8. Nilai rata-rata oksigen terlarut	44
9. Analisis ragam oksigen terlarut	44
10. Nilai rata-rata suhu	45
11. Analisis ragam suhu.....	46
12. Nilai rata-rata pH	47
13. Analisis ragam pH	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan bahan penelitian.....	54
2. Koloni bakteri probiotik	55
3. Skema kerja pembuatan media NA	56
4. Skema kerja pembuatan media NB.....	57
5. Skema kerja pembuatan biakan bakteri probiotik	58
6. Skema kerja pewarnaan gram	59
7. Skema kerja perbanyak bakteri	60
8. Hasil uji biokimia bakteri probiotik	61
9. Skema kerja pengenceran bakteri probiotik	66
10. Hasil analisis proksimat protein pakan	67
11. Data SGR/ laju pertumbuhan spesifik Wader Cakul	68
12. Data SR/ kelulushidupan Wader Cakul	74
13. Data FCR/ rasio konversi pakan Wader Cakul	76
14. Data hasil pengukuran oksigen terlarut	82
15. Data hasil pengukuran suhu	84
16. Data hasil pengukuran pH	86

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumberdaya perikanan merupakan aset nasional yang potensial untuk dikembangkan dalam skala agrobisnis (komersial). Pengembangan perikanan antara lain bertujuan untuk meningkatkan produksi ikan, menunjang penganekaragaman (diversifikasi) pangan sumber protein hewani, meningkatkan pendapatan petani, memperluas jenis komoditas ekspor dan mengurangi impor, serta menambah lapangan kerja dan usaha (Rukmana, 2005). Salah satu sumberdaya perikanan yang mempunyai prospek baik adalah ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*), namun belum dibudidayakan secara optimal.

Ikan Wader Cakul (*P. binotatus*) merupakan salah satu jenis ikan di perairan tawar Indonesia yang bernilai ekonomis tinggi, banyak ditemukan di danau, kolam, waduk, sungai maupun selokan yang airnya jernih. Hasil dari pemanfaatan ikan ini, sampai saat ini masih diperoleh dari kegiatan penangkapan yakni mengandalkan pasokan dari alam dan belum ada upaya untuk membudidayakannya (WPI, 2010).

Ikan Wader Cakul (*P. binotatus*) memiliki daerah penyebaran di perairan Asia, Singapura, Philipina, Malaka dan perairan Indonesia. Penyebaran ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) di perairan Indonesia meliputi Selat Sunda, Bali, Lombok, Sumatra, Nias, Jawa, Kalimantan, Bangka dan Belitung (Kottelat *et al.*, 1993).

Lambatnya pertumbuhan ikan Wader Cakul disebabkan oleh pola pemberian pakan yang tidak teratur dan pakan yang diberikan umumnya memiliki kadar gizi rendah dan sulit dicerna. Salah satu usaha untuk meningkatkan produksi ikan Wader Cakul adalah dengan mengintensifkan pemeliharaan dan pemberian pakan yang bernilai gizi tinggi, agar pertumbuhan ikan Wader Cakul optimal. Salah satu

cara yang bisa dilakukan guna mempercepat pertumbuhan benih ikan Wader Cakul (*P. binotatus*) adalah melalui penggunaan probiotik melalui pakan.

Probiotik adalah agen mikroba hidup yang mampu memberikan keuntungan bagi inang yakni dengan memodifikasi komunitas mikroba atau berasosiasi dengan inang, memperbaiki nilai nutrisi dan pemanfaatan pakan, meningkatkan respon inang terhadap penyakit dan memperbaiki kualitas lingkungan ambangnya (Verschuere, Rombaut, Sorgeloos dan Verstraete, 2000). Berdasarkan pengertian tersebut maka aplikasi probiotik tidak hanya berfungsi sebagai agen biokontrol untuk mengurangi serangan penyakit atau bioremediasi untuk memperbaiki kualitas lingkungan, melainkan dapat pula meningkatkan nilai nutrisi pakan dan laju penyerapan nutrisi sehingga memungkinkan mencapai pertumbuhan yang maksimum.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam proses pemeliharaan Wader Cakul salah satu kendala yang dihadapi adalah lambatnya pertumbuhan. Menurut Bagheri *et al.* (2008), dalam suatu perlakuan dengan menggunakan probiotik didapat hasil bahwa probiotik dapat menekan nilai *food conversion ratio* (FCR) dan meningkatkan *protein efficiency ratio* (PER) dibandingkan dengan kontrol. Begitu juga dengan tingginya nilai *specific growth rate* (SGR) yang menunjukkan hasil berbeda nyata dibanding dengan kontrol.

Menurut Fardiaz (1992) *dalam* Murni (2004), probiotik mempunyai sifat proteolitik yang dapat mensekresikan enzim protease sehingga dapat menguraikan protein menjadi asam amino, mempunyai sifat lipolitik yang dapat mensekresikan enzim lipase serta mempunyai sifat amilolitik. Enzim lipase berfungsi untuk memecah molekul lipid menjadi asam lemak dan gliserol yang memiliki molekul lebih sederhana dan lebih kecil. Sifat amilolitik, yaitu dapat

mensekresikan enzim amilase yang berguna untuk memecah molekul karbohidrat menjadi sakarida menjadi molekul yang lebih sederhana sehingga jika pakan dicerna secara optimal dengan bantuan enzim dalam pakan dan saluran pencernaan ikan maka energi yang dihasilkan dapat digunakan untuk memacu pertumbuhan ikan.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dilakukan suatu penelitian dalam mengatasi masalah lambatnya pertumbuhan ikan Wader Cakul yakni dengan menggunakan probiotik melalui pakan untuk mempercepat pertumbuhan.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemberian dosis probiotik yang tepat dalam pakan pellet untuk meningkatkan kelulushidupan dan laju pertumbuhan ikan Wader Cakul (*P. binotatus*) secara optimal.

1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dipergunakan sebagai bahan informasi tentang pemberian probiotik dengan dosis yang tepat dalam pakan untuk meningkatkan kelulushidupan dan laju pertumbuhan ikan Wader Cakul. Hasil penelitian ini nantinya juga diharapkan dapat menjadi sumber informasi yang berguna bagi masyarakat mengenai pemberian probiotik yang dapat meningkatkan hasil produksi budidaya ikan Wader Cakul.

1.5 Hipotesis

H_0 : diduga pemberian probiotik dalam pakan pellet dengan dosis berbeda tidak berpengaruh terhadap kelulushidupan dan laju pertumbuhan ikan Wader Cakul (*P. binotatus*).

H₁ : diduga pemberian probiotik dalam pakan pellet dengan dosis berbeda berpengaruh terhadap kelulushidupan dan laju pertumbuhan ikan Wader Cakul (*P. binotatus*).

1.6 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Reproduksi, Pembenihan dan Pemuliaan Ikan, Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan, Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya, Malang, pada bulan Januari 2014.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Rahmawati (2006), klasifikasi ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) (Gambar 1) adalah sebagai berikut :

Kelas	: Pisces
Subkelas	: Teleostei
Ordo	: Cypriniformes
Subordo	: Cyprinoidea
Famili	: Cyprinidae
Genus	: <i>Puntius</i>
Spesies	: <i>Puntius binotatus</i>



Gambar 1. Ikan Wader Cakul (*P. binotatus*)

Menurut Kottelat, *et al.* (1993), sirip punggung ikan Wader Cakul (*P.binotatus*) memiliki 7-10 jari-jari bercabang dan sirip duburnya memiliki 5-6 jari-jari bercabang. Jari-jari terakhir sirip dubur tidak mengeras. Jari-jari sirip punggung ada yang bergerigi, dan ada yang tidak bergerigi pada bagian belakangnya. Mulutnya kecil, bibir halus dan tidak ada tonjolan di ujung rahang bawah.

Menurut Saanin (1984), ikan Wader Cakul (*P. binotatus*) perutnya membundar, memiliki 2 pasang sungut, mulutnya dapat disembulkan, rahang tidak bergerigi. Ikan ini memiliki beberapa bercak hitam dan seluruh tubuhnya bersisik.

Ikan Wader Cakul (*P. binotatus*) memiliki gurat sisi yang lengkap. Memiliki kurang dari 40 sisik sepanjang gurat sisik, diantara gurat sisi dengan gurat sirip punggung terdapat maksimal 7 sisik. Sekeliling batang ekor terdapat 12 sisik.

Ikan Wader Cakul (*P. binotatus*) mempunyai variasi pola warna khususnya berdasarkan ukuran atau umur, yaitu ikan muda terdapat bintik-bintik bulat yang memanjang di pertengahan tubuh, makin dewasa berubah menjadi garis hitam, selain itu terdapat bintik bulat berwarna hitam pada pangkal sirip punggung dan pangkal ekor yang umum dijumpai pada ikan muda maupun dewasa (Haryono, 2006).

2.1.2 Habitat dan Penyebaran

Lingkungan alami ikan Wader Cakul (*P. binotatus*) yaitu di perairan tropis dengan kisaran pH antara 6,0-6,5, suhu 24-26 °C. Ikan ini termasuk jenis ikan omnivora yakni memakan segala jenis makanan di habitat aslinya (WPI, 2010). Ikan Wader Cakul (*P. binotatus*) merupakan ikan yang berasal dari Asia, penyebaran terluas berada di Brunei Darussalam, Kamboja, Indonesia, Laos, Malaysia, Myanmar, Filipina, Thailand dan Vietnam, tetapi jua diperkenalkan di Singapura dan Palau. Di habitat aslinya, ikan ini dapat ditemukan di daerah pegunungan, sungai dan danau (Lim, *et al.*, 2013). Menurut Weber dan de Beaufort, 1931 dan Kottelat *et al.* (1993) dalam Rahmawati (2006), daerah penyebaran ikan ini meliputi perairan Indocina, Singapura, Philipina, Malaka dan perairan Indonesia. Di perairan Indonesia meliputi Selat Sunda, Bali, Lombok, Sumatera, Nias, Jawa, Kalimantan, Bangka dan Belitung.

2.1.3 Kebiasaan Makan

Kelompok makanan terbesar yang dimanfaatkan oleh ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) adalah seresah, tumbuhan, *Crustaceae* dan *Chlorophyceae*.

Sedangkan ikan mujair lebih memanfaatkan seresah sebagai makanan utama, sedangkan tumbuhan air, *Chlorophyceae*, *Crustaceae* dan *Bacillariophyceae* sebagai makanan keduanya (Yunanto, 2000).

Menurut Ridwan (1979) dalam Yunanto (2000), urutan makan ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) di waduk Lahor adalah tanaman 75,45%, *Bacillariophyceae* 10,14%, detritus 8,41%, *Crustaceae* 4,25%, *Myxophyceae* 1,17%, insekta 0,54% dan *Chlorophyceae* 0,01%. Tingginya komposisi makanan yang berasal dari organisme nabati menunjukkan ikan wader termasuk golongan herbivora.

2.1.4 Sistem Pencernaan

Pada umumnya ikan juga memiliki sistem pencernaan layaknya manusia, adapun saluran atau sistem pencernaan pada ikan adalah Mulut, Esophagus, Lambung, Usus dan Anus (Sinjai, 2013).

Pencernaan secara fisik dan mekanik dimulai di bagian rongga mulut yaitu dengan berperannya gigi pada proses pemotongan dan penggerusan makanan. Pencernaan secara mekanik ini juga berlangsung di segmen lambung dan usus yaitu melalui gerakan-gerakan (kontraksi) otot pada segmen tersebut. Pencernaan secara mekanik di segmen lambung dan usus terjadi lebih efektif oleh karena adanya peran cairan digestif. Pada ikan, pencernaan secara kimiawi dimulai di bagian lambung, hal ini dikarenakan cairan digestif yang berperan dalam proses pencernaan secara kimiawi mulai dihasilkan di segmen tersebut yaitu disekresikan oleh kelenjar lambung. Pencernaan ini selanjutnya disempurnakan di segmen usus. Cairan digestif yang berperan pada proses pencernaan di segmen usus berasal dari hati, pankreas dan dinding usus itu sendiri. Kombinasi antara aksi fisik dan kimiawi inilah yang menyebabkan perubahan makanan dari yang asalnya bersifat kompleks menjadi senyawa sederhana atau yang asalnya berpartikel

makro menjadi partikel mikro. Bentuk partikel mikro inilah makanan menjadi zat terlarut yang memungkinkan dapat diserap oleh dinding usus yang selanjutnya diedarkan ke seluruh tubuh (Sambas, 2010).

2.1.5 Pertumbuhan

Pertumbuhan didefinisikan sebagai perubahan ukuran baik panjang, berat atau volume dalam jangka waktu tertentu. Pertumbuhan dapat dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor dalam dan luar. Faktor dalam meliputi sifat keturunan, umur, ketahanan terhadap penyakit dan kemampuan memanfaatkan makanan. Sementara faktor luar meliputi suhu, kimia perairan dan makanan yang tersedia (Sjafei *et al.*, 1989 *dalam* Wicaksono, 2005).

Menurut Saepudin (1999) *dalam* Rahmawati (2006), ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) di Situ Cigudeg Kabupaten Bogor, Jawa Barat pola pertumbuhannya bersifat isometrik baik untuk ikan jantan maupun ikan betina. Perbedaan pola pertumbuhan dari satu spesies ikan yang hidup di habitat bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan organisme tersebut hidup, serta tersedianya makanan yang dapat dimanfaatkan untuk menunjang kelangsungan hidup dan pertumbuhannya.

2.1.6 Kelulushidupan

Kelulushidupan merupakan presentase organisme yang hidup pada akhir pemeliharaan dari jumlah seluruh organisme awal yang dipelihara dalam suatu wadah (Effendie, 1985). Kelulushidupan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Secara alamiah setiap organisme mempunyai kemampuan untuk menyesuaikan diri terhadap perubahan-perubahan yang terjadi di lingkungannya dalam batas-batas tertentu atau disebut tingkat toleransi. Jika perubahan lingkungannya terjadi di luar kisaran toleransi suatu hewan, maka cepat atau lambat hewan tersebut

akan mati (Zonneveld *et al.*, 1991). Faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya kelulushidupan ikan adalah faktor biotik dan abiotik. Faktor abiotik antara lain faktor fisika, kimia air suatu perairan atau sering disebut sebagai kualitas air (Arief *et al.*, 2008)

2.2 Probiotik

2.2.1 Pengertian Probiotik

Probiotik berasal dari kata *Pro* yang berarti pendukung dan *Bios* berarti kehidupan, jadi probiotik adalah pendukung kehidupan. Pengertian probiotik mengalami perkembangan pada beberapa tahun terakhir. Verschuere *et al.*, (2000) mendefinisikan probiotik sebagai penambahan mikroba hidup yang memiliki pengaruh menguntungkan bagi inang melalui modifikasi bentuk keterikatan (asosiasi) dengan inang atau komunitas mikroba lingkungan hidupnya.

Probiotik adalah makanan tambahan (suplemen) berupa sel-sel mikroba hidup yang memiliki pengaruh menguntungkan bagi hewan inang yang mengkonsumsinya melalui penyeimbangan flora mikroba di dalam intestinumnya. Namun definisi ini lebih ditujukan pada hewan terestrial dan manusia dengan menekankan bahwa probiotik merupakan mikroba hidup yang diberikan melalui makanan (Irianto, 2003).

2.2.2 Mekanisme Kerja Probiotik

Mansyur dan Abdul (2008), menyatakan bahwa ada tiga model kerja probiotik yaitu: 1) menekan populasi mikroba melalui kompetisi dengan memproduksi senyawa-senyawa antimikroba atau melalui kompetisi nutrisi dan tempat pelekatan di dinding intestinum, 2) merubah metabolisme mikrobial dengan meningkatkan atau menurunkan aktivitas enzim dan 3) menstimulasi imunitas melalui peningkatan kadar antibodi atau aktivitas makrofag.

Mekanisme probiotik yang cukup menguntungkan ialah dapat merangsang reaksi enzimatik yang berkaitan dengan detoksifikasi, khususnya pada racun yang potensial menyebabkan keracunan, baik yang berasal dari makanan (*exogenous*) maupun dari dalam tubuh (*endogenous*); merangsang enzim yang berkaitan dengan proses pencernaan bahan yang kompleks atau enzim tersebut tidak ada dalam saluran pencernaan mammalia; dan mensintesis zat-zat yang esensial yang tidak cukup jumlahnya dari makanan (Haetami *et al.*, 2008).

Prinsip dasar kerja probiotik adalah pemanfaatan kemampuan mikroorganisme dalam memecah atau menguraikan rantai panjang karbohidrat, protein dan lemak yang menyusun pakan yang diberikan. Kemampuan ini diperoleh karena adanya enzim-enzim khusus yang dimiliki oleh mikroba untuk memecah ikatan tersebut. Enzim tersebut biasanya tidak dimiliki oleh ikan dan makhluk air lainnya. Kalaupun ada kuantitas dan kualitasnya dalam jumlah terbatas. Pemecahan molekul-molekul kompleks ini menjadi molekul sederhana jelas akan mempermudah pencernaan lanjutan dan penyerapan oleh saluran pencernaan ikan. Di sisi lain, mikroorganisme pelaku pemecah ini mendapat keuntungan berupa energi yang diperoleh dari hasil perombakan molekul kompleks tersebut (Effendi, 2002).

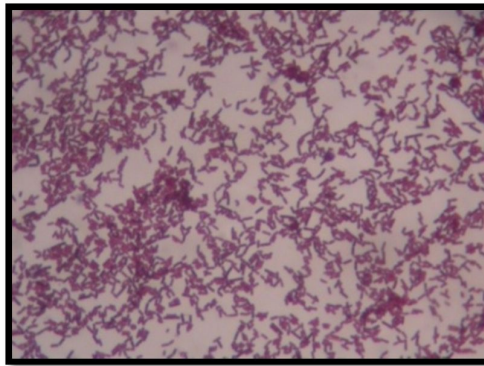
2.2.3 Komposisi Probiotik yang Digunakan

a. Bakteri Asam Laktat (*Lactobacillus sp.*)

Murni (2004) mengemukakan bahwa probiotik dapat berupa mikroorganisme tunggal atau beberapa jenis mikroorganisme. Spesies bakteri yang sering digunakan adalah *Lactobacillus sp.*, *Leuconostoc sp.*, *Pediococcus sp.*, *Propinibacterium sp.* dan *Bacillus sp.*

Menurut Zipcodezoo (2012^a), klasifikasi *Lactobacillus sp.* (Gambar 2) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Phylum : Firmicutes
Class : Bacilli
Order : Lactobacillales
Family : Lactobacillaceae
Genus : *Lactobacillus*
Species : *Lactobacillus plantarum*



Gambar 2. *Lactobacillus plantarum* (Todar, 2012^a)

Lactobacillus spp. merupakan salah satu kelompok mikrobia bermanfaat yang banyak dijumpai di Indonesia. *Lactobacillus* adalah genus bakteri gram positif, anaerobik fakultatif, berbentuk batang (0,5-1,5 sampai dengan 1,0-10 μm), tidak bergerak (non motil). Genus bakteri ini membentuk sebagian besar dari kelompok bakteri asam laktat. Diketahui bahwa keberadaan bakteri ini tidak bersifat patogen dan aman bagi kesehatan sehingga sering digunakan dalam industri pengawetan makanan, minuman dan berpotensi sebagai produk probiotik. Sifat yang menguntungkan dari bakteri *Lactobacillus* dalam bentuk probiotik adalah dapat digunakan untuk mendukung peningkatan kesehatan. Bakteri tersebut berperan sebagai flora normal dalam sistem pencernaan. Fungsinya adalah untuk menjaga keseimbangan asam dan basa sehingga pH dalam kolon konstan (Hardiningsih, 2005).

b. *Bacillus sp*

Pelczar dan Chan (1986) *dalam* Dewi (2007) mengatakan bahwa marga *Bacillus* merupakan bakteri yang berbentuk batang dapat dijumpai di tanah dan air termasuk pada air laut. Beberapa jenis menghasilkan enzim ekstraseluler yang dapat menghidrolisis protein dan polisakarida kompleks. *Bacillus* spp membentuk endospora, merupakan gram positif, bergerak dengan flagel, dapat bersifat aerobik atau fakultatif anaerobik serta bersifat katalase positif.

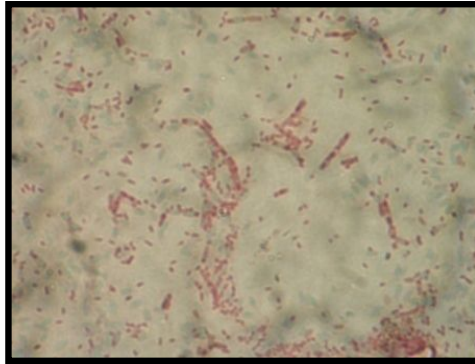
Menurut Arief *et al.* (2008), *Bacillus* merupakan bakteri proteolitik yang dapat menguraikan protein menjadi asam amino. Asam amino ini digunakan oleh bakteri untuk memperbanyak diri. Bakteri merupakan sumber protein sel tunggal sehingga perbanyakannya dapat meningkatkan protein pakan dan menurunkan serat kasar. *Bacillus* juga merupakan bakteri amilolitik yang dapat menguraikan disakarida atau polisakarida menjadi gula sederhana. Sifat bakteri yaitu proteolitik dan amilolitik inilah yang mengakibatkan peningkatan protein dan karbohidrat pada pakan.

- ***Bacillus alvei***

Klasifikasi *Bacillus alvei* menurut Zipcodezoo (2012^b):

<i>Kingdom</i>	: Bacteria
<i>Phylum</i>	: Firmicutes
<i>Class</i>	: Bacili
<i>Ordo</i>	: Bacillales
<i>Family</i>	: Bacillaceae
<i>Genus</i>	: <i>Bacillus</i>
<i>Species</i>	: <i>Bacillus alvei</i>

Bacillus alvei (Gambar 3) memiliki panjang 2,2 - 4,5/0,6 - 0,8 μm , hampir keseluruhan bakteri tersebut motil, pada umumnya bersifat gram positif, elipsoidal dan ukuran sporanya 0,8 μm (Encyclopedia, 2012).



Gambar 3. *Bacillus alvei* (Todar, 2012^b)

Menurut Anonymous (2012^a), *Bacillus alvei* adalah salah satu bakteri rizosfer yang telah diidentifikasi dan diketahui memiliki aktivitas kitinase. Kitinase adalah enzim pemecah kitin, enzim hidrolitik ini digunakan oleh bakteri untuk memperoleh sumber karbon dan energi dengan menghancurkan polimer menjadi gula sederhana dan asam amino.

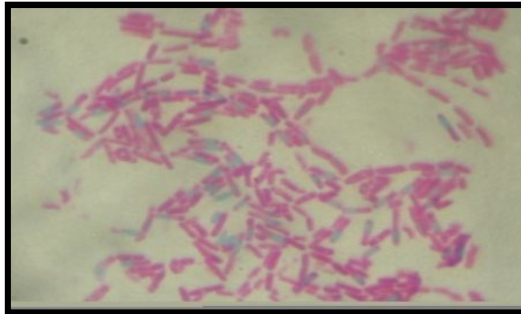
- ***Bacillus cereus***

Klasifikasi *Bacillus cereus* (Gambar 4) menurut Zipcodezoo (2012^c):

<i>Kingdom</i>	: Bacteria
<i>Phylum</i>	: Firmicutes
<i>Class</i>	: Bacili
<i>Ordo</i>	: Bacillales
<i>Family</i>	: Bacillaceae
<i>Genus</i>	: <i>Bacillus</i>
<i>Species</i>	: <i>Bacillus cereus</i>

Bacillus cereus (Gambar 4) merupakan salah satu anggota genus *Bacillus*. *Bacillus cereus* memiliki beberapa karakter morfologi diantaranya: gram positif dengan lebar sel 0,9-1,2 μm dan panjang 3-5 μm , motilitas positif, spora jarang keluar dari sporangia. Sel vegetatif dari *Bacillus cereus* dapat tumbuh pada rentang temperatur 5-50^oC dengan temperatur optimal antara 35-40^oC, resisten terhadap pH 4,5-9,3. Dapat tumbuh pada anaerobik agar dan *nutrient broth* dan

penambahan NaCl 7%, waktu regeneratif relatif singkat, antara 20-30 menit (Scribd, 2012).



Gambar 4. *Bacillus cereus* (Todar, 2012^c)

Bacillus cereus merupakan salah satu bakteri yang dapat dijadikan probiotik komersial untuk atribut potensial (kolonisasi, imunostimulasi dan aktivitas antimikroba). Bakteri ini ditemukan dapat menghasilkan aktivitas bakteriosin, yaitu senyawa peptida yang berfungsi sebagai senyawa antibakteri (Duc *et al.*, 2004).

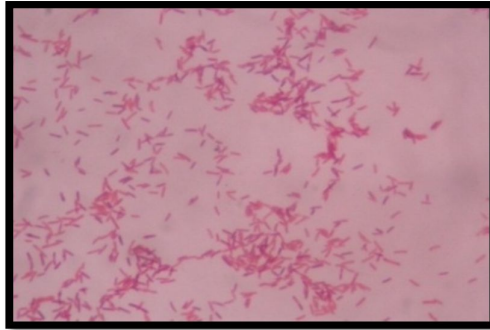
c. *Azotobacter macrocytogenes*

Klasifikasi *Azotobacter macrocytogenes* menurut Zipcodezoo (2012^d):

<i>Kingdom</i>	: Monera
<i>Division</i>	: Bacteria
<i>Class</i>	: Schizomycetes
<i>Ordo</i>	: Eubacteriales
<i>Family</i>	: Azotobacteraceae
<i>Genus</i>	: <i>Azotobacter</i>
<i>Species</i>	: <i>Azotobacter macrocytogenes</i>

Azotobacter (Gambar 5) adalah bakteri gram negatif, polimorfik, yaitu bakteri ini berbeda ukuran dan bentuk. Ukuran bakteri ini berkisar dari 2-10 x 1-2,5 µm, sel muda memiliki flagella *peritrichous* dan digunakan sebagai organ lokomotif (Dewi, 2007). Nurhayati (2006) menambahkan, genus *Azotobacter* tumbuh

dengan baik pada kondisi NH_3 juga pada berbagai jenis media seperti karbohidrat, alkohol dan asam organik.



Gambar 5. *Azotobacter macrocytogenes* (Todar, 2012^d)

d. *Saccharomyces cerevisiae*

Menurut Haetami *et al.* (2008) *Saccharomyces cerevisiae* (Gambar 6) adalah fungi uniseluler yang juga disebut ragi, berbentuk bulat atau oval, berukuran 5-12 μm dan setelah dewasa akan pecah menjadi sel induk. Strukturnya mempunyai dinding polisakarida tebal yang menutup protoplasma. Keuntungan umum yang diperoleh dari kultur *Saccharomyces cerevisiae* hidup adalah: meningkatkan pertumbuhan bobot badan, efisiensi ransum, dan *feed intake*. Keuntungan ini diperoleh berdasarkan mekanisme kerja kultur *Saccharomyces cerevisiae* sebagai berikut :

- 1) Menstimulasi *appetite* (nafsu makan), karena ragi ini memiliki *flavor* natural yang menarik (asam glutamat);
- 2) Mengandung vitamin B kompleks;
- 3) Mengasimilasi protein dan mensekresi asam amino;
- 4) Memproduksi sejumlah enzim meliputi amilase, lipase, protease dan lain-lain;
- 5) Meningkatkan homeostasis usus, karena mempunyai kemampuan memindahkan oksigen untuk menciptakan kondisi anaerob sebagai fasilitas pertumbuhan bakteri anaerob.



Gambar 6. *Saccharomyces cerevisiae* (Todar, 2012^e)

2.3 Pakan

2.3.1 Kebutuhan Nutrisi

Ikan membutuhkan materi dan energi untuk pertumbuhan yang diperoleh dari pakan. Komponen pakan yang berkontribusi terhadap penyediaan materi dan energi untuk tumbuh adalah protein, karbohidrat dan lemak. Protein adalah nutrisi yang sangat dibutuhkan untuk perbaikan jaringan tubuh yang rusak, pemeliharaan protein tubuh untuk pertumbuhan dan sebagai sumber energi. Kebutuhan ikan akan protein dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya ukuran ikan, temperatur air, kadar pemberian pakan, kandungan energi dalam pakan yang dapat dicerna dan kualitas protein (Handayani, 2006). Kekurangan protein dalam pakan menyebabkan penurunan bobot tubuh ikan secara cepat, karena di dalam tubuh ikan terjadi penarikan kembali protein dari berbagai jaringan untuk mempertahankan fungsi jaringan yang lebih penting (Yuliana, 2001).

2.3.2 Pengaruh Pakan terhadap Pertumbuhan

Pertumbuhan dapat terjadi pada berbagai tingkatan biologis seperti peningkatan jumlah sel, jaringan, individu, populasi dan komunitas. Berdasarkan tingkatan materi, pertumbuhan dapat diukur berupa jumlah dimensi bobot, volume

dan jumlah komponen spesifik dari protein, lebih jauh lagi pertumbuhan dapat diukur melalui laju pertumbuhan secara singkat (Murni, 2004).

Sugianto (2007) mengatakan bahwa jumlah makanan yang dikonsumsi oleh ikan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan. Ikan mencapai pertumbuhan apabila jumlah dan kualitas makanan yang diberikan cukup untuk memenuhi kebutuhannya. Nutrien yang paling berperan dalam pertumbuhan adalah protein.

Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan bergantung kepada ketersediaan bahan pakan yang dapat dikonsumsi. Bahan pakan merupakan sumber materi dan energi yang diperlukan bagi pertumbuhan ikan. Oleh karena itu, kualitas dan kuantitas yang diperlukan harus dipenuhi. Kecepatan tumbuh tergantung pada pakan, keturunan (strain atau varietas), kesehatan, suhu lingkungan, tinggi air kolam dan ruang hidup (Sitanggang dan Sarwono, 2002).

Pertumbuhan ikan pada kondisi lingkungan yang optimal ditentukan oleh jumlah dan mutu pakan yang dikonsumsi. Pakan yang dikonsumsi untuk dapat digunakan dalam proses biosintesis yang menghasilkan pertumbuhan harus melalui proses pencernaan dan penyerapan pada saluran pencernaan terlebih dahulu. Dengan demikian kondisi saluran pencernaan memegang peranan penting dalam mengubah pakan (senyawa kompleks) menjadi nutrien (senyawa sederhana) sebagai bahan baku dalam proses biosintesis tersebut (Yandes *et al.*, 2003).

2.4 Hubungan Pakan, Probiotik, dan Pertumbuhan

Efisiensi pakan yang baik pada yang diberi berkaitan dengan mekanisme fisiologis probiotik. Kecernaan pakan dalam saluran cerna dengan adanya probiotik menjadi lebih efektif dan efisien karena enzim-enzim ekstraseluler flora normal mikroba yang ada di dalam sel probiotik. Oleh karena itu

proses pencernaan menjadi lebih cepat menghasilkan molekul-molekul sederhana dalam jumlah yang lebih banyak (Widyastuti *et al.*, 2010).

Haetami *et al.*, (2008) mengemukakan bahwa upaya yang dapat ditempuh untuk meningkatkan kemampuan internal ikan dan eksternal pakan tersebut adalah dengan pemanfaatan mikroorganisme yang berfungsi sebagai probiotik (mikroba yang menguntungkan) dan penghasil nutrisi yang lebih mudah dicerna (prebiotik), serta sebagai sumber enzim mikrobial. Ikan mempunyai keterbatasan dalam mencerna pakan berkualitas rendah, sehingga membutuhkan protein pakan yang tinggi untuk pertumbuhannya.

Praditia (2009) menyatakan bahwa pengaruh bakteri probiotik terhadap pertumbuhan diduga terjadi karena adanya pengontrolan keseimbangan mikroba dalam saluran pencernaan, peningkatan penyerapan nutrisi pakan dan perbaikan nilai nutrisi pakan.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Penelitian

3.1.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan untuk penelitian tentang Pengaruh Pemberian Probiotik Dengan Dosis Yang Berbeda Terhadap Laju pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Wader Cakul (*Puntius Binotatus*) adalah sebagai berikut (Lampiran 1):

- Mikroskop
- Objek *glass*
- Destruktor
- Autoklaf
- Inkubator
- Labu destruksi
- Jarum ose
- Lemari pendingin
- Destilator
- Spatula
- Erlenmeyer
- Buret
- pH meter
- Bunsen
- Statif
- *Thermometer*
- DO meter
- Penggaris
- Kain lap
- Akuarium
- Seser
- Gelas ukur 100 ml
- Alat penyemprot
- Sentrifuse
- Tabung reaksi
- Selang
- Mikropipet
- Timbangan digital
- *Blower*
- Jangka sorong
- Cawan petri
- Aerator
- Nampan
- Cawan porselen
- Batu aerasi
- Oven
- Timbangan analitik
- Pipet tetes

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut dan dapat dilihat pada Lampiran 1:

- | | | |
|--|--|-------------------------|
| - Benih Ikan Wader Cakul (<i>P. binotatus</i>) ukuran 2 cm | - Metil Orange | - Spirtus |
| - Air tawar | - NaOH | - Kertas Label |
| - Probiotik | - H ₂ SO ₄ 0,2 N | - Lugol |
| - Pakan pelet | - <i>Aquadest</i> | - Alkohol |
| - H ₂ SO ₄ pekat | - Kapas | - <i>Nutrient Agar</i> |
| - H ₃ BO ₃ 1% | - <i>Tissue</i> | - <i>Nutrient Broth</i> |
| - Tablet Kjedahl | - Aluvo | |
| | - Etanol | |

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Eksperimental merupakan jenis penelitian yang memanipulasi (mengatur, merekayasa) atau mengontrol (mengendalikan) situasi alamiah menjadi situasi artificial (buatan) sesuai dengan tujuan penelitian. Penelitian eksperimental memungkinkan peneliti mengambil kesimpulan adanya hubungan sebab-akibat diantara variabel-variabel dan hubungan ini sifatnya empirik. Penelitian eksperimental juga lebih memungkinkan diperolehnya kesimpulan yang valid (sahih) mengenai sebab-akibat dibandingkan dengan yang bisa diperoleh oleh metode lain (Amirin, 1990).

Eksperimen atau percobaan merupakan tahap pengujian kebenaran hipotesis yang diajukan dalam suatu penelitian eksperimen. Percobaan dapat menentukan berhasil tidaknya pemecahan yang ditawarkan untuk mengatasi permasalahan. Suatu percobaan yang baik memberi peluang peneliti untuk membuktikan kebenaran hipotesisnya sehingga mendapatkan kesimpulan dan rekomendasi hasil yang tepat dan benar sesuai faktanya (Hanafiah, 2008).

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dimana diberikan perlakuan yang berbeda secara acak dalam satu kelompok. Rancangan acak lengkap adalah suatu desain dimana perlakuan dikarenakan sepenuhnya secara acak pada unit-unit percobaan. Desain ini banyak digunakan karena bentuknya sederhana dan mudah untuk diterapkan (Soelistyowati, 2012).

Dalam penelitian ini, sebagai perlakuan adalah dosis yang berbeda terhadap laju pertumbuhan dan kelulushidupan ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*). Perlakuan dalam penelitian tersebut yaitu:

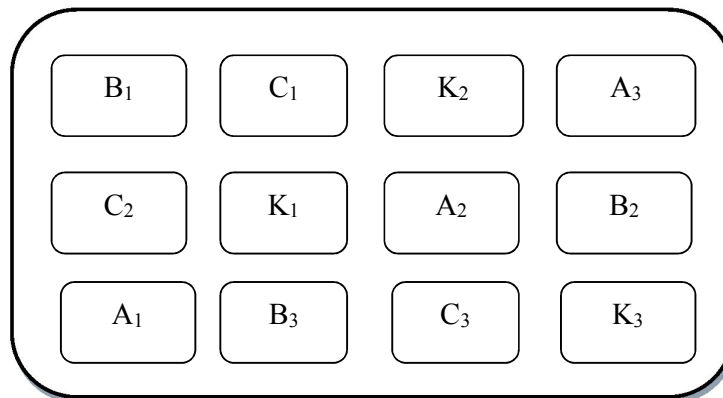
Perlakuan K : Pemberian pakan tanpa penambahan probiotik (kontrol)

Perlakuan A : Pemberian pakan dengan penambahan probiotik kepadatan 10^4 sel/ml

Perlakuan B : Pemberian pakan dengan penambahan probiotik kepadatan 10^6 sel/ml

Perlakuan C : Pemberian pakan dengan penambahan probiotik kepadatan 10^8 sel/ml

Dalam perlakuan ini, masing-masing perlakuan diberi ulangan sebanyak 3 kali yang ditempatkan secara acak. Denah percobaan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Denah rancangan penelitian

Keterangan :

K	= Kontrol
A, B, C	= Perlakuan
1, 2, 3	= Ulangan

Pelet yang digunakan dengan kadar protein 40% diberikan kepada benih Wader Cakul (kisaran panjang ± 2 cm dan bobot $\pm 0,6$ gram/ekor) sebanyak 3% dari bobot biomassa per hari dengan frekuensi 2 kali sehari. Penyesuaian jumlah pakan dilakukan setiap minggu setelah menimbang seluruh ikan dalam akuarium. Benih ikan Wader Cakul dipelihara dalam akuarium (30 cm x 30 cm x 30 cm) sebanyak 10 ekor atau 1 ekor per 2 liter. Perubahan yang diamati adalah SGR (*Specific Growth Rate*)/laju pertumbuhan spesifik, FCR (*Food Conversion Ratio*)/rasio konversi pakan dan SR (*Survival Rate*)/kelulushidupan ikan Wader Cakul serta faktor fisika-kimia (suhu, pH dan oksigen terlarut) air. Pengukuran kualitas air dilakukan seminggu sekali bersamaan dengan *sampling* pertumbuhan benih Wader Cakul.

Kisaran kepadatan bakteri probiotik diperoleh dari hasil penelitian Suminto, Samijan dan Sunaryo (2008) yang menyatakan bahwa dosis pemberian probiotik dalam meningkatkan pertumbuhan dan penghambatan bakteri patogen terbaik adalah 10^6 sel/ml. Berdasarkan penjelasan tersebut maka 10^6 sel/ml merupakan acuan dalam penentuan dosis kemudian dilakukan penentuan kisaran yang berbeda dengan perbedaan 2 pangkat lebih tinggi (10^8 sel/ml) dari acuan dan 2 pangkat lebih rendah (10^4 sel/ml) dari acuan normal (10^6 sel/ml).

Dengan acuan ini dapat dilihat kepadatan yang lebih baik antara kepadatan yang lebih kecil dan lebih besar dengan batas normal yang biasa digunakan oleh probiotik komersil. Pada akhir penelitian, hasil perlakuan dari penambahan probiotik pada pakan pelet dengan dosis yang berbeda dibandingkan dengan kontrol (tanpa penambahan probiotik). Pemberian probiotik dilakukan dengan mencampurkan probiotik pada pakan, proses pencampuran dilakukan dengan

cara menyemprotkan bakteri probiotik yang sudah diencerkan sesuai dengan kepadatan yang ditentukan.

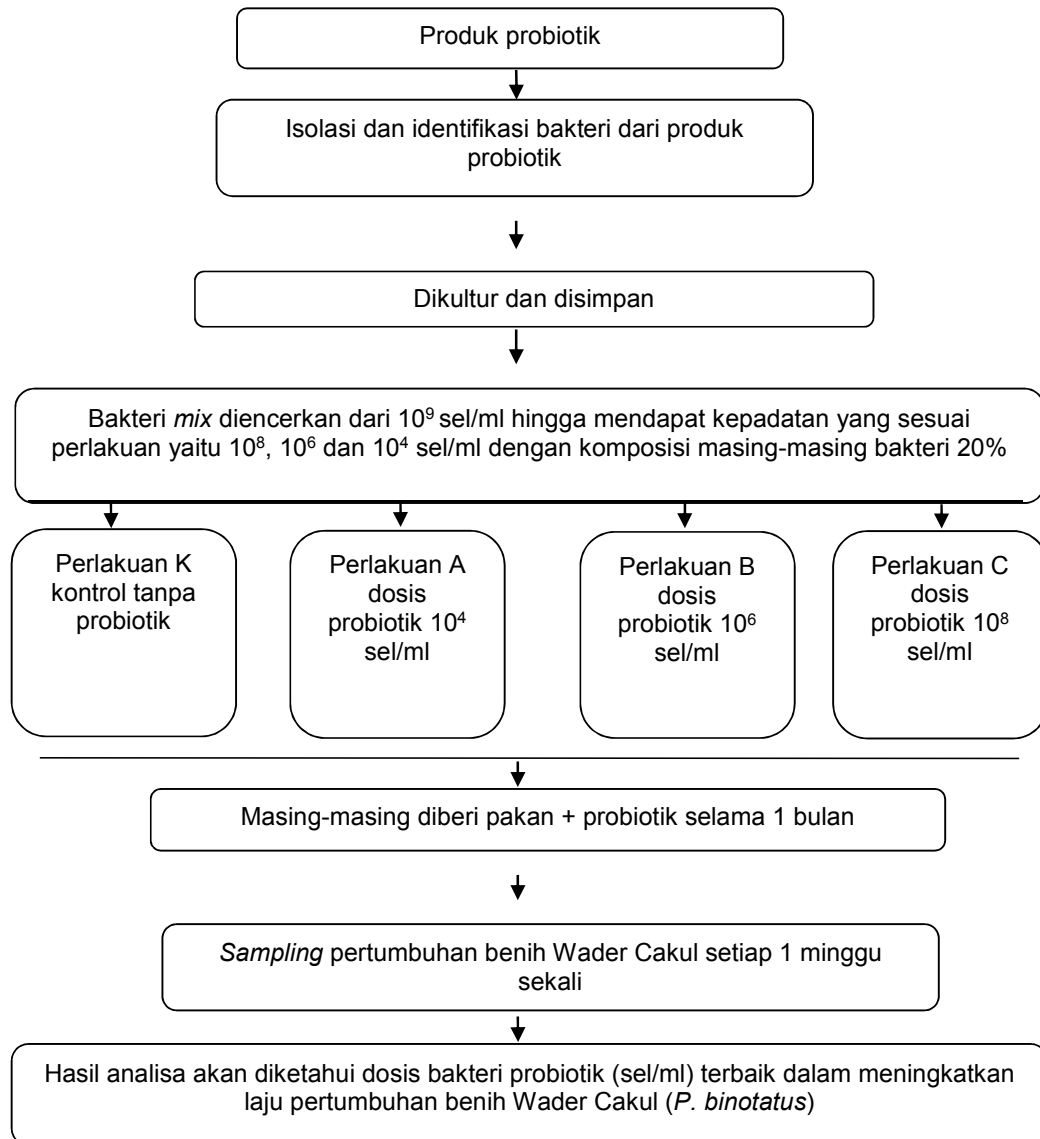
3.4 Alur Kerangka Operasional Penelitian

Probiotik yang terdiri dari *Azotobacter macrocytogenes*, *Bacillus alvei*, *Bacillus cereus*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Saccharomyces cerevisiae* diisolasi dan identifikasi bakteri dari produk probiotik komersil yang digunakan. Kemudian dikultur dan disimpan. Bakteri dicampur dan diencerkan dari kepadatan 10^9 sel/ml hingga kepadatan yang sesuai dengan masing-masing perlakuan. Untuk mengetahui kepadatan 10^9 sel/ml dilakukan perhitungan menggunakan *Haemocytometer* dibawah mikroskop. Perlakuan yang digunakan adalah 3 perlakuan dan 1 kontrol dengan masing-masing 3 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah kontrol (tanpa probiotik), perlakuan A dengan kepadatan probiotik (10^4 sel/ml), perlakuan B dengan kepadatan probiotik (10^6 sel/ml) dan perlakuan C dengan kepadatan probiotik (10^8 sel/ml). Komposisi masing-masing bakteri probiotik yang digunakan adalah *Bacillus alvei* 20%, *Bacillus cereus* 20%, *Lactobacillus sp* 20%, *Azotobacter* 20% dan *Saccharomyces cerevisiae* 20%.

Masing-masing sampel diberi pakan dan probiotik selama 1 bulan dengan campuran bakteri tersebut. Pemberian probiotik dilakukan dengan cara menyemprotkan ke dalam pakan dan ditunggu hingga kering.

Penelitian berlangsung selama 1 bulan dan dilakukan *sampling* (pengukuran) pertumbuhan setiap 1 minggu sekali. Kualitas air pun juga diukur selama penelitian. Hasil akhir dari penelitian diharapkan dapat mengetahui kepadatan bakteri probiotik (sel/ml) terbaik dalam meningkatkan laju pertumbuhan benih ikan Wader Cakul (*P. binotatus*).

Gambar 8 adalah alur kerangka operasional penelitian yang menunjukkan prosedur penelitian secara ringkas.



3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Sterilisasi Alat

Peralatan yang digunakan terlebih dahulu disterilisasi, tujuannya agar tidak terkontaminasi dan akan mempengaruhi hasil kerja laboratorium itu sendiri. Peralatan yang disterilisasi dibungkus dengan menggunakan kertas koran, kemudian dibungkus dengan menggunakan karet. Kemudian dituangkan secukupnya air ke dalam autoklaf, alat yang telah dibungkus kertas koran

dimasukkan ke dalam autoklaf dan ditutup rapat dengan mengencangkan baut secara silang.

Kompur pemanas dinyalakan, setelah beberapa saat monometer akan menunjukkan angka 1 atm, jika terjadi kelebihan tekanan maka kran udara dibuka hingga monometer menunjukkan angka 1 atm kembali. Ketika sampai suhu 121°C dan monometer menunjukkan 1 atm, keadaan ini dipertahankan sampai 15 menit. Kompur dimatikan dan kran dibuka untuk mengurangi tekanan. Ditunggu beberapa saat sampai termometer dan monometer menunjukkan angka 0 (nol) lalu penutup autoklaf dibuka secara silang. Alat dan bahan yang sudah disterilkan diambil. Alat yang telah disterilkan disimpan dalam inkubator, sedangkan bahan yang telah disterilkan disimpan dalam lemari pendingin.

3.5.2 Pengambilan Sampel Probiotik

Sampel bakteri probiotik dalam penelitian ini didapat dari hasil isolasi dari suatu produk probiotik komersil sehingga didapat berbagai macam jenis bakteri yang tercampur menjadi probiotik yang memiliki berbagai macam manfaat bagi organisme budidaya. Salah satunya adalah meningkatkan pertumbuhan dengan mekanisme kerja merangsang enzim yang berkaitan dengan proses pencernaan yang kompleks. Bakteri yang terkandung dalam probiotik komersil tersebut dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.5.3 Pembuatan Media

Pembuatan media memerlukan bahan berupa NA (*Nutrient Agar*) dan NB (*Nutrient Broth*). Berikut ini penjelasan lebih lanjut mengenai NA (*Nutrient Agar*) dan NB (*Nutrient Broth*).

a. Nutrient Agar

Media NA (*Nutrient Agar*) ditimbang sebanyak 2,8 gram dilarutkan dengan 100 ml *aquadest*. Untuk menghomogenkan larutan dilakukan pemanasan dan pengadukan di atas kompor listrik hingga mendidih. NA dituang ke dalam tabung reaksi sebanyak 15 - 25 ml secara aseptik, kemudian disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah itu media didinginkan dan siap digunakan (Pirzada, 2009). Cara pembuatan media NA dapat dilihat pada Lampiran 3.

b. Media NB (*Nutrient Broth*)

Media *Nutrient Broth* diambil sebanyak 50 ml dengan menggunakan pipet secara aseptik, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml. Media disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit. Selanjutnya media didinginkan dan siap digunakan (Pirzada, 2009). Cara pembuatan media NB dapat dilihat pada Lampiran 4.

3.5.4 Pembuatan Biakan Bakteri Probiotik

Nutrient agar (NA) sebanyak 2,8 gram dilarutkan dengan 100 ml *aquadest* kemudian dipanaskan dan diaduk di atas kompor listrik hingga mendidih agar cepat homogen. Larutan NA dituang ke dalam cawan petri sebanyak 25-30 ml serta dilakukan uji sterilisasi yaitu dengan menggunakan media yang sudah mengeras diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

Petridisk yang berisi media NA yang telah disterilkan disiapkan terlebih dahulu. Kemudian isolat bakteri yang diambil dari biakan murni digoreskan pada cawan petri menggunakan jarum ose yang sebelumnya telah dipanaskan (hingga berpijar) di atas api bunsen. Setelah itu cawan petri ditutup rapat dan dipanaskan di atas bunsen pada bagian tepinya. Media yang telah terisi bakteri diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam kemudian dilakukan kultur bakteri di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Skema kerja pembuatan biakan bakteri probiotik disajikan di Lampiran 5.

3.5.5 Pewarnaan Gram

Pewarnaan gram adalah pewarnaan diferensial yang sangat berguna dan paling banyak digunakan di laboratorium mikrobiologi, karena merupakan tahapan penting dalam identifikasi. Bakteri yang sudah ditumbuhkan pada media padat, selanjutnya dilakukan pewarnaan gram. Tahapan pewarnaan gram diawali dengan menyemprot kaca objek dengan alkohol, kemudian lap dengan tissue dan dibakar pada api bunsen untuk menghilangkan sisa alkohol. Jarum ose dibakar sampai berpijar dan didiamkan sebentar sampai dingin. Biakan bakteri yang berasal dari cawan petri diambil menggunakan jarum ose dan diletakkan pada kaca objek. Selanjutnya dilakukan fiksasi sampel bakteri pada api bunsen dengan jarak 20 cm dari api supaya tidak terlalu panas dan tidak merusak bentuk sel bakteri. Ditambahkan setetes pewarnaan kristal violet dan didiamkan selama 2 menit. Kemudian dicuci dengan air mengalir. Ditetesi kembali dengan lugol dan didiamkan selama 1 menit. Dibilas dengan alkohol selama 30 detik, kemudian dibilas dengan air mengalir. Diwarnai dengan safranin selama 15 detik dan dibilas kembali dengan air mengalir. Didiamkan dan dikeringkan untuk selanjutnya dapat diamati pada mikroskop (Viramedika, 2008). Pewarnaan bakteri dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti fiksasi, peluntur warna, substrat, intensifikasi pewarnaan dan penggunaan zat warna penutup (Rudi, 2010). Skema kerja pewarnaan gram dapat dilihat pada Lampiran 6.

3.5.6 Perbanyakkan Bakteri dan Penentuan Jumlah Bakteri dengan

Pengenceran

Media NB (*Nutrient Broth*) sebanyak 50 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer ukuran 250 ml kemudian disterilisasi pada 121°C selama 15 menit. Probiotik yang sudah dibiakkan pada media padat selanjutnya ditumbuhkan pada media cair NB.

Probiotik pada media padat diambil sebanyak 1 jarum ose dan kemudian dilarutkan dalam media NB sebanyak 100 ml. Setelah itu dilakukan *shaking* terus menerus pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah itu baru dilakukan pengenceran berseri dengan kepadatan bakteri yang telah ditentukan yaitu dari kepadatan 10^9 sel/ml sampai 10^4 sel/ml. Skema kerja perbanyakkan bakteri dapat dilihat pada Lampiran 7.

3.5.7 Uji Biokimia

Uji biokimia dapat dilakukan untuk mengetahui karakterisasi dan identifikasi bakteri. Kebanyakan bakteri aerobik dan anaerobik fakultatif akan memproduksi hidrogen peroksida yang bersifat toksik terhadap bakteri yang masih hidup. Untuk menjaga kelangsungan hidupnya, sejumlah bakteri mampu menghasilkan enzim katalase yang memecah H_2O_2 menjadi air dan oksigen sehingga sifat toksiknya hilang (Pelczar dan Chan, 1986).

Menurut Wahyu (2010), Uji biokimia untuk identifikasi bakteri melalui tahap-tahap, yaitu uji oksidase, produksi katalase, hidrolisis (protein, asam amino triptofan, pati/karbohidrat, urea), uji sitrat simmons, uji motilitas. Uji biokimia bakteri probiotik dari produk probiotik komersil meliputi uji motilitas, uji katalase, uji oksidase dan lain-lain. Uji biokimia dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas kedokteran Universitas Brawijaya sehingga di dapat hasil analisisnya. Untuk hasil uji biokimia dari masing-masing bakteri dapat dilihat pada Lampiran 8.

3.6 Pencampuran Pakan dan Bakteri Probiotik

Berat pakan ditentukan dari konversi pakan dikalikan dengan total bobot biomassa. Banyaknya bakteri yang ditambahkan ke dalam pakan pelet mempunyai kepadatan masing - masing 10^8 sel/ml, 10^6 sel/ml dan 10^4 sel/ml.

Pakan pelet ditimbang dengan menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 10^{-2} . Alas yang digunakan untuk menimbang pakan yaitu cawan petri. Masing-masing cawan diberi label sesuai dengan dosis yang ditentukan. Sebelumnya, cawan petri yang akan digunakan disterilisasi terlebih dahulu dengan menggunakan autoklaf.

Setelah pakan pelet ditimbang sesuai dengan kebutuhan dilanjutkan dengan penyemprotan bakteri probiotik sampai pakan berubah menjadi lembab kemudian dikeringanginkan hingga bakteri yang disemprotkan terserap dan menyatu kedalam pakan.

Penentuan penyemprotan ditentukan dengan menyemprotkan bakteri pada pakan hingga dirasa lembab dan merata. Dari hasil penelitian pendahuluan diperoleh kelembaban yang merata setelah 5 kali semprot dalam 1 gr. Skema kerja pengenceran bakteri probiotik dapat dilihat pada Lampiran 9.

Dalam penelitian ini, pakan yang digunakan adalah pakan pelet dengan kadar protein 40% sebab kebutuhan benih Wader Cakul akan protein cukup tinggi. Menurut Suryaningsih (2012), untuk merangsang pertumbuhan Wader Cakul (*P. binotatus*) perlu diberikan pakan hewani dan pakan nabati dalam komposisi yang ideal. Makanan alami Wader Cakul adalah fitoplankton, daun tumbuhan lunak, zooplankton dan serangga. Komposisi pakan Wader Cakul paling ideal mengandung 40% kadar protein. Ransum harian untuk pakan pabrik atau pelet setara dengan 3% dari bobot badannya..

3.7 Analisa Proksimat Protein Pakan

Metode yang digunakan dalam analisa protein dalam pakan pelet ini adalah metode kjehdahl. Tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam menggunakan metode ini adalah: tahapan dekstruksi, destilasi dan dilanjutkan dengan titrasi.

(1) Tahapan Dekstruksi

0,5 gram sampel + 15 ml H₂SO₄ pekat + ½ tablet kjehdal, dipanaskan sampai berwarna hijau bening. Waktu yang dibutuhkan adalah sekitar 2-3 jam.

(2) Tahapan Destilasi

Hasil dekstruksi + 100 ml *aquadest* + sedikit demi sedikit larutan NaOH 50% sebanyak ± 50 ml yang telah didinginkan dalam lemari es samapei diperoleh warna biru. Setelah itu, destilat ditampung dalam erlenmeyer yang berisi 50 ml H₃BO₃ 1% dan destilasi sampai volume ± 75 ml.

(3) Tahapan Titrasi

Destilat + 3 tetes metil orange dititrasi dengan H₂SO₄ 0,2 N sampai berwarna merah muda.

Kemudian dihitung % N dengan rumus:

$$\%N = \frac{(\text{ml H}_2\text{SO}_4 - \text{ml blanko}) \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times 14,008}{\text{berat sampel} \times 1000} \times 100\%$$

$$\%P = \%N \times 6,25$$

3.8 Pengukuran Kualitas Air

3.8.1 DO (Oksigen Terlarut/*Dissolved Oxygen*)

Pengukuran DO menggunakan DO meter dengan prosedur :

- *Probe* disambungkan terlebih dahulu sebelum digunakan.
- *Probe* dimasukkan ke dalam *aquadest* untuk kalibrasi.
- *Probe* dimasukkan ke dalam air sampel yang diukur.
- Tombol ON ditekan, ditunggu sampai muncul angka pada layar DO meter.
- Angka yang muncul ditunggu sampai posisi stabil.
- Setelah selesai, ditekan tombol OFF untuk mematikan alat.
- *Probe* dicuci *aquadest* lalu ditutup.

3.8.2 Suhu

- Dimasukkan *thermometer* ke dalam tiap-tiap akuarium perlakuan yang sudah berisi air sampel sampai atas skala baca.
- Ditunggu 2-3 menit sampai skala suhu dalam *thermometer* berhenti dan menunjuk pada skala tertentu.
- Kemudian dibaca dan dicatat hasil yang ditunjukkan oleh *thermometer* dalam skala °C.

3.8.3 pH

- Elektroda dibersihkan dengan air suling (*aquadest*) sebanyak 3 kali kemudian mengeringkannya dengan *tissue*.
- Elektroda ke dalam tiap-tiap botol sampel yang sudah berisi air sampel selama kurang lebih 1 menit sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
- Kemudian derajat keasaman (pH) dapat dilihat langsung dari skala atau digital alat pH meter.
- Dilakukan pengukuran nilai derajat keasaman (pH) pada awal dan akhir perlakuan.

3.9 Parameter Uji

3.9.1 Parameter Utama

Parameter utama dalam penelitian ini adalah parameter kuantitatif, yaitu data yang diperoleh dari hasil pengukuran pertumbuhan benih ikan Wader Cakul (*P. binotatus*) yang telah diberi perlakuan penambahan probiotik dalam pakan pelet dengan dosis yang berbeda meliputi: SGR (*Specific Growth Rate*)/laju pertumbuhan spesifik dan SR (*Survival Rate*)/kelulushidupan.

a. SGR (*Specific Growth Rate*) / Laju Pertumbuhan Spesifik

Menurut Andriyanto, Nurbakti dan Riani (2010), rumus yang digunakan dalam menentukan laju pertumbuhan spesifik ikan Wader Cakul adalah:

Laju pertumbuhan spesifik dihitung berdasarkan rumus:

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t - t_o} \times 100\% \text{berat tubuh/hari}$$

Keterangan:

SGR : Laju pertumbuhan spesifik (%berat tubuh/hari)

W_t : Bobot rata-rata ikan pada akhir percobaan (g)

W_o : Bobot rata-rata ikan pada awal percobaan (g)

t : Lamanya percobaan

t_o : Awal percobaan

b. SR (*Survival Rate*) / Kelulushidupan

SR (*Survival Rate*)/kelulushidupan merupakan persentase jumlah ikan hidup pada akhir pemeliharaan dibandingkan dengan jumlah ikan pada awal tebar yang dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan :

SR = Kelulushidupan ikan (%)

N_t = Jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor)

N_o = Jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

3.9.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang dalam penelitian ini adalah FCR (*Food Conversion Ratio*)/Rasio konversi pakan dan kualitas air.

a. FCR (*Food Conversion Ratio*) / Rasio Konversi Pakan

Rasio konversi pakan adalah perbandingan jumlah pakan yang dikonsumsi selama pemeliharaan (gr) dengan pertambahan bobot yang diperoleh (gr).

$$\text{Rasio Konversi Pakan} = \frac{\text{Jumlah pakan yang dikonsumsi selama pemeliharaan (gr)}}{\text{Pertambahan bobot yang diperoleh (gr)}}$$

b. Kualitas Air

Kualitas meliputi DO (Dissolved Oxygen)/Oksigen terlarut, suhu dan pH pada air dalam akuarium. Pengukuran dilakukan setiap 7 hari sekali.

3.10 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisa secara statistik dengan menggunakan analisa keragaman (ANOVA) sesuai dengan rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila dari data sidik ragam diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (*significant*) atau berbeda sangat nyata (*highly significant*), maka untuk membandingkan nilai antar perlakuan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dan regresi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Parameter Utama Wader Cakul (*P. binotatus*).

Parameter utama dalam penelitian ini adalah SGR (*Specific Growth Rate*)/Laju Pertumbuhan Spesifik dan SR (*Survival Rate*)/kelulushidupan.

4.1.1 SGR (*Specific Growth Rate*)/Laju Pertumbuhan Spesifik

Data laju pertumbuhan spesifik selama penelitian (Lampiran 11) dapat diketahui setelah dilakukan perhitungan. Nilai rata-rata pertumbuhan bobot tubuh ikan Wader Cakul (*P. binotatus*) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata laju pertumbuhan spesifik ikan Wader Cakul (% berat tubuh/hari).

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	1,32	1,28	1,18	3,78	1,26
B	1,68	1,39	1,75	4,82	1,61
C	1,25	1,10	1,10	3,45	1,15
Total	-	-	-	12,05	-
K	1,18	1,10	1,10	3,38	1,13

Data di atas menunjukkan hasil laju pertumbuhan spesifik rata-rata Wader Cakul (*P. binotatus*) selama penelitian berkisar antara 1,15 – 1,61 % berat tubuh/hari yang diberi perlakuan. Sedangkan kontrol memiliki nilai rata-rata laju pertumbuhan spesifik 1,13 % berat tubuh/hari.

Setelah diperoleh perhitungan data rata-rata laju pertumbuhan spesifik, maka dilakukan analisa sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis ragam laju pertumbuhan spesifik ikan Wader Cakul

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,3408	0,1704	10,39*	5,14	10,92
Acak	6	0,0983	0,0164			
Total	8	0,4391	0,1868			

ns : tidak berbeda nyata * : berbeda nyata ** : sangat berbeda nyata

Pada tabel di atas, perhitungan analisa sidik ragam laju pertumbuhan spesifik menunjukkan hasil berbeda nyata dimana F hitung lebih besar dari F 5% dan kecil dari 1% yang berarti bahwa dosis probiotik memberikan pengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan Wader Cakul sehingga H_1 diterima dan H_0 ditolak.

Untuk mengetahui tingkat perbedaan masing-masing perlakuan maka dilanjutkan dengan uji BNT yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji BNT laju pertumbuhan spesifik ikan Wader Cakul

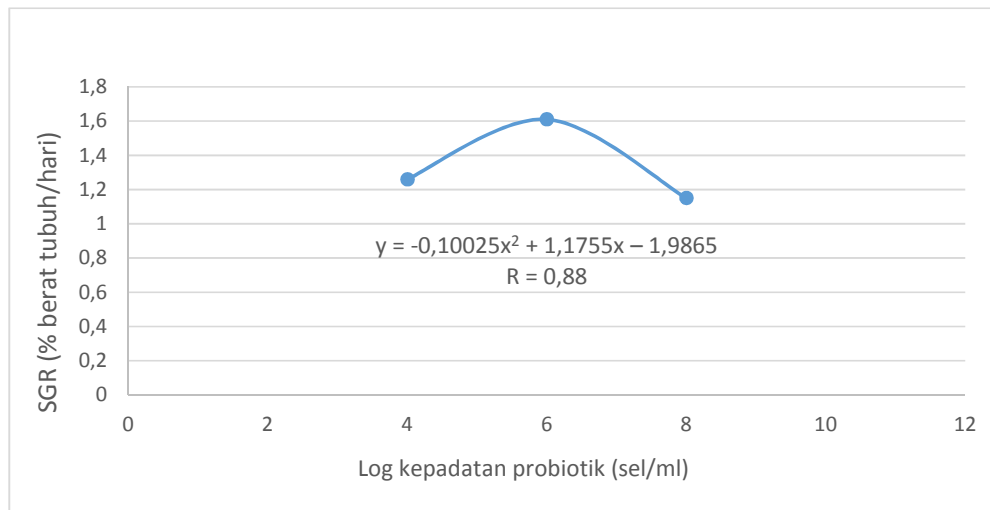
Rata-rata perlakuan	C = 1,15	A = 1,26	B = 1,61	Notasi
C = 1,15	-	-	-	a
A = 1,26	0,11 ^{ns}	-	-	a
B = 1,61	0,46 ^{**}	0,35 [*]	-	b

ns : tidak berbeda nyata * : berbeda nyata ** : sangat berbeda nyata

Berdasarkan Tabel Uji BNT di atas dapat diketahui bahwa perlakuan C tidak berbeda nyata terhadap perlakuan A dan B. Begitu pula perlakuan A, tidak memberikan pengaruh yang nyata perlakuan B dan C. Perlakuan B memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata terhadap perlakuan C dan A.

Hasil analisa regresi didapatkan hubungan yang kuadratik antara perlakuan pemberian probiotik dengan dosis berbeda terhadap laju pertumbuhan spesifik yang memiliki persamaan kuadratik $y = -0,10025x^2 + 1,1755x - 1,9865$ dan $R = 0,88$ dimana laju pertumbuhan spesifik tertinggi pada perlakuan pemberian probiotik dosis 10^6 sel/ml dengan laju pertumbuhan spesifik sebesar 1,45% berat tubuh/hari. Kurva respon laju pertumbuhan spesifik ikan Wader Cakul dapat dilihat pada Gambar 9.

Kurva respon menunjukkan bahwa dosis perlakuan yang diberikan ke dalam pakan berpengaruh terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan Wader Cakul. Laju pertumbuhan spesifik tertinggi dicapai pada perlakuan pemberian dosis 10^6 sel/ml (perlakuan B).



Gambar 9. Kurva respon laju pertumbuhan spesifik ikan Wader Cakul (*P. binotatus*)

Gambar diatas menunjukkan bahwa dosis perlakuan yang diberikan dalam media berpengaruh terhadap laju pertumbuhan spesifik. Dosis 10^6 sel/ml (perlakuan B) memberikan laju pertumbuhan spesifik tertinggi dan merupakan perlakuan terbaik dalam penelitian, yang diikuti oleh perlakuan A (10^4 sel/ml) kemudian perlakuan C (10^8 sel/ml). Dengan demikian, maka perlakuan B dengan kepadatan bakteri 10^6 sel/ml adalah dosis paling baik karena menghasilkan laju pertumbuhan spesifik yang lebih tinggi dibanding dengan kontrol dan perlakuan A serta C. Hal ini diduga kepadatan bakteri pada dosis 10^6 sel/ml (perlakuan B) ideal jumlahnya saat bekerja dalam saluran pencernaan seperti yang dikemukakan oleh Suminto *et al.* (2008) bahwa dosis pemberian probiotik dalam meningkatkan pertumbuhan dan penghambatan bakteri patogen adalah 10^6 sel/ml sehingga mengakibatkan laju pertumbuhan spesifik lebih tinggi sedangkan pada dosis 10^4 sel/ml (perlakuan A) diduga jumlah bakteri kurang ideal atau kurang tepat saat bekerja dalam saluran pencernaan. Begitu pula pada dosis 10^8 sel/ml (perlakuan C) yang diduga jumlah bakteri terlalu padat atau tinggi sehingga mengakibatkan laju pertumbuhan spesifik paling rendah dibanding dengan perlakuan yang lain. Jumlah bakteri kurang ideal pada dosis 10^4 sel/ml (perlakuan A) yang dimaksud

yaitu kurang berpengaruhnya kerja bakteri tersebut pada saluran pencernaan. Muhiddin, Juli dan Aryantha (2001) mengatakan bahwa jumlah inokulum yang terlalu banyak dan kepadatan mikroba yang tinggi akan menyebabkan terjadinya persaingan nutrisi sehingga pertumbuhan menjadi lambat dan mikroba cenderung mengalami sporulasi karena terjadinya kompetisi dalam memanfaatkan nutrisi. Akan tetapi, jika dibandingkan dengan nilai rata-rata laju pertumbuhan spesifik pada ikan kontrol, perlakuan A dan B masih memiliki nilai SGR yang lebih tinggi.

Probiotik yang diberikan pada ikan Wader Cakul akan bekerja dalam saluran pencernaan dengan prinsip kerja pemanfaatan kemampuan mikroorganisme dalam memecah atau menguraikan rantai panjang karbohidrat, protein dan lemak yang menyusun pakan yang diberikan. Kemampuan ini diperoleh karena adanya enzim khusus seperti yang dikatakan (Ahmad (2005), semua bakteri mempunyai enzim protease didalam sel untuk memecah ikatan tersebut sehingga laju pertumbuhan spesifik juga meningkat. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Bagheri *et al.* (2008) yang mengatakan bahwa bakteri probiotik memiliki enzim yang dapat menguraikan molekul-molekul kompleks dalam pakan menjadi molekul yang lebih sederhana sehingga pakan yang dicerna dengan bantuan enzim dalam pakan dan saluran pencernaan ikan maka energi yang dihasilkan dapat digunakan untuk memacu pertumbuhan ikan.

4.1.2 SR (*Survival Rate*)/ Kelulushidupan

Nilai rata-rata SR (*Survival Rate*)/kelulushidupan ikan Wader Cakul selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.

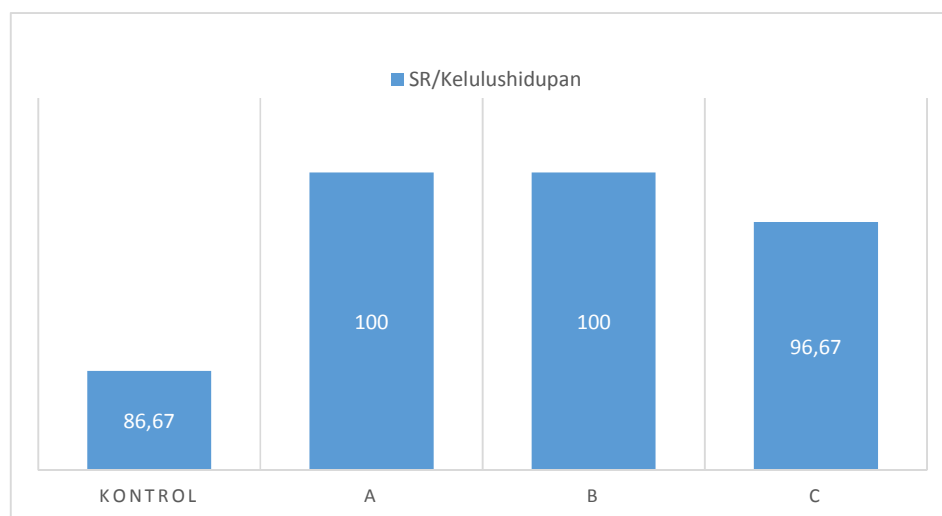
Tabel 4. Nilai rata-rata kelulushidupan ikan Wader Cakul (%)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	100	100	100	300	100
B	100	100	100	300	100
C	100	90	100	290	96,67
Total	-	-	-	890	-
K	90	90	80	260	86,67

Data di atas menunjukkan bahwa nilai kelulushidupan perlakuan A, B dan C lebih baik dibanding kontrol. Kontrol pertama, mengalami kematian sebanyak 1 ekor, kontrol kedua sebanyak 1 ekor, dan kontrol ketiga sebanyak 2 ekor. Dan pada perlakuan C kedua sebanyak 1 ekor. Data nilai kelulushidupan ikan Wader Cakul (*P. binotatus*) selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 12. Hasil perhitungan analisa sidik ragam didapatkan bahwa perlakuan dosis probiotik yang berbeda tidak memberikan pengaruh terhadap kelulushidupan ikan Wader Cakul. Ikan Wader Cakul sedikit mengalami kematian selama penelitian pada perlakuan dibanding kontrol. Rata-rata kelulushidupan kontrol adalah sebesar 86,67%. Tingginya kelangsungan hidup ikan yang ditambahkan probiotik kemungkinan berkaitan dengan pengaruh probiotik itu terhadap reaktif kekebalan pada inang (Rantetondok dan Rume, 2012). Karena probiotik yang digunakan dalam penelitian ini juga mengandung *S. cerevisiae* yang tergolong cendawan berupa khamir (*yeast*) pembuat kue dan roti ternyata mempunyai potensi kemampuan yang tinggi sebagai imunostimulan, dan bagian yang bermanfaat tersebut adalah dinding selnya yang mengandung β glukukan. Bahan inilah yang dipakai sebagai imunostimulan pada bagian dinding sel *S. cerevisiae* (Ahmad, 2005). Oleh karena itu, kelulushidupan ikan yang diberi perlakuan probiotik lebih tinggi karena memiliki kekebalan tubuh lebih banyak akibat penambahan *S. cerevisiae* dalam pakan. Dengan adanya penambahan bakteri probiotik melalui pakan yang langsung dimanfaatkan oleh ikan Wader Cakul sehingga ikan tersebut dapat mempertahankan sintasannya.

Adanya penambahan bakteri probiotik dalam pakan dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh ikan Wader Cakul karena bakteri tersebut dapat menghasilkan senyawa-senyawa anti bakteri seperti bakteriosin yang terdapat dalam *Bacillus cereus*, yaitu senyawa peptida yang berfungsi sebagai senyawa antibakteri (Duc *et al.*, 2004). Dengan adanya senyawa anti bakteri, maka ikan Wader Cakul akan memiliki sistem imun yang lebih kuat terhadap bakteri patogen dan nilai kelulushidupan pun tinggi atau sedikit mengalami kematian daripada ikan yang tanpa diberi perlakuan penambahan probiotik.

Menurut Arief *et al.* (2011), kelulushidupan ikan dipengaruhi oleh manajemen budidaya yang baik antar lain padat tebar, kualitas pakan, kualitas air, parasit atau penyakit. Pakan yang mempunyai nutrisi yang baik sangat berperan dalam mempertahankan kelangsungan dan mempercepat pertumbuhan ikan. Di bawah ini adalah grafik (Gambar 10) kelulushidupan dari ikan Wader Cakul (*P. binotatus*) selama penelitian.



Gambar 10. Grafik pengaruh dosis probiotik terhadap kelulushidupan ikan Wader Cakul (*P. binotatus*).

Grafik pada gambar 10 menunjukkan bahwa ikan Wader Cakul yang diberi perlakuan probiotik dengan dosis yang berbeda memiliki kelulushidupan yang tinggi. Sementara untuk kontrol, kelulushidupannya hanya 86,67%.

4.2 Hasil Parameter Penunjang Ikan Wader Cakul (*P. binotatus*)

4.2.1 FCR (*Food Conversion Ratio*)/Rasio Konversi Pakan

FCR (*Food Conversion Ratio*)/rasio konversi pakan merupakan istilah yang menunjukkan perbandingan antara jumlah pakan yang dikonsumsi dengan pertumbuhan. Faktor yang mempengaruhi jumlah konsumsi pada ikan adalah *feeding habit*, status fisiologi, berat ikan, suhu, konsentrasi oksigen, komposisi pakan dan tingkat kesukaan.

Data rasio konversi pakan selama penelitian (Lampiran 13) dapat diketahui setelah dilakukan perhitungan. Nilai rata-rata rasio konversi pakan ikan Wader Cakul (*P. binotatus*) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata rasio konversi pakan ikan Wader Cakul

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	3,361	3,406	3,619	10,386	3,462
B	2,480	3,066	2,340	7,886	2,628
C	3,477	4,008	4,049	11,534	3,844
Total	-	-	-	29,806	-
K	3,592	3,917	4,040	11,549	3,849

Data di atas menunjukkan rata-rata nilai rasio konversi pakan selama penelitian berkisar antara 2,628 – 3,844. Sedangkan nilai rasio konversi pakan kontrol adalah 3,849. Hasil sidik ragam dari data rata-rata rasio konversi pakan, dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisis ragam rasio konversi pakan ikan Wader Cakul

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	2,32	1,16	13,03**	5,14	10,92
Acak	6	0,535	0,089			
Total	8	2,855	1,249			

ns : tidak berbeda nyata * : berbeda nyata ** : sangat berbeda nyata

Tabel di atas menunjukkan bahwa hasil sidik ragam rasio konversi pakan menunjukkan hasil sangat berbeda nyata dimana F hitung lebih besar dari F 1% yang berarti bahwa dosis probiotik memberikan pengaruh sangat nyata terhadap nilai rasio konversi pakan ikan Wader Cakul.

Hasil uji BNT untuk mengetahui tingkat perbedaan masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 7.

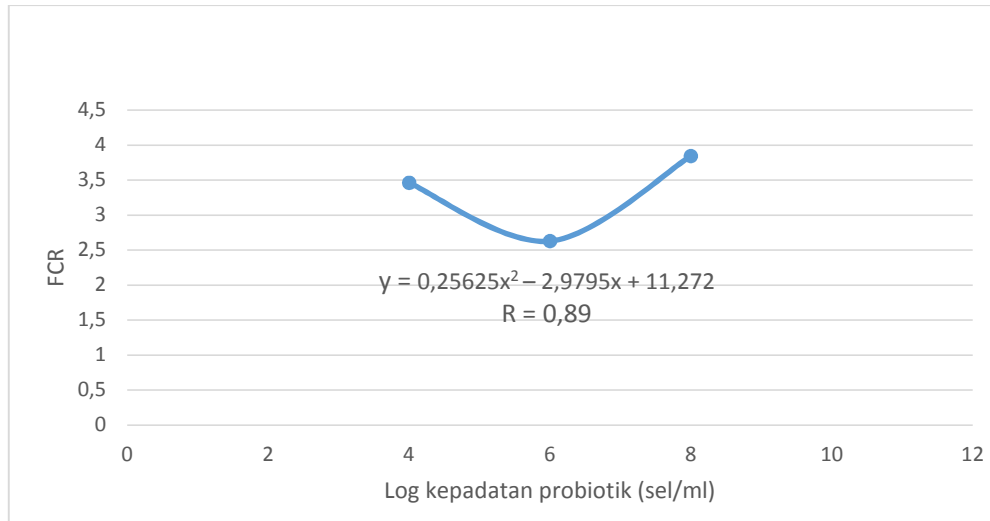
Tabel 7. Uji BNT rasio konversi pakan ikan Wader Cakul

Rata-rata perlakuan	B = 2,628	A = 3,462	C = 3,844	Notasi
B = 2,628	-	-	-	a
A = 3,462	0,834*	-	-	bc
C = 3,844	1,216**	0,382 ^{ns}	-	c

ns : tidak berbeda nyata * : berbeda nyata ** : sangat berbeda nyata

Berdasarkan Tabel Uji BNT di atas dapat diketahui bahwa perlakuan B tidak berbeda nyata terhadap perlakuan A dan C. Pada perlakuan A, memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap perlakuan B dan C. Perlakuan C memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata terhadap perlakuan B dan A.

Hasil analisa regresi didapatkan hubungan yang kuadrat antara perlakuan pemberian probiotik dengan dosis berbeda terhadap rasio konversi pakan yang memiliki persamaan kuadrat $y = 0,25625x^2 - 2,9795x + 11,272$ dan $R = 0,89$ dimana nilai rasio konversi pakan terendah adalah pada perlakuan pemberian dosis probiotik dosis 10^6 sel/ml (perlakuan B) dengan nilai rasio konversi pakan sebesar 2,628 dan nilai rasio konversi pakan tertinggi adalah pada perlakuan dosis probiotik 10^8 sel/ml (perlakuan C) dengan nilai rasio konversi pakan sebesar 3,844. Perhitungan konversi pakan didasarkan atas jumlah konsumsi pakan dibagi dengan pertambahan bobot badan yang dapat dicapai selama penelitian. Grafik hubungan dosis probiotik dengan laju pertumbuhan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Kurva respon rasio konversi pakan ikan Wader Cakul (*P. binotatus*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan C yaitu dengan penggunaan dosis 10^8 sel/ml mempunyai konversi pakan paling tinggi yang berarti memerlukan paling banyak pakan untuk dikonversi menjadi daging. Semakin tinggi nilai konversi pakan berarti daya guna pakan semakin rendah. Perlakuan B dengan dosis pemberian probiotik 10^6 sel/ml memberikan nilai rasio konversi pakan paling kecil diantara perlakuan yang lain. Hal ini dikarenakan kerja bakteri probiotik optimal dalam kepadatan tersebut. Bakteri probiotik dengan kepadatan yang tepat dapat meningkatkan ketercernaan pakan dengan cara menciptakan keseimbangan flora dalam usus. Seperti yang dikemukakan Afrianto (2009) bahwa pemberian suplemen pakan yang mengandung bakteri probiotik mampu meningkatkan efisiensi pakan karena probiotik merupakan mikroba hidup yang diberikan sebagai suplemen sehingga berpengaruh menguntungkan terhadap rasio konversi pakan melalui perbaikan keseimbangan mikroflora intestinal. Terciptanya keseimbangan mikroflora intestinal dapat membuat ikan menjadi lebih baik dalam mencerna nutrisi yang terkandung dalam pakan. Maka dapat diketahui bahwa semakin kecil nilai rasio konversi pakan, maka semakin efisien pakan yang dibutuhkan guna dikonversi menjadi daging.

Kemampuan mikroorganisme dalam memecah atau menguraikan rantai panjang karbohidrat, protein dan lemak yang menyusun pakan yang diberikan, diperoleh karena adanya enzim khusus seperti yang dikatakan Ahmad (2005), semua bakteri mempunyai enzim protease didalam sel untuk memecah ikatan tersebut sehingga laju pertumbuhan spesifik juga meningkat. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Bagheri *et al.* (2008) yang mengatakan bahwa bakteri probiotik memiliki enzim yang dapat menguraikan molekul-molekul kompleks dalam pakan menjadi molekul yang lebih sederhana sehingga pakan yang dicerna dengan bantuan enzim dalam pakan dan saluran pencernaan ikan maka energi yang dihasilkan dapat digunakan untuk memacu pertumbuhan ikan.

Menurut Hariati (1989) *dalam* Handayani (2006), tingkat efisiensi penggunaan pakan yang terbaik akan dicapai pada nilai perhitungan konversi pakan terendah, dimana pada perlakuan tersebut kondisi kualitas pakan lebih baik dari perlakuan yang lain. Kondisi kualitas pakan yang baik mengakibatkan energi yang diperoleh pada ikan Wader Cakul lebih banyak untuk pertumbuhan sehingga ikan Wader Cakul dengan pemberian pakan yang sedikit diharapkan laju pertumbuhan meningkat.

4.2.2 Kualitas Air

Kualitas air juga memegang peranan penting dalam upaya memanipulasi lingkungan untuk kepentingan budidaya karena termasuk sinyal lingkungan yang dapat mempengaruhi laju pertumbuhan ikan. Pengukuran kualitas air meliputi oksigen terlarut (DO), suhu dan derajat keasaman (pH).

a. Oksigen Terlarut (DO)

Data hasil pengukuran oksigen terlarut dapat dilihat pada Lampiran 14, sedangkan nilai rata-rata oksigen terlarut dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai rata-rata oksigen terlarut

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	5,504	5,594	5,784	16,882	5,627
B	5,138	5,376	5,702	16,216	5,405
C	5,868	5,768	5,828	17,464	5,821
Total				50,562	-
K	5,806	5,462	6,00	17,268	5,756

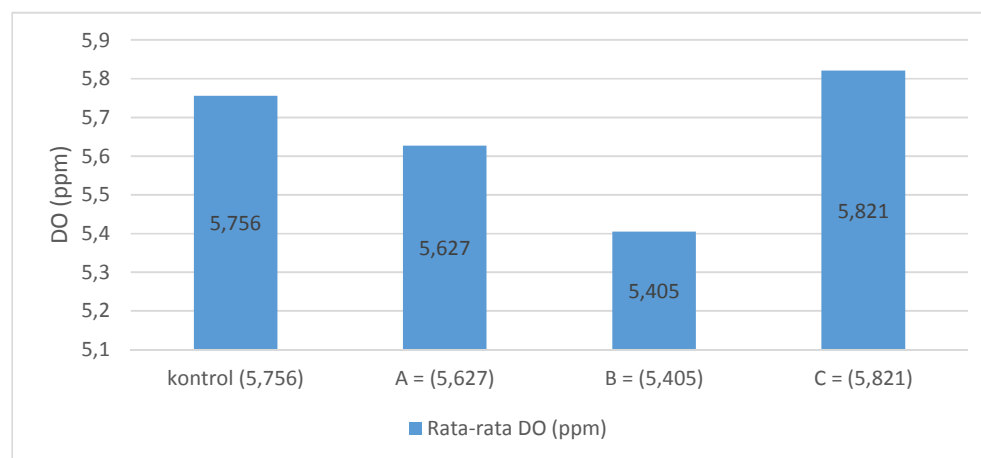
Setelah diperoleh perhitungan data rata-rata oksigen terlarut, maka dilakukan analisa sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Analisis ragam oksigen terlarut

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,26	0,13	3,71 ^{ns}	5,14	10,92
Acak	6	0,21	0,035			
Total	8	0,47	0,165			

ns : tidak berbeda nyata * : berbeda nyata ** : sangat berbeda nyata

Tabel di atas menunjukkan hasil sidik ragam oksigen terlarut tidak berbeda nyata dimana $F_{hitung} < F_{5\%}$ yang berarti bahwa perlakuan probiotik tidak memberikan pengaruh nyata terhadap oksigen terlarut. Fluktuasi nilai oksigen terlarut ini lebih disebabkan oleh faktor teknis yaitu karena adanya perbedaan jumlah suplai oksigen dari sistem aerasi yang diberikan ke dalam unit akuarium. Di bawah ini adalah grafik (Gambar 12) yang menunjukkan nilai oksigen terlarut selama penelitian.



Gambar 12. Grafik pengaruh dosis probiotik terhadap oksigen terlarut

Nilai oksigen terlarut rata-rata media pemeliharaan selama penelitian berkisar antara 5,405 – 5,821 ppm, dimana kisaran tersebut masih dalam kondisi normal. Kandungan oksigen terlarut ini optimal untuk pertumbuhan dan kehidupan ikan ikan Wader Cakul. Sementara batas minimum oksigen terlarut yang dibutuhkan adalah 4-5 ppm (Sulhi, 2005).

Oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Zonneveld *et al.* (1991), mengatakan bahwa kebutuhan oksigen pada ikan mempunyai kepentingan sebagai kebutuhan lingkungan dan kebutuhan konsumtif yang tergantung pada metabolisme ikan. Kandungan oksigen terlarut yang ideal untuk kehidupan ikan adalah 5 – 7 ppm. Hasil pengukuran kandungan oksigen rata-rata berkisar 5,405 – 5,821 ppm, menunjukkan hasil yang masih ideal untuk kehidupan ikan.

b. Suhu

Data hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada Lampiran 15 dan Data hasil pengukuran nilai rata-rata suhu dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai rata-rata suhu

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	24,52	24,06	24,28	72,86	24,28
B	24,44	24,52	24,40	73,36	24,45
C	24,52	24,64	24,54	73,7	24,56
Total				219,92	-
K	24,50	24,42	24,48	73,4	24,46

Setelah diperoleh perhitungan dari rata-rata suhu, maka dilakukan analisa sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Analisis ragam suhu

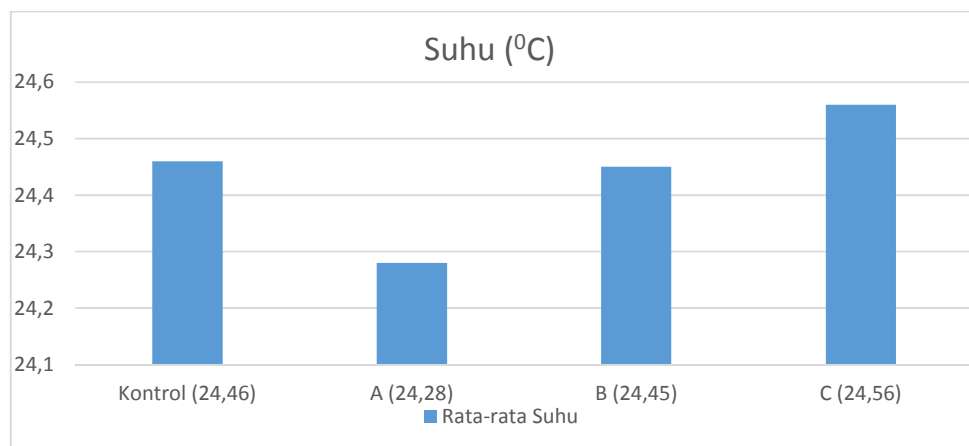
Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,1194	0,0597	2,955 ^{ns}	5,14	10,92
Acak	6	0,1216	0,0202			
Total	8	0,241	0,0799			

ns : tidak berbeda nyata * : berbeda nyata ** : sangat berbeda nyata

Pada tabel di atas, perhitungan analisa sidik ragam suhu menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dimana $F \text{ hitung} < F 5\%$ yang berarti bahwa perlakuan pemberian probiotik tidak memberikan pengaruh nyata terhadap suhu media.

Dengan demikian terjadinya fluktuasi suhu lebih disebabkan oleh adanya fluktuasi suhu lingkungan. Telah diketahui bahwa suhu air dipengaruhi oleh suhu udara atau suhu yang ada di sekitar ruangan yang digunakan sebagai tempat penelitian.

Di bawah ini adalah grafik (Gambar 13) yang menunjukkan nilai suhu selama penelitian berlangsung.



Gambar 13. Grafik pengaruh dosis probiotik terhadap suhu

Suhu air mempunyai peran yang sangat penting dalam menentukan pertumbuhan dan kehidupan ikan Wader Cakul. Di luar rentang kisaran suhu optimal, aktivitas metabolismenya akan terganggu dan pertumbuhannya terhambat. Suhu rata-rata media pemeliharaan selama penelitian berkisar antara

24,28 – 24,56°C, dimana kisaran suhu tersebut masih dalam kondisi normal untuk pertumbuhan dan kehidupan ikan Wader Cakul sebagaimana menurut Prihartono (2004), kisaran suhu optimal berkisar 20 – 32^o C.

c. pH

Data hasil pengukuran pH dapat dilihat pada Lampiran 16, sedangkan nilai rata-rata pH dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Nilai rata-rata pH

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	7,956	7,698	7,966	23,620	7,873
B	7,992	7,890	7,850	23,732	7,910
C	7,776	7,892	7,822	23,490	7,830
Total				70,842	-
.K	8,054	7,934	7,980	23,968	7,989

Setelah diperoleh perhitungan dan rata – rata nilai pH, maka dilakukan analisa sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 13.

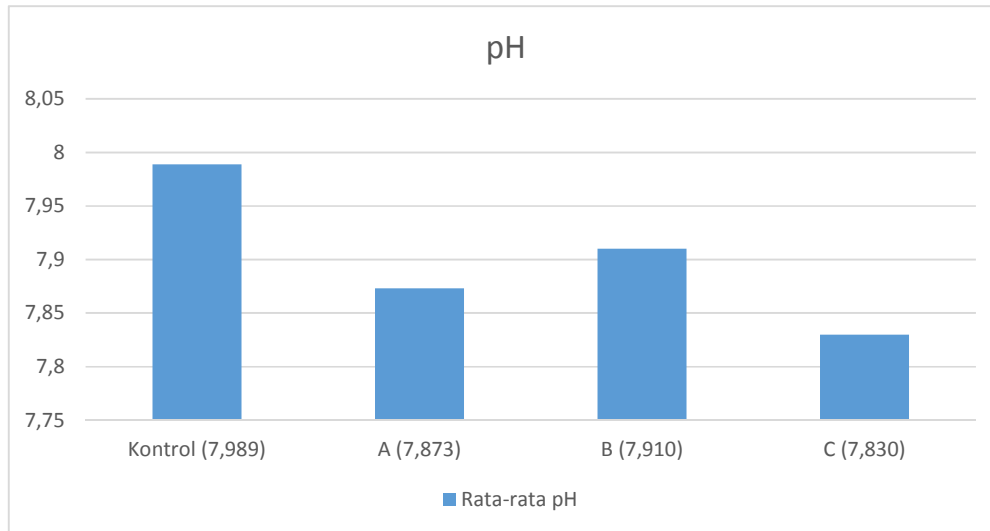
Tabel 13. Analisis ragam pH

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,01	0,005	0,5 ^{ns}	5,14	10,92
Acak	6	0,061	0,010			
Total	8	0,071	0,015			

ns : tidak berbeda nyata * : berbeda nyata ** : sangat berbeda nyata

Pada tabel diatas, perhitungan analisa sidik ragam pH menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dimana F hitung < F 5% yang berarti bahwa perlakuan pemberian probiotik dengan dosis yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pH media.

Di bawah ini adalah grafik (Gambar 14) yang menunjukkan nilai pH selama penelitian.



Gambar 14. Grafik pengaruh dosis probiotik terhadap pH

pH rata – rata media pemeliharaan selama penelitian berkisar antara 7,830 – 7,989, dimana kisaran pH tersebut masih dalam kondisi normal. Kisaran pH ini optimal untuk pertumbuhan dan kehidupan ikan ikan Wader Cakul, karena menurut Boyd (1982) bahwa kisaran pH perairan yang optimal adalah 6,5 – 8,5.

Pengaruh pemberian probiotik memberi pengaruh tidak berbeda nyata terhadap pH perairan yang ada dalam media. Kondisi normal dan stabil dalam perairan menyebabkan meningkatnya pertumbuhan pada ikan Wader Cakul hali ini seperti dijelaskan menurut Juwana *et al.* (2010), penambahan bakteri yang menguntungkan pada media pemeliharaan dapat meningkatkan kualitas dari media dan biota yang dibudidayakan. Hal ini dikarenakan bakteri ini dapat mengurangi senyawa-senyawa seperti ammonia dan nitrogen, dan dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen.

Semakin banyak CO₂ yang dihasilkan dari hasil respirasi, reaksi bergerak ke kanan dan secara bertahap melepaskan ion H⁺ yang menyebabkan pH air turun. Reaksi sebaliknya terjadi dengan aktivitas fotosintesis yang membutuhkan banyak ion CO₂ menyebabkan pH air naik (Kordi,2007).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

- ◆ Perlakuan perbedaan dosis probiotik memberi pengaruh terhadap laju pertumbuhan spesifik (SGR) dan rasio konversi pakan (FCR) tetapi tidak memberi pengaruh terhadap kelulushidupan (SR) ikan Wader Cakul (*P. binotatus*).
- ◆ Dosis terbaik SGR/ laju pertumbuhan spesifik dan FCR/ rasio konversi pakan ikan Wader Cakul (*P. binotatus*) adalah dengan kepadatan 10^6 sel/ml dengan nilai SGR sebesar 1,45 %/BW/hari dan nilai FCR sebesar 2,6.

5.2 Saran

- Untuk meningkatkan laju pertumbuhan spesifik (Specific Growth Rate) dan memperkecil nilai FCR pada ikan Wader Cakul disarankan untuk menggunakan bakteri probiotik dengan kepadatan 10^6 sel/ml.
- Agar melakukan penelitian terhadap spesies ikan lain dengan menggunakan probiotik dengan komposisi yang sama untuk menentukan seberapa baik komposisi bakteri tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Amirin, T.N. 1990. Menyusun Rencana Penelitian. Rajawali Pers. Jakarta. 172 hlm.
- Anonymous. 2012. *Bacillus alvei*. <http://morfologi.bakteri-bacillus-alvei-blogspot.com>. Diakses tanggal 04 November 2013.
- Arief, M., Mufidah dan Kusriningrum. 2008. Pengaruh penambahan probiotik pada pakan buatan terhadap pertumbuhan dan rasio konversi pakan ikan Nila Gift (*Oreochromis niloticus*). *Berkala Ilmiah Perikanan* 3 (2) : 53-58.
- Bagheri, T., S. Aliakbar, V. Yavari, M. Alizade and Ali Fazanfar. 2008. Growth, survival and gut microbial load of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) fry given diat supplemented with probiotic during the two months of first feeding. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 8: 43-48.
- Dewi, A.I.R. 2007. Fiksasi N Biologis pada Ekosistem Tropis. Disertasi. Universitas Padjajaran. Jatinagor. 52 hlm. (tidak diterbitkan).
- Duc, L., Hong, H., Barbosa, T.M., Henriques, A.O., Cutting, S.M. 2004. Karakterisasi Probiotik Bacillus Tersedia Untuk Manusia Gunakan. <http://karakterisasi-bacillus.org>. Diakses tanggal 04 November 2013.
- Effendie, M.I. 1985. Biologi Perikanan. *Bagian I : Studi Natural History*. Fakultas Perikanan, IPB. Bogor. 132 hlm.
- Effendi, I. 2002. Probiotics for Marine Organism Disease Protection. Pekanbaru: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. 72 hlm.
- Haetami, K., Abun dan Y. Mulyani. 2008. Studi Pembuatan Probiotik BAS (*Bacillus licheniformis*, *Aspergillus niger* dan *Sacharomicces cereviseae*) sebagai Feed Supplement serta Implikasinya terhadap Pertumbuhan Ikan Nila Merah. Universitas Padjajaran. Bandung. 54 hlm.
- Hanafiah, K.A. 2008. Rancangan Percobaan Aplikatif: Aplikasi Kondisional Bidang Pertanaman, Peternakan, Perikanan, Industri, dan Hayati. Penerbit PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 32 hlm.
- Handayani, S. 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. 61 hlm. (tidak diterbitkan).
- Hardiningsih, R., R.N.R. Napitutu dan T. Yulinery. 2005. Isolasi dan uji resistensi beberapa isolat *Lactobacillus* pada pH rendah. *Biodiversitas* 7 (1) : 15-17.
- Haryono. 2006. Studi Morfometrik Ikan Wader Goa (*Puntius microps* Gunther, 1868) Yang Unik Dan Dilindungi Undang-undang. Pusat Penelitian Biologi-Lipi Gd. 34 hlm.

- Irianto, A. 2003. Probiotik Akuakultur. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 45 hlm.
- Kottelat, M. A. J. Whitten, S. N. Kartikasari, and S. Wirjoatmodjo. 1993. Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi (edisi dwi bahasa). Barkeley Books. Pte ltd, Terror Road. Singapore. 293 hlm.
- Lim, L.S., W.K. Chor, A.D. Tuzan, L. Malltam, R. Gondlpon and J. Ransangan. 2013. Length-weight relationships of the pond-cultured spotted barb. *International Research Journal of Biological Sciences*. **2** (7): 61-63.
- Mansyur, A dan A.M. Tangko. 2008. Probiotik: Pemanfaatannya untuk Pakan Ikan Berkualitas Rendah. *Media Akuakultur* **3** (2) : 145-149.
- Murni. 2004. Pengaruh Penambahan Bakteri Probiotik *Bacillus* sp. dalam Pakan Buatan terhadap Aktivitas Enzim Pencernaan, Efisiensi Pakan dan Pertumbuhan Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy Lac*). Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan). 40 hlm.
- Pantoro, S. K. 2007. Kadar Protein dan Profil Asam Amino Kambing Peranakan Etawa (PE) Jantan dan Kambing Peranakan Boer (PB) Kastrasi. Universitas Brawijaya. Malang. 55 hlm.
- Pirzada, H. A. 2009. *Kajian aktivitas ekstrak kasar enzim protease bakteri Micrococcus sp. yang diisolasi dari larva ikan patin siam (Pangasius hypophthalmus)*. Tesis. Program Studi Budidaya Perairan. Universitas Brawijaya. Malang. 94 hlm.
- Praditia, F.P. 2009. Pengaruh Pemberian Bakteri Probiotik Melalui Pakan terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Udang Windu (*Penaeus monodon*). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 46 hlm. (tidak diterbitkan)
- Rahmadani. 2012. Kajian Pemanfaatan Enzim Papain dari Getah Pepaya (*Carica papaya* L.) untuk Melunakkan Daging. Universitas Negeri Medan. Medan. 62 hlm.
- Rahmawati, I. 2006. Aspek Biologi Reproduksi Ikan Beunteur C.V. 1842, Famili Cyprinidae) Di Bagian Hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwing, Jawa Barat. Institut Pertanian Bogor. 60 hlm.
- Rukmana, R. 2005. Ikan Wader Cakul Pembenihan dan Pembesaran. Kanisius. Yogyakarta. 63 hlm.
- Saanin, H. 1984. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan. Jilid I. Bina Cipta. Bandung. 256 hlm.
- Sambas, Z. 2010. Sistem Pencernaan Ikan. <http://zaldibiaksambas.wordpress.com/2010/06/20/sistem-pencernaan-ikan/>. Diakses tanggal 04 November 2013.

- Silalahi, J. 2009. Analisis Kualitas Air dan Hubungannya Dengan Keanekaragaman Vegetasi Akuatik Di Perairan Balige Danau Toba. Universitas Sumatera Utara. 63 hlm.
- Sinjai, R. 2013. Anatomi atau sistem pencernaan pada ikan. <http://rahmatsinjai.blogspot.com/2013/07/anatomi-atau-sistem-pencernaan-pada-ikan.html>. Diakses tanggal 04 November 2013.
- Sitanggang, M dan Sarwono. 2002. Budidaya Wader Cakul. Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Depok. 72 hlm.
- Soelistyowati. 2012. Rancangan Acak Kelompok. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sugianto, D. 2007. Pengaruh Pemberian Maggot terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pemberian Pakan dan Benih Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 61 hlm.
- Suryaningsih, S. 2012. Karakter Morfometri dan Karakter Reproduksi Ikan Brek, *Puntius orphoides* (Valenciennes, 1842) dan Tawes, *P. javanicus* (Bleeker, 1863) di Sungai Klwing Purbalingga Jawa Tengah. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 71 hlm.
- Todar, K. 2012. Lactobacillus. <http://textbookbacteriology.net/themicrobialworld/normalflora.html>. Diakses tanggal 04 November 2013.
- Verschuere, L., Rombaut G, Sorgeloos P, and Verstraete W. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiol Mol Biol rev* **64** : 655-671.
- Viramedika. 2008. Membedakan Bakteri Gram Positif dan Negatif. <http://scribd.perbedaan-bakteri-gram-positif-dan-negatif.com>. Diakses tanggal 04 November 2013.
- Wahyu. 2010. Uji Biokimia. <http://www.docstoc.com/docs/56903429/mikrobiologi>. Diakses tanggal 04 November 2013.
- Wicaksono, P. 2005. Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nilem *Osteochilus hasselti* C.V. Yang Dipelihara Dalam Karamba Jaring Apung Di Waduk Cirata Dengan Pakan Perifiton. Institut Pertanian Bogor. 56 hlm.
- Widyastuti, E., Sukanto dan S. Rukayah. 2010. Upaya Pelestarian Waduk dengan Budidaya Keramba Jaring Apung Ramah Lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi* **3** : 281-294.
- WPI. 2010. Warta Pasar Ikan. Direktorat Pemasaran Dalam Negeri. Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Vol 83. ISSN 1829-5576. 27 hlm.
- Yandes, Z., R. Affandi dan I. Mokoginta. 2003. Pengaruh pemberian selulosa dalam pakan terhadap kondisi biologis benih ikan Gurami (*Osphronemus gouramy Lac*). *Jurnal Iktiologi Indonesia* **3** (1) : 27-33.

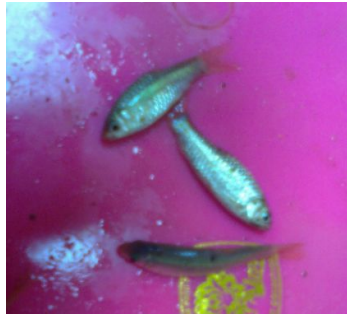
- Yuliana. 2001. Pengaruh Kadar α -Starch Pakan yang Berbeda terhadap Efisiensi Pakan dan Pertumbuhan Juvenil Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 63 hlm.
- Yunanto, A. 2000. Luas Relung dan Tumpang Tindih Relung Makanan dan Habitat Antara Ikan Sapu-sapu (*Hyposarcus pardalis*) Dengan Ikan Lainnya Di Situ Cigudeg, Kabupaten Bogor. Institut Pertanian Bogor. 72 hlm.
- Zipcodezoo. 2012. *Lactobacillus* sp. [http://zipcodezoo.com/animals/p/ %5F/](http://zipcodezoo.com/animals/p/%5F/). Diakses tanggal 04 November 2013.
- Zonneveld, N., E. A. Huisman dan J.H. Boon. 1991. Prinsip-prinsip Budidaya Ikan. Terjemahan. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 318 hlm.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian



Akuarium tempat pemeliharaan

Ikan Wader Cakul (*P. binotatus*)

Timbangan Analitik (ketelitian 0.01 gr)



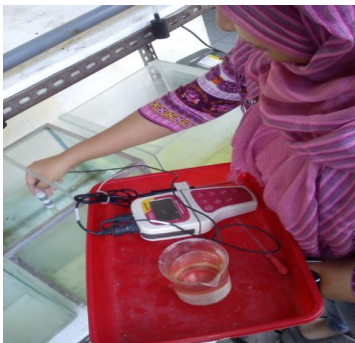
DO Meter



Aquadest



Pengenceran



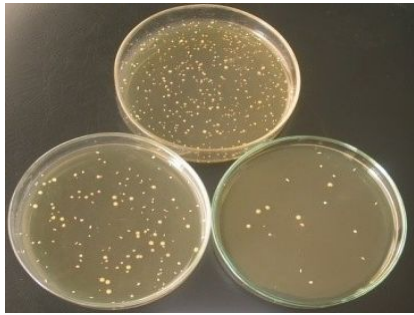
pH meter



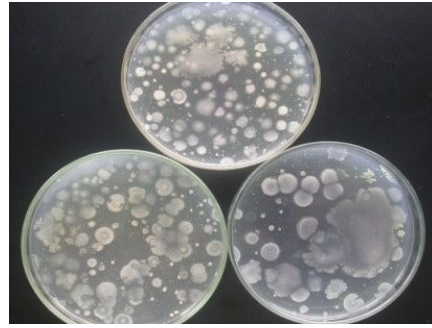
Pakan Pellet PF800



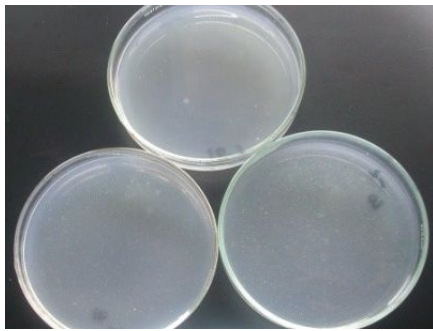
Probiotik Komersial

Lampiran 2. Koloni Bakteri Probiotik

Total *Lactobacillus* sp



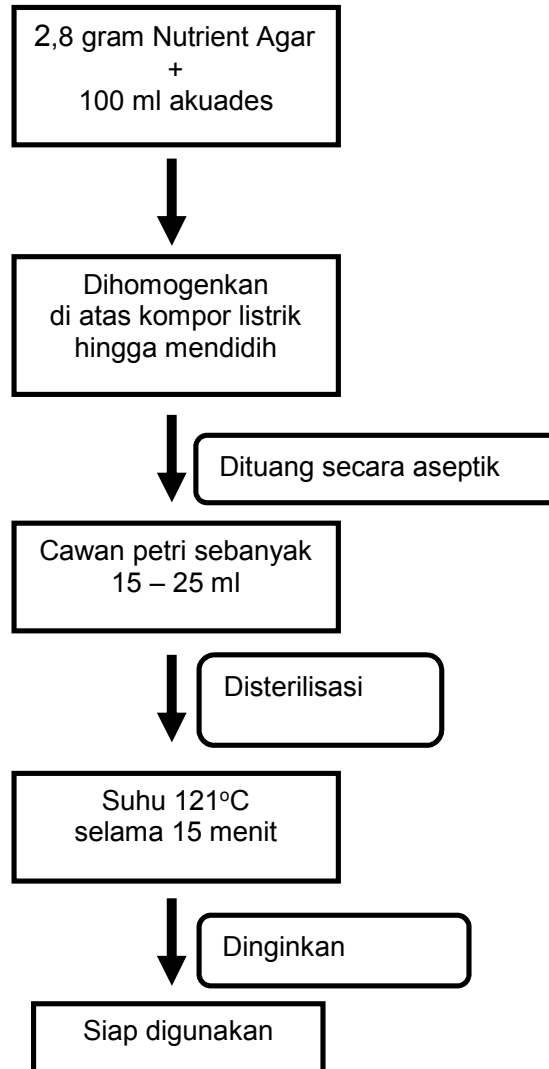
Total *Bacillus* sp

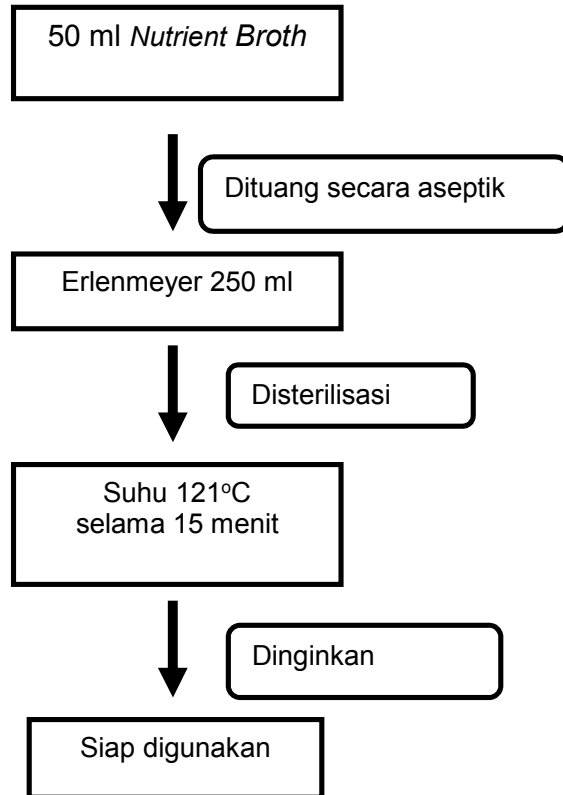


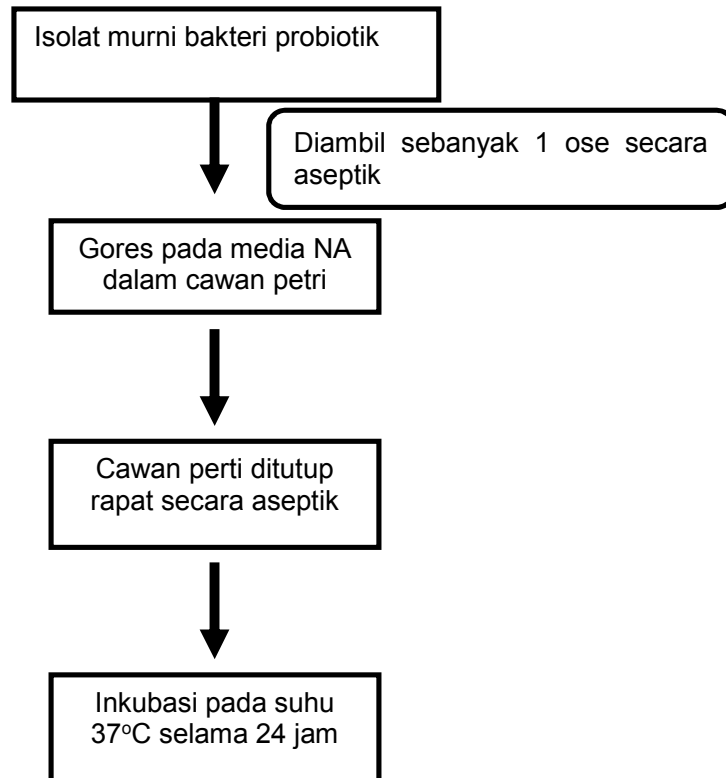
Total *Azotobacter* sp



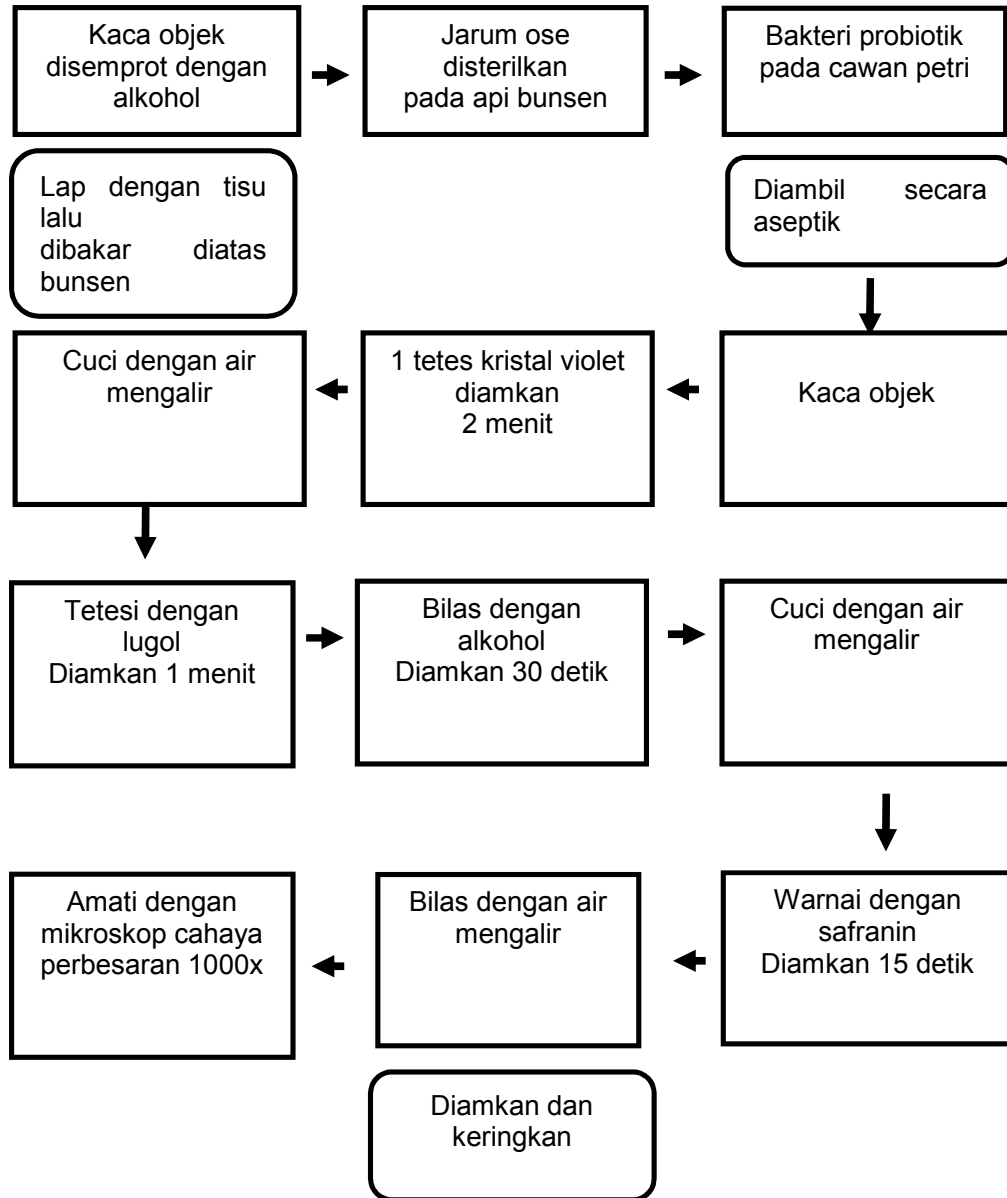
Total *Saccharomyces cereviceae*

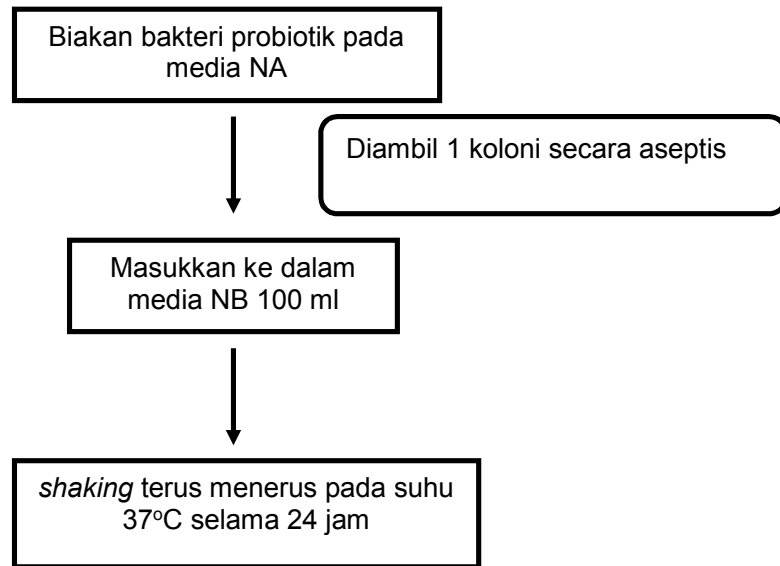
Lampiran 3. Skema Kerja Pembuatan *Nutrient Agar* (NA)

Lampiran 4. Skema Kerja Pembuatan *Nutrient Broth* (NB)

Lampiran 5. Skema Kerja Pembuatan Biakan Bakteri Probiotik

Lampiran 6. Skema Kerja Pewarnaan Gram



Lampiran 7. Skema Kerja Perbanyakkan Bakteri Probiotik

Lampiran 8. Hasil Uji Biokimia Bakteri Probiotik

- *Lactobacillus plantarum*

JENIS TES	HASIL
BGP	POSITIF
SPORA	NEGATIF
FERMENT KARBOHIDRAT	
Arabinosa	NEGATIF
qFruktosa	POSITIF
Glukosa	POSITIF
Laktosa	POSITIF
Maltosa	POSITIF
Mannitol	POSITIF
Raffinosa	POSITIF
Rhamnosa	NEGATIF
Salicin	POSITIF
Sorbitol	POSITIF
Sukrosa	POSITIF
Xylosa	POSITIF
SUHU PERTUMBUHAN	
25°C	POSITIF
37°C	POSITIF
40°C	NEGATIF
45°C	NEGATIF
UJI NaCl	
3%	POSITIF
4%	POSITIF
6,5%	POSITIF
10%	POSITIF
TUMBUH DI	
MCA	NEGATIF
TSI	A/A,H ₂ S-,G-
CITRAT	NEGATIF
INDOL	NEGATIF
MR	NEGATIF
VP	NEGATIF
UJI KARAKTERISTIK	
Katalase	NEGATIF
Motilitas	POSITIF
Oksidase	NEGATIF
Proteolitik	POSITIF
Amilolitik	POSITIF

Lipolitik	NEGATIF
DX. LAB.	<i>L.plantarum</i>

- ***Bacillus alvei***

JENIS TES	HASIL
BGP	POSITIF
SPORA	POSITIF
FERMENT KARBOHIDRAT	
Glukosa	POSITIF
Xylosa	NEGATIF
Mannitol	NEGATIF
Laktosa	NEGATIF
Sukrosa	POSITIF
Maltosa	POSITIF
Arabinosa	NEGATIF
SUHU PERTUMBUHAN	
20°C	POSITIF
37°C	POSITIF
40°C	POSITIF
45°C	POSITIF
TUMBUH DI	
Nutrient Broth	POSITIF
SDA	NEGATIF
TSI	A/A,H ₂ S-
CITRAT	NEGATIF
INDOL	POSITIF
VP	NEGATIF
NaCl 7%	POSITIF
Motilitas	POSITIF
Starch hydrolysis	POSITIF
Casein hydrolysis	POSITIF
PENICILLIN	SENSITIV
BETA-HEMOLISA	POSITIF
Katalase	POSITIF
Oksidase	POSITIF
Reduksi Nitrat	NEGATIF
Reduksi Methylene Blue	NEGATIF
DX. LAB.	<i>B. alvei</i>

- *Bacillus cereus*

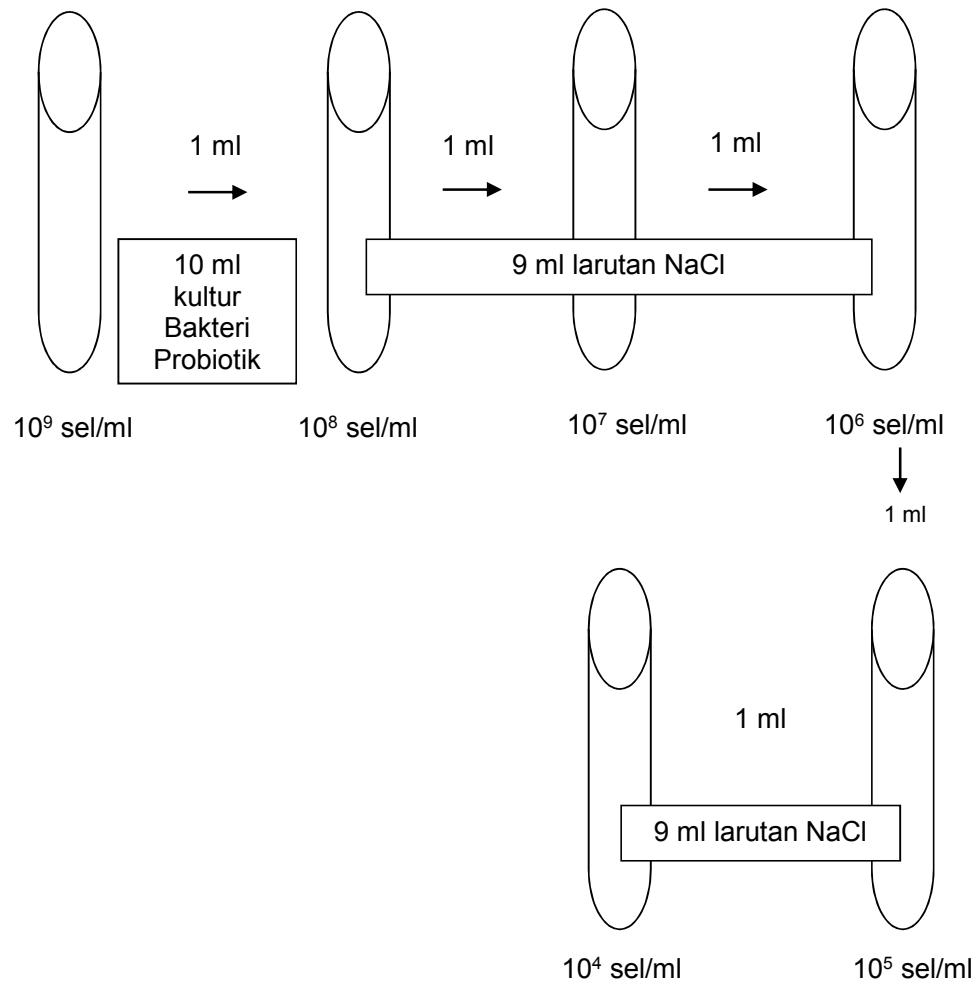
JENIS TES	HASIL
BGP	POSITIF
SPORA	POSITIF
FERMENT KARBOHIDRAT	
Glukosa	POSITIF
Xylosa	NEGATIF
Mannitol	NEGATIF
Laktosa	POSITIF
Sukrosa	NEGATIF
Maltosa	POSITIF
Arabinosa	NEGATIF
SUHU PERTUMBUHAN	
25°C	POSITIF
37°C	POSITIF
40°C	POSITIF
55°C	NEGATIF
TUMBUH DI	
Nutrient Broth	POSITIF
MCA	NEGATIF
TSI	A/A,H ₂ S-
CITRAT	NEGATIF
INDOL	NEGATIF
MR	NEGATIF
VP	POSITIF
Motilitas	POSITIF
Starch hydrolysis	NEGATIF
PENICILLIN	RESISTEN
BETA-HEMOLISA	POSITIF
Katalase	POSITIF
Oksidase	NEGATIF
Reduksi Nitrat	POSITIF
Reduksi Meth. Blue	POSITIF
DX LAB.	<i>B. cereus</i>

- ***Azotobacter macrocytogenes***

JENIS TES	HASIL
BGN	POSITIF
SPORA	NEGATIF
Pigmen Koloni Putih	POSITIF
Starch	NEGATIF
Motilitas	POSITIF
FERMENT KARBOHIDRAT	
Arabinosa	NEGATIF
Fruktosa	NEGATIF
Glukosa	NEGATIF
Laktosa	NEGATIF
Maltosa	NEGATIF
Mannitol	POSITIF
Raffinosa	NEGATIF
Rhamnosa	NEGATIF
Salicin	NEGATIF
Sorbitol	NEGATIF
Sukrosa	NEGATIF
Xylosa	NEGATIF
DX. LAB.	<i>A. macrocytogenes</i>

- *Saccharomyces cerevisiae*

JENIS TES	HASIL
BGP	POSITIF
Budding Sel	POSITIF
Pseudohypha	NEGATIF
Germ Tube	NEGATIF
FERMENT KARBOHIDRAT	
Glukosa	NEGATIF
Xylosa	NEGATIF
Mannitol	NEGATIF
Laktosa	NEGATIF
Sukrosa	POSITIF
Maltosa	POSITIF
Arabinosa	NEGATIF
Inositol	NEGATIF
Raffinosa	POSITIF
Dulcitol	NEGATIF
SUHU PERTUMBUHAN	
25°C	POSITIF
37°C	POSITIF
40°C	POSITIF
55°C	NEGATIF
TUMBUH DI	
Nutrient Broth	POSITIF
MCA	NEGATIF
TSI	NEGATIF
CITRAT	NEGATIF
INDOL	NEGATIF
MR	NEGATIF
VP	NEGATIF
Motilitas	POSITIF
DX. LAB.	<i>S. Cerevisiae</i>

Lampiran 9. Skema Kerja Pengenceran Bakteri Probiotik

Lampiran 10. Hasil Analisis Proksimat Protein Pakan

Hasil proksimat I

$$\%N = \frac{(\text{ml H}_2\text{SO}_4 - \text{ml blanko}) \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times 14,008}{\text{berat sampel} \times 1000} \times 100\%$$

$$= \frac{(11,4 - 0) \times 0,2 \times 14,008}{0,5 \text{ gr} \times 1000} \times 100\%$$

$$= 6,39$$

$$\%P = \%N \times 6,25$$

$$= 6,39 \times 6,25$$

$$= 39,94$$

Hasil proksimat II

$$\%N = \frac{(\text{ml H}_2\text{SO}_4 - \text{ml blanko}) \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times 14,008}{\text{berat sampel} \times 1000} \times 100\%$$

$$= \frac{(11,5 - 0) \times 0,2 \times 14,008}{0,5 \text{ gr} \times 1000} \times 100\%$$

$$= 6,44$$

$$\%P = \%N \times 6,25$$

$$= 6,44 \times 6,25$$

$$= 40,25$$

$$\%P = \frac{\text{Hasil Proksimat I} + \text{Hasil Proksimat II}}{2}$$

$$= \frac{39,94 + 40,25}{2}$$

$$2$$

$$= 40,095$$

Lampiran 11. Data SGR (Survival Growth Rate)/ Laju Pertumbuhan Spesifik Wader Cakul (*P. binotatus*)

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t - t_o} \times 100\% \text{ berat tubuh/hari}$$

Keterangan:

- SGR : Laju pertumbuhan harian spesifik (% berat tubuh/hari)
 Wt : Bobot rata-rata ikan pada akhir percobaan (g)
 Wo : Bobot rata-rata ikan pada awal percobaan (g)
 t : Lamanya percobaan
 to : Awal percobaan

Perlakuan	Bobot rata-rata (gr)				
	Minggu ke-				
	0	1	2	3	4
K1	0,640	0,723	0,782	0,824	0,888
K2	0,640	0,737	0,808	0,821	0,870
K3	0,640	0,714	0,791	0,835	0,861
A1	0,640	0,742	0,835	0,890	0,917
A2	0,640	0,754	0,825	0,882	0,913
A3	0,640	0,741	0,771	0,831	0,887
B1	0,640	0,742	0,851	0,902	1,019
B2	0,640	0,733	0,831	0,872	0,941
B3	0,640	0,740	0,848	0,911	1,042
C1	0,640	0,753	0,802	0,841	0,902
C2	0,640	0,730	0,795	0,831	0,864
C3	0,640	0,732	0,803	0,832	0,862

Perlakuan	Hari ke-		Ln Wt – Ln Wo	SGR (%berat tubuh/hari)
	Ln Wo	Ln Wt		
K1	-0,45	-0,12	0,33	1,18
K2	-0,45	-0,14	0,31	1,10
K3	-0,45	-0,15	0,30	1,10
A1	-0,45	-0,08	0,37	1,32
A2	-0,45	-0,09	0,36	1,28
A3	-0,45	-0,12	0,33	1,18
B1	-0,45	0,02	0,47	1,68
B2	-0,45	-0,06	0,39	1,39
B3	-0,45	0,04	0,49	1,75
C1	-0,45	-0,10	0,35	1,25
C2	-0,45	-0,14	0,31	1,10
C3	-0,45	-0,15	0,30	1,10

Lampiran 11 (Lanjutan)

Analisa Data

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	1,32	1,28	1,18	3,78	1,26
B	1,68	1,39	1,75	4,82	1,61
C	1,25	1,10	1,10	3,45	1,15
Total	-	-	-	12,05	-

Perhitungan

$$FK = G^2 / n = 12,05^2 / 9 = 16,1336$$

$$\begin{aligned} JK \text{ total} &= (1,32^2) + (1,28^2) + \dots + (1,10^2) - FK \\ &= 16,5727 - 16,1336 \\ &= 0,4391 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ perlakuan} &= (3,78^2) + (4,82^2) + (3,45^2) / 3 - FK \\ &= 16,4744 - 16,1336 \\ &= 0,3408 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ acak} &= JK \text{ total} - JK \text{ perlakuan} \\ &= 0,4391 - 0,3408 \\ &= 0,0983 \end{aligned}$$

Tabel Analisa Keragaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,3408	0,1704	10,39*	5,14	10,92
Acak	6	0,0983	0,0164			
Total	8	0,4391	0,1868			

* = berbeda nyata

Keterangan: ns = tidak berbeda nyata

* = berbeda nyata

** = sangat berbeda nyata

Lampiran 11 (Lanjutan)

$$KT \text{ Perlakuan} = \frac{JK}{db} = \frac{0,3408}{2} = 0,1704$$

$$KT \text{ Acak} = \frac{JK}{db} = \frac{0,0983}{6} = 0,0164$$

$$F \text{ Hitung} = \frac{KT \text{ Perlakuan}}{KT \text{ Acak}} = \frac{0,1704}{0,0164} = 10,39$$

Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

$$SED = \sqrt{\frac{2 \times KT \text{ Acak}}{r}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,0164}{3}} = 0,10456$$

$$\begin{aligned} \text{BNT } 5\% &= \text{tabel } t \text{ } 5\% \text{ (db acak)} \times \text{SED} \\ &= 2,44691 \times 0,10456 \\ &= 0,25585 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT } 1\% &= \text{tabel } t \text{ } 1\% \text{ (db acak)} \times \text{SED} \\ &= 3,70743 \times 0,10456 \\ &= 0,38765 \end{aligned}$$

Rata-rata perlakuan	C = 1,15	A = 1,26	B = 1,61	Notasi
C = 1,15	-	-	-	a
A = 1,26	0,11 ^{ns}	-	-	a
B = 1,61	0,46 ^{**}	0,35 [*]	-	b

Perhitungan Uji Polinomial Orthogonal

Perlakuan (dosis)	Total (T _i)	Pembanding (C _i)	
		Linier	Kuadratik
A	3,78	-1	1
B	4,82	0	-2
C	3,45	1	1
Q = $\sum C_i \times T_i$	12,05	-0,33	-2,41
Kr	-	2 x 3 = 6	6 x 3 = 18
JK Regresi = Q ² /Kr	-	0,01815	0,32267

Lampiran 11 (Lanjutan)

$$\begin{aligned} \text{JK Regresi Total} &= 0,01815 + 0,32267 \\ &= 0,34082 \end{aligned}$$

Dari tabel polinomial orthogonal dilanjutkan pembuatan tabel sidik ragam regresi kurva:

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	2	-	-	-	5,14	10,92
- Linier	1	0,01815	0,01815	1,10 ^{ns}		
- Kuadrat	1	0,32267	0,32267	19,67 ^{**}		
2. Acak	6	0,0983	0,0164	-		
Total	8		-			

$$R^2 \text{ Kuadrat} = \frac{\text{JK Regresi Kuadrat}}{\text{JK total Terkoreksi}} = \frac{0,32267}{0,32267+0,0983} = 0,77$$

$$R = 0,88$$

Persamaan kuadrat

$$Y = b_0 + b_1.U_j + b_2.U_j^2$$

Rata-rata Perlakuan

$$x' = \frac{4+6+8}{3} = \frac{18}{3} = 6$$

$$U_j = \frac{x-x'}{d} = \frac{x-6}{2} \quad U_j^2 = \frac{x^2-12x+36}{4}$$

Dimana $x = 4$ maka $U_j = -1$

$x = 6$ maka $U_j = 0$

$x = 8$ maka $U_j = 1$

Perlakuan	A	B	C	Total
X_j	4	6	8	18
U_j	-1	0	1	0
U_j^2	1	0	1	2
U_j^4	1	0	1	2
Y_{ij}	3,78	4,82	3,45	12,05
$U_j.Y_{ij}$	-3,78	0	3,45	-0,33
$U_j^2.Y_{ij}$	3,78	0	3,45	7,23

Lampiran 11 (Lanjutan)

Untuk mencari persamaan kuadrat

Mencari nilai b_1

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

$$-0,33 = b_1 \cdot 6$$

$$b_1 = -0,055$$

$$\sum Y_{ij} = b_0 \cdot n + b_2 \cdot r \cdot \sum U_j^2$$

$$12,05 = b_0 \cdot 9 + b_2 \cdot 6 \dots (1)$$

$$\sum U_j^2 \cdot Y_{ij} = b_0 \cdot r \cdot \sum U_j^2 + b_2 \cdot r \cdot \sum U_j^4$$

$$7,23 = b_0 \cdot 6 + b_2 \cdot 6 \dots (2)$$

Persamaan (1) dan (2)

$$12,05 = b_0 \cdot 9 + b_2 \cdot 6 \times 2 \rightarrow 24,1 = b_0 \cdot 18 + b_2 \cdot 12$$

$$7,23 = b_0 \cdot 6 + b_2 \cdot 6 \times 3 \rightarrow \underline{21,46 = b_0 \cdot 18 + b_2 \cdot 18} \quad -$$

$$2,41 = -6 b_2$$

$$b_2 = -0,401$$

Nilai didistribusikan ke persamaan (1)

$$\sum Y_{ij} = b_0 \cdot n + b_2 \cdot r \cdot \sum U_j^2$$

$$12,05 = b_0 \cdot 9 + b_2 \cdot 6$$

$$12,05 = b_0 \cdot 9 + (-0,401) \cdot 6$$

$$12,05 = b_0 \cdot 9 - 2,406$$

$$12,05 + 2,406 = b_0 \cdot 9$$

$$14,456 = b_0 \cdot 9$$

$$b_0 = 1,606$$

Lampiran 11 (Lanjutan)

Nilai b_0 , b_1 dan b_2 disubstitusikan ke dalam rumus umum kuadrat:

$$\begin{aligned} Y &= b_0 + b_1.Uj + b_2.Uj^2 \\ &= 1,606 + [(-0,055)(0,5x - 3)] + [(-0,401)(0,25x^2 - 3x + 9)] \\ &= 1,606 - 0,0275x + 0,0165 - 0,10025x^2 + 1,203x - 3,609 \\ &= -1,9865 + 1,1755x - 0,10025x^2 \end{aligned}$$

Jadi, persamaan kudratiknya yaitu:

$$Y = -0,10025x^2 + 1,1755x - 1,9865$$

Untuk $x = 4$ maka $y = 1,1115$

$x = 6$ maka $y = 1,4575$

$x = 8$ maka $y = 1,0015$

Untuk mencari nilai titik puncak dari persamaan

$$Y = -0,10025x^2 + 1,1755x - 1,9865$$

Turunan pertama dari persamaan $Y = 0$ atau $Y' = 0$

$$Y' = [2(-0,10025)x] + 1,1755$$

$$0 = -0,2005x + 1,1755$$

$$0,2005x = 1,1755$$

$$x = 5,86$$

Nilai x disubstitusikan ke persamaan

$$Y = -0,10025x^2 + 1,1755x - 1,9865$$

$$Y = 1,45$$

Jadi, nilai SGR maksimum sebesar 1,45% berat tubuh/hari didapat pada dosis

10^6 sel/ml.

Lampiran 12. Data SR (Survival Rate)/ Kelulushidupan Wader Cakul (*P. binotatus*)

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

Keterangan :

SR = Kelulushidupan ikan (%)

Nt = Jumlah ikan pada akhir pemeliharaan(ekor)

No = Jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

Perlakuan	Jumlah Ikan Minggu ke-		Jumlah Ikan Mati	SR (%)
	Awal	Akhir		
K1	10	9	1	90%
K2	10	9	1	90%
K3	10	8	2	80%
A1	10	10	0	100%
A2	10	10	0	100%
A3	10	10	0	100%
B1	10	10	0	100%
B2	10	10	0	100%
B3	10	10	0	100%
C1	10	10	0	100%
C2	10	9	1	90%
C3	10	10	0	100%

Analisa Data

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	100	100	100	300	100
B	100	100	100	300	100
C	100	90	100	290	96,67
Total	-	-	-	890	-
K	90	90	80	260	86,67

Perhitungan:

$$FK = G^2 / n = 890^2 / 9 = 88011,11$$

$$JK \text{ total} = (100^2) + (100^2) + \dots (90^2) + (100^2) - FK$$

Lampiran 12 (Lanjutan)

$$= 88100 - 88011,11$$

$$= 88,89$$

$$\text{JK perlakuan} = (300^2) + (300^2) + (290^2) / 3 - \text{FK}$$

$$= 88033,33 - 88011,11$$

$$= 22,22$$

$$\text{JK acak} = \text{JK total} - \text{JK perlakuan}$$

$$= 88,89 - 22,22$$

$$= 66,67$$

Tabel Analisa Keragaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	22,22	11,11	1 ^{ns}	5,14	10,92
Acak	6	66,67	11,11			
Total	8	88,89	22,22			

ns : tidak berbeda nyata

Keterangan: ns = tidak berbeda nyata

* = berbeda nyata

** = sangat berbeda nyata

Lampiran 13. Data FCR (*Food Conversion Ratio*)/ Rasio Konversi Pakan Wader Cakul (*P.binotatus*).

Perlakuan	Jumlah Pakan yang Diberikan Minggu ke- (gr)				Jumlah pakan yang dikonsumsi (gr)
	0	1	2	3	
K1	0,192	0,217	0,235	0,247	0,891
K2	0,192	0,221	0,242	0,246	0,901
K3	0,192	0,214	0,237	0,250	0,893
A1	0,192	0,222	0,250	0,267	0,931
A2	0,192	0,226	0,247	0,265	0,93
A3	0,192	0,222	0,231	0,249	0,894
B1	0,192	0,222	0,255	0,271	0,94
B2	0,192	0,220	0,249	0,262	0,923
B3	0,192	0,222	0,254	0,273	0,941
C1	0,192	0,226	0,241	0,252	0,911
C2	0,192	0,219	0,238	0,249	0,898
C3	0,192	0,217	0,241	0,249	0,899

Perlakuan	Bobot rata-rata (gr) Minggu ke-					Pertambahan Bobot (gr)
	0	1	2	3	4	
K1	0,640	0,723	0,782	0,824	0,888	0,248
K2	0,640	0,737	0,808	0,821	0,870	0,230
K3	0,640	0,714	0,791	0,835	0,861	0,221
A1	0,640	0,742	0,835	0,890	0,917	0,277
A2	0,640	0,754	0,825	0,882	0,913	0,273
A3	0,640	0,741	0,771	0,831	0,887	0,247
B1	0,640	0,742	0,851	0,902	1,019	0,379
B2	0,640	0,733	0,831	0,872	0,941	0,301
B3	0,640	0,740	0,848	0,911	1,042	0,402
C1	0,640	0,753	0,802	0,841	0,902	0,262
C2	0,640	0,730	0,795	0,831	0,864	0,224
C3	0,640	0,732	0,803	0,832	0,862	0,222

FCR (*Food Conversion Ratio*)

$$= \frac{\text{jumlah pakan yang dikonsumsi selama pemeliharaan (gr)}}{\text{pertambahan bobot yang diperoleh (gr)}}$$

Lampiran 13 (Lanjutan)

Perlakuan	FCR
K1	3,592
K2	3,917
K3	4,040
A1	3,361
A2	3,406
A3	3,619
B1	2,480
B2	3,066
B3	2,340
C1	3,477
C2	4,008
C3	4,049

Analisa Data

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	3,361	3,406	3,619	10,386	3,462
B	2,480	3,066	2,340	7,886	2,628
C	3,477	4,008	4,049	11,534	3,844
Total	-	-	-	29,806	-

Perhitungan

$$FK = G^2 / n = 29,806^2 / 9 = 98,71$$

$$JK \text{ total} = (3,361^2) + (3,406^2) + \dots + (4,049^2) - FK$$

$$= 101,565 - 98,71$$

$$= 2,855$$

$$JK \text{ perlakuan} = (10,386^2) + (7,886^2) + (11,534^2) / 3 - FK$$

$$= 101,030 - 98,71$$

$$= 2,32$$

$$JK \text{ acak} = JK \text{ total} - JK \text{ perlakuan}$$

$$= 2,855 - 2,32$$

$$= 0,535$$

Lampiran 13 (Lanjutan)

Tabel Analisis Keragaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	2,32	1,16	13,03**	5,14	10,92
Acak	6	0,535	0,089			
Total	8	2,855	1,249			

** = sangat berbeda nyata

Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

$$SED = \sqrt{\frac{2 \times KT \text{ Acak}}{r}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,089}{3}} = 0,243$$

BNT 5 % = tabel t 5% (db acak) x SED

$$= 2,44691 \times 0,243$$

$$= 0,594$$

BNT 1% = tabel t 1% (db acak) x SED

$$= 3,70743 \times 0,243$$

$$= 0,901$$

Rata-rata perlakuan	B = 2,628	A = 3,462	C = 3,844	Notasi
B = 2,628	-	-	-	a
A = 3,462	0,834*	-	-	bc
C = 3,844	1,216**	0,382 ^{ns}	-	c

Perhitungan Uji Polinomial Orthogonal

Perlakuan (dosis)	Total (T _i)	Pembanding (C _i)	
		Linier	Kuadratik
A	10,386	-1	1
B	7,886	0	-2
C	11,534	1	1
Q = $\sum C_i \times T_i$	29,806	1,148	6,148
Kr	-	2 x 3 = 6	6 x 3 = 18
JK Regresi = Q ² /Kr	-	0,21965	2,09988

Lampiran 13 (Lanjutan)

$$\begin{aligned} \text{JK Regresi Total} &= 0,21965 + 2,09988 \\ &= 2,31953 \end{aligned}$$

Dari tabel polinomial orthogonal dilanjutkan pembuatan tabel sidik ragam regresi kurva:

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	2	-	-	-	5,14	10,92
- Linier	1	0,21965	0,21965	2,468 ^{ns}		
- Kuadrat	1	2,09988	2,09988	23,59 ^{**}		
2. Acak	6	0,535	0,089	-		
Total	8			-		

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{\text{JK Regresi Linier}}{\text{JK total Terkoreksi}} = \frac{0,21965}{0,21965+0,535} = 0,291$$

$$R = 0,54$$

$$R^2 \text{ Kuadrat} = \frac{\text{JK Regresi Kuadrat}}{\text{JK total Terkoreksi}} = \frac{2,09988}{2,09988+0,535} = 0,797$$

$$R = 0,89$$

Persamaan kuadrat

$$Y = b_0 + b_1.U_j + b_2.U_j^2$$

Rata-rata Perlakuan

$$x' = \frac{4+6+8}{3} = \frac{18}{3} = 6$$

$$U_j = \frac{x-x'}{d} = \frac{x-6}{2} \quad U_j^2 = \frac{x^2-12x+36}{4}$$

Dimana $x = 4$ maka $U_j = -1$

$x = 6$ maka $U_j = 0$

$x = 8$ maka $U_j = 1$

Lampiran 13 (Lanjutan)

Perlakuan	A	B	C	Total
X _j	4	6	8	18
U _j	-1	0	1	0
U _j ²	1	0	1	2
U _j ⁴	1	0	1	2
Y _{ij}	10,386	7,886	11,534	29,806
U _j .Y _{ij}	-10,386	0	11,534	1,148
U _j ² .Y _{ij}	10,386	0	11,534	21,92

Untuk mencari persamaan kuadrat

Mencari nilai b₁

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

$$1,148 = b_1 \cdot 6$$

$$b_1 = 0,191$$

$$\sum Y_{ij} = b_0 \cdot n + b_2 \cdot r \cdot \sum U_j^2$$

$$29,806 = b_0 \cdot 9 + b_2 \cdot 6 \dots (1)$$

$$\sum U_j^2 \cdot Y_{ij} = b_0 \cdot r \cdot \sum U_j^2 + b_2 \cdot r \cdot \sum U_j^4$$

$$21,92 = b_0 \cdot 6 + b_2 \cdot 6 \dots (2)$$

Persamaan (1) dan (2)

$$29,806 = b_0 \cdot 9 + b_2 \cdot 6 \rightarrow 29,806 = 9 b_0 + 6 b_2$$

$$21,92 = b_0 \cdot 6 + b_2 \cdot 6 \rightarrow \underline{21,92 = 6 b_0 + 6 b_2} \quad -$$

$$7,886 = 3 b_0$$

$$b_0 = 2,62$$

Nilai didistribusikan ke persamaan (2)

$$\sum Y_{ij} = b_0 \cdot n + b_2 \cdot r \cdot \sum U_j^2$$

$$21,92 = b_0 \cdot 6 + b_2 \cdot 6$$

$$21,92 = 2,62 \cdot 6 + b_2 \cdot 6$$

$$21,92 = 15,77 + 6 b_2$$

$$6 b_2 = 21,92 - 15,77$$

Lampiran 13 (Lanjutan)

$$6 b_2 = 6,15$$

$$b_2 = 1,025$$

Nilai b_0 , b_1 dan b_2 disubstitusikan ke dalam rumus umum kuadrat:

$$Y = b_0 + b_1.Uj + b_2.Uj^2$$

$$= 2,62 + [(0,191)(0,5x - 3)] + [(1,025)(0,25x^2 - 3x + 9)]$$

$$= 2,62 + [0,0955x - 0,573] + (0,25625x^2 - 3,075x + 9,225)$$

$$= 11,272 - 2,9795x + 0,25625x^2$$

Jadi, persamaan kudratiknya yaitu:

$$y = 0,25625x^2 - 2,9795x + 11,272$$

$$\text{Untuk } x = 4 \text{ maka } y = 3,454$$

$$x = 6 \text{ maka } y = 2,62$$

$$x = 8 \text{ maka } y = 3,836$$

Untuk mencari nilai titik puncak dari persamaan

$$y = 0,25625x^2 - 2,9795x + 11,272$$

Turunan pertama dari persamaan $Y = 0$ atau $Y' = 0$

$$Y' = [2(0,25625)x] - 2,9795$$

$$0 = 0,5125x - 2,9795$$

$$-0,5125x = -2,9795$$

$$x = 5,8$$

Nilai x disubstitusikan ke persamaan

$$y = 0,25625x^2 - 2,9795x + 11,272$$

$$y = 2,6$$

Jadi, nilai FCR sebesar 2,6 didapat pada dosis 10^6 sel/ml.

Lampiran 14. Data Pengukuran DO (ppm)

Perlakuan	Minggu ke-					Rata-rata
	0	1	2	3	4	
K1	5,38	6,30	6,10	5,02	6,23	5,806
K2	5,06	5,41	6,07	5,07	5,70	5,462
K3	6,60	6,32	6,27	5,01	5,80	6,00
A1	5,26	6,11	5,31	5,06	5,78	5,504
A2	5,21	6,46	5,38	5,12	5,80	5,594
A3	6,07	6,44	5,60	5,16	5,65	5,784
B1	5,02	5,23	5,11	5,03	5,30	5,138
B2	5,30	5,57	5,45	5,11	5,45	5,376
B3	6,13	6,25	5,44	5,09	5,60	5,702
C1	6,12	5,80	6,55	5,04	5,83	5,868
C2	5,46	6,57	5,60	5,11	6,10	5,768
C3	6,21	6,44	5,21	5,08	6,20	5,828

Analisa Data

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
K	5,806	5,462	6,00	17,268	5,756
A	5,504	5,594	5,784	16,882	5,627
B	5,138	5,376	5,702	16,216	5,405
C	5,868	5,768	5,828	17,464	5,821

Perhitungan:

$$FK = G^2 / n = 50,562^2 / 9 = 284,05$$

$$JK \text{ total} = (5,504^2) + (5,594^2) + \dots + (5,828^2) - FK$$

$$= 284,52 - 284,05$$

$$= 0,47$$

$$JK \text{ perlakuan} = (16,882^2) + (16,216^2) + (17,464^2) / 3 - FK$$

$$= 284,317 - 284,05$$

$$= 0,26$$

$$JK \text{ acak} = JK \text{ total} - JK \text{ perlakuan}$$

$$= 0,47 - 0,26$$

$$= 0,21$$

Lampiran 14 (Lanjutan)

Tabel Analisa Keragaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,26	0,13	3,71 ^{ns}	5,14	10,92
Acak	6	0,21	0,035			
Total	8	0,47	0,165			

ns : tidak berbeda nyata

Keterangan: ns = tidak berbeda nyata

* = berbeda nyata

** = sangat berbeda nyata

Lampiran 15. Data Pengukuran Suhu (°C)

Perlakuan	Minggu ke-					Rata-rata
	0	1	2	3	4	
K1	24,2	24,7	24,3	24,9	24,4	24,50
K2	24,3	24,6	24,1	24,8	24,3	24,42
K3	24,6	24,5	23,7	25,3	24,3	24,48
A1	24,9	23,7	24,0	25,5	24,5	24,52
A2	24,2	23,8	23,7	24,8	23,8	24,06
A3	24,1	24,5	23,8	25,1	23,9	24,28
B1	24,3	24,7	23,7	25,3	24,2	24,44
B2	24,4	24,4	23,8	25,5	24,5	24,52
B3	24,6	23,8	23,7	25,4	24,5	24,40
C1	23,9	24,6	23,8	25,6	24,7	24,52
C2	24,7	24,7	23,6	25,7	24,5	24,64
C3	24,5	24,7	23,8	25,5	24,2	24,54

Analisa Data

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
K	24,50	24,42	24,48	73,4	24,46
A	24,52	24,06	24,28	72,86	24,28
B	24,44	24,52	24,40	73,36	24,45
C	24,52	24,64	24,54	73,7	24,56

Perhitungan

$$FK = G^2 / n = 219,92^2 / 9 = 5373,867$$

$$JK \text{ total} = (24,52^2) + (24,06^2) + \dots + (24,54^2) - FK$$

$$= 5374,108 - 5373,867$$

$$= 0,241$$

$$JK \text{ perlakuan} = (72,86^2) + (73,36^2) + (73,7^2) / 3 - FK$$

$$= 5373,9864 - 5373,867$$

$$= 0,1194$$

$$JK \text{ acak} = JK \text{ total} - JK \text{ perlakuan}$$

$$= 0,241 - 0,1194$$

$$= 0,1216$$

Lampiran 15 (Lanjutan)

Tabel Analisa Keragaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,1194	0,0597	2,955 ^{ns}	5,14	10,92
Acak	6	0,1216	0,0202			
Total	8	0,241	0,0799			

ns : tidak berbeda nyata

Keterangan: ns = tidak berbeda nyata

* = berbeda nyata

** = sangat berbeda nyata

Lampiran 16. Data Pengukuran pH

Perlakuan	Minggu ke-					Rata-rata
	0	1	2	3	4	
K1	7,42	7,98	8,06	8,41	8,4	8,054
K2	7,36	8,07	8,11	8,05	8,08	7,934
K3	7,48	8,1	7,98	8,13	8,21	7,980
A1	7,32	8,07	8,15	8,12	8,12	7,956
A2	7,26	7,74	7,91	7,74	7,84	7,698
A3	7,32	8,1	8,09	8,21	8,21	7,966
B1	7,40	8,06	8,16	8,11	8,23	7,992
B2	7,45	7,93	8,16	8,03	7,88	7,890
B3	7,35	7,85	8,1	7,85	8,1	7,850
C1	7,43	7,78	8,11	7,67	7,89	7,776
C2	7,45	8,02	8,03	7,95	8,01	7,892
C3	7,31	8,01	7,95	7,98	7,86	7,822

Analisa Data

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
.K	8,054	7,934	7,980	23,968	7,989
A	7,956	7,698	7,966	23,620	7,873
B	7,992	7,890	7,850	23,732	7,910
C	7,776	7,892	7,822	23,490	7,830

Perhitungan :

$$FK = G^2 / n = 70,842^2 / 9 = 557,621$$

$$JK \text{ total} = (7,956^2) + (7,698^2) + \dots + (7,822^2) - FK$$

$$= 557,692 - 557,621$$

$$= 0,071$$

$$JK \text{ perlakuan} = (23,620^2) + (23,732^2) + (23,490^2) / 3 - FK$$

$$= 557,631 - 557,621$$

$$= 0,01$$

$$JK \text{ acak} = JK \text{ total} - JK \text{ perlakuan}$$

$$= 0,071 - 0,01$$

$$= 0,061$$

Lampiran 16 (Lanjutan)

Tabel Analisa Keragaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,01	0,005	0,5 ^{ns}	5,14	10,92
Acak	6	0,061	0,010			
Total	8	0,071	0,015			

ns : tidak berbeda nyata

Keterangan: ns = tidak berbeda nyata

* = berbeda nyata

** = sangat berbeda nyata