

**PENGARUH PENGGUNAAN PROBIOTIK KOMERSIL TERHADAP
LAJU PERTUMBUHAN BENIH GURAMI
(*Osphronemus gouramy* Lac)**

**LAPORAN SKRIPSI
BUDIDAYA PERAIRAN**

OLEH :

INDRA PRASETYA

0410803005



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2009

PENGARUH PENGGUNAAN PROBIOTIK KOMERSIL TERHADAP
PERTUMBUHAN IKAN GURAMI (*Osphronemous gouramy* Lac)

Skripsi sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan pada
Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya

Oleh:

INDRA PRASETYA

0410803005

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

(DR. Ir. SRI ANDAYANI,MS)

(Ir. ADLIS ACHIR A,MS)

MENGETAHUI

KETUA JURUSAN MSP

(Ir. MAHENO SRI WIDODO,MS)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas Rahmat dan Hidayah-Nya maka penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan skripsi yang berjudul "Pengaruh Penggunaan Probiotik Komersil Terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Gurami (*Osfrophonemous gouramy*). Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Atas terselesaikannya laporan skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ibu DR. Ir. Sri Andayani, MS, selaku Dosen Pembimbing I.
2. Bapak Ir. Adlis Achir Abdullah, MS, selaku Dosen Pembimbing II.
3. Bapak Ir. Agoes Soeprijanto, MS, selaku Dosen Penguji I
4. Ibu Ating Yuniarti, Spi, M, Aqua, selaku Dosen Penguji II
5. Tim penelitian kami yaitu Hanif dan Daniar yang sama-sama meneliti tentang probiotik.
6. Semua pihak yang membantu penulis selama penelitian sampai selesainya laporan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna sehingga penulis berharap semoga karya tulis ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi semua pihak yang berminat dan membutuhkan.

Malang, 16 Desember 2008

Penulis

RINGKASAN

INDRA PRASETYA, Pengaruh Penggunaan Probiotik Komersil Terhadap Laju Pertumbuhan Benih Gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) (di bawah bimbingan **DR. Ir. SRI ANDAYANI, MS** dan **Ir. ADLIS ACHIR ABDULLAH, MS**).

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, pada bulan September – Nopember 2008.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan pemberian probiotik dengan dosis yang tepat bagi pertumbuhan benih ikan gurami serta untuk meningkatkan laju pertumbuhan benih ikan gurami dengan sebaik-baiknya.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan pemberian probiotik dengan dosis berbeda memberikan pengaruh sangat nyata terhadap laju pertumbuhan dengan pemberian probiotik 1 ppm (A) sebesar 0,04 %BW/hari, 1,5 ppm (B) sebesar 0,053 %BW/hari, 2 ppm (C) sebesar 0,08 %BW/hari, 2,5 ppm (D) sebesar 0,05 %BW/hari dan kontrol sebesar 0,036 %BW/hari. Sehingga laju pertumbuhan tertinggi pada perlakuan C sebesar 0,08 %BW/hari dan laju pertumbuhan terendah pada perlakuan kontrol sebesar 0,036 %BW/hari.

Pada amonia menunjukkan bahwa perlakuan pemberian probiotik dengan dosis berbeda memberikan pengaruh nyata dengan pemberian probiotik 1 ppm (A) sebesar 0,26 ppm, 1,5 ppm (B) sebesar 0,17 ppm, 2 ppm (C) sebesar 0,13 ppm, 2,5 ppm (D) sebesar 0,21 ppm dan kontrol sebesar 0,37 ppm. Sehingga amonia tertinggi pada perlakuan kontrol sebesar 0,37 ppm dan amonia terendah pada perlakuan C sebesar 0,13

ppm. Pada hasil penelitian amonia ini masah dalam batas optimal karena batas kritis benih gurami dalam media pemeliharaan adalah 0,60 ppm.

Pada bahan organik menunjukkan bahwa perlakuan pemberian probiotik dengan dosis berbeda memberikan pengaruh sangat nyata dengan pemberian probiotik 1 ppm (A) sebesar 10,79 ppm, 1,5 ppm (B) sebesar 7,22 ppm, 2 ppm (C) sebesar 5,16 ppm, 2,5 ppm (D) sebesar 9,16 ppm dan kontrol sebesar 14,43 ppm. Sehingga bahan organik tertinggi pada perlakuan kontrol sebesar 14,43 ppm dan bahan organik terendah pada perlakuan C sebesar 5,16 ppm. Pada hasil penelitian bahan organik ini masah dalam batas optimal karena batas optimal benih gurami dalam media pemeliharaan adalah 20 ppm.

Dari hasil analisa regresi didapatkan hubungan yang kuadratik antara perlakuan dosis dengan laju pertumbuhan dengan persamaan $Y = -0.04x^2 + 0.15x - 0.08$ dan $R^2 = 0.82$. Hubungan antara perlakuan dosis dengan kadar amonia berbentuk kuadratik dengan persamaan $Y = 0.16x^2 - 0.6x + 0.66$ dan $R^2 = 0.70$. Hubungan antara perlakuan dosis dengan kadar bahan organik total berbentuk kuadratik dengan persamaan $Y = 43.44x^2 - 153.42x + 122.35$ dan $R^2 = 0.98$.

Suhu berkisar antara 26,7 – 27,3⁰C; pH berkisar antara 7,92 – 8,09 dan oksigen terlarut berkisar antara 5,67 – 5,89. Dimana masing-masing kualitas air ini masih dalam batas optimal.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kegunaan Penelitian	4
1.5 Hipotesa	4
1.6 Tempat dan Waktu Penelitian	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Klasifikasi dan Biologi Ikan Gurami	5
2.1.1 Klasifikasi	5
2.1.2 biologi Ikan Gurami	5
2.2 Pakan dan Pemberian pakan	9
2.3 Probiotik.....	10
2.4 Kualitas air	11
2.4.1 Oksigen Terlarut (DO).....	11
2.4.2 Suhu	11
2.4.3 Derajat Keasaman (pH).....	12
2.4.4 Amonia.....	12
2.4.5 <i>Total Organc Meter (TOM)</i>	13
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	14
3.1 Materi Penelitian	14
3.1.1 Bahan	14
3.1.2 Alat	14
3.2 Metode Penelitian	15
3.3 Rancangan Percobaan	15
3.4 Prosedur Penelitian	17
3.5 Pelaksanaan Penelitian	18

3.6	Parameter Uji	19
3.6.1	Parameter Utama.....	19
3.6.2	Parameter Penunjang.....	20
3.7	Analisa Data.....	20
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1	Bakteri Probiotik	21
4.2	Laju Pertumbuhan Spesifik	23
4.3	Kualitas Air	29
4.3.1	Suhu	29
4.3.2	Oksigen Terlarut	30
4.3.3	pH.....	31
4.3.4	Amonia.....	32
2.3.5	Bahan organik	36
5.	KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	41
	DAFTAR PUSTAKA	42
	LAMPIRAN	45



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang mempunyai nilai ekonomi tinggi, karena harga jual di pasaran paling baik bila dibandingkan dengan ikan air tawar lainnya dan fluktuasi harganya pun relatif stabil (Respati dan Santoso, 2003).

Menurut Prihartono (2004), ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) merupakan ikan asli perairan Indonesia yang tersebar di kawasan Asia Tenggara. Ikan gurami memiliki beberapa keunggulan diantaranya adalah mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Keunggulan lain yang dimiliki ikan gurami adalah mudah dipelihara dan memiliki daya adaptasi dengan lingkungan lebih cepat meskipun kandungan oksigen terlarut dalam air rendah. Hal ini dikarenakan gurami mempunyai alat pernapasan tambahan berupa labirin, yaitu insang yang berfungsi sebagai alat pernapasan yang membuat gurami bisa mengambil oksigen secara langsung dari udara.

Salah satu masalah yang dihadapi dalam budidaya ikan gurami adalah pertumbuhannya relatif lambat dibandingkan dengan jenis ikan lainnya. Laju pertumbuhan dan efisiensi pakan secara ekonomis adalah dua faktor paling penting di dalam budidaya ikan. Suatu hasil yang mendasar dalam budidaya ikan adalah upaya untuk memaksimalkan pertumbuhan dengan biaya yang minimal dan menghasilkan nilai nutrisi yang tinggi (Donaldson *et al*, 1979) dalam (Moon *et al*, 1993).

Kualitas air sangat mendukung pertumbuhan dan perkembangan gurami asalkan syarat hidupnya terpenuhi. Air kolam harus mengandung cukup mineral dan unsur hara lain yang dibutuhkan. Air yang berasal dari saluran air sebaiknya diendapkan terlebih

dahulu karena dikhawatirkan mengandung kotoran. Kotoran yang bercampur dengan sisa pakan mengakibatkan pembusukan. hal ini memicu timbulnya bakteri, parasit dan cacing. Kualitas air merupakan faktor yang berpengaruh terhadap keseimbangan fisiologis dan alat-alat tubuh ikan yang akhirnya berpengaruh terhadap perkembangan, pertumbuhan dan reproduksi ikan. Bila terjadi perubahan atau ketidakseimbangan kualitas air, ikan akan sakit. Pada kondisi air media pemeliharaan normal, terdapat keseimbangan antara tiga faktor, yaitu ikan sebagai komoditas yang diusahakan, lingkungan yang merupakan media hidup untuk tumbuh dan berkembangnya ikan yang dipelihara (Prihartono, 2004).

Penggunaan bakteri pengurai probiotik merupakan salah satu alternatif dalam mengendalikan kualitas lingkungan dan dapat menekan penyakit karena merupakan bakteri menguntungkan yang diharapkan dapat menekan bakteri yang merugikan (Mulyadi, Subaidah, Harjono dan Fachrurozi, 2002).

1.2 Perumusan Masalah

Usaha budidaya untuk keperluan konsumsi sudah berkembang pesat seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dibidang perikanan. Teknik budidaya ikan terus dikembangkan, baik jenis ikan yang dipelihara, fasilitas budidaya, penggunaan pakan dan cara reproduksi ikan untuk mengembangkan suatu spesies guna memperoleh keturunan lebih baik. Jaminan penyediaan benih dalam kualitas dan kuantitas yang memadai merupakan suatu syarat yang dapat menentukan keberhasilan usaha budidaya ikan. Banyak jenis dan ragam ikan yang mempunyai nilai ekonomis telah dikembangkan baik untuk pembesaran maupun pembenihan. Salah satunya adalah ikan gurami (*Osphronemous gouramy*) (Anonymous, 2003).

Menurut Riski dan Sendjaja (2006) pemeliharaan benih gurami di kolam mempunyai tingkat mortalitas yang tinggi dibandingkan dengan cara penerapan teknik pembenihan dengan menggunakan akuarium, seperti halnya pada ikan mas. Dengan teknik ini maka semua tahap pembenihan, mulai dari penetasan telur sampai pendederan benih hingga dihasilkan benih ukuran yang diinginkan, dapat dikontrol dengan efektif. Hasil yang didapat dengan teknik pembenihan dalam akuarium dapat menekan jumlah mortalitas benih sampai di bawah angka 10 %. Bandingkan saja dengan tingkat mortalitas pembenihan di kolam yang dapat mencapai angka 25 %.

Ikan gurami dikenal ikan yang lambat pertumbuhannya. Usaha untuk mempercepat pertumbuhan ikan gurami memerlukan suatu penanganan yang intensif dalam usaha pembudidayannya. Salah satu aspek yang menentukan keberhasilan produksi adalah kualitas air yang baik bagi media hidup ikan gurami. Menurunnya daya dukung lingkungan ini menjadi salah satu penyebab dari kegagalan panen. Penyakit yang sering menyerang ikan pada saat ini merupakan akibat dari penumpukan bahan organik diperairan yang telah melebihi kapasitas yang dapat diterima perairan.

Pemberian probiotik di perairan diharapkan dapat memperbaiki mutu lingkungan perairan secara alami melalui kerja dari bakteri pengurai. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang pemberian probiotik dosis yang optimal sehingga dapat memacu pertumbuhan benih ikan gurami.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pemberian probiotik dengan dosis yang tepat bagi pertumbuhan ikan gurami serta untuk meningkatkan pertumbuhan benih ikan gurami dengan sebaik-baiknya.

1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dalam menggunakan probiotik yang dapat meningkatkan pertumbuhan benih ikan gurami.

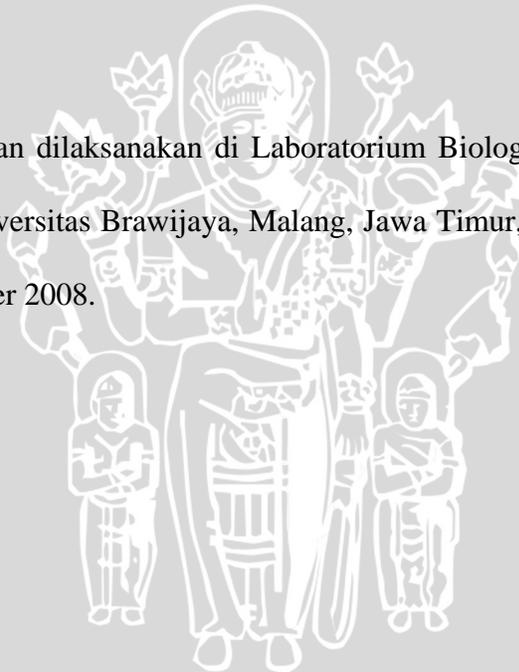
1.5 Hipotesis

H_0 : Diduga pemberian probiotik tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan benih ikan gurami.

H_1 : Diduga pemberian probiotik berpengaruh terhadap pertumbuhan benih ikan gurami.

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Biologi dan Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, pada bulan September sampai dengan Nopember 2008.



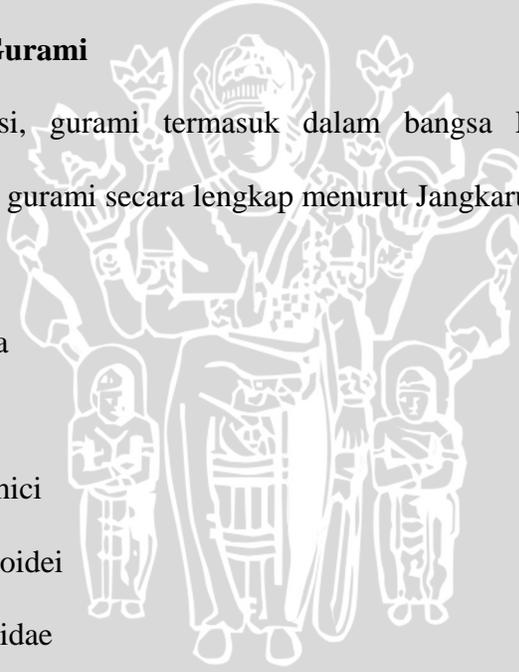
2. TINJAUAN PUSTAKA

Perikanan sebagai salah satu sub sektor pertanian dan kelautan merupakan bagian penting dalam kehidupan bangsa Indonesia. Selain berperan dalam pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat, peningkatan pendapatan petani dan negara, perikanan juga penting dalam perluasan kesempatan kerja dan pertumbuhan agro industri (Rukmana, 2005).

2.1 Klasifikasi dan Biologi Ikan Gurami

2.1.1 Klasifikasi Ikan Gurami

Dalam klasifikasi, gurami termasuk dalam bangsa Labirinthici dan suku Anabantidae. Klasifikasi gurami secara lengkap menurut Jangkaru (2006) adalah sebagai berikut:



Filum	: Chordata
Kelas	: Pisces
Bangsa	: Labirinthici
Sub-bangsa	: Anabantoidei
Suku	: Anabantidae
Marga	: Osphronemus
Jenis	: <i>Osphronemus gouramy</i> Lac.

2.1.2 Biologi Ikan Gurami

a. Morfologi

Ikan gurami memiliki bentuk tubuh yang pipih dan tinggi (*compres*). Pada ikan gurami dewasa, lebar badannya hampir dua kali panjang kepala atau tiga perempat kali

panjang tubuh. Pada usia muda, kepalanya lancip dan setelah dewasa depak. Ikan gurami memiliki sirip punggung berjari-jari keras sebanyak 12-13 buah dan jari-jari lemah 11-13 buah. Sirip duburnya mempunyai jari-jari keras 9-11 buah dan jari-jari lemah 19-21 buah. Sirip dadanya 2 buah, terletak disisi kiri dan kanan dengan jumlah jari-jari lemah 13-14 buah dan sepasang sirip perut yang mempunyai jari-jari keras 1 buah dan jari-jari lemah 5 buah mengalami perubahan sepasang benang panjang yang berfungsi sebagai alat peraba. Letak garis rusuk menyilang dibagian bawah sirip punggung, jumlah sisik pada garis rusuk 30-33 buah (Puspowardoyo dan Djajirah, 1992).

Pada ikan gurami dewasa, lebar badannya hampir dua kali panjang kepala atau tiga perempat kali panjang tubuh. Pada usia muda, kepalanya lancip dan setelah tua menjadi lebih gempal (Puspowardoyo dan Djajirah, 1992). Sedangkan menurut Sitanggang dan Sarwono (2006) bahwa gurami yang masih muda seperti benih ukuran korek api, memiliki 8 garis tegak berwarna hitam pada kedua sisi badannya. Garis tegak tersebut akan hilang dengan sendirinya setelah ikan mencapai ukuran dewasa.

b. Habitat

Ikan gurami hidup dan berkembang biak di perairan tawar seperti danau, rawa-rawa atau sungai tenang. Ikan gurami dapat hidup baik di daerah tropis dan pada ketinggian tempat sekitar 20-40 m dibawah permukaan laut (Prihartono, 2004).

Umumnya, ikan gurami mudah berkembang dengan baik di daerah dataran rendah. Di dataran tinggi, gurami masih bisa hidup, tetapi perkembangannya tidak sepesat di dataran rendah (Khairuman dan Amri, 2003).

c. Perkembangbiakan

Menurut Sitanggang dan Sarwono (2006) di perairan umum gurami berkembang biak pada musim kemarau. Sedangkan jika dipelihara di kolam, gurami dapat

berkembang biak sepanjang tahun. Gurami jantan akan matang kelamin pada umur 3-8 tahun, dan untuk gurami betina umur 4-10 tahun.

Gurami adalah ikan yang mempunyai kebiasaan unik dalam melanjutkan keturunannya, baik dalam hal menyediakan tempat yang nyaman maupun memelihara dan merawat anaknya. Hal ini ditunjukkan dengan kebiasaan induk-induk gurami yang telah dewasa dan siap melakukan perkawinan, yaitu jantan akan menyiapkan sarang yang nyaman bagi calon-calon keturunannya (Prihartono, 2004).

Susanto (1989) mengatakan bahwa induk jantan akan membangun sarang yang bahan bakunya terdiri dari rumput-rumputan dan dahan-dahan kecil pada pinggiran tempat hidupnya yang tersembunyi di antara rumput-rumputan dan tanaman air. Rukmana (2005) menambahkan sarang tersebut berdiameter antara 30-38 cm dan ditempatkan di antara rumput-rumput atau tumbuhan air. Pada saat memijah, induk betina akan meletakkan atau memasukkan telur-telur dalam sarang dan akan dijaga oleh induk jantan. Setelah memijah, penjagaan keturunan akan menjadi tanggung jawab induk betina.

d. Siklus hidup

Menurut Adnan *et al*, (2002), secara garis besar siklus hidup ikan gurami sebagai berikut:

1. Fase telur

Ciri-ciri telur yang baik berwarna kuning cerah dan bening, sementara telur yang kurang baik berwarna putih keruh. Telur hidup yang berkembang dengan baik akan menetas menjadi larva.

2. Fase larva

Pada hari ketiga semua telur sudah menetas menjadi larva. Larva sudah mulai bergerak berputar-putar dan ekor larva mulai tumbuh, sehingga memungkinkan larva dapat berenang. Pada hari ketujuh, larva sudah berbentuk seperti ikan kecil dan memiliki tanda bulatan warna kuning di bagian perutnya. Bagian kuning ini berfungsi sebagai sumber makanan cadangan. Karenanya, larva tidak memerlukan makanan tambahan. Makanan cadangan tersebut akan habis (ditandai dengan hilangnya warna kuning di perut larva) pada hari kesembilan atau kesepuluh. Pada saat itu kondisi larva sangat lemah dan mudah sekali mati. Untuk menghindari terjadinya kematian pada larva, sebaiknya makanan tambahan disiapkan sebelum makanan cadangan di tubuh larva habis.

3. Fase benih

Masa benih merupakan masa pertumbuhan yang paling pesat dalam suatu siklus hidup. Tahap pembenihan dimulai dari ukuran gabah (umur 10 hari) ke ukuran kuku (umur 3 minggu) atau dari ukuran gabah ke ukuran jempol (1 bulan) atau dari ukuran gabah ke ukuran silet (umur 2 bulan). Setelah mencapai ukuran kuku atau silet, benih siap dipindahkan ke kolam tanah kerana benih sudah mempunyai daya tahan tubuh yang cukup terhadap kondisi lingkungan yang berubah-ubah.

Dalam pembenihan, tahapan yang paling menentukan adalah dari tahapan telur sampai benih. Tingkat kematian dalam tahapan ini mencapai lebih dari 50 %. Tingkat kematian yang begitu tahan terhadap perubahan alam yang tidak menentu.

Kendala utama dalam pengembangan budidaya ikan gurami ialah ketersediaan benih yang bermutu dan dalam jumlah cukup. Salah satu penyebab ialah tingginya angka

kematian terutama pada fase larva yang bisa mencapai 80-90 %. Kematian yang sulit diatasi umumnya ketika larva berumur 2-3 minggu (Anonymous, 2003).

2.2 Pakan dan Pemberian Pakan Benih Ikan Gurami

Ikan gurami dalam hal makanan termasuk jenis ikan omnivora (pemakan dari sumber nabati dan hewani (Respati dan Santoso, 1993). Untuk pakan gurami anakan dapat diberikan pelet setiap hari sebanyak 5-6 % dari berat tubuh ikan (Prihartono, 2004).

Sedangkan menurut Susanto (1989) pada mulanya larva ikan gurami menyukai jasad renik berupa rotifera dan infusaria, larva insekta, crustacea dan zooplankton. Setelah beberapa bulan benih-benih mulai makan tumbuhan air. Tumbuhan yang dapat dijadikan makanan bagi ikan gurami dewasa seperti daun talas, singkong, pepaya, kangkung dan lamtoro.

Menurut Rukmana (2005), di alam (kolam alami) ikan gurami mempunyai kebiasaan makan yang spesifik sebagai berikut :

1. Ikan gurami stadium kecil (larva) terutama memakan jasad renik berupa rotifera dan infusaria,
2. Ikan stadium benih biasanya memakan larva insekta, crustacea, dan zooplankton,
3. ikan gurami stadium besar (dewasa) biasanya memakan tumbuhan air yang lunak, seperti daun talas, daun sente, daun pepaya, daun singkong, kangkung, dan daun lamtoro.

Di dalam kegiatan pembenihan ikan gurami dimana kuning telurnya sudah habis diberikan makanan hidup berupa kutu air jenis *Daphnia* sp atau *Moina* sp setiap hari dua kali dengan dosis sekitar 15–25 gram. Pada tahap ini larva dipelihara selama satu bulan

dapat mencapai ukuran biji timun. Selanjutnya larva ikan dipelihara pada tahap kedua selama tiga bulan dapat mencapai ukuran silet. Pada tahap pemeliharaan ini larva ikan diberi pakan buatan berupa pelet yang masih berbentuk tepung (Anonymous, 2007).

2.3 Probiotik

Pada akuakultur sistem peningkatan kekebalan ikan telah dilakukan dengan menggunakan vaksin, immunostimulan, probiotik dan bioediasi. Probiotik diaplikasikan pada pakan atau dalam lingkungan perairan budidaya sebagai penyeimbang mikroba dalam pencernaan dan lingkungan perairan (Nalley, 2001).

Menurut Poernomo (2003), tujuan utama menggunakan probiotik ditambak adalah untuk memperbaiki mutu lingkungan tambak secara alami melalui kerja dari bakteri pengurai. Probiotik adalah jasad renik (bakteri atau fungi) yang telah diisolasi dan dikembangkan secara massal yang kondisinya masih sehat dan fungsi biologinya masih potensial.

Penggunaan probiotik dapat mengendalikan kualitas lingkungan dan dapat menekan penyakit karena merupakan bakteri menguntungkan yang diharapkan dapat menekan bakteri merugikan. Aplikasi probiotik ditujukan agar media pemeliharaan tetap terjaga kualitasnya dalam arti keseimbangan kandungan bakteri dan gas-gas beracun dapat dinetralkan (Mulyadi *et al*, 2002).

Penggunaan probiotik dapat memacu populasi bakteri yang menguntungkan lebih dominan dibanding bakteri yang merugikan. Selain itu probiotik juga mampu menghasilkan berbagai substansi antimikrobia yang dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen (Anonymous, 2004)

Produk probiotik yang digunakan dalam penelitian ini adalah probiotik purely yang diproduksi langsung oleh perusahaan Mayer Germany yang di peroleh di Laboratorium Bioteknologi Agro, Sidoarjo. Produk ini ditujukan untuk mempercepat pertumbuhan, memperlancar metabolisme, meningkatkan kualitas air, tahan terhadap penyakit. Pemberian probiotik ini diberikan setiap 4-5 hari, sedangkan untuk pemberian dosis yaitu 1-2 mg/l.

2.4 Kualitas air

2.4.1 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen merupakan gas yang terpenting untuk respirasi dan proses metabolisme. Kelarutan oksigen di perairan dipengaruhi oleh suhu air, konsentrasi gas larutan maupun kelarutan dari gas tersebut pada permukaan air yang selanjutnya digunakan untuk proses respirasi (Boyd, 1982). Zonneveld *et al.*, (1991) mengatakan bahwa ikan memerlukan oksigen guna pembakaran bahan bakarnya (makanan) untuk menghasilkan aktivitas, seperti aktivitas berenang, pertumbuhan dan reproduksi.

2.4.2 Suhu

Menurut Lesmana (2001) ikan merupakan binatang berdarah dingin (*poikilothermal*) sehingga metabolisme dalam tubuh tergantung pada suhu lingkungannya, termasuk dalam kekebalan tubuhnya. Suhu luar atau eksternal yang berfluktuasi terlalu besar akan berpengaruh pada sistem metabolisme. Konsumsi oksigen dan fisiologi tubuh ikan akan mengalami kerusakan sehingga ikan akan sakit. Suhu rendah akan mengurangi imunitas (kekebalan tubuh) ikan, sedangkan pada suhu tinggi akan mempercepat ikan terkena infeksi bakteri. Riski dan Sendjaja (2006) mengatakan, gurami akan tumbuh sangat baik dalam air dengan suhu antara 25⁰ – 28⁰C. Gurami

sangat peka terhadap suhu rendah sehingga jika dipelihara dalam air dengan suhu kurang dari 15 °C ikan ini tidak dapat berkembang biak.

2.4.3 Derajat Keasaman (pH)

Secara sederhana, pengertian pH menunjukkan kondisi asam atau basa dari suatu perairan. Derajat keasaman juga merupakan indikator yang dapat mempengaruhi ketersediaan unsur-unsur lain yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan ikan. Nilai pH yang rendah mengindikasikan bahwa perairan asam, sedangkan pH yang tinggi mengindikasikan perairan basa. Kedua kondisi ini tidak baik untuk kegiatan budidaya. Perubahan pH secara mendadak ditandai dengan berenangnya ikan sangat cepat. Bila terjadi penurunan pH secara terus-menerus, akan keluar lendir yang berlebihan atau iritasi kulit sehingga ikan akan mudah diserang penyakit. Kondisi yang baik untuk ukuran keasaman perairan budidaya berada pada kisaran pH 6-8 (Prihartono, 2004).

2.4.4 Amonia

Hasil akhir dari suatu proses metabolisme protein yang tidak menguntungkan adalah amonia (NH_3). Perubahan kandungan amonia dalam suatu perairan hendaknya tidak mendadak sehingga ikan dapat menyesuaikan diri. Perubahan kandungan amonia yang mendadak akan menyebabkan jaringan insang akan rusak sehingga ikan bisa mati. Pada budidaya ikan secara intensif, sisa kelebihan pakan yang diberikan akan menjadi sumber naiknya kadar amonia (NH_3). Batas kritis ikan terhadap kandungan amonia terlarut dalam media pemeliharaan adalah 0.6 mg/l. Namun, masih ada gurami yang toleran dengan tingkat 3.8 mg/l pada suhu 30°C sebagai batas kritisnya. Gurami mempunyai toleransi pada kadar 1 mg/l, tetapi kandungan oksigen terlarut harus di atas 5 mg/l. Ciri visual yang menandai suatu perairan mengandung amonia tinggi adalah terjadinya kematian plankton secara masal, yaitu warna air berubah dari hijau kecoklatan

menjadi kehitaman diiringi bau menyengat. Bila hal ini terjadi maka perlu segera dilakukan penggantian air pada kolam pemeliharaan dengan air baru (Prihartono, 2004).

2.4.5 TOM (*Total Organic Meter*)

Sisa bahan organik yang terakumulasi akan menimbulkan terbentuknya senyawa metabolit toksik (amonia, nitrit, nitrat dan hidrogen sulfida). Senyawa tersebut pada akhirnya akan mengganggu proses pertumbuhan organisme yang dibudidayakan. Bahan organik dalam bentuk partikel biasanya dikenal dengan istilah POM (*particulate organic matter*), sedangkan yang terlarut dikenal dengan DOM (*dissolved organic matter*) (Sunarto, 2003).



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah :

- Benih ikan gurami ukuran 0.5-1 cm sebagai obyek pengamatan
- Air tawar sebagai media uji
- Probiotik Purely (komersil) untuk media pemeliharaan (lihat Lampiran 1)
- Pakan ikan berupa pelet produksi PT. Charoen Pokphan jenis 581

3.1.2 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Akuarium
- Bola lampu
- Selang
- Blower
- Aerator
- Batu aerasi
- pH meter
- Termometer
- DO meter
- Timbangan analitik



3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, yaitu suatu metode mengadakan kegiatan percobaan untuk melihat suatu hasil atau hubungan kausal antara variabel-variabel yang diselidiki. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan teknik observasi langsung (Surakhmad, 1980).

Menurut Suryabrata (1983), tujuan dari suatu penelitian (eksperimen) adalah untuk menyelidiki kemungkinan saling berhubungan sebab akibat dengan cara mengenakan kepada satu atau lebih kelompok eksperimen, satu atau lebih kelompok kontrol yang tidak dikenai kondisi.

3.3. Rancangan Percobaan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yaitu mengadakan percobaan untuk melihat suatu hasil. Hasil yang didapat menegaskan hubungan sebab akibat dari variabel-variabel yang diukur dengan cara memberikan perlakuan tertentu. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kali ulangan. Alasan menggunakan rancangan ini karena materi percobaan dan faktor lingkungan yang relatif homogen sehingga yang mempengaruhi hasil penelitian adalah perlakuan saja (Sastrosupadi, 1973).

Perlakuan pada penelitian ini adalah pemberian dosis probiotik yang berbeda terhadap media uji. Perlakuan untuk melakukan penelitian pendahuluan yaitu pemberian probiotik dengan dosis 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm.

Dalam penelitian ini, perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

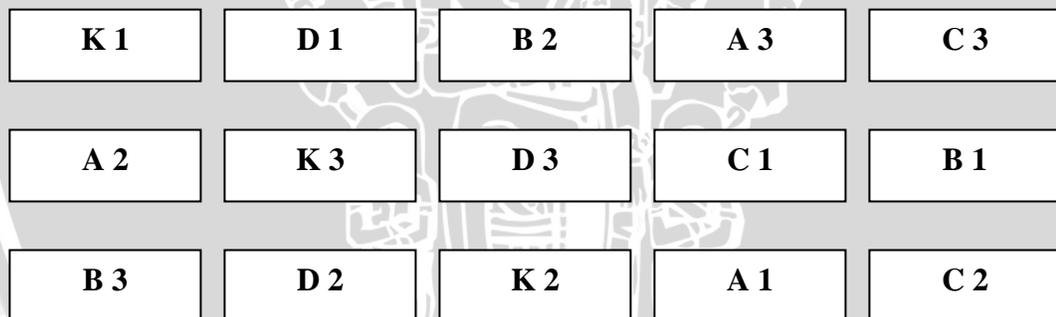
A= Pemberian probiotik dengan dosis 1 mg / liter

B= Pemberian probiotik dengan dosis 1,5 mg / liter

C= Pemberian probiotik dengan dosis 2 mg / liter

D= Pemberian probiotik dengan dosis 2,5 mg / liter

Penelitian ini menggunakan 1 kontrol dan 4 perlakuan yang masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Perlakuan K sebagai kontrol dan perlakuan A, B, C dan D diberikan probiotik dengan dosis yang berbeda. Denah percobaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 dan pada Lampiran 2.



Gambar 1. Denah Percobaan

Keterangan:

A, B, C, D = Perlakuan

K = Kontrol

1, 2, 3 = Ulangan

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Wadah

Akuarium dibersihkan menggunakan sabun sampai bersih lalu dibilas sampai bau sabun hilang dan dikeringkan.

3.4.2 Persiapan Media

Akuarium diisi air tawar sebanyak 10 liter dan pada setiap akuarium diberi aerasi untuk menambah oksigen.

3.4.3 Persiapan Benih

Sebelum penelitian dilakukan, benih ikan gurami dimasukkan ke dalam bak penampungan untuk diadaptasikan (diaklimatisasi) dengan kondisi laboratorium, dengan cara :

- Kantong plastik yang berisi benih ikan diapungkan di bak penampungan selama kurang lebih 15 menit.
- Kantong plastik dibuka, benih ikan dibiarkan keluar dengan sendirinya dari kantong plastik. Proses ini dapat dilakukan dengan menambahkan air yang ada di bak ke dalam kantong plastik sedikit demi sedikit.
- Teruskan menambah air dari dalam bak secara perlahan-lahan sampai suhu dan pH dari air di dalam kantong pengangkutan dan bak menjadi sama.
- Dibiarkan sisa benih ikan keluar berenang sendiri dari kantong ke dalam bak.

Selanjutnya dilakukan adaptasi terhadap pakan yang akan diberikan pada saat penelitian. Pakan yang diberikan pada saat adaptasi adalah pakan berupa pakan pelet produksi PT. Charoen Pokphan jenis 581. Adaptasi terhadap pakan dilakukan sampai

ikan uji memberikan respon yang baik terhadap pakan yang diberikan. Setelah ikan uji telah terbiasa dengan pakan yang diberikan, ikan dipuasakan selama satu hari, kemudian ditimbang untuk mengetahui berat awalnya, dan selanjutnya penelitian dimulai.

3.4.4 Pemberian Probiotik

Probiotik ditimbang sesuai dosis yang telah ditentukan yaitu dosis per liter dikalikan dengan volume air dalam akuarium kemudian ditebar di permukaan air secara merata. Probiotik diberikan setiap 4 hari sekali dengan dosis yang sudah ditentukan. Untuk perlakuan A diberikan probiotik sebanyak 1 ppm, perlakuan B diberikan probiotik sebanyak 1,5 ppm, perlakuan C diberikan probiotik sebanyak 2 ppm, perlakuan D diberikan probiotik sebanyak 2,5 ppm, sedangkan untuk kontrol tidak diberikan probiotik.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Benih ikan gurami dipelihara selama 20 hari di dalam akuarium yang meliputi beberapa kegiatan diantaranya:

- Benih ikan gurami dimasukkan dalam akuarium penampungan setelah itu diadaptasikan selama 1 hari.
- Setelah ikan dipuasakan selama satu hari untuk mengosongkan isi perut ikan, kemudian dilakukan penghitungan berat awal ikan gurami tiap-tiap akuarium.
- Benih ikan gurami dimasukkan ke dalam tiap-tiap akuarium
- Diberi pakan pelet dengan dosis masing-masing sebanyak 5 % dari bobot tubuh dengan frekuensi pemberian 2 kali sehari yaitu pagi dan sore hari.

- Setelah semua dianggap homogen, kemudian dimasukkan probiotik kedalam akuarium percobaan sesuai dengan dosis yang telah ditentukan. Pemberian probiotik setiap 4 hari sekali sesuai dosis perlakuan pada masing-masing akuarium.
- Kualitas air media diukur setiap hari yaitu suhu, pH dan oksigen terlarut (DO).
- Pengamatan pertumbuhan berat pada awal dan akhir penelitian.
- Pada penelitian ini tidak dilakukan pergantian air ataupun penyiponan. Hal ini dikarenakan agar probiotik yang ada di dalam air tidak ikut keluar.

3.6 Parameter Uji

3.6.1 Parameter Uji Utama

a) Pertumbuhan (SGR)

Pertumbuhan yang diamati adalah pertumbuhan berat, yang diukur dengan menggunakan timbangan analitik. Pengamatan pertumbuhan berat dilakukan pada awal dan akhir penelitian dengan mengambil contoh benih ikan gurami sebanyak 20 % dari total organisme.

Menurut NRC (1977), laju pertumbuhan spesifik (SGR) dapat dihitung dengan menggunakan rumus yaitu

$$SGR = [(\ln W_t - \ln W_o) / t] \times 100\%$$

Keterangan : SGR : Laju pertumbuhan spesifik % BW per hari

Wt : Berat rata-rata ikan pada akhir percobaan (gram)

Wo : Berat rata-rata ikan pada awal percobaan (gram)

t : Lama waktu penelitian

3.6.2 Parameter Uji Penunjang

a) Kualitas air

Parameter penunjang dalam penelitian ini antara lain pengukuran kualitas air media yang meliputi pengukuran suhu menggunakan termometer, pH menggunakan pH meter, dan oksigen terlarut (DO) menggunakan DO meter, yang masing-masing penghitungan kualitas air dilakukan setiap harinya. Serta penghitungan kadar amonia dan Tom yang dilakukan setiap 5 hari sekali setelah pemberian probiotik

3.7 Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap respon parameter yang diukur, maka digunakan analisis keragaman atau uji F dan jika didapat berbeda nyata atau berbeda sangat nyata maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk menentukan perlakuan mana yang memberikan respon terbaik pada taraf 0,05 (derajat kepercayaan 95%). Untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang dipengaruhi, dilakukan perhitungan analisis regresi menggunakan polinomial orthogonal yang bertujuan untuk menentukan sifat dari fungsi regresi yang memberikan keterangan tentang pengaruh perlakuan pada respon (Sastrosupadi, 1973).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Bakteri Probiotik

Identifikasi ini dilakukan di Laboratorium Bakteriologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya dan diketahui bahwa bakteri probiotik yang ada di dalam kemasan probiotik komersil ini terdapat 4 jenis bakteri meliputi *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus sp*, dan *Leuconostoc mesenteroides* tetapi yang lebih dominan adalah *Leuconostoc mesenteroides* sebesar 60%. Uji yang dilakukan terhadap bakteri probiotik komersil ini dapat dilihat pada Lampiran 3, meliputi KGP, katalase, uji fermentasi gula (glukosa, fruktosa, sukrosa, maltosa, laktosa, arabinosa, raffinosa, xylosa, rhamnosa), dan uji enzim ekstrasellular (proteolitik, amilolitik, lipolitik). Koloni bakteri probiotik dapat dilihat pada Lampiran 4.

Klasifikasi *Leuconostoc mesenteroides* menurut Bonang (1982) :

Kingdom : Monera

Divisio : Firmicutes

Class : Bacilli

Order : Lactobacilalles

Family : Streptococcaceae

Genus : *Leuconostoc*

Spesies : *Leuconostoc mesenteroides*

Morfologi bakteri *Leuconostoc mesenteroides* antara lain pada substansi dalam media cair berbentuk seperti kokus, tunggal atau berpasangan dan berantai pendek, bentuknya dapat berubah-ubah sesuai kondisi pertumbuhan, sel-sel tumbuh dalam

glukosa atau pada media padat. *Leuconostoc mesenteroides* adalah bakteri asosiasi dengan fermentasi asinan. (Bonang, 1982).

Selain *Leuconostoc mesenteroides* terdapat jenis bakteri lain diantaranya *Bacillus megaterium*. Menurut Asselineau (1996) bakteri ini mempunyai enzim protease ekstraseluler yaitu enzim pemecah protein yang bekerja di luar sel. Bakteri ini tidak bersifat patogen dan tidak menghasilkan metabolit toksik sehingga dapat meningkatkan laju pertumbuhan.

Bacillus megaterium termasuk spesies dalam genus *Bacillus*, termasuk dalam kelompok organisme gram positif. Bentuk sel berupa batang dan lurus. Bakteri ini merupakan mikroorganisme anaerob fakultatif (Bryan, 1998).

Lactobacillus acidophilus adalah salah satu mikroorganisme terpenting yang dapat ditemukan dalam usus kecil. *Lactobacillus Acidophilus* melaksanakan banyak fungsi kritis antara lain, menghambat dan mencegah organisme patogenik membelah diri dan hidup. *Lactobacillus acidophilus* menghasilkan antibiotik alami seperti *lactocidin*, *acidophilin*, dll, yang meningkatkan kekebalan tubuh. Kegiatan antimicrobial *Lactobacillus Acidophilus* dapat melawan *staphylococcus aureus*, *salmonella*, *e.colli* dan *candida albicans* (Anonymous, 2004).

Dalam aplikasi probiotik khususnya *Bacillus* sp. Dalam sistem pencernaan ekstra selulernya merupakan bakteri yang paling efisien dalam produksi/sekresi mikro enzim yang penting digunakan dalam penguraian substrat polimer organik. Keberadaan bakteri *Bacillus* sp atau bakteri dekomposer lain tidak selalu dalam jumlah besar secara normal di dalam kolom air, sehingga penambahan bakteri probiotik diperlukan untuk meningkatkan pengelolaan polimer organik di kolam (Boyd *et al*, 1982).

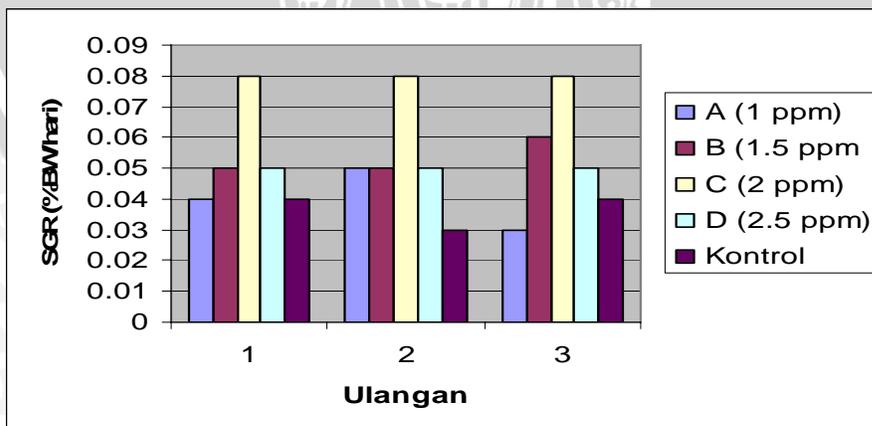
4.2 Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Data pertumbuhan selama penelitian (lihat lampiran 5) yang didapat dari penelitian setelah dilakukan perhitungan, maka didapatkan nilai rata-rata pertumbuhan berat seperti Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Nilai rata-rata laju pertumbuhan (%BW/hari)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		%BW/hari
A (1 ppm)	0,04	0,05	0,03	0,12	0,04
B (1.5 ppm)	0,05	0,05	0,06	0,16	0,053
C (2 ppm)	0,08	0,08	0,08	0,24	0,08
D (2.5 ppm)	0,05	0,05	0,05	0,15	0,05
K (0 ppm)	0,04	0,03	0,04	0,11	0,036

Data diatas menunjukkan hasil laju pertumbuhan spesifik rata-rata selama penelitian berkisar antara 0,036 – 0,080 % BW/hari. Pada media yang diberikan bakteri probiotik menunjukkan laju pertumbuhan yang lebih tinggi daripada kontrol seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Laju Pertumbuhan

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

Tabel 2. Analisa ragam laju pertumbuhan spesifik

Sumber keragaman	dB	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,0026	0,0009	22,5**	4,07	7,59
Acak	8	0,0003	0,00004			
Total	11	0,0029				

** : Sangat Berbeda Nyata

Pada tabel diatas, perhitungan analisa ragam pertumbuhan menunjukkan hasil sangat berbeda nyata dimana $F_{hitung} > F_{1\%}$ yang berarti bahwa perlakuan pemberian probiotik memberikan pengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan.

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

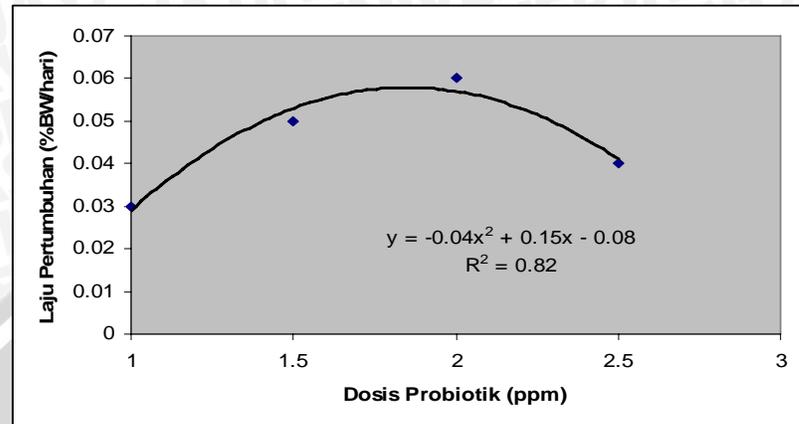
Tabel 3. Uji BNT laju pertumbuhan

Perlakuan	A (0,040)	D (0,050)	B (0,053)	C (0,080)	Notasi
A (0,040)	-	-	-	-	a
D (0,050)	0,010	-	-	-	a
B (0,053)	0,013*	0,003 ^{ns}	-	-	b
C (0,080)	0,040**	0,030**	0,027**	-	c

Berdasarkan Tabel diatas dapat diketahui bahwa perlakuan A tidak berbeda nyata terhadap perlakuan D, tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan B dan C. Perlakuan D tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan C. Perlakuan B berbeda nyata terhadap perlakuan C.

Hasil analisa regresi didapatkan hubungan yang kuadratik antara perlakuan pemberian probiotik dengan dosis berbeda terhadap laju pertumbuhan yang memiliki persamaan kuadratik $Y = -0,04x^2 + 0,15x - 0,08$ dan $R^2 = 0,82$ dimana laju pertumbuhan tertinggi pada perlakuan pemberian probiotik dosis 1,9 ppm dengan laju

pertumbuhan sebesar 0,06 % BW/hari. Grafik hubungan dosis probiotik dengan laju pertumbuhan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan dosis probiotik dengan laju pertumbuhan

Gambar 3 menunjukkan bahwa dengan semakin meningkatnya dosis perlakuan yang diberikan ke dalam media berpengaruh terhadap semakin meningkatnya laju pertumbuhan, hingga laju pertumbuhan tertinggi dicapai pada perlakuan pemberian dosis 2 ppm (perlakuan C) dan setelah itu laju pertumbuhan menurun seiring dengan meningkatnya perlakuan pemberian dosis. Perlakuan C (2 ppm) memberikan laju pertumbuhan tertinggi yang diikuti oleh perlakuan B (1,5 ppm), perlakuan D (2,5 ppm), dan perlakuan A (1 ppm). Perlakuan pemberian probiotik dengan dosis 2 ppm memberikan hasil yang lebih baik daripada dosis lain. Hal tersebut terjadi karena ditunjang oleh nilai amonia dan bahan organik total yang rendah jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Hasil dekomposisi bahan organik bahan menjadi anorganik akan menjadi kondisi kualitas air lebih baik. Aplikasi probiotik pada media bertujuan untuk molekul organik kompleks menjadi senyawa sederhana. Akumulasi bahan organik akan menimbulkan berkembangnya bakteri patogen yang dapat memperburuk kualitas air.

Dengan pemberian probiotik akan terjadi kompetisi nutrien karena probiotik juga menggunakan nutrien yang biasanya digunakan oleh mikroorganisme patogen. Pada perlakuan D laju pertumbuhan mulai menurun, hal ini diduga pemberian dosis probiotik terlalu banyak sehingga kelimpahan bakteri probiotik banyak dan terjadi kompetisi antara bakteri probiotik itu sendiri. Adanya kompetisi nutrien menyebabkan bakteri probiotik kekurangan nutrien sehingga energi yang dimiliki tidak cukup untuk melakukan pertumbuhan akhirnya mati dan menambah timbunan bahan organik. Untuk perlakuan A dan B proses dekomposisi bahan organik tidak semaksimal perlakuan C karena dosis yang diberikan nilainya dibawah perlakuan C, hal ini menyebabkan kelimpahan bakteri probiotik berbeda. Tingginya laju pertumbuhan pada perlakuan C bila dibandingkan dengan perlakuan lain karena telah terjadi keseimbangan lingkungan pada media pemeliharaan. Bakteri probiotik yang diaplikasikan mampu bekerja dengan optimal sehingga pengaruh merugikan akibat sisa pakan dan metabolisme dapat diminimalisir. Pemberian dosis probiotik yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda terhadap media begitu juga terhadap laju pertumbuhan. Bakteri probiotik yang diberikan pada media juga ikut termakan oleh benih ikan gurami sehingga dapat memperbaiki pencernaan dan daya tahan meningkat yang pada akhirnya laju pertumbuhan juga meningkat.

Menurut Eko (2008) cara kerja probiotik yang pertama adalah memproduksi substansi yang bersifat anti mikroba, seperti asam organik asam laktat, *bacteriocin*, *lactocin*, *pediocine* yang merupakan protein yang mampu membunuh spesies lainnya. Bakteri Pro#14, Pro#44, *vibriophage* (VP) mempunyai cara kerja sebagai virus yang tumbuh di dalam sel bakteri termasuk *Vibrio* sp yang pada perkembangannya tumbuh pada sel *Vibrio*. Proses selanjutnya akan terjadi lisis (akibat proses vegetatif

bacteriophage) atau terjadi replikasi DNA dalam proses transduksi pada rekombinasi genetika.

Probiotik yang masuk dalam saluran pencernaan akan melakukan ajakan terhadap bakteri patogen sehingga tidak toksik lagi dan bakteri probiotik itu akan berkolonisasi pada dinding usus dan memudahkan untuk mengasorbsi nutrisi dari kerja enzim serta akan berkomunikasi dengan tubuh ikan atau inang yang membuat sistem kekebalan tubuh meningkat. Probiotik masuk dalam tubuh ikan bisa melalui air (perendaman) sehingga dapat terminum atau termakan dan juga bisa masuk melalui dinding-dinding sel tubuh pada ikan.

Pada ekosistem akuatik alami bakteri memiliki peran sebagai reduktor/dekomposer yang mengontrol proses komponen organik misalnya polimer protein atau karbohidrat menjadi senyawa yang lebih sederhana dan pada sistem budidaya air polimer tersebut berupa sisa-sisa pakan, kotoran (*feces*), organisme (plankton) yang telah mati dalam bentuk terlarut, tersuspensi maupun tersedimentasi. Bakteri secara efisien berfungsi dan berkompetisi menghidrolisa/memecah polimer-polimer organik adalah bakteri yang mendominasi mikroekosistem yang menciptakan kondisi ketersediaan oksigen (DO), pH dan nutrisi esensial bukan merupakan pembatas (Boyd, 1982).

Mikroorganisme di dalam usus tinggal dalam satu ekosistem. Zat yang terdapat dalam ekosistem usus dapat berasal dari luar yang berupa pakan dan dapat berasal dari dalam tubuh yaitu produk metabolisme yang harus dibuang. Mikroflora umumnya sangat aktif merombak zat yang terdapat dalam kolon (usus besar) dan hasil akhirnya adalah metabolit toksik. Metabolit sering menyebabkan kerusakan usus. Adanya bakteri probiotik mampu berkompetisi dengan mikroflora aktif di atas agar pembentukan zat

toksik dikurangi sehingga sebelum terbentuk zat toksik, bahan tersebut sudah dibuang terlebih dahulu. Adanya keseimbangan dalam usus menyebabkan peningkatan efisiensi absorpsi zat makanan di dalam usus, sehingga akan meningkatkan pertumbuhan. Cara kerja probiotik dapat dilihat pada Lampiran 6.

Probiotik dapat meningkatkan laju pertumbuhan diterapkan dalam pakan dan campuran pada media airnya. Dalam pakan digunakan dengan cara pencampuran bahan pakan dengan probiotik. Dan campuran pada media air adalah dengan cara memasukan probiotiknya itu sendiri ke dalam air kolam/tambak. Mekanisme probiotik saat ini masih dalam tahap pengembangan oleh para peneliti-peneliti. Namun ada beberapa kemungkinan mengenai mekanisme aksi dari probiotik ini

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 aktifitas enzim pengurai (selulase, protease, amilase, dll).
3. Menstimulasi imunitas melalui peningkatan kadar antibodi organisme akuatik atau aktivitas makrofag (Irianto, 2003).

ada juga sebagai pengurai zat-zat organik pada air seperti penguraian senyawa toksik yang berada di perairan seperti NH_3 , NO_2 , NO_3 , mengurai bahan organik, menekan populasi alga biru-hijau (blue-green algae), memproduksi vitamin yang bermanfaat bagi inang, menetralkan senyawa toksik yang ada dalam makanan serta perlindungan secara fisik inang dari patogen.

4.3 Kualitas Air

4.3.1 Suhu

Data hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada Lampiran 7, sedangkan nilai rata-rata suhu dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata suhu

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
A	26,5	27,1	26,1	79,7	26,7
B	27,3	26,9	27,2	81,4	27,1
C	27,1	26,8	27,9	81,8	27,3
D	26,6	26,9	27,5	81	27
Total				323,9	108,1
K	27,5	27,3	27,1		

Setelah diperoleh perhitungan dari rata-rata suhu, maka dilakukan analisa ragam yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisa ragam suhu

Sumber keragaman	dB	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	1,3	0,43	2,87 ^{ns}	4,07	7,59
Acak	8	1,2	0,15			
Total	11	2,5				

^{ns}: Tidak berbeda nyata

Pada Tabel di atas, perhitungan analisa ragam suhu menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dimana $F_{hitung} < F_{5\%}$ 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 dan bukan oleh aktivitas bakteri probiotik yang diaplikasikan. Kisaran suhu air berada di antara kisaran suhu udara dalam ruangan penelitian. Telah diketahui bahwa suhu air

dipengaruhi oleh suhu udara atau suhu yang ada disekitar ruangan yang digunakan sebagai ruang penelitian.

Suhu air selama penelitian mendukung perkembangan bakteri yang dicobakan. Seperti yang dikatakan oleh Mustafa (2001) bahwa bakteri dapat tumbuh pada suhu 0°C dan dapat berkembang dengan baik pada suhu sekitar $20\text{-}30^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu maksimal sekitar 40°C .

Suhu air mempunyai peran yang sangat penting dalam menentukan pertumbuhan dan kehidupan benih ikan gurami. Diluar rentang kisaran suhu optimal, aktifitas metabolismenya akan terganggu dan pertumbuhannya terhambat. Suhu rata-rata media pemeliharaan selama penelitian berkisar antara $26,7 - 27,3^{\circ}\text{C}$, dimana kisaran suhu tersebut masih dalam kondisi normal. Kisaran suhu ini optimal untuk pertumbuhan dan kehidupan benih ikan gurami. Pada gurami, batas toleransi suhu berkisar $20 - 32^{\circ}\text{C}$ (Prihartono, 2004).

4.3.2 Oksigen Terlarut

Data hasil pengukuran oksigen terlarut dapat dilihat pada Lampiran 8, sedangkan nilai rata-rata oksigen terlarut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai rata-rata oksigen terlarut

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
A	5,68	5,9	5,73	17,31	5,77
B	5,62	5,53	5,86	17,01	5,67
C	6,02	5,73	5,91	17,66	5,89
D	5,72	5,74	5,62	17,08	5,69
				69,06	23,02
K	5,7	5,56	5,81		

Setelah diperoleh perhitungan data rata-rata oksigen terlarut, maka dilakukan analisa ragam yang dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Analisa ragam oksigen terlarut

Sumber keragaman	dB	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,09	0,03	1,5 ^{ns}	4,07	7,59
Acak	8	0,13	0,02			
Total	11	0,22				

Pada tabel diatas, perhitungan analisa ragam oksigen terlarut menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dimana $F_{hitung} < F_{5\%}$ yang berarti bahwa perlakuan pemberian 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-unit percobaan.

Nilai oksigen terlarut rata-rata media pemeliharaan selama penelitian berkisar antara 5.67 – 5.89, dimana kisaran tersebut masih dalam kondisi normal. Kandungan oksigen terlarut ini optimal untuk pertumbuhan dan kehidupan benih ikan gurami. Sementara batas minimum oksigen terlarut yang dibutuhkan adalah 3-4 ppm (Prihartono, 2004).

4.3.3 pH

Data hasil pengukuran pH dapat dilihat pada Lampiran 9, sedangkan nilai rata-rata pH dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai rata-rata pH

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
A	8,07	7,96	8,03	24,06	8,02
B	8,00	8,02	7,98	24	8
C	7,97	7,83	7,96	23,76	7,92
D	8,00	8,13	8,01	24,14	8,05
Total				95,96	31,99
K	8,13	8,09	8,07		

Setelah diperoleh perhitungan dan rata-rata laju pertumbuhan spesifik, maka dilakukan analisa ragam yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Analisa ragam pH

Sumber keragaman	dB	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,03	0,01	2,5 ^{ns}	4,07	7,59
Acak	8	0,03	0,004			
Total	11	0,06				

^{ns}: Tidak Berbeda Nyata

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

pH rata-rata media pemeliharaan selama penelitian berkisar antara 7,92-8,05, dimana kisaran pH tersebut masih dalam kondisi normal. Kisaran pH ini optimal untuk pertumbuhan dan kehidupan benih ikan gurami. Menurut Boyd (1982) bahwa kisaran pH perairan yang optimal adalah 6,5-8,5.

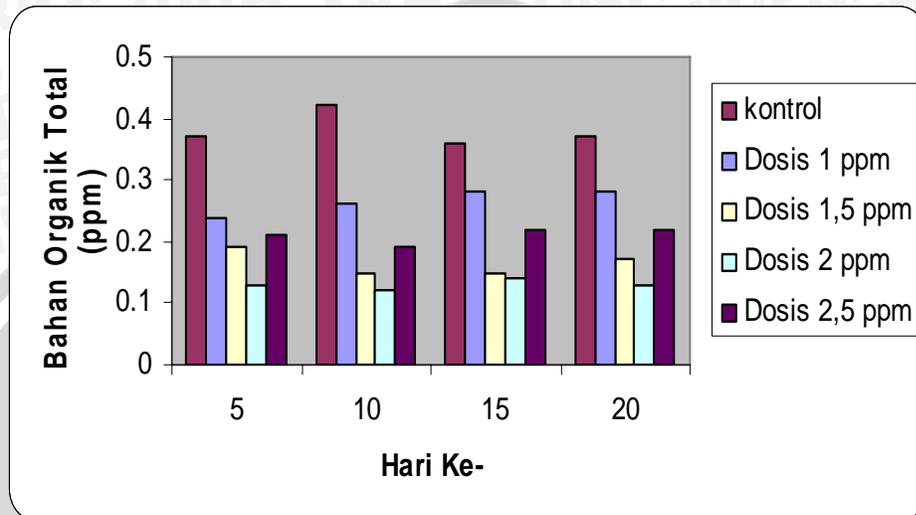
4.3.4 Amonia

Data hasil pengukuran amonia dapat dilihat pada Lampiran 10, sedangkan nilai rata-rata amonia dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai rata-rata amonia

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
A	0,25	0,26	0,28	0,79	0,26
B	0,17	0,17	0,17	0,51	0,17
C	0,13	0,12	0,14	0,39	0,13
D	0,21	0,21	0,21	0,63	0,21
TOTAL				2,32	0,77
K	0,37	0,37	0,37		

Data diatas menunjukkan hasil pengukuran amonia rata-rata selama penelitian berkisar antara 0,13 – 0,26 ppm. Grafik fluktuasi nilai amonia selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik perkembangan amonia selama penelitian

Gambar 4 menunjukkan fluktuasi yang berbeda-beda. Fenomena ini agak sulit untuk dijelaskan, namun walaupun perubahannya relatif kecil menunjukkan bahwa proses penguraian amonia dalam air dari hari ke hari terjadi secara dinamis. Perlakuan pemberian dosis probiotik dengan dosis berbeda menghasilkan nilai amonia yang lebih rendah daripada kontrol. Pada perlakuan pemberian probiotik terlihat penurunan nilai amonia dari awal penelitian hingga akhir penelitian, pada kontrol justru mengalami kenaikan. Hal ini membuktikan bahwa aplikasi probiotik memberikan respon.

Setelah diperoleh perhitungan data rata-rata amonia, maka dilakukan analisa ragam yang dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Analisa ragam amonia

Sumber keragaman	dB	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,02	0,007	7*	4,07	7,59
Acak	8	0,01	0,001			
Total	11	0,03				

* : Berbeda Nyata

Pada tabel diatas, perhitungan analisa ragam amonia menunjukkan hasil berbeda nyata dimana $F \text{ hitung} > F 5\%$ yang berarti bahwa perlakuan pemberian probiotik memberikan pengaruh sangat nyata terhadap amonia.

Untuk mengetahui tingkat perbedaan masing-masing perlakuan maka dilanjutkan dengan uji BNT yang dapat dilihat pada Tabel 12.

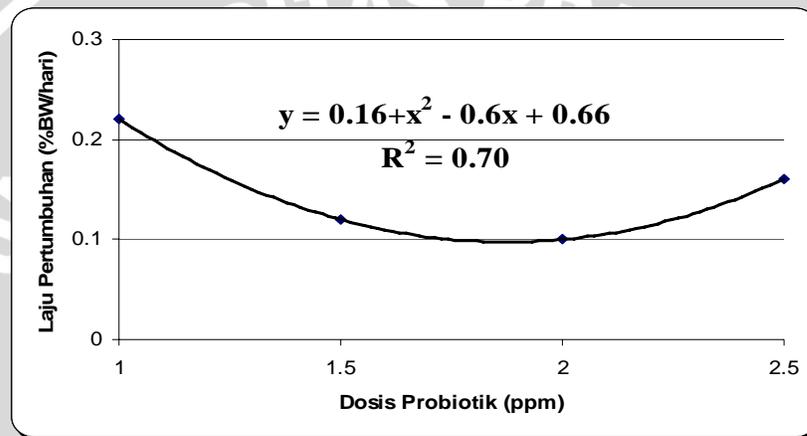
Tabel 12. Uji BNT amonia

Perlakuan	C (0,13)	B (0,17)	D (0,21)	A (0,26)	Notasi
C (0,13)	-	-	-	-	a
B (0,17)	0,04 ^{ns}	-	-	-	a
D (0,21)	0,08*	0,04 ^{ns}	-	-	b
A (0,26)	0,13**	0,09*	0,05 ^{ns}	-	b

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa perlakuan C tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B, tetapi berbeda sangat nyata terhadap perlakuan A dan D. Perlakuan B berbeda tidak berbeda nyata terhadap perlakuan D, tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan A. Perlakuan D tidak berbeda nyata terhadap perlakuan D.

Perlakuan C (2 ppm) memberikan nilai amonia terbaik yang diikuti oleh perlakuan B (1,5 ppm), D (2,5 ppm) dan A (1ppm). Perlakuan pemberian probiotik dengan dosis 2 ppm memberikan hasil yang lebih baik daripada dosis lain. Pada perlakuan pemberian probiotik dosis 2 ppm kondisi bakteri probiotik berada pada jumlah yang optimal untuk melakukan penguraian amonia dalam air.

Hasil analisa regresi didapatkan hubungan yang kuadratik antara perlakuan pemberian probiotik dengan dosis berbeda terhadap kadar amonia yang memiliki persamaan kuadratik $Y = 0,16x^2 - 0,6x + 0,66$ dan $R^2 = 0,70$ dimana nilai amonia maksimal pada perlakuan pemberian probiotik pada dosis 1,9 ppm dengan nilai amonia sebesar 0,11 ppm. Grafik hubungan dosis probiotik dengan kadar amonia dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan dosis probiotik dengan amonia

Gambar 5 menunjukkan bahwa dengan semakin meningkatnya dosis perlakuan yang diberikan ke dalam media berpengaruh terhadap semakin menurunnya nilai amonia dalam air, hingga nilai amonia dalam air terendah dicapai pada perlakuan pemberian dosis 2 ppm (perlakuan C) dan setelah itu nilai amonia dalam air meningkat seiring dengan dosis 2,5 ppm memberikan nilai amonia yang berbeda. Nilai amonia maksimal pada perlakuan C. Rendahnya nilai amonia pada perlakuan tersebut bila dibandingkan dengan perlakuan yang lain diduga karena telah terjadi keseimbangan lingkungan.

Penurunan nilai amonia disamping dipengaruhi oleh perlakuan pemberian dosis probiotik juga dapat disebabkan oleh sifat amonia yang mudah menguap dengan adanya

aerasi yang diberikan secara terus menerus. Hal ini didukung oleh pernyataan Sudirdjo, dkk (2001) bahwa amonia yang merupakan bentuk gas terlarut dalam air, dan ke dalam air tersebut dialirkan udara dari sistem aerasi, maka amonia akan mudah menguap dan terlepas ke atmosfer bersama udara dari sistem aerasi tersebut.

Walaupun selama penelitian tidak dilakukan penyiponan atau pergantian air, kisaran tersebut masih dalam kondisi normal. Batas kritis ikan terhadap kandungan amonia terlarut dalam media pemeliharaan adalah 0,6 mg/l. Namun, masih ada ikan gurami yang toleran dengan tingkat 3,8 mg/l pada suhu 30⁰C sebagai batas kritisnya. Ikan gurami mempunyai toleransi pada kadar 1 mg/l, tetapi kandungan oksigen terlarut harus di atas 5 mg/l (Prihartono,2004).

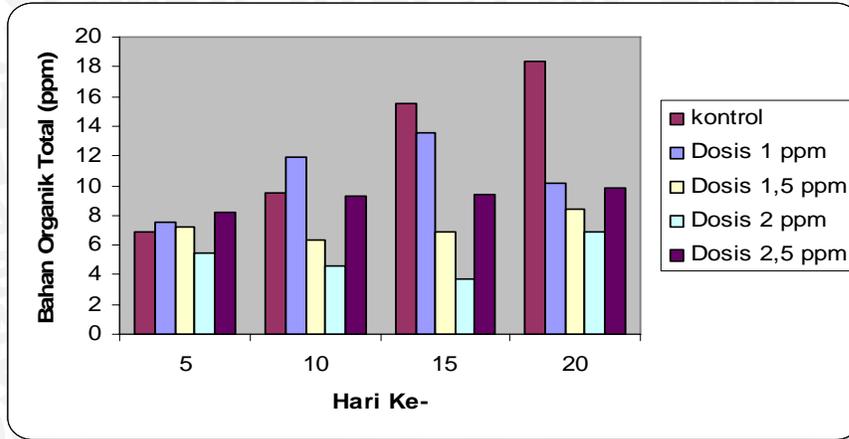
4.3.5 Bahan Organik Total

Data hasil pengukuran bahan organik total dapat dilihat pada Lampiran 11, sedangkan nilai rata-rata bahan organik total dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Nilai rata-rata bahan organik total

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
A	10,65	10,81	10,91	32,37	10,79
B	6,66	7,60	7,39	21,65	7,22
C	4,80	5,31	5,37	15,48	5,16
D	9,01	9,49	8,99	27,49	9,16
				96,99	32,33
K	14,22	14,69	14,37		

Data diatas menunjukkan nilai bahan organik total rata-rata media pemeliharaan selama penelitian berkisar antara 5,16 – 10,79 ppm. Grafik fluktuasi nilai bahan organik total selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Perkembangan bahan Organik Total Selama Penelitian

Gambar 6 menunjukkan fluktuasi yang berbeda-beda. Kandungan tertinggi pada akhir penelitian terjadi pada kontrol. Perlakuan pemberian dosis probiotik dengan dosis berbeda menghasilkan nilai bahan organik total yang lebih rendah daripada kontrol. Pada perlakuan pemberian probiotik terlihat penurunan nilai bahan organik total dari awal penelitian hingga akhir penelitian, pada kontrol justru mengalami kenaikan. Hal ini membuktikan bahwa aplikasi probiotik memberikan respon.

Setelah diperoleh perhitungan data rata-rata bahan organik total, maka dilakukan analisa ragam yang dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Analisa ragam bahan organik total

Sumber keragaman	dB	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	53,37	17,79	161,73**	4,07	7,59
Acak	8	0,88	0,11			
Total	11	5425				

** : Berbeda sangat nyata

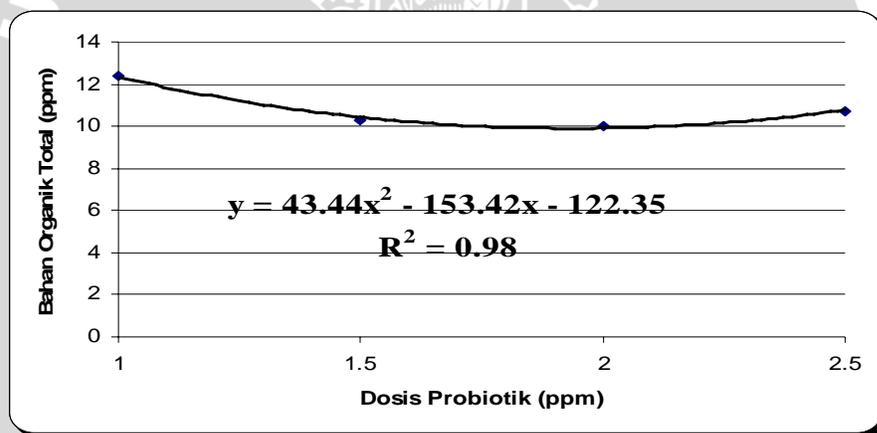
Pada tabel diatas, perhitungan analisa ragam bahan organik total menunjukkan hasil berbeda sangat nyata dimana $F \text{ hitung} > F 5\%$ yang berarti bahwa perlakuan pemberian probiotik memberikan pengaruh nyata terhadap bahan organik total.

Untuk mengetahui tingkat perbedaan masing-masing perlakuan maka dilanjutkan dengan uji BNT yang dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Uji BNT bahan organik total

Perlakuan	C (5,16)	B (7,22)	D (9,16)	A (10,79)	Notasi
C (5,16)	-	-	-	-	a
B (7,22)	2.06**	-	-	-	b
D (9,16)	4**	1.94**	-	-	b
A (10,79)	5.63**	3.57**	1.63**	-	b

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa perlakuan C sangat berbeda nyata terhadap perlakuan B, D dan A. Perlakuan B sangat berbeda nyata terhadap perlakuan D dan A, Perlakuan D berbeda sangat nyata terhadap perlakuan A.



Gambar 7. Grafik hubungan dosis probiotik dengan bahan organik total

Hasil analisa regresi didapatkan hubungan yang kuadratik antara perlakuan pemberian probiotik dengan dosis berbeda terhadap kadar bahan organik total yang memiliki persamaan kuadratik $Y = 43,44x^2 - 153,42x + 122,35$ dan $R^2 = 0,98$ dimana nilai bahan organik total maksimal pada perlakuan pemberian probiotik pada dosis 1.8 ppm dengan nilai bahan organik total sebesar 13,06 ppm. Grafik hubungan dosis probiotik dengan kadar bahan organik total dapat dilihat pada Gambar diatas.

Gambar 7 menunjukkan bahwa dengan semakin meningkatnya dosis perlakuan yang diberikan ke dalam media berpengaruh terhadap semakin menurunnya nilai bahan organik total dalam air, hingga nilai bahan organik total dalam air terendah dicapai pada perlakuan pemberian dosis 2 ppm (perlakuan C) dan setelah itu nilai bahan organik total yang berbeda. Rendahnya nilai bahan organik total pada dosis tersebut bila dibandingkan dengan perlakuan yang lain diduga karena telah terjadi keseimbangan lingkungan.

Perlakuan pemberian probiotik dengan dosis 2 ppm memberikan hasil yang lebih baik daripada dosis lain. Bakteri probiotik memiliki fungsi antara lain untuk mendegradasi bahan organik, dengan demikian laju degradasi bahan organik di perairan akan semakin efisien. Perlakuan D perombakan bahan organik oleh bakteri probiotik tidak semaksimal perlakuan C, karena kelimpahan bakteri probiotik terlalu banyak yang mengakibatkan kompetisi nutrisi sehingga penguraian bahan organik tidak berjalan dengan maksimal.

Nitrogen yang terikat secara organik terutama terdapat dalam bentuk protein. Protein dipecah oleh eksoenzim menjadi asam amino. Zat ini diambil oleh sel dan oleh protease intraseluler diurai menjadi asam amino. Pada penguraian protein yang berperan adalah bakteri probiotik (Schlegel, 1994).

Berkurangnya kandungan bahan organik disebabkan perombakan yang dilakukan oleh bakteri probiotik, dimana proses perombakan yang dilakukan secara enzimatik. Bahan organik berasal dari organisme yang telah mati, hasil ekskresi atau feses ikan dan sisa pakan yang tidak termakan kondisi perairan dengan bahan organik tinggi menyebabkan kualitas air menurun karena timbulnya bakteri patogen.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang pemberian probiotik dengan dosis berbeda terhadap laju pertumbuhan benih ikan gurami dapat disimpulkan sebagai berikut

- Hasil identifikasi yang dilakukan di Laboratorium Bakteriologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya, diketahui bahwa bakteri probiotik yang digunakan adalah *Leuconostoc mesenteroides*.
- Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan pemberian probiotik dengan dosis berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap laju pertumbuhan, kadar amonia, dan bahan organik total tetapi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap suhu, Ph, dan oksigen terlarut.
- Pada laju pertumbuhan yang tertinggi terdapat pada perlakuan C sebesar 0,08 %BW/hari dan laju pertumbuhan terendah pada perlakuan kontrol sebesar 0,036 %BW/hari.
- Pada kadar amonia yang tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 0,37 ppm dan amonia terendah pada perlakuan C sebesar 0,13 ppm. Pada hasil penelitian amonia ini masih dalam batas optimal karena batas kritis benih gurami dalam media pemeliharaan adalah 0,60 ppm.
- Pada bahan organik yang tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 14,43 ppm dan bahan organik terendah pada perlakuan C sebesar 5,16 ppm. Pada hasil

penelitian bahan organik ini masih dalam batas optimal karena batas optimal benih gurami dalam media pemeliharaan adalah 20 ppm.

- Dari hasil analisa regresi didapatkan hubungan yang kuadratik antara perlakuan dosis dengan laju pertumbuhan dengan persamaan $Y = -0.04x^2 + 0.15x - 0.08$ dan $R^2 = 0.82$ Hubungan antara perlakuan dosis dengan kadar amonia berbentuk kuadratik dengan persamaan $Y = 0.16x^2 - 0.6x + 0.66$ dan $R^2 = 0.70$. Hubungan antara perlakuan dosis dengan kadar bahan organik total berbentuk kuadratik dengan persamaan $Y = 43.44x^2 - 153.42x + 122.35$ dan $R^2 = 0.98$
- Suhu rata-rata media pemeliharaan selama penelitian berkisar antara 26.7 – 27.3°C, sedangkan nilai oksigen terlarut rata-rata media pemeliharaan selama penelitian berkisar antara 5.67 – 5.89 dan pH rata-rata media pemeliharaan selama penelitian berkisar antara 7.92-8.05, dimana kisaran kualitas air tersebut masih dalam kondisi normal.

5.2 SARAN

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pemberian probiotik yang dicampur dalam pakan untuk memacu pertumbuhan ikan gurami.
- Dalam budidaya ikan gurami stadia benih, untuk mendapatkan laju pertumbuhan terbaik dianjurkan untuk menggunakan probiotik dengan dosis 2 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2003. **Pembenihan Ikan Gurami Secara Alami**. Loka Budidaya Air Tawar Mandingan. Kalimantan Selatan. 2 hal
- Anonymous. 2004. **Kebutuhan Probiotik Dalam Tubuh**. Republika. Edisi 25 Mei 2004
- Anonymous. 2007. **Pembenihan Ikan Gurame Menuju Intensif**. www.jabar.litbang.deptan.go.id.
- Adnan, M., E. L. Martawijaya, dan B. S. Setiawan. 2002. **Pembenihan Gurami di Dalam Akuarium**. Cetakan Pertama. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Asselineau, J. 1996. **The Bacterial Lipid**. Holden-Day Inc. California. Hal 235-237.
- Bonang, G. 1982. **Mikrobiologi Kedokteran untuk Laboratorium dan Klinik**. PT Gramedia. Jakarta.
- Boyd, C. E. 1982. **Water Quality Management for Pond Fish Culture**. Department of Fisheries and Allied Aquaculture Auburn University. Alabama
- Bryan Charles, G. 1998. **Principles and Practice Bacteriology**. Third edition. Barnes and Noble Inc. New York.
- Effendie, M. I. 1997. **Biologi Perikanan**. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta.
- Eko, E. 2008. **Fungsi Probiotik Dalam Budidaya Perikanan**. www.jabar.litbang.deptan.go.id.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. **Mikrobiologi Pangan 1**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 320 hal.
- Irianto, A. 2003. **Probiotik Akuakultur**. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 125 hal.
- Jangkaru, Zulkifli. 2006. **Memacu Pertumbuhan Gurami**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Khairuman dan Amri, K. 2005. **Pembenihan dan Pembesaran Gurami Seraca Intensif**. Agomedia Pustaka. Jakarta.
- Lesmana, S. D. 2001. **Kualitas Air Untuk Ikan Hias Air Tawar**. Penebar Swadaya Jakarta

- Moon, H.Y., Mackenzie, D.S. dan Gatlin, D.M. 1994. **Effect of Dietary Thyroid Hormone on the Red Drum (*Sciaenops ocellatus*)**. Fish Physiology and Biochemistry vol. 12 no. 5 pp : 369-380.
- Mulyadi, D., Subaidah, S., Harjono, S dan Fachrurrozi. 2002. **Pemberian Probiotik Pada Pemeliharaan Larva Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*)**. Laporan Hasil Perencanaan. Balai Budidaya Air Payau Situbondo. 9 hal.
- Mustafa, A., Nurhidayah, Nurjanna, Sabang, R., Sutrisyani. 2001. **Pemanfaatan Bakteri Pengurai Bahan Organik Asal Tanah Gambut Pada Tanah Dari Tambak Udang Intensif**. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. Volume 7 Nomor 1. 10 hal.
- Nalley,W,M. 2001. **Tinjauan Fisiologis Bioteknologi**. Makalah Falsafah Sains (PPs 702) Program Pasca Sarjana / S3 Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- NRC (National Kescharch Council) 1977. **Nutrient Reyuirements of Warmwater Fishes**. National Acaderny Preis. Washington, D.C.. USA.
- Prihartono, R. Eko. 2004. **Permasalahan Gurami dan Solusinya**. Cetakan ke tiga. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Poernomo, Alie. 2003. **Teknologi Probiotik Untuk Mengatasi Permasalahan Tambak Udang Windu (*P. Monodon*)**. Pertemuan Evaluasi Status Terkini Perkembangan Budidaya Udang Vannamei di Jawa Timur. Situbondo. 7-12 hal.
- Puspowardoyo, H. Siregar Djarijah. 1992. **Membudidayakan Gurami Secara Intensif**. Penerit Kanisius. Yogyakarta.
- Respati, H. dan Santoso, B. 1993. **Petunjuk Praktis Budidaya Ikan Gurami**. Kanisius. Yogyakarta.
- Riski dan Sendjaja. 2006. **Usaha Pembenihan Gurami**. Cetakan keempat. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rukmana, Rahmat. 2005. **Ikan Gurami Pembenihan dan Pembesaran**. Kanisius. Yogyakarta.
- Sastrosupadi, A. 1973. **Statistik Percobaan**. Lembaga Pengembangan Tanaman Industri. Balai Pengembangan Penelitian Pertanian. Malang. 296 hal.
- Schlegel, H. G dan Schmidt, K. 1994. **Mikrobiologi Umum**. Alih Bahasa : Tedjo Baskoro. Edisi Keenam. UGM Press. Yogyakarta. 21 hal

- Sitanggang, Maloedyn dan Sarwono, B. 2006. **Budidaya Gurami**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sudirdjo, Marsoedi dan Hariati A.M. 2001. **Efektifitas Bakteri Super-NB Dalam Mengendalikan Laju Akumulasi Bahan Organik Dan Kualitas Air Media Budidaya Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab)**. Jurnal Biosain. Volume 1 Nomor 3. 41 hal
- Sunarto. 2003. **Peranan Dekomposisi Dalam Proses Produksi Pada Ekosistem Laut**. Pengantar Falsafah Sains. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 12 hal.
- Suprpto. 2002. **Petunjuk Operasional Laboratorium Mini Untuk Tambak Udang**. Departemen Penelitian dan Pengembangan Budidaya Udang. UD. Tirta. Bandar Lampung. 19 hal.
- Surakhmad, W. 1980. **Pengantar Penelitian Ilmiah**. Penerbit Tarsito. Bandung.
- Suryabrata, S. 1983. **Metodologi Penelitian**. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Susanto, H. 1989. **Budidaya Ikan Gurame**. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Yitnosumarto, S., 1995. **Percobaan, Perencanaan. Analisa dan Interpretasinya**. PT Gramedia Pustaka Umum. Jakarta
- Zonneveld, N. Huisman, E. A dan Boon, J. H. 1991. **Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan**. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Lampiran 1. Peralatan dan Bahan Penelitian



a. Timbangan analitik



b. pH meter



c. DO meter



c. Benih Ikan Gurami



d. Probiotik

Lampiran 2. Unit Percobaan



a. Tempat Unit Percobaan



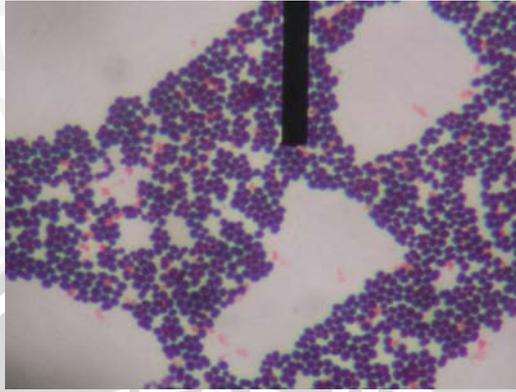
b. Letak Unit Percobaan

Lampiran 3. Data Identifikasi Bakteri Probiotik

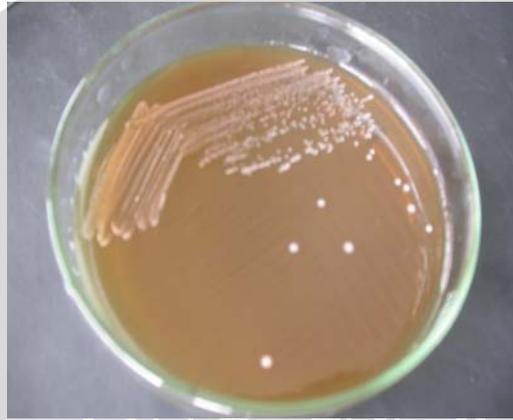
JENIS TES	HASIL
KGP	POSITIF
Katalase	NEGATIF
FERMENT GULA-GULA	
Glukosa	POSITIF
Fruktosa	POSITIF
Sukrosa	POSITIF
Maltosa	POSITIF
Laktosa	POSITIF
Arabinosa	POSITIF
Raffinosa	POSITIF
Xylosa	POSITIF
Rhamnosa	NEGATIF
SUHU PERTUMBUHAN	
25 ⁰ C	POSITIF
37 ⁰ C	POSITIF
40 ⁰ C	NEGATIF
45 ⁰ C	NEGATIF
UJI NaCl	
3%	POSITIF
4%	NEGATIF
6,5%	NEGATIF
10%	NEGATIF
UJI KARAKTERISTIK	
Proteolitik	POSITIF
Amilolitik	POSITIF
Lipolitik	NEGATIF
DX. LAB.	<i>L. mesenteroides</i>

Sumber: Laboratorium Bakteriologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya

Lampiran 4. Koloni Bakteri Probiotik



a. Koloni bakteri *Leuconostoc mesenteroides*



b. Koloni bakteri *Leuconostoc mesenteroides* yang tumbuh pada media TSA

Lampiran 5. Data laju pertumbuhan spesifik

Perlakuan	Hari		SGR (%BW/hari)
	0	20	
A1	0,08	0,19	0,04
A2	0,07	0,19	0,05
A3	0,08	0,15	0,03
B1	0,08	0,22	0,05
B2	0,07	0,19	0,05
B3	0,08	0,24	0,06
C1	0,08	0,35	0,08
C2	0,07	0,34	0,08
C3	0,08	0,37	0,08
D1	0,08	0,20	0,05
D2	0,07	0,18	0,05
D3	0,08	0,20	0,05
K1	0,08	0,15	0,04
K2	0,07	0,14	0,03
K3	0,08	0,16	0,04

ANALISA DATA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
A	0,04	0,05	0,03	0,12	0,040
B	0,05	0,05	0,06	0,16	0,053
C	0,08	0,08	0,08	0,24	0,080
D	0,05	0,05	0,05	0,15	0,050
Total				0,67	0,22
K	0,04	0,03	0,04		

$$\begin{aligned} \text{Faktor Koreksi} &= (0,67)^2 / 12 \\ &= 0,4489 / 12 = 0,0374 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{J}_K \text{ Total} &= (0,04)^2 + (0,05)^2 + \dots + (0,05)^2 - \text{FK} \\ &= 0,0403 - 0,0374 = 0,0029 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{J}_K \text{ Perlakuan} &= (0,12)^2 + (0,16)^2 + (0,24)^2 + (0,15)^2 / 3 - \text{FK} \\ &= 0,0400 - 0,0374 = 0,0026 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{J}_K \text{ Acak} &= \text{J}_K \text{ Total} - \text{J}_K \text{ Perlakuan} \\ &= 0,0029 - 0,0026 = 0,0003 \end{aligned}$$

ANALISA RAGAM

Sumber keragaman	dB	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,0026	0,0009	22,5**	4,07	7,59
Acak	8	0,0003	0,00004			
Total	11	0,0029				

** : Sangat Berbeda Nyata

UJI BEDA NYATA TERKECIL (BNT)

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2 \times \text{KT acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,00004}{3}} = \sqrt{0,00003} = 0,005$$

$$\text{BNT } 5\% = t \text{ tabel } 5\% (\text{dB acak}) * \text{SED} = 2,306 \times 0,005 = 0,012$$

$$\text{BNT } 1\% = t \text{ tabel } 1\% (\text{dB acak}) * \text{SED} = 3,355 \times 0,005 = 0,017$$

Perlakuan	A (0,040)	D (0,050)	B (0,053)	C (0,080)	Notasi
A (0,040)	-	-	-	-	a
D (0,050)	0,010	-	-	-	a
B (0,053)	0,013*	0,003 ^{ns}	-	-	ab
C (0,080)	0,040**	0,030**	0,027**	-	c

POLINOMIAL ORTHOGONAL

Perlakuan	Hasil Pengamatan (Ti)	Pembanding (Ci)		
		Linier	Kuadratik	Kubik
A	0,12	-3	+1	-1
B	0,16	-1	-1	3
C	0,24	+1	-1	-3
D	0,15	3	+1	+1
Q = Σ (Ci x Ti)	-	0,17	-0,13	-0,21
Kr = (ΣCi²) r	-	60	12	60
JK regresi = Q² / Kr		0,0005	0,0014	0,0007

SIDIK RAGAM REGRESI

Sumber keragaman	dB	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	3	-	-	-	-	-
- Linier	1	0,0005	0,0005	12,5**	5,32	11,26
- Kuadratik	1	0,0014	0,0014	35**		
- Kubik	1	0,0007	0,0007	17,5**		
2. Acak	8	0,0003	0,00004			
Total	11	0,0029				

$$R^2 \text{ Kuadratik} = \frac{0,0014}{0,0014 + 0,0003} = 0,82 ; r = \sqrt{0,82} = 0,91$$

Persamaan Kuadratik

$$Y = b_0 + b_1 \cdot U_j + b_2 U_j^2$$

Rata-rata Perlakuan

$$x' = \frac{1 + 1,5 + 2 + 2,5}{4} = 1,75$$

$$U_j = \frac{x - x'}{d} = \frac{x - 1,75}{0,5}$$

Dimana : $x = 1$, maka $U_j = -1,5$

$x = 1.5$, maka $U_j = -0,5$

$x = 2$, maka $U_j = 0,5$

$x = 2.5$, maka $U_j = 1,5$

Perlakuan	A	B	C	D	Total
X_j	1	1,5	2	2,5	
U_j	-1,5	-0,5	0,5	1,5	0
U_j²	2,25	0,25	0,25	2,25	5
U_j⁴	5,1	0,1	0,1	5,1	10,4
Y_{ij}	0,12	0,16	0,24	0,15	0,67
U_j . Y_{ij}	-0,18	-0,08	0,12	0,225	0,09
U_j² . Y_{ij}	0,27	0,04	0,06	0,34	0,71

Untuk mencari persamaan kuadrat

Mencari nilai b_1

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

$$0,09 = b_1 \cdot 15$$

$$b_1 = 0,006$$

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

$$0,67 = b_0 \cdot 12 + b_2 \cdot 15 \dots (1)$$

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

$$0,71 = b_0 \cdot 15 + b_2 \cdot 31,2 \dots (2)$$

Persamaan (1) dan (2)

$$0,67 = b_0 \cdot 12 + b_2 \cdot 15 \quad (x5) \rightarrow 3,35 = b_0 \cdot 60 + b_2 \cdot 75$$

$$0,71 = b_0 \cdot 15 + b_2 \cdot 31,2 \quad (x4) \rightarrow \underline{2,84 = b_0 \cdot 60 + b_2 \cdot 124,8}$$

$$0,51 = -49,8 b_2$$

$$b_2 = -0,01$$

Nilai didistribusikan ke persamaan (1)

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

$$0,67 = b_0 \cdot 12 + b_2 \cdot 15$$

$$0,67 = b_0 \cdot 12 + (-0,01) \cdot 15$$

$$0,67 = b_0 \cdot 12 + (-0,15)$$

$$0,82 = b_0 \cdot 12$$

$$b_0 = 0,07$$

Nilai b_0 , b_1 , dan b_2 disubstitusikan kedalam rumus umum kuadratik :

$$Y = b_0 + b_1 \cdot U_j + b_2 \cdot U_j^2$$

$$= 0,07 + \left[(0,006) \cdot \left(\frac{x-1,75}{0,5} \right) \right] + \left[(-0,01) \cdot \left(\frac{x^2 - 3,5x + 3,06}{0,25} \right) \right]$$

$$= 0,07 + \left[\left(\frac{0,006x - 0,011}{0,5} \right) \right] + \left[\left(\frac{-0,01x^2 + 0,035x - 0,031}{0,25} \right) \right]$$

$$= 0,07 + 0,012x - 0,022 - 0,04x^2 + 0,14x - 0,124$$

$$= -0,04x^2 + 0,15x - 0,08$$

Jadi, persamaan kuadratnya yaitu:

$$Y = -0,04x^2 + 0,15x - 0,08$$

Untuk $x = 1$, maka $y = 0,03$

$x = 1,5$ maka $y = 0,05$

$x = 2$ maka $y = 0,06$

$x = 2,5$ maka $y = 0,04$

Untuk mencari nilai titik puncak dari persamaan

$$Y = -0,04x^2 + 0,15x - 0,08$$

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

$$Y' = [2x - 0,08x] + 0,15$$

$$0 = -0,08x + 0,15$$

$$x = 1,9$$

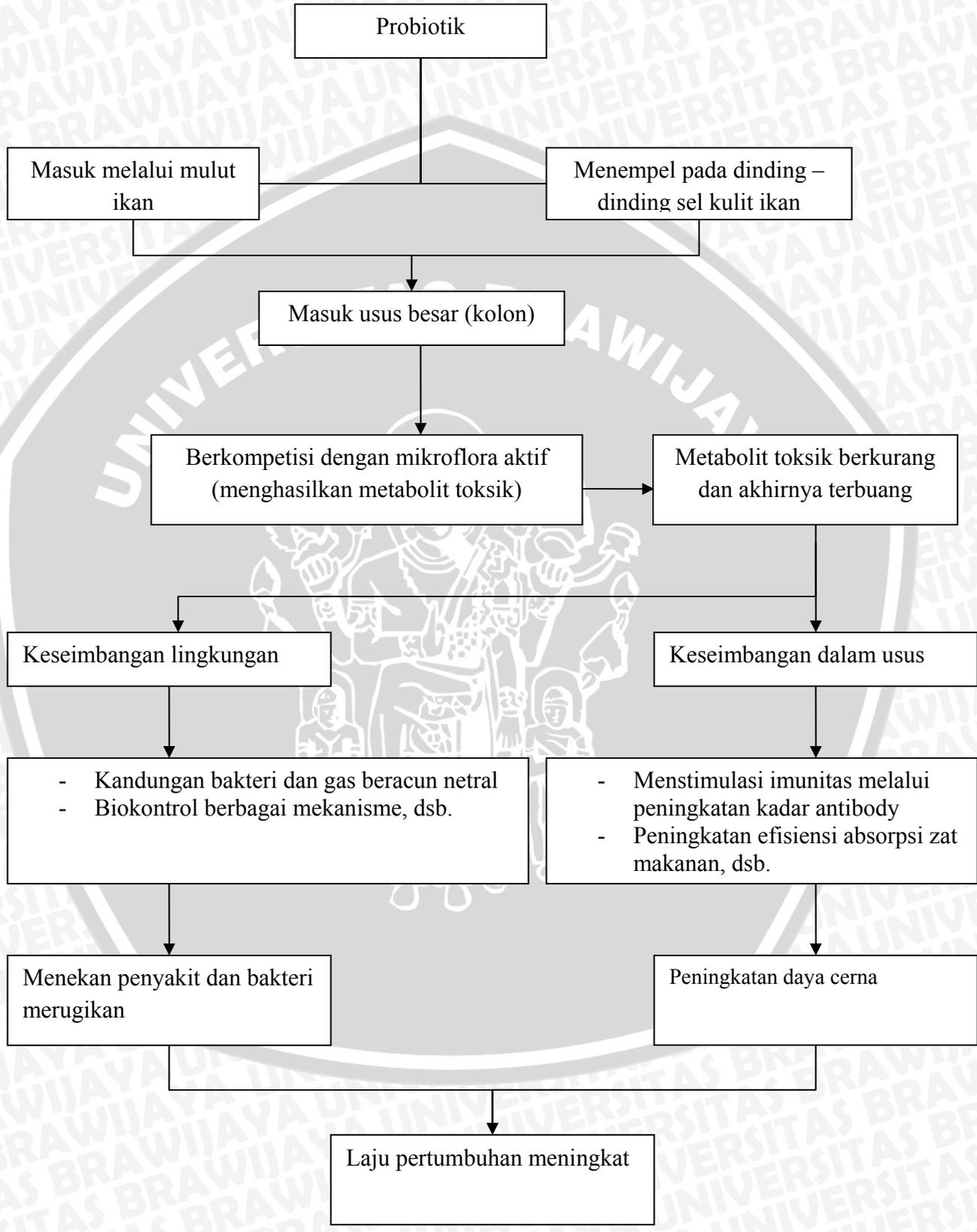
Nilai x disubstitusikan ke persamaan

$$Y = -0,04x^2 + 0,15x - 0,08$$

$$Y = 0,06$$

Jadi, laju pertumbuhan maksimum sebesar 0,06 % BW/hari didapat pada dosis 1,9 ppm.

Lampiran 6. Cara Kerja Probiotik Terhadap Ikan





Lampiran 7. Data pengukuran suhu

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
A	26,5	27,1	26,1	79,7	26,7
B	27,3	26,9	27,2	81,4	27,1
C	27,1	26,8	27,9	81,8	27,3
D	26,6	26,9	27,5	81	27
Total				323,9	108,1
K	27,5	27,3	27,1		

Faktor Koreksi : $(323,9)^2 / 12 = 8742,6$

JK Total : $(26,5)^2 + (27,1)^2 + \dots + (27,5)^2 - FK$
 : $8745,1 - 8742,6 = 2,5$

JK Perlakuan : $[(79,7)^2 + (81,4)^2 + \dots + (81)^2] / 3 - FK$
 : $8743,9 - 8742,6 = 1,3$

JK Acak : JK total – JK perlakuan
 : $2,5 - 1,3 = 1,2$

ANALISA RAGAM

Sumber keragaman	dB	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	1,3	0,43	2,87 ^{ns}	4,07	7,59
Acak	8	1,2	0,15			
Total	11	2,5				

^{ns}: Tidak Berbeda Nyata



Lampiran 8. Data pengukuran oksigen terlarut

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
A	5,68	5,9	5,73	17,31	5,77
B	5,62	5,53	5,86	17,01	5,67
C	6,02	5,73	5,91	17,66	5,89
D	5,72	5,74	5,62	17,08	5,69
				69,06	23,02
K	5,7	5,56	5,81		

Faktor Koreksi : $(69,06)^2 / 12 = 397,44$

JK Total : $(5,68)^2 + (5,90)^2 + \dots + (5,62)^2 - FK$
 : $397,66 - 397,44 = 0,22$

JK Perlakuan : $[(17,31)^2 + (17,01)^2 + \dots + (17,08)^2] / 3 - FK$
 : $397,53 - 397,44 = 0,09$

JK Acak : JK Total - JK Perlakuan
 : $0,22 - 0,09 = 0,13$

ANALISA RAGAM

Sumber keragaman	dB	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,09	0,03	1,5 ^{ns}	4,07	7,59
Acak	8	0,13	0,02			
Total	11	0,22				

^{ns}: Tidak Berbeda Nyata



Lampiran 9. Data pengukuran pH

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
A	8,07	7,96	8,03	24,06	8,02
B	8,00	8,02	7,98	24	8
C	7,97	7,83	7,96	23,76	7,92
D	8,00	8,13	8,01	24,14	8,05
				95,96	31,99
K	8,13	8,09	8,07		

Faktor Koreksi : $(95,96)^2 / 12 = 767,36$

JK Total : $(8,07)^2 + (7,96)^2 + \dots + (8,01)^2 - FK$
 : $767,42 - 767,36 = 0,06$

JK Perlakuan : $[(24,06)^2 + (24)^2 + \dots + (24,14)^2] / 3 - FK$
 : $767,39 - 767,36 = 0,03$

JK Acak : JK Total - JK Perlakuan
 : $0,06 - 0,03 = 0,03$

ANALISA RAGAM

Sumber keragaman	dB	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,03	0,01	2,5 ^{ns}	4,07	7,59
Acak	8	0,03	0,004			
Total	11	0,06				

^{ns}: Tidak Berbeda Nyata

Lampiran 10. Data pengukuran amonia

Perlakuan	Hari				Rata-rata
	5	10	15	20	
A1	0,26	0,23	0,26	0,25	0,25
A2	0,23	0,26	0,27	0,29	0,26
A3	0,22	0,28	0,31	0,29	0,28
B1	0,18	0,16	0,15	0,17	0,17
B2	0,19	0,14	0,14	0,20	0,17
B3	0,21	0,14	0,17	0,15	0,17
C1	0,13	0,12	0,15	0,12	0,13
C2	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
C3	0,13	0,13	0,15	0,16	0,14
D1	0,22	0,19	0,25	0,18	0,21
D2	0,19	0,21	0,20	0,24	0,21
D3	0,21	0,18	0,21	0,23	0,21
K1	0,36	0,43	0,38	0,31	0,37
K2	0,34	0,42	0,34	0,39	0,37
K3	0,41	0,42	0,37	0,40	0,40

ANALISA DATA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
A	0,25	0,26	0,28	0,79	0,26
B	0,17	0,17	0,17	0,51	0,17
C	0,13	0,12	0,14	0,39	0,13
D	0,21	0,21	0,21	0,63	0,21
TOTAL				2,32	0,77
K	0,37	0,37	0,37		

$$\begin{aligned} \text{Faktor Koreksi} &= (2,32)^2 / 12 \\ &= 5,38 / 12 = 0,45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} J_K \text{ Total} &= [(0,25)^2 + (0,26)^2 + (0,28)^2 + \dots + (0,21)^2] - FK \\ &= 0,48 - 0,45 = 0,03 \end{aligned}$$

$$J_K \text{ Perlakuan} = [(0,79)^2 + (0,51)^2 + (0,39)^2 + (0,63)^2] / 3 - FK$$

$$= 0,47 - 0,45 = 0,02$$

$$J_K \text{ Acak} = Jk \text{ Total} - Jk \text{ Perlakuan}$$

$$= 0,03 - 0,02 = 0,01$$

ANALISA RAGAM

Sumber keragaman	dB	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,02	0,007	7*	4,07	7,59
Acak	8	0,01	0,001			
Total	11	0,03				

* : Berbeda Nyata

UJI BEDA NYATA TERKECIL (BNT)

$$SED = \sqrt{\frac{2 \times KT \text{ acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,001}{3}} = \sqrt{0,0007} = 0,03$$

$$BNT \ 5\% = t \text{ tabel } 5\% \text{ (dB acak)} * SED = 2,306 \times 0,03 = 0,07$$

$$BNT \ 1\% = t \text{ tabel } 1\% \text{ (dB acak)} * SED = 3,355 \times 0,03 = 0,10$$

Perlakuan	C (0,13)	B (0,17)	D (0,21)	A (0,26)	Notasi
C (0,13)	-	-	-	-	a
B (0,17)	0,04 ^{ns}	-	-	-	a
D (0,21)	0,08*	0,04 ^{ns}	-	-	b
A (0,26)	0,13**	0,09*	0,05 ^{ns}	-	b

POLINOMIAL ORTHOGONAL

Perlakuan	Hasil Pengamatan (Ti)	Pembanding (Ci)		
		Linier	Kuadratik	Kubik
A	0,79	-3	+1	-1
B	0,51	-1	-1	3
C	0,39	+1	-1	-3
D	0,63	3	+1	+1
Q = Σ (Ci x Ti)	-	-0,6	0,52	0,2
Kr = (ΣCi ²) r	-	60	12	60
JK regresi = Q ² / Kr	-	0,006	0,023	0,001

SIDIK RAGAM REGRESI

Sumber keragaman	dB	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	3	-	-	-	-	-
- Linier	1	0,006	0,006	4,62 ^{ns}	5,32	11,26
- Kuadratik	1	0,023	0,023	17,69**		
- Kubik	1	0,001	0,001	0,77 ^{ns}		
2. Acak	8	0,01	0,0013			
Total	11	0,04	-			

$$R^2 \text{ kuadratik} = \frac{0,023}{0,023 + 0,01} = 0,70 ; r = \sqrt{0,70} = 0,84$$

Persamaan Kuadratik

$$Y = b_0 + b_1 \cdot U_j + b_2 U_j^2$$

Rata-rata Perlakuan

$$x' = \frac{1 + 1,5 + 2 + 2,5}{4} = 1,75$$

$$U_j = \frac{x - x'}{d} = \frac{x - 1,75}{0,5}$$

Dimana : $x = 1$, maka $U_j = -1,5$

$x = 1.5$, maka $U_j = -0,5$

$x = 2$, maka $U_j = 0,5$

$x = 2.5$, maka $U_j = 1,5$

Perlakuan	A	B	C	D	Total
X_j	1	1,5	2	2,5	
U_j	-1,5	-0,5	0,5	1,5	0
U_j^2	2,25	0,25	0,25	2,25	5
U_j^4	5,1	0,1	0,1	5,1	10,4
Y_{ij}	0,79	0,51	0,39	0,63	2,32
$U_j \cdot Y_{ij}$	-1,185	-0,255	0,195	0,945	-0,3
$U_j^2 \cdot Y_{ij}$	1,7775	0,1275	0,0975	1,4175	3,42

Untuk mencari persamaan kuadrat

Mencari nilai b_1

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

$$-0,3 = b_1 \cdot 15$$

$$b_1 = -0,02$$

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

$$2,32 = b_0 \cdot 12 + b_2 \cdot 15 \dots (1)$$

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

$$3,42 = b_0 \cdot 15 + b_2 \cdot 31,2 \dots (2)$$

Persamaan (1) dan (2)

$$2,32 = b_0 \cdot 12 + b_2 \cdot 15 \text{ (x5)} \rightarrow 11,6 = b_0 \cdot 60 + b_2 \cdot 75$$

$$3,42 = b_0 \cdot 15 + b_2 \cdot 31,2 \text{ (x4)} \rightarrow 13,68 = b_0 \cdot 60 + b_2 \cdot 124,8$$

$$-2,08 = -49,8 b_2$$

$$b_2 = 0,04$$

Nilai didistribusikan ke persamaan (1)

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

$$2,32 = b_0 \cdot 12 + b_2 \cdot 15$$

$$2,32 = b_0 \cdot 12 + (0,04) \cdot 18$$

$$2,32 = b_0 \cdot 12 + 0,7$$

$$1,32 = b_0 \cdot 12$$

$$b_0 = 0,11$$

Nilai b_0 , b_1 , dan b_2 disubstitusikan kedalam rumus umum kuadratik :

$$Y = b_0 + b_1 \cdot U_j + b_2 \cdot U_j^2$$

$$= 0,11 + \left[(-0,02) \left(\frac{x-1,75}{0,5} \right) \right] + \left[(0,04) \left(\frac{x^2 - 3,5x + 3,06}{0,25} \right) \right]$$

$$= 0,11 + \left[\frac{-0,02x + 0,035}{0,5} \right] + \left[\frac{0,04x^2 - 0,14x + 0,12}{0,25} \right]$$

$$= 0,11 - 0,04x + 0,07 + 0,16x^2 - 0,56x + 0,48$$

$$= 0,16x^2 - 0,6x + 0,66$$

Jadi, persamaan kuadratiknya yaitu:

$$Y = 0,16x^2 - 0,6x + 0,66$$

Untuk $x = 1$, maka $y = 0,22$

$x = 1,5$ maka $y = 0,12$

$x = 2$ maka $y = 0,10$

$x = 2,5$ maka $y = 0,16$

Untuk mencari nilai titik puncak dari persamaan

$$Y = 0,16x^2 - 0,6x + 0,66$$

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

$$Y' = [2(0,16)x] - 0,6$$

$$0 = 0,32x - 0,6$$

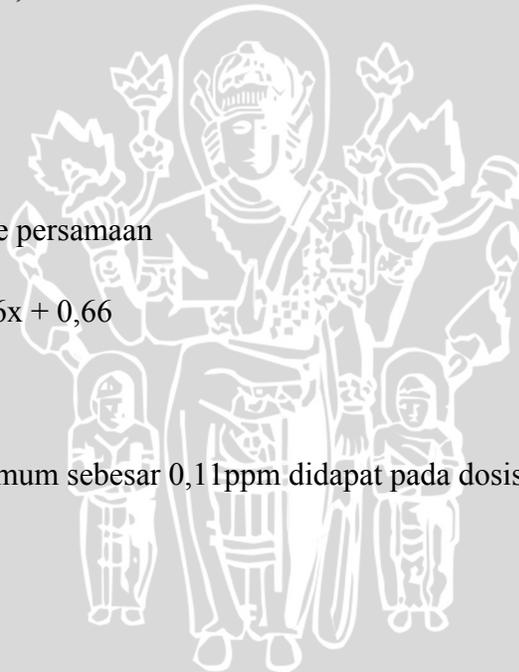
$$x = 1,9$$

Nilai x disubstitusikan ke persamaan

$$Y = 0,16x^2 - 0,6x + 0,66$$

$$Y = 0,11$$

Jadi, nilai amonia maksimum sebesar 0,11 ppm didapat pada dosis 1,9 ppm.



Lampiran 11. Data pengukuran bahan organik total

Perlakuan	Hari				Rata-rata
	5	10	15	20	
A1	6,39	12,36	14,21	9,63	10,65
A2	8,36	11,12	13,21	10,54	10,81
A3	7,84	12,18	13,39	10,23	10,91
B1	6,32	5,49	6,71	8,12	6,66
B2	7,32	6,39	7,54	9,13	7,60
B3	7,92	7,12	6,39	8,12	7,39
C1	4,71	3,66	3,15	7,67	4,80
C2	6,31	5,32	3,29	6,31	5,31
C3	5,49	4,69	4,58	6,71	5,37
D1	6,13	9,87	10,39	9,64	9,01
D2	10,21	8,31	9,16	10,29	9,49
D3	8,13	9,68	8,62	9,53	8,99
K1	6,32	9,48	15,80	25,28	14,22
K2	7,39	10,02	14,39	26,94	14,69
K3	6,92	9,15	16,52	24,90	14,37

ANALISA DATA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
A	10,65	10,81	10,91	32,37	10,79
B	6,66	7,60	7,39	21,65	7,22
C	4,80	5,31	5,37	15,48	5,16
D	9,01	9,49	8,99	27,49	9,16
TOTAL				96,99	32,33
K	14,22	14,69	14,37		

$$\begin{aligned} \text{Faktor Koreksi} &= (96,99)^2 / 12 \\ &= 9407,06 / 12 = 783,92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} J_K \text{ Total} &= (10,65)^2 + (10,81)^2 + \dots + (8,99)^2 - FK \\ &= 838,17 - 783,92 = 54,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} J_K \text{ Perlakuan} &= [(32,37)^2 + (21,65)^2 + (15,48)^2 + (27,49)^2] / 3 - FK \\ &= 837,29 - 783,92 = 53,37 \end{aligned}$$

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

$$54,25 - 53,37 = 0,88$$

ANALISA RAGAM

Sumber keragaman	dB	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	53,37	17,79	161,73**	4,07	7,59
Acak	8	0,88	0,11			
Total	11	54,25				

** : Berbeda Sangat Nyata

UJI BEDA NYATA TERKECIL (BNT)

$$SED = \sqrt{\frac{2 \times KT \text{ acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,11}{3}} = \sqrt{0,07} = 0,26$$

$$BNT \text{ 5\%} = t \text{ tabel 5\% (dB acak)} \times SED = 2,306 \times 0,26 = 0,60$$

$$BNT \text{ 1\%} = t \text{ tabel 1\% (dB acak)} \times SED = 3,355 \times 0,26 = 0,87$$

Perlakuan	C (5,16)	B (7,22)	D (9,16)	A (10,79)	Notasi
C (5,16)	-	-	-	-	a
B (7,22)	2.06**	-	-	-	b
D (9,16)	4**	1.94**	-	-	b
A (10,79)	5.63**	3.57**	1.63**	-	b

POLINOMIAL ORTHOGONAL

Perlakuan	Hasil Pengamatan (Ti)	Pembanding (Ci)		
		Linier	Kuadratik	Kubik
A	32,37	-3	+1	-1
B	21,65	-1	-1	3
C	15,48	+1	-1	-3
D	27,49	3	+1	+1
Q = Σ (Ci x Ti)	-	-20,81	22,73	13,63
Kr = (ΣCi ²) r	-	60	12	60
JK regresi = Q ² / Kr		7,22	43,05	3,1

SIDIK RAGAM REGRESI

Sumber keragaman	dB	JK	KT	Uji F		
				F hitung	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	3	-	-	-	-	-
- Linier	1	7,22	7,22	65,64**	5,32	11,26
- Kuadratik	1	43,05	43,05	31,36**		
- Kubik	1	3,1	3,1	28,18**		
2. Acak	8	0,88	0,11			
Total	11		-			

$$R^2 \text{ kuadratik} = \frac{43.05}{43,05 + 0,88} = 0,98 ; r = \sqrt{0,98} = 0,99$$

Persamaan Kuadratik

$$Y = b_0 + b_1 \cdot U_j + b_2 U_j^2$$

Rata-rata Perlakuan

$$x' = \frac{1+1,5+2+2,5}{4} = 1,75$$

$$U_j = \frac{x - x'}{d} = \frac{x - 1,75}{0,5}$$

Dimana : x = 1, maka U_j = -1,5

x = 1,5, maka U_j = -0,5

x = 2, maka U_j = 0,5

x = 2,5, maka U_j = 1,5

Perlakuan	A	B	C	D	Total
X_j	1	1,5	2	2,5	
U_j	-1,5	-0,5	0,5	1,5	0
U_j²	2,25	0,25	0,25	2,25	5
U_j⁴	5,1	0,1	0,1	5,1	10,4
Y_{ij}	32,37	21,65	15,48	27,49	6,99
U_j · Y_{ij}	-48,56	-10,83	7,74	41,24	-10,41
U_j² · Y_{ij}	72,83	5,41	3,87	61,85	143,97

Untuk mencari persamaan kuadrat

Mencari nilai b_1

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

$$-10,41 = b_1 \cdot 15$$

$$b_1 = -0,69$$

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

$$6,99 = b_0 \cdot 12 + b_2 \cdot 15 \dots (1)$$

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

$$143,97 = b_0 \cdot 15 + b_2 \cdot 31,2 \dots (2)$$

Persamaan (1) dan (2)

$$6,99 = b_0 \cdot 12 + b_2 \cdot 15 \text{ (x5)} \rightarrow 34,95 = b_0 \cdot 60 + b_2 \cdot 75$$

$$143,97 = b_0 \cdot 15 + b_2 \cdot 31,2 \text{ (x4)} \rightarrow \underline{575,88 = b_0 \cdot 60 + b_2 \cdot 124,8}$$

$$-540,93 = -49,8 b_2$$

$$b_2 = 10,86$$

Nilai didistribusikan ke persamaan (1)

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

$$6,99 = b_0 \cdot 12 + b_2 \cdot 15$$

$$6,99 = b_0 \cdot 12 + (10,86) \cdot 15$$

$$6,99 = b_0 \cdot 12 + 162,9$$

$$-155,91 = b_0 \cdot 12$$

$$b_0 = -12,99$$

Nilai b_0 , b_1 , dan b_2 disubstitusikan kedalam rumus umum kuadratik :

$$\begin{aligned}
 Y &= b_0 + b_1 \cdot U_j + b_2 \cdot U_j^2 \\
 &= -12,99 + \left[(-0,69) \cdot \left(\frac{x-1,75}{0,5} \right) \right] + \left[(10,86) \cdot \left(\frac{x^2 - 3,5x + 3,06}{0,25} \right) \right] \\
 &= -12,99 + \left[\frac{-0,69x + 1,21}{0,5} \right] + \left[\frac{10,86x^2 - 38,01x + 33,23}{0,25} \right] \\
 &= -12,99 - 1,38x + 2,42 + 43,44x^2 - 152,04x + 132,92 \\
 &= 43,44x^2 - 153,42x + 122,35
 \end{aligned}$$

Jadi, persamaan kuadratiknya yaitu:

$$Y = 43,44x^2 - 153,42x + 122,35$$

Untuk $x = 1$, maka $y = 12,37$

$x = 1,5$ maka $y = 10,30$

$x = 2$ maka $y = 10,04$

$x = 2,5$ maka $y = 10,73$

Untuk mencari nilai titik puncak dari persamaan

$$Y = 43,44x^2 - 153,42x + 122,35$$

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

$$Y' = [2 \times 43,44x] + (-153,42)$$

$$0 = 86,88x - 153,42$$

$$x = 1,8$$

Nilai x disubstitusikan ke persamaan

$$Y = 43,44x^2 - 153,42x + 122,35$$

$$Y = 13,06$$

Jadi, tingkat TOM maksimum sebesar 13,06 ppm didapat pada dosis 1,8 ppm