

**PENGARUH KOMPOSISI TANAMAN YANG BERBEDA DALAM BUDIDAYA
SISTEM AKUAPONIK TERHADAP KUALITAS AIR DAN KELULUSHIDUPAN
IKAN BAWAL AIR TAWAR (*Colossoma macropomum*)**

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

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Oleh :
KHAFIDZ
NIM. 105080500111026



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

**PENGARUH KOMPOSISI TANAMAN YANG BERBEDA DALAM BUDIDAYA
SISTEM AKUAPONIK TERHADAP KUALITAS AIR DAN KELULUSHIDUPAN
IKAN BAWAL AIR TAWAR (*Colossoma macropomum*)**

**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 :
KHAFIDZ
NIM. 105080500111026**



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

SKRIPSI

PENGARUH KOMPOSISI TANAMAN YANG BERBEDA DALAM BUDIDAYA
SISTEM AKUAPONIK TERHADAP KUALITAS AIR DAN KELULUSHIDUPAN
IKAN BAWAL AIR TAWAR (*Colossoma macropomum*)

Oleh :
KHAFIDZ
NIM. 105080500111026

Dosen Penguji I

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

Tanggal :

Dosen Penguji II

(Qurrota A'yunin, S.Pi, MP)
NIK. 860628 08120317

Tanggal :

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Abd. Rahem Faqih, M.Si)
NIP. 19671010 199702 1 001

Tanggal :

Dosen Pembimbing II

(Ir. Ellana Sanoesi, MP)
NIP. 19630924 199803 2 002

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 juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

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



Malang, 27 Agustus 2014

Mahasiswa

Khafidz

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia – Nya sehingga terlaksana kegiatan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul : **Pengaruh Komposisi Tanaman Yang Berbeda Dalam Budidaya Sistem Akuaponik Terhadap Kualitas Air Dan Kelulushidupan Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*)**, maka penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Pimpinan Universitas Brawijaya yang telah memberi kesempatan dan izin kepada penulis untuk melanjutkan pendidikan Program Sarjana Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Malang.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Andayani, MS dan Ibu Qurrota A'yunin, S,Pi, MP selaku dosen penguji saya yang telah banyak memberikan kritik dan saran.
4. Terima kasih kepada Bapak, Ibu, kakak dan adik saya tercinta serta teman – teman BP 2010 yang telah mendoakan dan memberikan motivasi kepada saya selama ini.
5. Terima kasih kepada Nida Fitria Andriani, SP yang telah mendoakan dan memberikan semangat serta membantu dalam persiapan penelitian sampai akhir penelitian.
6. Terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang dengan tulus dan ikhlas memberikan bantuan dan motivasi bagi penulis.

Malang, 27 Agustus 2014

Penulis

RINGKASAN

KHAFIDZ. Pengaruh Komposisi Tanaman Yang Berbeda Dalam Budidaya Sistem Akuaponik Terhadap Kualitas Air Dan Kelulushidupan Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) (Di bawah bimbingan Dr. Ir. ABDUL RAHEM FAQIH, M.SI dan Ir. ELLANA SANOESI, MP)

Ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) merupakan ikan ekonomis penting. Semakin banyak masyarakat yang melakukan kegiatan budidaya ikan, akan semakin baik untuk pemenuhan pasokan ikan. Tetapi terdapat dampak buruk yang akan di timbulkan. Semakin banyak aktifitas budidaya akan semakin banyak menghasilkan limbah. Untuk mengatasi semakin menurunnya kuantitas dan kualitas air yang layak untuk kegiatan budidaya, dapat di terapkan budidaya dengan sistem akuaponik. Dengan budidaya akuaponik nitrat dan pospat yang merupakan limbah dari budidaya ikan dapat diserap dan digunakan sebagai pupuk oleh tanaman akuatik sehingga menurunkan konsentrasi cemaran (N dan P) serta meningkatkan kualitas air.

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 16 Mei 2014 sampai 14 Juni 2014 di Laboratorium Reproduksi, Pembenihan dan Pemuliaan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi tanaman yang berbeda pada sistem budidaya akuaponik terhadap kualitas air dan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*).

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan penggunaan empat macam perlakuan dan tiga ulangan : A (tomat 100%), B (selada 100%), C (tomat : selada (50% : 50%)), K (tanpa tanaman). Parameter utama pada penelitian ini adalah kelulushidupan ikan dan kualitas air yang meliputi oksigen terlarut, ammonia, nitrat dan karbondioksida. Sedangkan parameter penunjang yakni laju pertumbuhan spesifik ikan dan pH.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa oksigen terlarut, ammonia, karbondioksida, nitrat dan pH memiliki nilai berturut – turut berkisar antara 4 – 6 mg/l, 0,05 – 0,18 mg/l, 6 – 13,5 mg/l, 6 - 9 mg/l, 7 – 8,5 ppm. Sedangkan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C.macropomum*) berkisar antara 97% – 99% dengan perlakuan terbaik pada selada 100% dan kombinasi tomat 50% : selada 50%. Komposisi tanaman yang berbeda tidak berpengaruh terhadap kualitas air dan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk menggunakan tanaman selada (B) karena laju pertumbuhan spesifik ikan paling cepat dan kelulushidupan ikan tinggi. Selain itu disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan menambahkan bahan pencemar, mengganti jenis ikan dan mengganti jenis tanaman serta mengganti media tanam dan model resirkulasi dalam sistem akuaponik.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah – Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Pengaruh Komposisi Tanaman Yang Berbeda Dalam Budidaya Sistem Akuaponik Terhadap Kualitas Air Dan Kelulushidupan Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*)”.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Abdul Rahem Faqih, M.Si selaku dosen pembimbing pertama saya dan Ibu Ir. Ellana Sanoesi, MP selaku dosen pembimbing kedua saya yang telah banyak memberikan dukungan, semangat, kritik dan saran.

Sangat disadari bahwa masih banyak kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat.

Malang 27 Agustus 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Hipotesis.....	4
1.5 Kegunaan	4
1.6 Waktu dan Tempat	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Biologi Ikan Bawal Air Tawar (<i>Colossoma macropomum</i>).....	5
2.1.1. Klasifikasi dan Morfologi	5
2.1.2. Habitat.....	6
2.1.3. Padat Tebar	7
2.1.4. Laju Pertumbuhan Spesifik.....	7
2.2. Sistem Akuaponik.....	8
2.2.1. Sistem Resirkulasi	9
2.2.2. Pemilihan Jenis Tanaman.....	10
2.3. Kualitas Air	12
2.3.1. Derajat Keasaman (pH)	12
2.3.2. Oksigen Terlarut / <i>Dissolved Oxygen</i> (DO).....	13
2.3.3. Ammonia.....	13
2.3.4. Karbondioksida (CO ₂)	14
2.3.5. Nitrat	15

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN.....	17
3.1. Materi Penelitian.....	17
3.1.1. Alat – Alat Penelitian.....	17
3.1.2. Bahan – Bahan Penelitian	17
3.2. Metode Penelitian.....	18
3.3. Rancangan Penelitian	18
3.4. Prosedur Penelitian	19
3.4.1. Persiapan.....	19
3.4.2. Pelaksanaan Penelitian	20
3.5. Parameter Uji.....	21
3.5.1. Parameter Utama	21
3.5.2. Parameter Penunjang.....	23
3.6. Analisa Data	24
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1. Kualitas Air	25
4.1.1. Oksigen Terlarut / <i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	25
4.1.2. Ammonia.....	28
4.1.3. Karbondioksida (CO ₂).....	32
4.1.4. Nitrat	34
4.1.5. Derajat Keasaman (pH)	37
4.2. Kelulushidupan (<i>Survival Rate</i> / SR)	38
4.3. Laju Pertumbuhan Spesifik	41
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1. Kesimpulan.....	44
5.2. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Bawal Air Tawar (<i>C. macropomum</i>).....	5
2. Sistem Resirkulasi Akuaponik	9
3. Tanaman Selada	11
4. Tanaman Tomat	12
5. Denah Percobaan.....	18
6. Hubungan Antara Jenis Tanaman Akuaponik Dengan Konsentrasi Oksigen Terlarut	26
7. Hubungan Antara Jenis Tanaman Akuaponik Dengan Konsentrasi Ammonia.....	30
8. Hubungan Antara Jenis Tanaman Akuaponik Dengan Konsentrasi Karbondioksida	33
9. Hubungan Antara Jenis Tanaman Akuaponik Dengan Konsentrasi Nitrat	35
10. Hubungan Antara Jenis Tanaman Akuaponik Dengan Konsentrasi Derajat Keasaman (pH)	37
11. Hubungan Antara Jenis Tanaman Akuaponik Dengan Kelulushidupan Ikan Bawal Air Tawar (<i>Colossoma macropomum</i>)	39
12. Hubungan Antara Jenis Tanaman Akuaponik Dengan Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Bawal Air Tawar (<i>Colossoma macropomum</i>).....	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Larutan Standar Perbandingan.....	22
2. Jumlah Rata – Rata Oksigen Terlarut (DO) Pada Pagi Hari Selama Penelitian.....	25
3. Jumlah Rata – Rata Oksigen Terlarut (DO) Pada Sore Hari Selama Penelitian.....	25
4. Sidik Ragam Oksigen Terlarut Pada Pagi Hari Selama Penelitian.....	27
5. Sidik Ragam Oksigen Terlarut Pada Sore Hari Selama Penelitian.....	28
6. Jumlah Rata – Rata Ammonia Selama Penelitian.....	29
7. Sidik Ragam Ammonia Selama Penelitian.....	31
8. Jumlah Rata – Rata Karbondioksida Selama Penelitian.....	32
9. Sidik Ragam Karbondioksida Selama Penelitian.....	34
10. Jumlah Rata – Rata Nitrat Selama Penelitian.....	34
11. Sidik Ragam Nitrat Selama Penelitian.....	36
12. Jumlah Rata – Rata Kelulushidupan Ikan Bawal Air Tawar (<i>Colossoma macropomum</i>) Selama Penelitian.....	38
13. Sidik Ragam Kelulushidupan Ikan Bawal Air Tawar (<i>Colossoma macropomum</i>) Selama Penelitian.....	40
14. Jumlah Rata – Rata Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Bawal Air Tawar (<i>Colossoma macropomum</i>) Selama Penelitian.....	41
15. Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Bawal Air Tawar (<i>Colossoma macropomum</i>) Selama Penelitian.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Gambar Akuarium.....	51
2. Gambar Alat Pengukur Kualitas Air	52
3. Perhitungan Data Oksigen Terlarut Selama Penelitian	53
4. Perhitungan Data Ammonia Selama Penelitian.....	56
5. Perhitungan Data Karbondioksida Selama Penelitian	58
6. Perhitungan Data Nitrat Selama Penelitian	60
7. Perhitungan Data Derajat Keasaman (pH) Selama Penelitian.....	62
8. Perhitungan Data Kelulushidupan Ikan Bawal Air Tawar (<i>Colossoma macropomum</i>) Selama Penelitian.....	65
9. Perhitungan Data Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Bawal Air Tawar (<i>Colossoma macropomum</i>) Selama Penelitian	67



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) merupakan ikan ekonomis penting, baik pada tingkat benih sebagai ikan hias maupun pada tingkat dewasa sebagai ikan konsumsi. Sebagai ikan hias, disamping mempunyai bentuk tubuh yang khas dan warna yang menarik (sehingga disebut *red belly*), juga dapat berenang cepat dan mudah dipelihara dalam akuarium. Sedangkan sebagai ikan konsumsi, ikan ini sangat digemari masyarakat karena mempunyai daging yang tebal dan gurih, serta cepat pertumbuhannya (Haetami *et al*, 2005).

Selain pertumbuhannya cepat, kelebihan lain ikan bawal adalah cara memeliharanya yang tidak rumit. Ikan ini dapat dipelihara di kolam dengan tingkat kelangsungan hidup yang tinggi. Bawal yang dipelihara dalam kolam pendederan dan pembesaran kelangsungan hidupnya dapat mencapai 90 % (Kartolani, 2012). Ikan bawal sebenarnya masih cukup baru diperkenalkan di industri perikanan tanah air, namun karena hasil penyebarannya mendapat respon dari para petani ikan. Jumlahnya konsumsi ikan bawal semakin hari semakin meningkat. Sebagai ikan konsumsi ikan ini sekarang menjadi alternatif baru (Azam *et al*, 2010).

Perkembangan masyarakat dunia pada abad ke 21 telah menunjukkan kecenderungan adanya perubahan perilaku dan gaya hidup serta pola konsumsinya ke produk perikanan. Pasokan ikan dunia saat ini sebagian besar berasal dari hasil penangkapan ikan di laut. Namun demikian pemanfaatan sumberdaya tersebut di sejumlah negara dan perairan internasional saat ini dilaporkan telah berlebih. Oleh karena itu alternatif pemasok hasil perikanan diharapkan berasal dari pembudidayaan ikan (Sukadi, 2002).

Semakin banyak masyarakat yang melakukan kegiatan budidaya ikan, akan semakin baik untuk pemenuhan pasokan ikan. Tetapi terdapat dampak buruk yang akan di timbulkan. Semakin banyak aktifitas budidaya akan semakin banyak menghasilkan limbah. Limbah ini berasal dari aktifitas dalam kegiatan budidaya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Boyd *et al dalam* Isdarmawan (2005) yang menyatakan bahwa salah satu penyebab penurunan kualitas perairan tambak selama operasional adalah konsentrasi tinggi dari limbah organik dan nutrisi sebagai konsekuensi dari masukan input dalam budidaya yang menghasilkan sisa pakan dan feses yang terlarut ke dalam air.

Limbah dari sisa pakan dan feses itulah yang dapat menimbulkan pencemaran di lingkungan karena buangan air dari kegiatan budidaya tersebut. Menurut Batubara (2012), Kegiatan perikanan tambak mengeluarkan air buangan yang mengandung bahan organik ke perairan pesisir, limbah organik ini dinyatakan dalam bentuk Total Padatan Tersuspensi (TSS). Hal ini akan menyebabkan pencemaran lingkungan dan semakin menurunnya kualitas air di alam. Akibatnya, pasokan air yang memiliki kualitas baik untuk budidaya akan semakin berkurang di masa mendatang.

Pencemaran perairan di lingkungan terbuka bukan hanya di akibatkan kegiatan budidaya perairan saja, tetapi banyak kegiatan lain yang dapat menyebabkan pencemaran di perairan terbuka yang akan berdampak buruk terhadap kelangsungan budidaya perairan di masa yang akan datang. Kontaminasi bahan pencemar yang berasal dari aktivitas industri, pertanian, peternakan, maupun kegiatan rumah tangga telah menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air yang signifikan pada badan air seperti sungai, danau dan waduk. Walaupun saat ini telah diberlakukan berbagai macam kebijakan dan peraturan terkait dengan pengendalian pencemaran air, diantaranya: PP No. 82 tahun 2001 dan Permen LH No. 13 Tahun 2010, namun lemahnya praktek

pengawasan dan penegakan hukum menyebabkan penurunan kualitas air di badan air terus berlangsung (Priadie, 2012).

Untuk mengatasi semakin menurunnya kuantitas dan kualitas air yang layak untuk kegiatan budidaya, dapat di terapkan budidaya dengan sistem akuaponik. Menurut Taufik (2010), akuaponik (*aquaphonic*) merupakan salah satu teknologi budidaya yang mengkombinasikan pemeliharaan ikan dengan tanaman. Teknologi ini merupakan teknologi terapan hemat lahan dan air dalam budidaya ikan sehingga dapat dijadikan sebagai suatu model perikanan perkotaan dan pertamanan di kompleks perumahan. Penerapan akuaponik merupakan jawaban dari efisiensi air dan penghematan lahan budidaya serta tambahan pendapatan (*income*) dari hasil panen tanaman. Dengan budidaya akuaponik nitrat dan pospat yang merupakan limbah dari budidaya ikan dapat diserap dan digunakan sebagai pupuk oleh tanaman akuatik sehingga menurunkan konsentrasi cemaran (N dan P) serta meningkatkan kualitas air. Sistim ini mengintegrasikan budidaya ikan secara tertutup (*resirculating aquaculture*) yang dipadukan sistim tanam sayuran. Penggunaan biofilter diharapkan meningkatkan kualitas air untuk digunakan kembali dalam pemeliharaan ikan.

1.2 Rumusan Masalah

Pada budidaya sistem akuaponik perlu diketahui jenis tanaman yang cocok dan tepat untuk memperbaiki kualitas air dan mendukung kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*). Kemampuan tanaman yang berbeda dalam menyerap limbah dari sisa pakan dan kotoran ikan perlu diketahui karena penyerapan tersebut berpengaruh terhadap kualitas air untuk kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*). Berdasarkan hal tersebut maka timbul pertanyaan : Apakah penggunaan komposisi tanaman yang berbeda dapat

mempengaruhi kualitas air dan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C.macropomum*)?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi tanaman yang berbeda pada sistem budidaya akuaponik terhadap kualitas air dan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*).

1.4 Hipotesis

- H0 : Diduga komposisi tanaman yang berbeda tidak berpengaruh terhadap kualitas air dan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*)
- H1 : Diduga komposisi tanaman yang berbeda berpengaruh terhadap kualitas air dan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*)

1.5 Kegunaan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi yang berguna bagi masyarakat mengenai penggunaan tanaman yang berbeda dalam budidaya sistem akuaponik dan tanaman yang digunakan dalam sistem ini dapat berpengaruh terhadap kualitas air dan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C.macropomum*).

1.6 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 16 Mei 2014 sampai 14 Juni 2014 di Laboratorium Reproduksi, Pembenihan dan Pemuliaan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi ikan bawal air tawar (Gambar 1) berdasarkan Eigenmann & Kennedy (1903) dalam Azam *et al* (2010) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Class	: Actinopterygii
Order	: Characiformes
Family	: Characidae
Subfamily	: Serrasalminae
Genus	: <i>Colossoma</i>
Species	: <i>Colossoma macropomum</i>



Gambar 1. Ikan Bawal Air Tawar (*C. macropomum*) (Azam *et al*, 2010).

Bentuk tubuh bawal air tawar (*C. macropomum*) agak bulat pipih. Ukuran sisiknya kecil – kecil. Bentuk kepalanya membulat dengan lubang hidung agak besar. Sirip dadanya terletak di bawah tutup insang. Sirip perut dan sirip duburnya terpisah. Bagian ujung siripnya berwarna kuning sampai merah,

pungungnya berwarna abu – abu tua, dan perutnya berwarna abu – abu dan merah (Reni, 2013).

2.1.2 Habitat

Ikan bawal bukanlah ikan asli Indonesia, tetapi berasal dari negeri Samba, Brazil. Ikan ini dibawa ke Indonesia oleh para importir ikan hias dari Singapura dan Brazil pada Tahun 1980. Selain ke Indonesia, ikan bawal pun sudah tersebar hampir ke seluruh penjuru dunia. Meskipun kedudukan ikan bawal belum bisa disejajarkan dengan ikan – ikan konsumsi lainnya, tetapi kehadirannya memiliki arti tersendiri. Terutama dalam memperkaya khasanah ikan budidaya di Indonesia. Bila telah populer, tidak menutup kemungkinan ikan bawal dapat mengalahkan kedudukan ikan – ikan lainnya (Kartolani, 2012).

Di Negara asalnya Brasil, ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) merupakan ikan liar yang hidup bebas di sungai. Ikan ini ditemukan di sungai – sungai besar seperti sungai Amazon dan beberapa anak sungainya. Ikan ini hidup secara bergerombol dan menyukai bagian perairan sungai yang berair tenang (Azam *et al*, 2010).

Ikan bawal air tawar berasal dari sungai Amazon, Brazil dan memiliki morfologi tubuh dari samping tampak membulat dengan perbandingan antara panjang dan tinggi 2:1. Bila dipotong secara vertikal ikan bawal air tawar memiliki bentuk tubuh pipih dengan perbandingan antara tinggi dan lebar 4:1. Sisik ikan bawal air tawar berbentuk *ctenoid*, dimana ditengah bagian sisik belakang menutupi sisik bagian depan. Tubuh bagian vertikal dan sekitar sirip dada ikan bawal air tawar muda berwarna merah. Warna merah ini akan memudar seiring dengan penambahan umur dan perkembangan fisik. Warna merah ini merupakan ciri khusus ikan bawal air tawar (Lestari, 2012).

2.1.3 Padat Tebar

Padat penebaran berhubungan dengan produksi dan pertumbuhan ikan. Peningkatan kepadatan akan diikuti dengan penurunan pertumbuhan (*critical standing crop*) dan pada kepadatan tertentu pertumbuhan akan berhenti. Untuk mencegah terjadinya hal tersebut, peningkatan kepadatan harus disesuaikan dengan daya dukung (*carrying capacity*). Faktor-faktor yang mempengaruhi *carrying capacity* antara lain adalah kualitas air, pakan dan ukuran ikan. Pada keadaan lingkungan yang baik dan pakan yang mencukupi, peningkatan kepadatan akan disertai dengan peningkatan hasil (produksi) (Widanarni *et al*, 2006).

Peningkatan padat penebaran yang dilakukan apabila tidak sesuai dengan luasan tempat untuk budidaya akan sangat beresiko karena akan terjadi persaingan antara individu satu dengan individu yang lainnya. Persaingan disini tidak terbatas hanya persaingan makanan saja, tetapi dapat juga berupa persaingan ruang gerak dan persaingan untuk mendapatkan oksigen terlarut. Menurut Stickney (1979) dalam Gladiyakti (2010), semakin meningkatnya padat penebaran dari ikan yang dipelihara maka persaingan di antara individu juga akan meningkat, terutama persaingan untuk memperebutkan ruang gerak sehingga individu yang kalah akan terganggu sintasannya. Jadi, sesuai dengan pernyataan di atas bahwa peningkatan padat penebaran beresiko terhadap kelangsungan hidup ikan yang dibudidayakan.

2.1.4 Laju Pertumbuhan Spesifik

Pertumbuhan dalam istilah sederhana dapat diartikan sebagai penambahan ukuran panjang atau berat dalam suatu waktu. Pertumbuhan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam umumnya adalah keturunan, jenis kelamin, umur, dan faktor luar adalah

makanan dan suhu perairan, pH dan salinitas air, parasit dan penyakit (Effendie, 1997 dalam Azam *et al*, 2010).

Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal yaitu : bobot tubuh, sex, umur, kesuburan, kesehatan, pergerakan, aklimasi, aktivitas biomassa, dan konsumsi oksigen. Sedangkan faktor eksternal terdiri dari faktor abiotik dan faktor biotik. Faktor abiotik terdiri dari tekanan, suhu, salinitas, kandungan oksigen air, buangan metabolit (CO₂, NH₃), pH, cahaya, musim. Faktor nutrisi termasuk faktor biotik yang meliputi ketersediaan pakan, komposisi pakan, pencernaan pakan, dan kompetisi pengambilan pakan. Diantara faktor-faktor tersebut, nutrisi merupakan faktor pengontrol, dan ukuran ikan mempengaruhi potensi tumbuh suatu individu. Sedangkan suhu air mempengaruhi seluruh kegiatan dan proses kehidupan ikan yang meliputi pernafasan, reproduksi, dan pertumbuhan. Jika suhu air meningkat (sampai batas tertentu), maka laju metabolisme meningkat yang pada gilirannya meningkatkan konsumsi dan pertumbuhan ikan (Haetami *et al*, 2005).

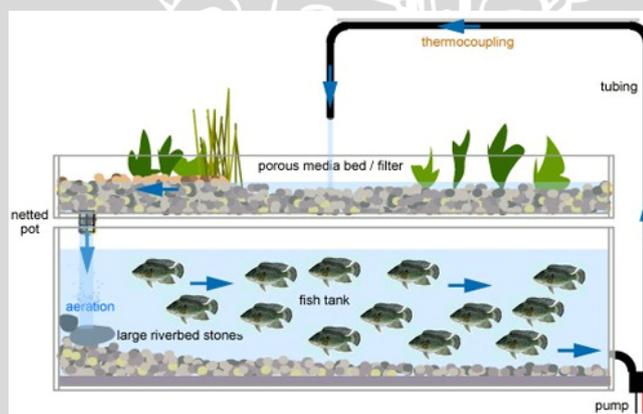
2.2 Sistem Akuaponik

Akuaponik adalah konsep pengembangan *bio-integrated farming system*, yaitu suatu rangkaian teknologi yang memadukan antara teknik budidaya perikanan dan teknik pertanian hidroponik. Teknologi akuaponik ini dirancang untuk memanfaatkan air yang mengandung nutrisi pakan berlebih dari kolam budidaya perikanan untuk sebagai sumber nutrisi ataupun media tanaman hidroponik sehingga dapat dimungkinkan terjadi efisiensi dan efektivitas pakan maupun nutrisi tanaman. Perpaduan antara teknologi budidaya perikanan dan hidroponik dipandang sebagai teknik pertanian yang sederhana, akan tetapi mampu menghasilkan produk ganda, yaitu ikan dan tanaman dalam satu siklus panen yang bersamaan (Kurniawan, 2013).

2.2.1 Sistem Resirkulasi

Prinsip dari akuaponik yaitu memanfaatkan secara terus menerus air dari pemeliharaan ikan ke tanaman dan sebaliknya dari tanaman ke kolam ikan. Inti dasar dari sistem teknologi ini adalah penyediaan air yang optimum untuk masing-masing komoditas dengan memanfaatkan sistem resirkulasi. Sistem teknologi akuaponik ini muncul sebagai jawaban atas adanya permasalahan semakin sulitnya mendapatkan sumber air yang sesuai untuk budidaya ikan, khususnya di lahan yang sempit, akuaponik yang merupakan salah satu teknologi hemat lahan dan air yang dapat dikombinasikan dengan berbagai tanaman sayuran (Rifa'i dan Ratna, 2012).

Menurut Kurniawan (2013), Sistem resirkulasi memungkinkan untuk menguraikan limbah di perairan dan mengurangnya melalui penyerapan oleh media filtrasi. Proses resirkulasi di dalam sistem akuaponik dapat pula diistilahkan *recirculating aquaculture system* (RAS). Secara sederhana, ilustrasi RAS ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sistem Resirkulasi Akuaponik

Pada prinsipnya, salah satu tujuan utama proses resirkulasi adalah untuk mengurangi limbah perairan yang dihasilkan dari pakan tidak termakan ataupun kotoran. Limbah organik ini dialirkan kepada tanaman untuk dimanfaatkan sebagai nutrisi. Limbah organik yang dimanfaatkan tanaman untuk

pertumbuhannya maupun tersaring oleh media tanam sebagai filter akan menghasilkan air untuk komoditas perikanan yang telah berkurang cemarannya.

2.2.2 Pemilihan Jenis Tanaman

Pada prinsipnya semua jenis tanaman sayuran dapat di budidayakan dengan sistem akuaponik, pemilihan tanaman sayur sebaiknya didasarkan pada nilai ekonomis, sehingga dengan jumlah yang terbatas dapat dihasilkan nilai lebih. Tanaman sayuran yang pernah di coba dan hasilnya cukup baik, diantaranya: tomat, terong ungu, terong sayur, cabe merah, cabe rawit, selada, kangkung, pakchoi dll (Sutrisno *et al*, 2013).

a. Selada

Menurut Rahayu *et al* (1996), klasifikasi tanaman selada adalah sebagai berikut:

Kingdom	:Plantae
Divisio	:Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Asterales
Famili	: Asteraceae
Genus	: Lactuca
Spesies	: <i>Lactuca sativa</i>

Tanaman selada (Gambar 3) memiliki sistem perakaran tunggang dan serabut. Akar serabut menempel pada batang, tumbuh menyebar, ke semua arah pada kedalaman 20-50 cm atau lebih. Sebagian besar unsur hara yang dibutuhkan tanaman diserap oleh akar serabut. Sedangkan akar tunggangnya tumbuh lurus ke pusat bumi.



Gambar 3. Tanaman Selada (Ayer, 2013).

b. Tomat

Menurut Pratiwi (2009), *Lycopersicon esculentum* biasa dikenal dengan nama tomat, tanaman tomat (Gambar 4) tumbuh di Amerika Tengah, Amerika Selatan, Eropa, Asia. Sebagian sentra penanaman tomat berada di daerah dengan kisaran ketinggian 1.000-1.250 meter di atas permukaan laut. Secara taksonomi tomat termasuk dalam klasifikasi sebagai berikut :

1. Kingdom : Plantae
2. Divisi : Spermatophyta
3. Subdivisi : Angiospermae
4. Klas : Dicotylodena
5. Ordo : Tubiflorae
6. Sub ordo : Myrtales
7. Famili : Solanaceae
8. Genus : Lycopersium
9. Spesies : *Lycopersicon esculentum*

Kuntum bunganya terdiri dari lima helai daun kelopak dan lima mahkota. Daun tomat berwarna hijau dan berbulu. Bunga tanaman tomat berwarna kuning. Buahnya berbentuk bulat, bulat lonjong, bulat pipih, atau oval. Buah yang masih muda berwarna hijau muda sampai hijau tua. Sementara itu, buah yang sudah

tua berwarna merah cerah atau gelap, merah kekuning-kuningan, atau merah kehitaman. Buahnya memiliki daging buah yang lembut, lunak, dan kadang kadang banyak mengandung biji. Buah tomat memiliki rasa manis, asam, dan sedikit dingin.



Gambar 4. Tanaman Tomat (Yanti, 2009).

2.3 Kualitas Air

2.3.1 Derajat Keasaman (pH)

Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan mempunyai pH sekitar 6,5 – 7,5. Air akan bersifat asam atau basa tergantung besar kecilnya pH. Bila pH di bawah pH normal, maka air tersebut bersifat asam, sedangkan air yang mempunyai pH di atas pH normal bersifat basa. Air limbah dan bahan buangan industri akan mengubah pH air yang akhirnya akan mengganggu kehidupan organisme di dalam air. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai pH antara 7 – 8,5. (Yulastuti, 2011).

Sutika (1989) dalam Armita (2011) mengatakan bahwa derajat keasaman atau kadar ion H dalam air merupakan salah satu faktor kimia yang sangat berpengaruh terhadap kehidupan organisme yang hidup di suatu lingkungan perairan. Tinggi atau rendahnya nilai pH air tergantung dalam beberapa faktor yaitu : kondisi gas-gas dalam air seperti CO₂, konsentrasi garam-garam karbonat dan bikarbonat, proses dekomposisi bahan organik di dasar perairan.

2.3.2 Oksigen terlarut / *Dissolved Oxygen (DO)*

Pada dasarnya proses penurunan oksigen dalam air disebabkan oleh proses kimia, fisika dan biologi yaitu proses respirasi baik oleh hewan maupun tanaman, proses penguraian (dekomposisi) bahan organik dan proses penguapan. Kelarutan oksigen ke dalam air terutama dipengaruhi oleh faktor suhu, oleh sebab itu, kelarutan gas oksigen pada suhu rendah relative lebih tinggi jika dibandingkan pada suhu tinggi (Armita, 2011).

Kandungan oksigen terlarut yang tertinggi akan diperoleh pada sungai yang relatif dangkal dan berbatu atau pada lokasi yang mempunyai turbulensi air yang relatif tinggi. Kelarutan oksigen pada air permukaan diantaranya akan menurun sejalan dengan kenaikan suhu, sebaliknya suhu air yang relatif yang lebih rendah kelarutan oksigen dalam air akan meningkat. Adanya oksigen terlarut dapat menentukan kemampuan air dalam membersihkan pencemaran secara alami. Kandungan oksigen terlarut merupakan hal penting bagi kelangsungan organisme perairan, sehingga penentuan kadar O_2 terlarut dalam air dapat dijadikan ukuran untuk menentukan mutu air (Sinaga, 2006).

Menurut Sutisna dan Ratno (1995), konsentrasi oksigen yang optimal dalam usaha pembenihan ikan adalah 5 ppm. Pada kolam pembenihan ikan dengan konsentrasi oksigen sebesar kurang dari 3 ppm akan berbahaya bagi benih ikan. Konsentrasi oksigen yang rendah pada kolam dapat ditingkatkan dengan menggunakan aerator ataupun dengan pemasangan kincir.

2.3.3 Ammonia

Amonia merupakan senyawa nitrogen yang menjadi NH_4 pada pH rendah. Amonia dalam air limbah terbentuk karena adanya proses kimia secara alami. Sumber amonia di perairan adalah pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat di dalam tanah dan air, yang berasal

dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan biota akuatik yang telah mati) oleh mikroba dan jamur. Sumber amonia yang lain adalah reduksi gas nitrogen yang berasal dari proses difusi udara atmosfer, limbah industri dan domestik (Yuliasuti, 2011).

Amonia dihasilkan oleh hewan amonalitik dan urealitik. Laju pembentukan senyawa amonia ini ditentukan oleh laju proses metabolik hewan - hewan tersebut. Faktor lain yang mempengaruhi hasil amonia adalah suhu, ukuran ikan, aktivitas, kesehatan ikan, kandungan protein dalam pakan serta faktor lingkungan lain yang berhubungan dengan laju metabolik ikan. Dalam air amonia mengalami hidrolisis dan menghasilkan ion amonium (NH_4^+), ion amonium yang berasal dari hewan air, bila masuk ke dalam air bisa terurai menjadi amonia dan ion hidrogen. Reaksi penguraian ini sangat tergantung pada pH air. Bila pH turun, ion amonia banyak dihasilkan dan keseimbangan reaksi bergerak ke kiri, sehingga jumlah ion NH_4^+ lebih banyak dari NH_3 . (Mayunar, 1990).

2.3.4 Karbondioksida (CO_2)

Karbondioksida yang terdapat di dalam air berasal dari aktifitas respirasi tumbuh – tumbuhan, hewan dan pembusukan bahan organik. Karbondioksida merupakan gas yang dibutuhkan oleh tumbuhan air renik atau tingkat tinggi untuk melakukan fotosintesis. Bagi tumbuhan hijau jumlah karbondioksida harus tersedia dalam jumlah yang cukup banyak. Tetapi jika jumlah tersebut melampaui batas akibatnya kehidupan hewan – hewan akan mengalami saat – saat kritis karena selain mempengaruhi pH, kadar CO_2 yang terlalu tinggi dapat meracuni hewan air secara langsung (Lestari, 2011).

Karbondioksida merupakan salah satu parameter kimia yang sangat menentukan dalam kegiatan budidaya ikan. Karbondioksida yang dianalisis dalam kegiatan budidaya adalah karbondioksida dalam bentuk gas yang

terkandung di dalam air. Gas CO₂ memegang peranan sebagai unsur makanan bagi semua tumbuhan yang mempunyai klorofil, baik tumbuh-tumbuhan renik maupun tumbuhan tingkat tinggi. Sumber gas CO₂ didalam air adalah hasil pernafasan oleh binatang - binatang air dan tumbuh tumbuhan serta pembakaran bahan organik didalam air oleh jasad renik. Bagian air yang banyak mengandung CO₂ adalah didasar perairan, karena ditempat itu terjadi proses pembakaran bahan organik yang cukup banyak. Untuk kegiatan asimilasi bagi tumbuh-tumbuhan, jumlah CO₂ harus cukup, tetapi bila jumlah CO₂ melampaui batas akan kritis bagi kehidupan binatang air. Pengaruh CO₂ yang terlalu banyak tidak saja terhadap perubahan pH air, tetapi juga bersifat racun. Dengan meningkatnya CO₂, maka O₂ dalam air juga ikut menurun, sehingga pada level tertentu akan berbahaya bagi kehidupan binatang air. Kadar CO₂ yang bebas didalam air tidak boleh mencapai batas yang mematikan (*lethal*), pada kadar 20 ppm sudah merupakan racun bagi ikan dan mematikan ikan jika kelarutan oksigen didalam air kurang dari 5 ppm (5 mg/l) (Gusrina, 2008).

2.3.5 Nitrat

Nitrat (NO₃) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrien utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrat dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kesuburan perairan. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat antara 0 – 1 mg/L, perairan mesotrofik memiliki kadar nitrat antara 1 – 5 mg/L dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat yang berkisar antara 5 – 50 mg/L. Pada perairan yang menerima limpasan air dari daerah pertanian yang banyak mengandung pupuk, kadar nitrat dapat mencapai 1000 mg/L (Yuliastuti, 2011).

Nitrat merupakan zat nutrisi yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk dapat tumbuh dan berkembang, sementara nitrit merupakan senyawa toksik yang

dapat mematikan organisme air. Keberadaan nitrat di perairan sangat di pengaruhi oleh buangan yang dapat berasal dari industri, bahan peledak, pirotehnik dan pemupukan. Secara alamiah kadar nitrat biasanya rendah namun kadar nitrat dapat menjadi tinggi sekali dalam air tanah di daerah yang diberi pupuk nitrat/nitrogen. Keberadaan senyawa nitrogen dalam perairan dengan kadar yang berlebihan dapat menimbulkan permasalahan pencemaran. Kandungan nitrogen yang tinggi di suau perairan dapat disebabkan oleh limbah yang berasal dari limbah domestik, pertanian, peternakan dan industri. Hal ini berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton. Kadar nitrogen yang tinggi dalam perairan dapat merangsang pertumbuhan algae secara tak terkendali (*blooming*) (Silalahi, 2009).



III. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Alat – Alat Penelitian

Alat – alat yang akan digunakan pada penelitian adalah :

- Akuarium
- Filter / pompa air
- Alat pengukur kualitas air
- Timbangan digital
- Saringan
- Selang
- Baskom
- Penggaris
- Kamera
- Buku dan alat tulis
- Heater akuarium

3.1.2 Bahan – Bahan Penelitian

Bahan – bahan yang digunakan pada penelitian adalah :

- Ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*)
- Air tawar
- Tanaman selada
- Tanaman tomat
- Bahan pengukur kualitas air
- Batu kerikil
- Pasir
- Pakan ikan



- Tissue

3.2 Metode Penelitian

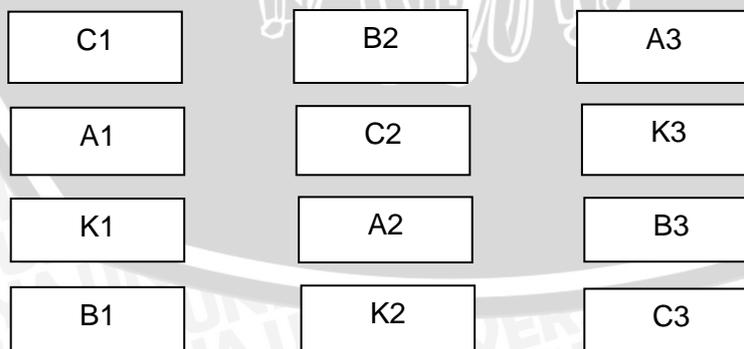
Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Eksperimen adalah suatu metode penelitian ilmiah dimana peneliti memanipulasi dan mengontrol satu atau lebih variabel bebas dan melakukan pengamatan terhadap variabel-variabel terikat untuk menemukan variasi yang muncul bersamaan dengan manipulasi terhadap variabel bebas tersebut (Arboleda, 1981 dalam Setyanto, 2005).

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan penggunaan empat macam perlakuan dan tiga ulangan :

- Perlakuan A (menggunakan tanaman tomat dengan perlakuan 100%)
- Perlakuan B (menggunakan tanaman selada dengan perlakuan 100%)
- Perlakuan C (menggunakan tanaman tomat : selada (50% : 50%))
- Perlakuan K (tanpa tanaman (kontrol))

Denah percobaan dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 5. Denah Percobaan

Keterangan :

- A : Tanaman Tomat (100%)
B : Tanaman Selada (100%)
C : Tanaman Tomat : Selada (50% : 50%)
K : Kontrol (Tanpa tanaman)
1,2 dan 3 : Ulangan

Pada penelitian ini, pengambilan perlakuan pada tanaman berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Sartika Dewi pada tahun 2012. Sedangkan untuk pengambilan perlakuan padat tebar pada ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) berdasarkan hasil terbaik pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nurul Rina Budiarti pada tahun 2011.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan

a. Persiapan Wadah dan Peralatan

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

1. Mempersiapkan akuarium percobaan dengan ukuran 50 cm x 30 cm x 30 cm sebanyak 12 buah.
2. Pembersihan dan pendifeksian akuarium dengan cara penjemuran di bawah sinar matahari selama 2-3 jam.
3. Pemasangan sistem resirkulasi.
4. Mempersiapkan tanaman (tomat dan selada) yang telah ditentukan yaitu 100% dan 50% : 50% (tomat : selada), tanaman masing – masing sudah berumur 30 hari atau 1 bulan. Antara tanaman satu dengan yang lain diberi jarak 5 cm supaya tidak terjadi persaingan untuk mendapatkan nutrisi.

5. Mempersiapkan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dengan jumlah dan ukuran yang telah ditentukan yaitu 48 ekor benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) pada tiap akuarium dengan ukuran 5 cm beserta pakannya.
6. Mempersiapkan perlengkapan yang akan digunakan dalam penelitian.

b. Adaptasi Terhadap Hewan Uji

Sebelum penelitian ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) terlebih dahulu diadaptasikan (diaklimatisasi) terhadap kondisi lingkungan yang baru dengan cara dipelihara pada akuarium berukuran 80 x 40 x 40 cm dan diberi pakan pelet selama 1 minggu.

3.4.2 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Mei dengan tahap-tahap sebagai berikut :

1. Penyesuaian suhu air dengan menggunakan heater akuarium yang dinyalakan pada suhu 28° C.
2. Perhitungan berat ikan diawal (W_0) dan akhir (W_t) penelitian.
3. Penebaran ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) ke dalam wadah pemeliharaan dengan kepadatan 2 ekor / liter.
4. Pemberian pakan berupa pelet dengan frekuensi pemberian 3 kali sehari setiap pagi, siang dan sore dengan dosis 3% dari bobot tubuhnya.
5. Penanaman tanaman tomat dan selada dengan perlakuan 100% dan 50%: 50% (tomat : selada air) dari luas wadah.
6. Perhitungan laju pertumbuhan spesifik / *Specific Growth Rate* (SGR) ikan bawal air tawar (*C. macropomum*).
7. Pengukuran terhadap kualitas air (suhu, pH, DO, CO₂, NH₃, dan NO₃) dan kelulushidupan / *Survival Rate* (SR) ikan bawal air tawar (*C. macropomum*).

3.5 Parameter Uji

3.5.1 Parameter Utama

a. Kualitas Air

Pengukuran kualitas air meliputi oksigen terlarut, CO_2 , NH_3 dan NO_3 di dalam setiap wadah pemeliharaan. Pengukuran oksigen terlarut dilakukan setiap hari yaitu setiap pagi dan sore, sedangkan pengukuran CO_2 , NH_3 , dan NO_3 dilakukan setiap sepuluh hari sekali.

- **Oksigen Terlarut / Dissolved Oxygen (ppm)**

DO diukur dengan metode elektrometik menggunakan DO meter yaitu dengan memasukkan batang DO meter yang sebelumnya sudah di kalibrasi menggunakan aquades ke dalam akuarium. Setelah itu dilihat angka yang tertera pada layar digital DO meter.

- **Ammonia (ppm)**

Pengukuran kadar amonia pada media penelitian dengan menggunakan spektrofotometer.

- **Karbondioksida (ppm)**

Menurut Subarijanti (1990), pengukuran CO_2 yaitu menggunakan pereaksi PP (*Penol Ptalen*) sebagai indikator = 0,05 gr PP dilarutkan dalam 25 ml alkohol 50% dan Na_2CO_3 0,0454 N = 2,407 gr Na_2CO_3 yang telah dipanaskan (140°C) dilarutkan dalam aquadest 1000 ml kemudian disimpan dalam botol. Setelah itu, dimasukkan 25 ml air sampel ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 1-2 tetes indikator PP. Bila air berwarna merah muda berarti air tersebut tidak mengandung CO_2 bebas. Bila air tetap tidak berwarna, dititrasi dengan Na_2CO_3 0,0454 N sampai warna menjadi merah muda (pink) pertama kali.

Perhitungan :

$$\text{CO}_2 \text{ bebas (mg/L)} = \frac{\text{ml (titran)} \times \text{N (titran)} \times 22 \times 1000}{\text{ml air sampel}}$$

- **Nitrat (ppm)**

Menurut Subarijanti (1990), pengukuran nitrat adalah sebagai berikut :

Pereaksi yang digunakan yaitu 1). Larutan asam fenol disulfonik : a). Larutan 25 gr fenol dalam 150 ml H₂SO₄ di oven 2 jam dengan suhu 100⁰C. b). 11,2 ml H₂SO₄ ditambah 64 ml akuades. c). Larutan (b) dimasukkan dalam larutan (a). d). Larutan (c) di oven pada suhu 100⁰C selama 2 jam. 2). Larutan standar nitrat : larutan 0,607 gr NaNO₃ (p.a) dalam 1 liter akuades. Diuapkan 50 ml dalam cawan porselin sampai kering. Bila sudah dingin ditambahkan 2 ml larutan asam fenol disulfonik dan diencerkan sampai 500 ml dengan akuades (1 ml larutan standar ini mengandung 0,01 nitrat-nitrogen). 3). Ammonium hidroksid : diencerkan 500 ml NH₄OH dengan 1 liter akuades. 4). Lalu disiapkan larutan standar pembanding seperti pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Larutan Standar Pembanding

Larutan Standar Nitrat (ml)	Tambah akuades sampai menjadi (ml)	Nitrat-N yang dikandung (ppm)
0,1	10	0,05
0,2	10	0,1
0,5	10	0,25
1	10	0,5
1,5	10	0,75
2	10	1,00

Setelah itu disaring 25 ml sampel dan dituangkan ke dalam cawan porselin / petri dish. Diuapkan diatas pemanas sampai kering, hati-hati jangan sampai pecah dan didinginkan. Ditambahkan 1 ml asam fenol disulfonik, diaduk dengan

pengaduk gelas dan diencerkan dengan 10 ml akuades lalu ditambahkan dengan meneteskan NH_4OH (1 : 1) sampai terbentuk warna. Diencerkan dengan akuades sampai 25 ml kemudian dimasukkan dalam cuvet. Setelah itu, dibandingkan dengan larutan standar pembanding yang telah dibuat, baik secara visual atau dengan spektrofotometer (pada panjang gelombang 410 μm).

b. Kelulushidupan (*Survival Rate / SR*)

Kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dihitung pada akhir penelitian. Menurut Effendie (1979) dalam Rudyanti dan Astri (2009), kelangsungan hidup ikan uji diperoleh dengan mengikuti rumus :

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

Dimana :

SR = Kelangsungan hidup hewan Uji (%).

N_t = Jumlah ikan uji pada akhir penelitian (ekor).

N_o = Jumlah ikan uji pada awal penelitian (ekor).

3.5.2 Parameter Penunjang

a. Derajat Keasaman (pH)

pH diukur menggunakan pH meter dengan prosedur pengukuran yaitu dengan memasukkan batang pH meter yang sebelumnya sudah di kalibrasi menggunakan aquades ke dalam akuarium. Setelah itu dilihat angka yang tertera pada layar digital pH meter.

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

Laju pertumbuhan spesifik ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) diketahui dengan melakukan penimbangan pada awal penelitian dan akhir penelitian.

Untuk menentukan laju pertumbuhan spesifik sesuai dengan Steffens (1989) dalam Rudiyanti dan Astri (2009) :

$$\text{SGR} = \frac{\text{Ln } W_t - \text{Ln } W_0}{t_1 - t_0} \times 100\%$$

Dimana :

SGR : Laju pertumbuhan berat spesifik (% per hari)

Wt : Bobot biomassa pada akhir penelitian (gram)

Wo : Bobot biomassa pada awal penelitian (gram)

t1 : Waktu akhir penelitian (hari)

t0 : Waktu awal penelitian (hari)

3.6 Analisa 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 BNT (beda nyata terkecil) dan regresi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kualitas Air

4.1.1. Oksigen Terlarut / *Dissolved Oxygen* (DO)

Oksigen terlarut pada saat penelitian dilakukan pengamatan setiap hari selama 30 hari pada pagi dan sore hari. Hasil pengamatan oksigen terlarut dapat dilihat pada Lampiran 3, sedangkan data oksigen terlarut dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3 berikut ini.

Tabel 2. Jumlah Rata – Rata Oksigen Terlarut pada Pagi Hari Selama Penelitian

Perlakuan	ulangan			Total	Rata - rata
	1	2	3		
A	7.060	7.120	7.060	21.240	7.080
B	6.930	6.980	7.040	20.950	6.983
C	7.190	6.920	7.160	21.270	7.090
K	7.230	7.160	7.270	21.660	7.220
Total				85.120	

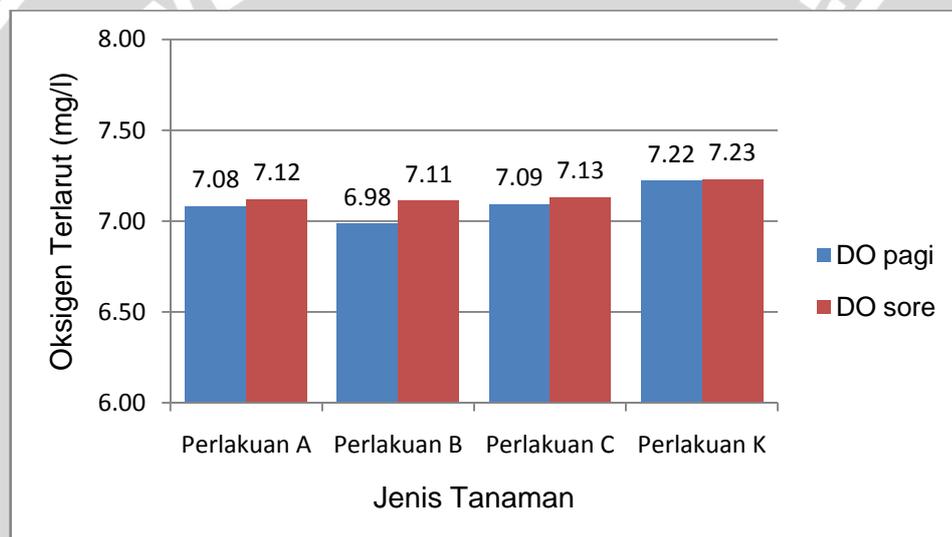
Tabel 3. Jumlah Rata – Rata Oksigen Terlarut pada Sore Hari Selama Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - rata
	1	2	3		
A	7.090	7.140	7.130	21.360	7.120
B	7.190	7.050	7.090	21.330	7.110
C	7.170	7.070	7.150	21.390	7.130
K	7.230	7.200	7.260	21.690	7.230
Total				85.770	

Tabel 2 dan 3 tersebut menunjukkan bahwa perlakuan K memiliki nilai rata – rata oksigen terlarut yang paling tinggi dengan kandungan oksigen terlarut pada pagi hari sebesar 7,220 mg/l dan oksigen terlarut pada sore hari sebesar 7,230 mg/l. Pada sore hari oksigen terlarut lebih besar jika dibandingkan dengan pagi hari. Hal ini dikarenakan pada saat pagi hingga sore hari terdapat sinar matahari yang dapat membantu fitoplankton untuk melakukan proses fotosintesis yang akan menghasilkan oksigen terlarut. Sedangkan pada sore hingga pagi hari

fitoplankton hanya melakukan proses respirasi sehingga pada pagi hari oksigen terlarut lebih rendah. Jadi pada sore hari terdapat oksigen terlarut yang lebih besar dari pada pagi hari. Menurut Organsastra (2007), konsentrasi oksigen terlarut tertinggi sore hari sebagai akibat fotosintesis fitoplankton dengan intensitas cahaya efektif menghasilkan penambahan konsentrasi oksigen terlarut dan konsentrasi ini akan turun lagi pada malam hari sampai pagi hari akibat pernafasan organisme perairan.

Untuk lebih jelasnya, besaran kandungan oksigen terlarut dapat dilihat pada diagram batang yang terdapat pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Hubungan Antara Jenis Tanaman Akuaponik Dengan Konsentrasi Oksigen Terlarut

Grafik di atas menunjukkan bahwa rata – rata kandungan oksigen terlarut berkisar antara 6 – 7 mg/l. Rata – rata kandungan oksigen terlarut pada pagi dan sore hari tertinggi yaitu pada perlakuan K yang tidak menggunakan tanaman kemudian perlakuan C, lalu diikuti dengan perlakuan A dan terakhir dengan nilai paling rendah yakni perlakuan B.

Pada penelitian ini, sumber oksigen terlarut yang utama yakni dari sirkulasi air yang awalnya di pompa dari akuarium menuju baskom yang di dalamnya terdapat kerikil dan pasir sebagai media tanaman dan tanaman itu sendiri.

Kemudian air mengalir ke bawah lagi menuju akuarium yang nantinya akan terjadi percikan air dan akan menghasilkan oksigen terlarut. Sumber oksigen yang lainnya didapatkan dari difusi oksigen yang terdapat pada atmosfer dan fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton. Fitoplankton melakukan fotosintesis pada waktu pagi sampai sore hari saat terdapat cahaya sinar matahari sehingga fitoplankton dapat menghasilkan oksigen terlarut yang dapat bermanfaat bagi ikan yang ada di dalam perairan tersebut.

Pada perlakuan kontrol didapatkan hasil tertinggi karena tidak terdapat konsumen oksigen terlarut selain ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) yang terdapat di dalam akuarium. Pada perlakuan yang menggunakan tanaman bukan hanya ikan yang mengkonsumsi oksigen terlarut, tetapi ada tanaman yang juga memanfaatkan oksigen terlarut untuk proses respirasi. Jadi pada perlakuan yang menggunakan tanaman ada dua konsumen oksigen terlarut yaitu ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dan tanaman. Menurut Puspitaningrum *et al* (2012), tumbuhan air berperan sebagai pengguna oksigen terbesar melalui respirasi. Jadi perlakuan kontrol yang tidak menggunakan tanaman mempunyai kandungan oksigen terlarut paling tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya meskipun nilai oksigen terlarut pada masing – masing perlakuan tidak memiliki selisih yang begitu besar.

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kandungan oksigen terlarut maka dilakukan perhitungan sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Sidik Ragam Oksigen Terlarut pada Pagi Hari Selama Penelitian

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
PERLAKUAN	3	0,085	0,028	3,88 ^{ns}	4,07%	7,59%
ACAK	8	0,058	0,0073			
TOTAL	11	0,143				

Keterangan : ns : tidak berbeda nyata

Tabel 5. Sidik Ragam Oksigen Terlarut pada Sore Hari Selama Penelitian

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
PERLAKUAN	3	0,028	0,009	3,86 ^{ns}	4,07%	7,59%
ACAK	8	0,019	0,0024			
TOTAL	11	0,047				

Keterangan : ns : tidak berbeda nyata

Berdasarkan dari analisis keragaman pada Tabel 4 dan 5 mengenai oksigen terlarut diperoleh F hitung sebesar 3,88 dan 3,86 dimana nilai F hitung lebih kecil dari F tabel 5% yang berarti bahwa penggunaan tanaman yang berbeda pada budidaya sistem akuaponik tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kandungan oksigen terlarut.

Menurut Kordi dan Tancung (2007) *dalam* Monalisa dan Infa (2010), beberapa jenis ikan mampu bertahan hidup pada perairan dengan konsentrasi oksigen 3 ppm, namun konsentrasi oksigen terlarut yang baik untuk hidup ikan adalah 5 ppm. Pada perairan dengan konsentrasi oksigen dibawah 4 ppm, beberapa jenis ikan masih mampu bertahan hidup, akan tetapi nafsu makannya mulai menurun.

Berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam air dapat disebabkan antara lain oleh naiknya temperatur, proses respirasi organisme perairan dan proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme (Edward dan Pulumahuny, 2003). Jadi, dengan oksigen terlarut yang berkisar antara 6 - 7 mg/l masih dalam kondisi yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*).

4.1.2. Ammonia

Ammonia pada saat penelitian dilakukan pengamatan setiap 10 hari sekali sebanyak 3 kali pengamatan. Hasil pengamatan ammonia dapat dilihat pada Lampiran 4, sedangkan data ammonia dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini.

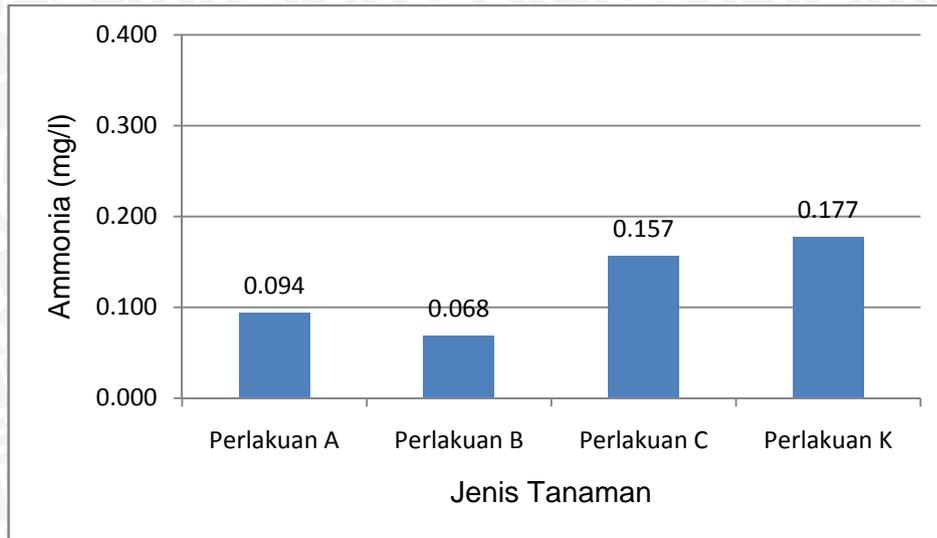
Tabel 6. Jumlah Rata - Rata Ammonia Selama Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - rata
	1	2	3		
A	0.092	0.111	0.079	0.282	0.094
B	0.063	0.074	0.068	0.205	0.068
C	0.021	0.072	0.377	0.470	0.157
K	0.375	0.083	0.074	0.532	0.177
Total				1.489	

Tabel 6 tersebut menunjukkan bahwa perlakuan K memiliki nilai rata – rata ammonia yang paling tinggi dengan kandungan ammonia sebesar 0,177 mg/l. Adanya ammonia dalam suatu perairan budidaya dapat disebabkan oleh kotoran ikan dan sisa pakan yang tidak termakan oleh ikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kordi dan Tancung (2007) *dalam* Monalisa dan Infa (2010), kadar amoniak (NH₃) yang terdapat dalam perairan umumnya merupakan hasil metabolisme ikan berupa kotoran padat (faces) dan terlarut (amonia), yang dikeluarkan lewat anus, ginjal dan jaringan insang.

Ammonia pada suatu perairan akan berbahaya bagi kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan yang hidup di dalamnya. Dengan sistem akuaponik akan sangat berguna karena dapat mengurangi kandungan ammonia yang terkandung di dalamnya. Menurut Rifa'l dan Ratna (2012), secara ringkasnya dapat dijelaskan sebagai berikut, air yang berasal dari wadah pemeliharaan ikan dialirkan dengan menggunakan pompa air ke tempat menanam tanaman, kemudian air yang sudah difilter oleh tanaman tersebut dialirkan kembali kedalam kolam ikan dialirkan secara terus menerus, sehingga amoniak yang berada di kolam akan tersaring sampai 80 % oleh tanaman tersebut. Jadi pada perlakuan tanpa tanaman didapatkan hasil ammonia yang paling besar karena tidak adanya tanaman yang bisa mengurangi kadar ammonia dalam air.

Untuk lebih jelasnya, besaran kandungan ammonia dapat dilihat pada diagram batang yang terdapat pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Hubungan Antara Jenis Tanaman Akuaponik Dengan Konsentrasi Ammonia

Grafik di atas menunjukkan bahwa rata – rata kandungan ammonia berkisar antara 0,05 – 0,18 mg/l. Rata – rata kandungan ammonia tertinggi yaitu pada perlakuan K yang tidak menggunakan tanaman sebesar 0,177 mg/l kemudian perlakuan C sebesar 0,157 mg/l, lalu diikuti dengan perlakuan A sebesar 0,094 mg/l dan terakhir dengan nilai paling rendah yakni perlakuan B sebesar 0.068 mg/l.

Pada perlakuan K yang tidak menggunakan tanaman terdapat kandungan ammonia yang paling tinggi karena tidak ada tanaman yang bisa berfungsi sebagai penyerap ammonia. Tanaman dapat menyerap ammonia dalam air melalui akar. Menurut Ningrum (2011), mekanisme penyerapan bahan organik oleh tanaman air melalui proses fitovolatilisasi yaitu tanaman menyerap air yang mengandung kontaminan organik melalui akar, diangkut ke bagian daun dan mengeluarkan kontaminan yang sudah didetoksifikasi ke udara melalui daun.

Selain air dan cahaya matahari tanaman juga membutuhkan unsur hara, bahkan sebagian unsur hara bersifat esensial bagi tanaman yakni mempunyai fungsi khusus, mempunyai peran secara langsung, dan fungsinya tidak bisa digantikan oleh unsur hara lainnya. Unsur hara esensial terdiri atas hara mikro

dan makro, Unsur N termasuk unsur makro esensial yakni unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah besar dan tidak bisa digantikan oleh unsur lainnya. Fungsi unsur N bagi tumbuhan yakni sebagai bahan penyusun protein tanaman, klorofil, asam nukleat, dan menghasilkan dinding sel yang tipis sehingga dapat memacu produksi tanaman lebih maksimal (Rivando, 2011).

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh perlakuan penggunaan tanaman yang berbeda terhadap kandungan ammonia maka dilakukan perhitungan sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Sidik Ragam Ammonia Selama Penelitian

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
PERLAKUAN	3	0,023	0,0077	0,51 ^{ns}	4,07%	7,59%
ACAK	8	0,121	0,0151			
TOTAL	11	0,144				

Keterangan : ns : tidak berbeda nyata

Berdasarkan dari analisis keragaman pada Tabel 7 mengenai ammonia diperoleh F hitung sebesar 0,15 dimana nilai F hitung lebih kecil dari F tabel 5% yang berarti bahwa penggunaan tanaman yang berbeda pada budidaya sistem akuaponik tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kandungan ammonia.

Kadar ammonia dalam penelitian ini yang berkisar antara 0,05 – 0,18 mg/l masih layak untuk menunjang pertumbuhan ikan. Menurut Asmawi (1983) dalam Monalisa dan Infa (2010), menyatakan bahwa amoniak terlarut yang baik untuk kelangsungan hidup ikan kurang dari 1 ppm. Sedangkan menurut Djokosetiyanto *et al* (2005), konsentrasi ammonia total diperairan yang dapat ditoleransi oleh ikan berada dibawah 0,5 ppm. Jadi pada penelitian yang dilakukan, kisaran ammonia masih dapat dikatakan aman bagi kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan bawal air tawar (*C.macropomum*).

4.1.3. Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida pada saat penelitian dilakukan pengamatan setiap 10 hari sekali sebanyak 3 kali. Hasil pengamatan karbondioksida dapat dilihat pada Lampiran 5, sedangkan data karbondioksida dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Jumlah Rata – Rata Karbondioksida Selama Penelitian

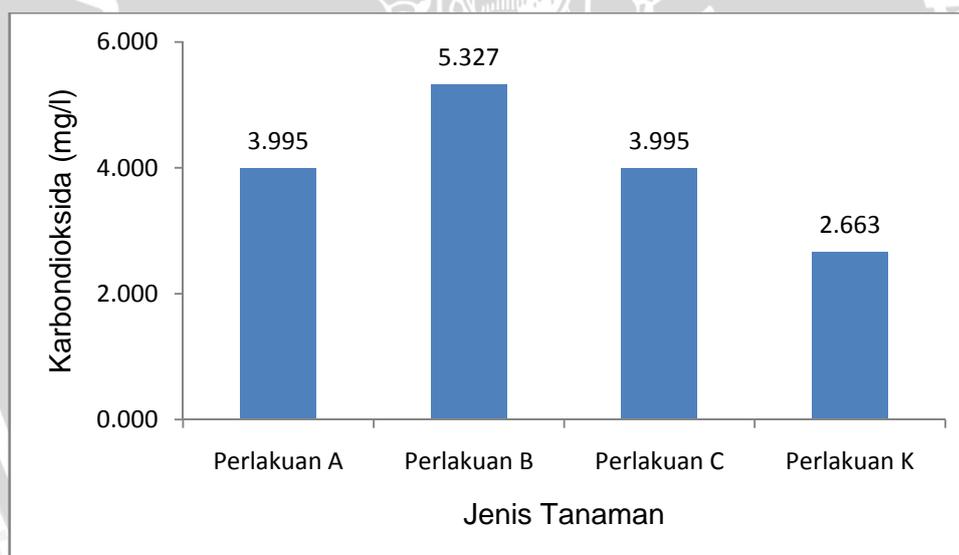
Perlakuan	ulangan			Total	Rata - rata
	1	2	3		
A	3.995	3.995	3.995	11.985	3.995
B	3.995	3.995	7.990	15.980	5.327
C	3.995	3.995	3.995	11.985	3.995
K	0.000	3.995	3.995	7.990	2.663
Total				47.940	

Tabel 8 tersebut menunjukkan bahwa perlakuan B memiliki nilai rata – rata karbondioksida yang paling tinggi dengan kandungan karbondioksida sebesar 5,327 mg/l. Tingginya karbondioksida dalam perairan dapat membahayakan kelangsungan hidup pada ikan. Asmawi (1984) *dalam* Fadil (2011), menyatakan bahwa perairan yang kurang baik bagi kehidupan ikan adalah jika perairan tersebut mengandung lebih dari 12 mg/ L. Kandungan CO₂ terlarut sebesar 12 mg/L telah menyebabkan stress bagi ikan.

Ketersediaan karbondioksida terlarut di air dapat bersumber dari air tanah, dekomposisi zat organik, respirasi organisme air, senyawa kimia dalam air maupun dari udara namun dalam jumlah yang sangat sedikit (Subarijanti, 1990 *dalam* Apridayanti, 2008). Pada perlakuan yang menggunakan tanaman memiliki kadar karbondioksida yang tinggi karena pada perlakuan tersebut bukan hanya ikan yang melakukan respirasi tetapi terdapat tanaman yang juga bisa menghasilkan karbondioksida sebagai hasil dari proses respirasi tanaman tersebut.

Pada kondisi kadar karbondioksida dalam air tinggi seperti pada penelitian, ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) masih bisa bertahan hidup karena oksigen terlarut yang tinggi pula dan kepadatan ikan tidak terlalu padat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Boyd (1982) dalam Murtiati *et al* (2007) yang menyatakan bahwa, kandungan karbondioksida yang baik untuk pertumbuhan ikan adalah tidak lebih dari 5 mg/l, dan apabila oksigen tinggi ikan masih dapat mentolerir kandungan karbondioksida kurang dari 60 mg/l. Jadi ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) masih dapat bertahan hidup dan tidak memiliki masalah terhadap pertumbuhannya.

Untuk lebih jelasnya, besaran kandungan karbondioksida dapat dilihat pada diagram batang yang terdapat pada Gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Hubungan Antara Jenis Tanaman Akuaponik Dengan Konsentrasi Karbondioksida

Grafik di atas menunjukkan bahwa rata – rata kandungan karbondioksida berkisar antara 2 – 5 mg/l. Rata – rata kandungan karbondioksida tertinggi yaitu pada perlakuan B sebesar 5,327 mg/l kemudian perlakuan A sebesar 3,995 mg/l, lalu diikuti dengan perlakuan C sebesar 3,995 mg/l dan terakhir dengan nilai paling rendah yakni perlakuan K sebesar 2,663 mg/l.

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh perlakuan penggunaan tanaman yang berbeda terhadap kandungan karbondioksida maka dilakukan perhitungan sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Sidik Ragam Karbondioksida Selama Penelitian

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
PERLAKUAN	3	10,640	3,547	1,33 ^{ns}	4,07%	7,59%
ACAK	8	21,280	2,6600			
TOTAL	11	31,920				

Keterangan : ns : tidak berbeda nyata

Berdasarkan dari analisis keragaman pada Tabel 9 mengenai karbondioksida diperoleh F hitung sebesar 1,33 dimana nilai F hitung lebih kecil dari F tabel 5% yang berarti bahwa penggunaan tanaman yang berbeda pada budidaya sistem akuaponik tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kandungan karbondioksida.

4.1.4. Nitrat

Nitrat pada saat penelitian dilakukan pengamatan setiap 10 hari sekali sebanyak 3 kali. Hasil pengamatan nitrat dapat dilihat pada Lampiran 6, sedangkan data nitrat dapat dilihat pada Tabel 10 berikut ini.

Tabel 10. Jumlah Rata – Rata Nitrat Selama Penelitian

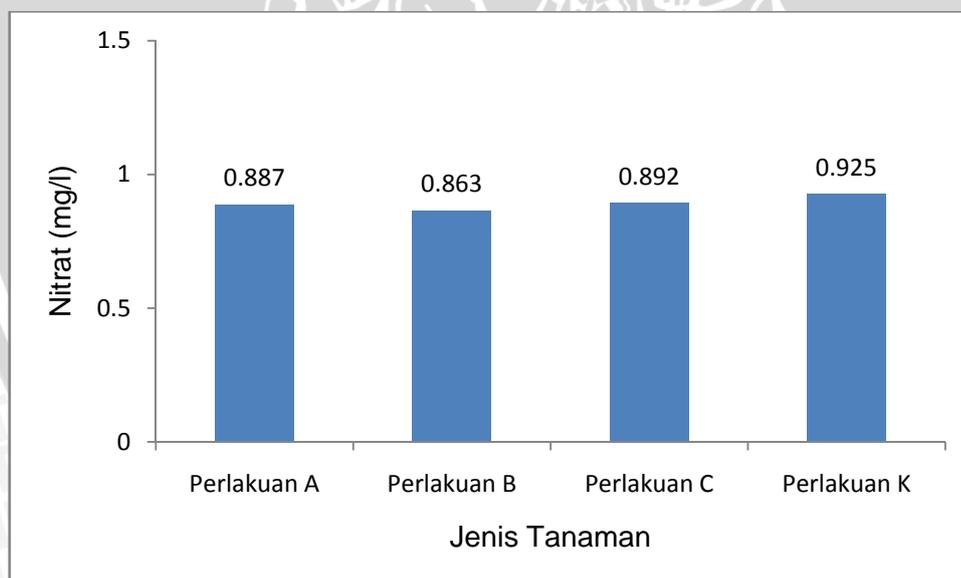
Perlakuan	ulangan			Total	Rata - rata
	1	2	3		
A	0.652	0.836	1.173	2.661	0.887
B	0.648	0.819	1.112	2.589	0.863
C	0.681	0.847	1.148	2.676	0.892
K	0.697	0.862	1.216	2.775	0.925
Total				10.701	

Tabel 10 tersebut menunjukkan bahwa perlakuan K memiliki nilai rata – rata nitrat yang paling tinggi dengan kandungan nitrat sebesar 0,925 mg/l. Pada perlakuan dengan menggunakan tanaman konsentrasi nitrat lebih rendah karena nitrat diserap oleh tanaman sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya. Sesuai

dengan pernyataan Apridayanti (2008), yang menyatakan bahwa tanaman air dan fitoplankton lebih mudah menggunakan nitrogen dalam bentuk nitrat. Jadi kadar nitrat dalam perairan akan dapat dimanfaatkan dengan adanya tanaman yang dapat menyerap nitrat tersebut.

Kandungan nitrat yang tinggi akan berbahaya bagi kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan. Fadil (2011) menyatakan bahwa amoniak, nitrat dan nitrit merupakan derivat senyawa nitrogen organik yang bersifat toksik terhadap organisme yang hidup di perairan. Tingkatan daya racun masing - masing senyawa berbeda - beda dimana ammonia dan nitrit sangat toksik walau dalam konsentrasi yang sedikit sedang nitrat baru bersifat toksik dalam konsentrasi besar.

Untuk lebih jelasnya, besaran kandungan nitrat dapat dilihat pada diagram batang yang terdapat pada Gambar 9 berikut ini.



Gambar 9. Hubungan Antara Jenis Tanaman Akuaponik Dengan Konsentrasi Nitrat

Grafik di atas menunjukkan bahwa rata – rata kandungan nitrat berkisar antara 0,8 - 0,9 mg/l. Rata – rata kandungan nitrat tertinggi yaitu pada perlakuan K sebesar 0,925 mg/l kemudian perlakuan C sebesar 0,892 mg/l, lalu diikuti

dengan perlakuan A sebesar 0,887 mg/l dan terakhir dengan nilai paling rendah yakni perlakuan B sebesar 0,863 mg/l.

Pada perlakuan K didapatkan hasil nitrat yang paling tinggi karena tidak adanya tanaman yang dapat menyerap kandungan nitrat dalam perlakuan tersebut. Tanaman memiliki kemampuan untuk menyerap nitrat di dalam air yang akan dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman tersebut. Menurut Sunarmi dan Purwohadijanto (1990) dalam Dewi (2012), penyerapan hara dapat melalui daun dan akar dalam bentuk larutan atau gas. Penyerapan lewat daun, tidak seluruh daun dapat mengabsorpsi unsur hara, karena secara anatomis bagian epidermis daun terlapis oleh kutikula yang sifatnya hidrophob sehingga unsur hara masuk melalui stomata dan estodesmata. Unsur hara tidak begitu saja lewat stomata dan masuk ke dalam tubuh tanaman tetapi dipengaruhi oleh faktor luar (kelembaban, suhu, cahaya dan pH) dan faktor dalam (xylem, ukuran daun, ada tidaknya bulu – bulu pada permukaan daun dan jumlah stomata). Penyerapan lewat akar, tidak semua permukaan akar dapat menyerap unsur hara, tetapi bagian akar yang dapat menyerap unsur hara sangat kecil jika dibandingkan total tubuh akar yaitu sedikit dibelakang titik tumbuh dan pada bulu – bulu akar.

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh perlakuan penggunaan tanaman yang berbeda terhadap kandungan nitrat maka dilakukan perhitungan sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Sidik Ragam Nitrat Selama Penelitian

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
PERLAKUAN	3	0,006	0,002	0,03 ^{ns}	4,07%	7,59%
ACAK	8	0,485	0,0607			
TOTAL	11	0,491				

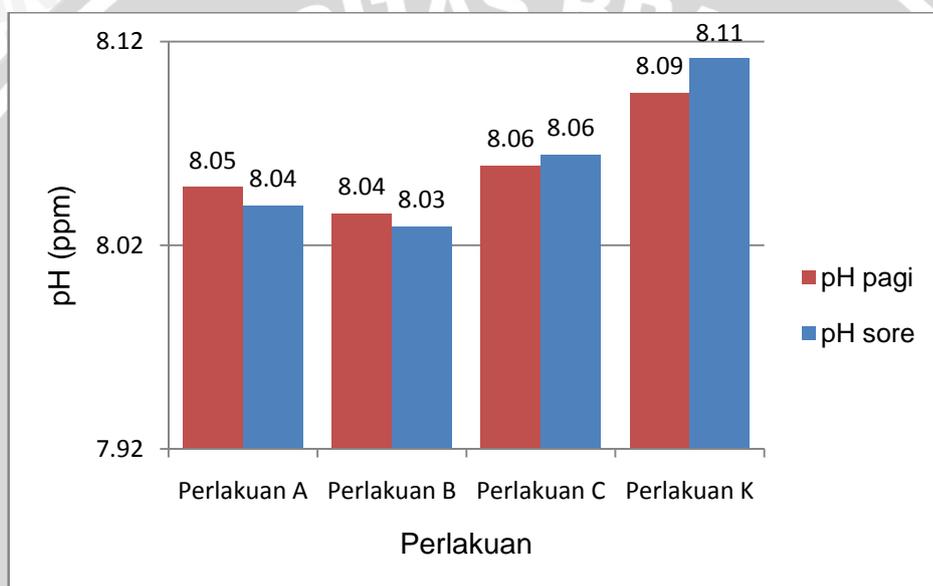
Keterangan : ns : tidak berbeda nyata

Berdasarkan dari analisis keragaman pada Tabel 11 mengenai nitrat diperoleh F hitung sebesar 0,03 dimana nilai F hitung lebih kecil dari F tabel 5%

yang berarti bahwa penggunaan tanaman yang berbeda pada budidaya sistem akuaponik tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kandungan nitrat.

4.1.5. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) pada saat penelitian dilakukan pengamatan setiap hari selama 30 hari pada pagi dan sore hari. Hasil pengamatan pH dapat dilihat pada Lampiran 7 dan grafik dapat dilihat pada Gambar 10 berikut ini.



Gambar 10. Hubungan Antara Jenis Tanaman Akuaponik Dengan Konsentrasi Derajat Keasaman (pH)

Grafik di atas menunjukkan bahwa rata – rata pH berkisar antara 7 – 8,5 ppm. Rata – rata pH pada pagi dan sore hari tertinggi yaitu pada perlakuan K kemudian perlakuan dengan menggunakan C, lalu diikuti dengan perlakuan A dan terakhir dengan nilai paling rendah yakni perlakuan B. Besaran pH pada penelitian masih dalam kisaran yang baik bagi pertumbuhan ikan tersebut. Dalam budidaya pada pH 5 masih dapat ditolerir oleh ikan tapi pertumbuhan ikan akan terhambat. Namun ikan dapat mengalami pertumbuhan yang optimal pada pH 6,5-9,0 (Monalisa dan Infa, 2010).

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor yang dapat menentukan laju pertumbuhan ikan. Menurut Armita (2011), pengaruh pH bagi organisme sangat besar dan penting, kisaran pH yang kurang dari 6,5 akan menekan laju pertumbuhan bahkan tingkat keasamannya dapat mematikan dan tidak ada laju reproduksi sedangkan pH 6,5 – 9 merupakan kisaran optimal dalam suatu perairan.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap pH maka dilakukan perhitungan sidik ragam yang dapat dilihat pada Lampiran 7. Nilai F hitung pH pada pagi hari sebesar 0,94 sedangkan nilai F hitung pH pada sore hari sebesar 0,38. Hasil ini masih lebih kecil dari F tabel 5% yang berarti bahwa penggunaan tanaman yang berbeda pada budidaya sistem akuaponik tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap derajat keasaman (pH).

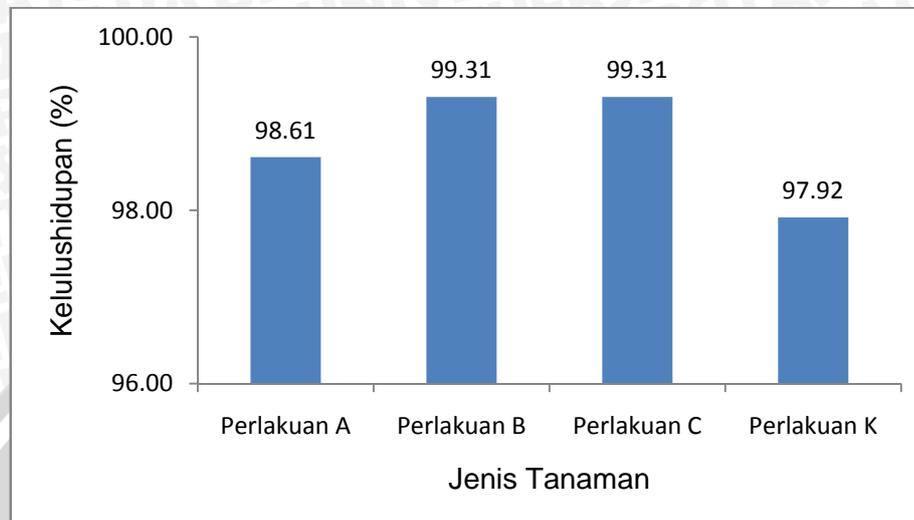
4.2. Kelulushidupan (*Survival Rate / SR*)

Kelulushidupan pada saat penelitian dilakukan pengamatan dengan menghitung perbandingan antara jumlah individu yang hidup pada akhir penelitian dengan jumlah individu yang hidup pada awal penelitian. Hasil pengamatan kelulushidupan pada saat penelitian dapat dilihat pada Lampiran 8 sedangkan data kelulushidupan dapat dilihat pada Tabel 12 berikut ini.

Tabel 12. Jumlah Rata - Rata Kelulushidupan Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) Selama Penelitian

perlakuan	Ulangan			Total	Rata - rata
	1	2	3		
A	97.92	100	97.92	295.84	98.61
B	100	97.92	100	297.92	99.31
C	100	97.92	100	297.92	99.31
K	95.83	97.92	100	293.75	97.92
Total				1185.43	

Untuk lebih jelasnya, besaran kelulushidupan dapat dilihat pada diagram batang yang terdapat pada Gambar 11 berikut ini.



Gambar 11. Hubungan Antara Jenis Tanaman Akuaponik Dengan Kelulushidupan Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*)

Grafik di atas menunjukkan bahwa rata – rata kelulushidupan tertinggi yaitu pada perlakuan B dan C masing – masing sebesar 99,31% kemudian perlakuan dengan menggunakan A sebesar 98,61% dan terakhir dengan nilai paling rendah yakni perlakuan K sebesar 97,92%. Tingginya tingkat kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) pada perlakuan B dan perlakuan C disebabkan karena kualitas air yang lebih baik daripada perlakuan yang lainnya.

Kelangsungan hidup ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi yaitu resistensi terhadap penyakit, pakan dan umur. Faktor eksternal yang mempengaruhi antara lain yaitu padat tebar, penyakit serta kualitas air (sifat fisika dan sifat kimia) dari suatu lingkungan perairan (Silaban *et al*, 2012).

Sesuai dengan literatur tersebut, salah satu faktor yang mempengaruhi kelulushidupan adalah kualitas air. Pada perlakuan selada 100% dan perlakuan tomat 50% : selada 50% didapatkan hasil tertinggi dengan persentase sebesar

99,31% karena pada kedua perlakuan ini kandungan ammonia tidak tinggi yakni pada selada 100% sebesar 0,068 mg/l dan perlakuan tomat 50% : selada 50% sebesar 0,157 mg/l. Menurut Rosmaniar (2012), amonia bebas yang tidak terionisasi bersifat toksik terhadap biota dan toksisitas tersebut akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut. Ikan tidak dapat bertoleransi terhadap kadar amonia bebas yang terlalu tinggi. Jadi dengan rendahnya kadar ammonia dalam perlakuan tersebut, ikan dapat tumbuh dan berkembang dengan baik sehingga kelangsungan hidup ikan dapat terjaga.

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh perlakuan penggunaan tanaman yang berbeda terhadap kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C.macropomum*) maka dilakukan perhitungan sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Sidik Ragam Kelulushidupan Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) Selama Penelitian

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
PERLAKUAN	3	3,98	1,327	0,61 ^{ns}	4,07%	7,59%
ACAK	8	17,35	2,169			
TOTAL	11	21,33				

Berdasarkan dari analisis keragaman pada Tabel 13 mengenai kelulushidupan diperoleh F hitung sebesar 0,61 dimana nilai F hitung lebih kecil dari F tabel 5% yang berarti bahwa penggunaan tanaman yang berbeda pada budidaya sistem akuaponik tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*).

Kelulushidupan yang dicapai suatu populasi merupakan gambaran hasil interaksi dari daya dukung lingkungan dengan ketersediaan pakan (Asih, 2008). Jadi dengan kelulushidupan yang mencapai presentase lebih dari 90% dapat dinyatakan bahwa kualitas air pada akuarium penelitian dianggap memadai untuk menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan bawal air tawar (*C.macropomum*).

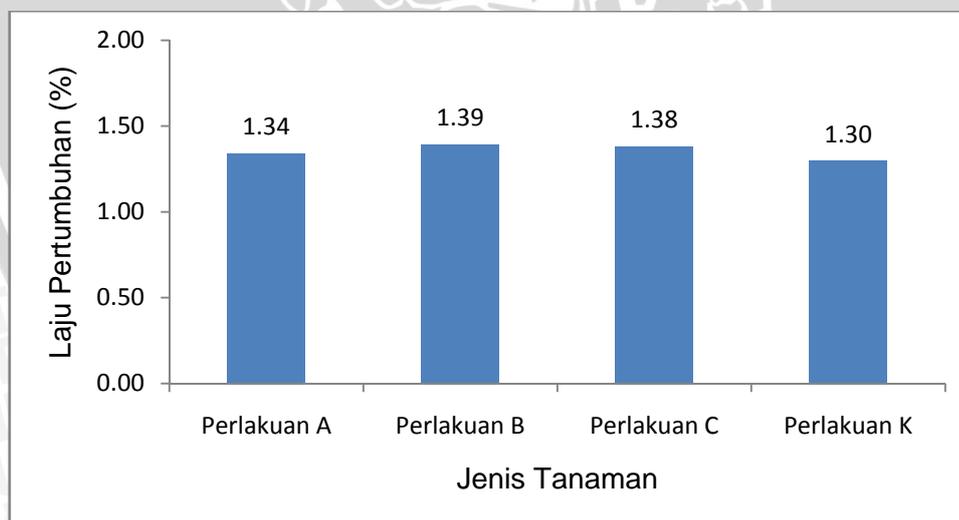
4.3. Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan spesifik pada saat penelitian dilakukan pengamatan pada awal sebelum ikan ditebar dan setiap 10 hari sekali sebanyak 3 kali setelah ikan ditebar. Hasil pengamatan laju pertumbuhan spesifik dapat dilihat pada Lampiran 9, sedangkan data laju pertumbuhan spesifik dapat dilihat pada Tabel 14 berikut ini.

Tabel 14. Jumlah Rata - Rata Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) Selama Penelitian

Perlakuan	ulangan			Total	Rata - rata
	1	2	3		
A	1.35	1.37	1.3	4.02	1.34
B	1.38	1.29	1.51	4.18	1.39
C	1.6	1.27	1.27	4.14	1.38
K	1.14	1.39	1.36	3.89	1.30
Total				16.23	

Untuk lebih jelasnya, besaran laju pertumbuhan spesifik dapat dilihat pada diagram batang yang terdapat pada Gambar 12 berikut ini.



Gambar 12. Hubungan Antara Jenis Tanaman Akuaponik Dengan Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*)

Grafik di atas menunjukkan bahwa rata – rata laju pertumbuhan spesifik tertinggi yaitu pada perlakuan B sebesar 1,39% kemudian perlakuan dengan

menggunakan C sebesar 1,38%, lalu diikuti dengan perlakuan A sebesar 1.34% dan terakhir dengan nilai paling rendah yakni perlakuan K sebesar 1.30% mg/l.

Pada perlakuan B didapatkan hasil pertumbuhan yang paling tinggi karena pada perlakuan tersebut dapat memperbaiki kualitas air lebih baik daripada perlakuan lainnya, terbukti dengan hasil konsentrasi ammonia paling rendah jika dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya sehingga ikan dapat tumbuh dengan baik. Menurut Hasiholan *et al* (2010), N merupakan salah satu unsur hara esensial yang diperlukan oleh tanaman dalam pertumbuhannya. Sedangkan menurut Izzati (2010), Tumbuhan akuatik mengambil nitrogen dalam bentuk ammonia maupun nitrat. Jadi sesuai dengan literatur di atas, bahwa tanaman dapat tumbuh dengan mengambil nitrogen terlarut di perairan dalam bentuk nitrat dan ammonia. Pada penelitian ini, selada dapat mengambil lebih banyak kandungan ammonia dalam perairan jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh perlakuan penggunaan tanaman yang berbeda terhadap laju pertumbuhan spesifik maka dilakukan perhitungan sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) Selama Penelitian

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
PERLAKUAN	3	0,01	0,003	0,18 ^{ns}	4,07%	7,59%
ACAK	8	0,14	0,017			
TOTAL	11	0,15				

Keterangan : ns : tidak berbeda nyata

Berdasarkan dari analisis keragaman pada Tabel 13 mengenai laju pertumbuhan spesifik diperoleh F hitung sebesar 0,18 dimana nilai F hitung lebih kecil dari F tabel 5% yang berarti bahwa penggunaan tanaman yang berbeda

pada budidaya sistem akuaponik tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan bawal air tawar (*C. macropomum*).

Pada parameter laju pertumbuhan spesifik ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) penggunaan budidaya system akuaponik tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata karena pada kualitas air semua perlakuan masih dalam kisaran yang dapat ditoleransi oleh ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) untuk tumbuh dan berkembang. Menurut Haetami *et al* (2005), pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal yaitu : bobot tubuh, sex, umur, kesuburan, kesehatan, pergerakan, aklimasi, aktivitas biomassa dan konsumsi oksigen. Sedangkan faktor eksternal terdiri dari faktor abiotik dan faktor biotik. Faktor abiotik terdiri dari tekanan, suhu, salinitas, kandungan oksigen air, buangan metabolit (CO₂, NH₃), pH, cahaya, musim. Faktor nutrisi termasuk faktor biotik yang meliputi ketersediaan pakan, komposisi pakan, pencernaan pakan, dan kompetisi pengambilan pakan. Diantara faktor – faktor tersebut, nutrisi merupakan faktor pengontrol dan ukuran ikan mempengaruhi potensi tumbuh suatu individu. Sedangkan suhu air mempengaruhi seluruh kegiatan dan proses kehidupan ikan yang meliputi pernafasan, reproduksi dan pertumbuhan.

Selain itu, pertumbuhan ikan pada budidaya perairan juga dapat dipengaruhi oleh padat tebar. Sesuai dengan pernyataan Mantau (2005) dalam Monalisa dan Infa (2010), yang menyatakan bahwa padat penebaran, kualitas pakan serta kualitas air yang baik dapat menunjang pertumbuhan ikan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh budidaya sistem akuaponik dengan tanaman yang berbeda terhadap kualitas air dan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C.macropomum*), dapat disimpulkan bahwa :

- Pada pengukuran kualitas air selama penelitian didapatkan hasil oksigen terlarut, ammonia, karbondioksida, nitrat dan pH dengan nilai berturut – turut berkisar antara 4 – 6 mg/l, 0,05 – 0,18 mg/l, 6 – 13,5 mg/l, 6 - 9 mg/l, 7 – 8,5 ppm. Sedangkan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C.macropomum*) berkisar antara 97% – 99% dengan perlakuan terbaik pada selada 100% dan kombinasi tomat 50% : selada 50%.
- Komposisi tanaman yang berbeda tidak berpengaruh terhadap kualitas air dan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*).

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk menggunakan tanaman selada (B) karena laju pertumbuhan spesifik ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) paling cepat dan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) tinggi. Selain itu disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan menambahkan bahan pencemar, mengganti jenis ikan, mengganti jenis tanaman dan ukuran tanaman yang lebih besar serta mengganti media tanam dan model resirkulasi dalam sistem akuaponik.

DAFTAR PUSTAKA

- Apridayanti, E. 2008. Evaluasi Pengelolaan Lingkungan Perairan Waduk Lahor Kabupaten Malang Jawa Timur. Diakses dari <http://eprints.undip.ac.id> pada 25 Agustus 2014
- Arfianto, D. 2011. Pengaruh Suhu Terhadap Penetasan Telur Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). Diakses dari <http://library.ikipgrismg.ac.id> pada 9 Februari 2014
- Armita, D. 2011. Analisis Perbandingan Kualitas Air di Daerah Budidaya Rumput Laut Dengan Daerah Tidak Ada Budidaya Rumput Laut, Di Dusun Malelaya, Desa Punaga, Kecamatan Mangarabombang, Kabupaten Takalar. Diakses dari <http://repository.unhas.ac.id> pada 9 Februari 2014
- Asih, S. 2008. Pengaruh Penggunaan Produk Pupuk Organik Kotoran Kelelawar Bebas Mikroba Dengan Dosis Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Bandeng (*Chanos-Chanos* Forskal) Pada Usia Tebar Sampai 3 Bulan. Diakses dari <http://elibrary.ub.ac.id> pada 25 Agustus 2014
- Ayer, I. S. 2013. Pengaruh Intensitas Cahaya dan Dosis Pupuk Kotoran Kambing Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) pada Tanah Ultisoil. Diakses dari <http://eprints.unipa.ac.id> pada 1 April 2014
- Azam, C. A. M. Alfian R. Barkah S. Muhammad Y. M. Sungging P. 2010. Pengaruh Kunyit Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan (SR) Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) Dengan Sistem Resirkulasi Tertutup. Diakses dari <http://fpk.unair.ac.id> pada 8 Februari 2014
- Batubara, J. P. 2012. Analisis Daya Tampung Limbah Organik Tambak Udang Terhadap Daya Dukung Lingkungan di Perairan Pesisir Kabupaten Batubara (Studi Kasus di Kecamatan Medang Deras). Diakses dari <http://repository.usu.ac.id> pada 9 Februari 2014

- Dewi, S. M. 2012. Pengaruh Budidaya Sistem Akuaponik Dengan Tanaman yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Universitas Brawijaya. Malang. Skripsi
- Djokosetiyanto, D. R. K. Dongoran dan E. Supriyono. 2005. Pengaruh Alkalinitas Terhadap Kelangsungan Hidup Dan Pertumbuhan Larva Ikan Patin Siam (*Pangasius sp.*). Diakses dari <http://dosen.narotama.ac.id> pada 25 Agustus 2014
- Edward dan FS. Pulumahuny. 2003. Kadar Oksigen Terlarut di Perairan Raha Pulau Muna, Sulawesi Tenggara. Diakses dari <http://www.coremap.or.id> pada 25 Agustus 2014
- Fadil, M. S. 2011. Kajian Beberapa Aspek Parameter Fisika Kimia Air Dan Aspek Fisiologis Ikan Yang Ditemukan Pada Aliran Buangan Pabrik Karet Di Sungai Batang Arau. Diakses dari <http://pasca.unand.ac.id> pada 25 Agustus 2014
- Gladiyakti, M. Tutik K. Dan Lili S. 2010. Pengaruh Padat Penebaran Terhadap Sintasan dan Pertumbuhan Benih Ikan Hias Silver Dollar (*Metynnys hypsauchen*) Dalam Sistem Resirkulasi. Diakses dari www.sidik.litbang.kkp.go.id pada 9 Februari 2014
- Gusrina. 2008. Budidaya Ikan Jilid I. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta. 168 hlm
- Hasiholan, B. S. M. P. Suprihati. M. S dan Muryas. R. I. 2010. Pengaruh Perbandingan Nitrat dan Amonium Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactusa sativa* L) yang Dibudidayakan Secara Hidroponik. Diakses dari <http://repository.library.uksw.edu> pada 9 September 2014
- Haetami, K. Junianto. Yuli A. 2005. Tingkat Penggunaan Gulma Air *Azolla pinnata* Dalam Ransum Terhadap Pertumbuhan dan Konversi Pakan Ikan Bawal Air Tawar. Diakses dari <http://pustaka.unpad.ac.id> pada 8 Februari 2014

- Huboyo, H. S. dan Badrus Z. 2007. Analisis Sebaran Temperatur Dan Salinitas Air Limbah Pltu - Pltgu Berdasarkan Sistem Pemetaan Spasial (Studi Kasus : PLTGU-PLTGU Tambak Lorok Semarang). Diakses dari <http://eprints.undip.ac.id> pada 25 Agustus 2014
- Isdarmawan, N. 2005. Kajian Tentang Pengaturan Luas dan Waktu Bagi Degradasi Limbah Tambak Dalam Upaya Pengembangan Tambak Berwawasan Lingkungan di Kecamatan Wonokerto Kabupaten Pekalongan. Diakses dari <http://eprints.undip.ac.id> pada 9 Februari 2014
- Izzati, M. 2010. Efektifitas *Sargassum Plagyophullum* dan *Gracilaria Verrucosa* dalam Menurunkan Kandungan Amonia, Nitrit dan Nitrat dalam Air Tambak. Diakses dari <http://eprints.undip.ac.id> pada 9 September 2014
- Kartolani, A. 2012. Gurihnya Laba Bisnis Ikan Konsumsi. Araska. Yogyakarta. 144 hlm
- Kordi, M. G. H. 2008. Budidaya Perairan. PT Citra Aditya Bakti. Bandung. 444 hlm
- Kurniawan, A. 2013. Akuaponik : Sederhana Berhasil Ganda. UBB Press. Bangka Belitung. 74 hlm
- Lestari, E. 2011. Keanekaragaman Jenis Vegetasi Akuatik yang Hidup di Perairan Tuntang Kabupaten Semarang. Diakses dari <http://library.ikipggrismg.ac.id> pada 9 Februari 2014
- Lestari, M. G. 2012. Budidaya Ikan Bawal. Diakses dari <http://masayugita.blogspot.com> pada 9 Februari 2014
- Mayunar, 1990. Pengendalian Senyawa Nitrogen Pada Budidaya Ikan Dengan Sistem Resirkulasi. Diakses dari <http://www.oseanografi.lipi.go.id> pada 9 Februari 2014
- Monalisa, S. S. dan Infa M. 2010. Kualitas Air yang Mempengaruhi Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis sp.*) di Kolam Beton dan Terpal. Diakses dari <http://www.jtfupr.com> pada 25 Agustus 2014

Murtiati, K. Simbolon, T. Wahyuni dan Juyana. 2007. Penggunaan Biokatalisator Pada Budidaya Udang Galah. Diakses dari <http://defishery.files.wordpress.com> pada 25 Agustus 2014

Ningrum, A. N. 2011. Pengaruh Kerapatan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) yang Berbeda pada Limbah Cair Pabrik Gula Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Universitas Brawijaya. Malang. Skripsi

Pratiwi, S. A. 2009. Pengaruh Pemberian Jus Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum Mill.*) Terhadap Perubahan Warna Gigi Pada Proses Pemutihan Gigi Secara In Vitro. Diakses dari <http://eprints.undip.ac.id> pada 9 Februari 2014

Priadie, B. 2012. Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. Diakses dari <http://blog.ub.ac.id> pada 9 Februari 2014

Puspitaningrum, M. Munifatul I dan Sri H. 2012. Produksi dan Konsumsi Oksigen Terlarut Oleh Beberapa Tumbuhan Air. Diakses dari <http://eprints.undip.ac.id> pada 11 September 2014

Rahayu, Haryanto dan Suhartini. 1996. Botani Tanaman. Diakses dari <http://repository.usu.ac.id> pada 9 Februari 2014

Redjeki, S. 1999. Budidaya Rotifera (*Brachionus plicatilis*). Diakses dari [http://www.oseanografi.lipi.go.id](http://www oseanografi.lipi.go.id) pada 25 Agustus 2014

Reni, R. A. 2013. Status Trofik Danau Rawa Pening dan Komposisi Ikan Yang Hidup Bebas di Dalamnya. Diakses dari <http://library.ikipgrismg.ac.id> pada 9 Februari 2014

Rifa'i, M dan Ratna I. P. 2012. Pemanfaatan Photovoltaik Pada Sistem Otomasi Akuaponik Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535. Diakses dari <http://eltek.polinema.ac.id> pada 9 Februari 2014

Rivando, R. 2011. Penyerapan Unsur Hara (Makalah Fisiologi Pohon). Diakses dari <http://sylvesterunila.blogspot.com> pada 12 September 2014

- Rosmaniar. 2011. Dinamika Biomassa Bakteri dan Kadar Limbah Nitrogen pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) Intensif Sistem Heterotrofik. Diakses dari <http://repository.uinjkt.ac.id> pada 9 September 2014
- Rudiyanti, S dan Astri D. E. 2009. Pertumbuhan dan Survival Rate Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) Pada Berbagai Konsentrasi Pestisida Regent 0,3 G. Diakses dari <http://eprints.undip.ac.id> pada 5 Maret 2014
- Setyanto, A. E. 2005. Memperkenalkan Kembali Metode Eksperimen dalam Kajian Komunikasi. Diakses dari <http://jurnal.uajy.ac.id> pada 9 Februari 2014
- Silaban, T. F. Limin S. dan Suparmono. 2012. Dalam Peningkatan Kinerja Filter Air Untuk Menurunkan Konsentrasi Amonia pada Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Diakses dari <http://jrtp.files.wordpress.com> pada 9 September 2014
- Silalahi, J. 2009. Analisis Kualitas Air dan Hubungannya Dengan Keanekaragaman Vegetasi Akuatik di Perairan Balige Danau Toba. Diakses dari <http://repository.usu.ac.id> pada 9 Februari 2014
- Sinaga, M. 2006. Evaluasi Kualitas Air dan Beban Pencemaran Sungai Ciujung. Diakses dari <http://sda.pu.go.id> pada 9 Februari 2014
- Subarijanti, H.U. 1990. Diktat Tanaman Air. Universitas Brawijaya. Malang. 56 hlm
- Sutisna, D. H dan Ratno S. 1995. Pembenuhan Ikan Air Tawar. Kanisius. Yogyakarta. 135 hlm
- Sukadi, M. F. 2002. Peningkatan Teknologi Budidaya Perikanan. Diakses dari <http://iktiologi-indonesia.org> pada 9 Februari 2014
- Sutrisno. Estu N. dan Anang H. K. 2013. Akuaponik. Diakses dari <http://pusluh.kkp.go.id> pada 9 Februari 2014
- Taufik, I. 2010. Uji Multi Lokasi Pada Budidaya Ikan Nila Dengan Sistem Akuaponik. Diakses dari <http://km.ristek.go.id> pada 9 Februari 2014

Widanarni, I. Effendi dan H. J. Bugri. 2006. Pengaruh Padat Penebaran Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Gurami *Ospbronemus gouramy* Lac. Ukuran 2 cm. Diakses dari <http://dosen.narotama.ac.id> pada 9 Februari 2014

Yanti, Y. H. 2009. Metode Sambung Lengkung Antara Tanaman Tomat dan Kentang Untuk Mendapatkan Satu Tanaman Baru yang Menghasilkan 2 Jenis Produk Sekali Panen. Diakses dari <http://repository.usu.ac.id> pada 8 September 2014

Yuliasuti, E. 2011. Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. Diakses dari <http://sda.pu.go.id> pada 9 Februari 2014



Lampiran 1. Gambar Akuarium



Akuarium Penelitian



Tomat 100%



Selada 100%



Tomat 50% : Selada 50%



Tanpa tanaman

Lampiran 2. Gambar Alat Pengukur Kualitas Air



DO meter



pH meter



Hot plate



Spektrofotometer

Lampiran 3. Perhitungan Data Oksigen Terlarut Selama Penelitian

Data rata-rata pengamatan oksigen terlarut pagi dan oksigen terlarut sore selama penelitian

- Tabel Jumlah Rata – Rata Oksigen Terlarut Pagi Selama Penelitian

Perlakuan	ulangan			Total	Rata - rata
	1	2	3		
A	7.060	7.120	7.060	21.240	7.080
B	6.930	6.980	7.040	20.950	6.983
C	7.190	6.920	7.160	21.270	7.090
K	7.230	7.160	7.270	21.660	7.220
Total				85.120	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{85,120^2}{12}$$

$$= 603,785$$

$$\text{JK Total} = (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + K_3^2) - \text{FK}$$

$$= (7,060^2 + 7,120^2 + 7,060^2 + \dots + 7,270^2) - 603,785$$

$$= 0,143$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{(A)^2}{r} + \frac{(B)^2}{r} + \frac{(C)^2}{r} + \frac{(K)^2}{r} - \text{FK}$$

$$= \frac{(21,240)^2}{3} + \frac{(20,950)^2}{3} + \frac{(21,270)^2}{3} + \frac{(21,660)^2}{3} -$$

$$603,785$$

$$= 150,379 + 146,301 + 150,804 + 156,385 - 603,785$$

$$= 0,085$$

Lampiran 3 (Lanjutan)

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 0,143 - 0,085 \\ &= 0,058 \end{aligned}$$

- Tabel Sidik Ragam Oksigen Terlarut Pagi Selama Penelitian

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
PERLAKUAN	3	0,085	0,028	3,88 ^{ns}	4,07%	7,59%
ACAK	8	0,058	0,0073			
TOTAL	11	0,143				

ns : Tidak berbeda nyata

Karena F hitung < tabel 5%, maka dapat dikatakan bahwa pengaruh budidaya sistem akuaponik dengan tanaman yang berbeda tidak memberikan pengaruh. Sehingga perhitungan tidak di lanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

- Tabel Jumlah Rata – Rata Oksigen Terlarut Sore Selama Penelitian

Perlakuan	ulangan			Total	Rata - rata
	1	2	3		
A	7.090	7.140	7.130	21.360	7.120
B	7.190	7.050	7.090	21.330	7.110
C	7.170	7.070	7.150	21.390	7.130
K	7.230	7.200	7.260	21.690	7.230
Total				85.770	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\begin{aligned} \text{Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{G^2}{n} = \frac{85,770^2}{12} \\ &= 613,041 \end{aligned}$$

$$\text{JK Total} = (A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + K_3^2) - \text{FK}$$

Lampiran 3 (Lanjutan)

$$= (7,090^2 + 7,140^2 + 7,130^2 + \dots + 7,260^2) - 613,041$$

$$= 0,047$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{(A)^2}{r} + \frac{(B)^2}{r} + \frac{(C)^2}{r} + \frac{(K)^2}{r} - \text{FK}$$

$$= \frac{(21,360)^2}{3} + \frac{(21,330)^2}{3} + \frac{(21,390)^2}{3} + \frac{(21,690)^2}{3} -$$

$$613,041$$

$$= 152,083 + 151,656 + 152,511 + 156,819 - 613,041$$

$$= 0,028$$

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

$$= 0,047 - 0,028$$

$$= 0,019$$

- Tabel Sidik Ragam Oksigen Terlarut Sore Selama Penelitian

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
PERLAKUAN	3	0,028	0,009	3,86 ^{ns}	4,07%	7,59%
ACAK	8	0,019	0,0024			
TOTAL	11	0,047				

ns : Tidak berbeda nyata

Karena F hitung < tabel 5%, maka dapat dikatakan bahwa pengaruh budidaya sistem akuaponik dengan tanaman yang berbeda tidak memberikan pengaruh. Sehingga perhitungan tidak di lanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

Lampiran 4. Perhitungan Data Ammonia Selama Penelitian

- Tabel Jumlah Rata- Rata Pengamatan Ammonia Selama Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - rata
	1	2	3		
A	0.092	0.111	0.079	0.282	0.094
B	0.063	0.074	0.068	0.205	0.068
C	0.021	0.072	0.377	0.470	0.157
K	0.375	0.083	0.074	0.532	0.177
Total				1.489	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{1,489^2}{12}$$

$$= 0,185$$

JK Total

$$= (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + K_3^2) - \text{FK}$$

$$= (0,092^2 + 0,111^2 + 0,079^2 + \dots + 0,074^2) - 0,185$$

$$= 0,144$$

JK Perlakuan

$$= \frac{(A)^2}{r} + \frac{(B)^2}{r} + \frac{(C)^2}{r} + \frac{(K)^2}{r} - \text{FK}$$

$$= \frac{(0,282)^2}{3} + \frac{(0,205)^2}{3} + \frac{(0,470)^2}{3} + \frac{(0,532)^2}{3} - 0,185$$

$$= 0,02651 + 0,01401 + 0,07363 + 0,09434 - 0,185$$

$$= 0,023$$

JK Acak

$$= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 0,144 - 0,023$$

$$= 0,121$$

Lampiran 4 (Lanjutan)

Tabel Sidik Ragam Ammonia Selama Penelitian

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
PERLAKUAN	3	0,023	0,0077	0,51 ^{ns}	4,07%	7,59%
ACAK	8	0,121	0,0151			
TOTAL	11	0,144				

ns : Tidak berbeda nyata

Karena F hitung < tabel 5%, maka dapat dikatakan bahwa pengaruh budidaya sistem akuaponik dengan tanaman yang berbeda tidak memberikan pengaruh. Sehingga perhitungan tidak di lanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).



Lampiran 5. Perhitungan Data Karbondioksida Selama Penelitian

- Tabel Jumlah Rata- Rata Pengamatan Karbondioksida Selama Penelitian

Perlakuan	ulangan			Total	Rata - rata
	1	2	3		
A	3.995	3.995	3.995	11.985	3.995
B	3.995	3.995	7.990	15.980	5.327
C	3.995	3.995	3.995	11.985	3.995
K	0.000	3.995	3.995	7.990	2.663
Total				47.940	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{47,940^2}{12}$$

$$= 191,520$$

JK Total

$$= (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + K_3^2) - \text{FK}$$

$$= (3,995^2 + 3,995^2 + 3,995^2 + \dots + 3,995^2) - 191,520$$

$$= 31,920$$

JK Perlakuan

$$= \frac{(A)^2}{r} + \frac{(B)^2}{r} + \frac{(C)^2}{r} + \frac{(K)^2}{r} - \text{FK}$$

$$= \frac{(11,985)^2}{3} + \frac{(15,980)^2}{3} + \frac{(11,985)^2}{3} + \frac{(7,990)^2}{3} -$$

$$191,520$$

$$= 47,880 + 85,120 + 47,880 + 21,280 - 191,520$$

$$= 10,640$$

JK Acak

$$= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 31,920 - 10,640$$

$$= 21,280$$

Lampiran 5 (Lanjutan)

- Tabel Sidik Ragam Karbondioksida Selama Penelitian

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
PERLAKUAN	3	10,640	3,547	1,33 ^{ns}	4,07%	7,59%
ACAK	8	21,280	2,6600			
TOTAL	11	31,920				

ns : Tidak berbeda nyata

Karena F hitung < tabel 5%, maka dapat dikatakan bahwa pengaruh budidaya sistem akuaponik dengan tanaman yang berbeda tidak memberikan pengaruh. Sehingga perhitungan tidak di lanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).



Lampiran 6. Perhitungan Data Nitrat Selama Penelitian

- Tabel Jumlah Rata- Rata Pengamatan Nitrat Selama Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - rata
	1	2	3		
A	0.652	0.836	1.173	2.661	0.887
B	0.648	0.819	1.112	2.589	0.863
C	0.681	0.847	1.148	2.676	0.892
K	0.697	0.862	1.216	2.775	0.925
Total				10.701	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{10,701^2}{12}$$

$$= 9,543$$

JK Total

$$= (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + K_3^2) - \text{FK}$$

$$= (0,652^2 + 0,836^2 + 1,173^2 + \dots + 1,216^2) - 9,543$$

$$= 0,491$$

JK Perlakuan

$$= \frac{(A)^2}{r} + \frac{(B)^2}{r} + \frac{(C)^2}{r} + \frac{(K)^2}{r} - \text{FK}$$

$$= \frac{(2,661)^2}{3} + \frac{(2,589)^2}{3} + \frac{(2,676)^2}{3} + \frac{(2,775)^2}{3} - 9,543$$

$$= 2,360 + 2,234 + 2,387 + 2,567 - 9,543$$

$$= 0,006$$

JK Acak

$$= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 0,491 - 0,006$$

$$= 0,485$$

Lampiran 6 (Lanjutan)

- Tabel Sidik Ragam Nitrat Selama Penelitian

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
PERLAKUAN	3	0,006	0,002	0,03 ^{ns}	4,07%	7,59%
ACAK	8	0,485	0,0607			
TOTAL	11	0,491				

ns : Tidak berbeda nyata

Karena F hitung < tabel 5%, maka dapat dikatakan bahwa pengaruh budidaya sistem akuaponik dengan tanaman yang berbeda tidak memberikan pengaruh. Sehingga perhitungan tidak di lanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).



Lampiran 7. Perhitungan Data Derajat Keasaman (pH) Selama Penelitian

Data rata-rata pengamatan pH pagi dan pH sore selama penelitian

- Tabel Jumlah Rata – Rata pH Pagi Selama Penelitian

perlakuan	ulangan			Total	Rata - rata
	1	2	3		
A	8.056	8.010	8.079	24.145	8.048
B	7.974	8.098	8.034	24.106	8.035
C	8.079	8.050	8.048	24.177	8.059
K	8.152	8.096	8.036	24.284	8.095
Total				96.712	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{96,712^2}{12}$$

$$= 779,434$$

JK Total

$$= (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + K_3^2) - \text{FK}$$

$$= (8,056^2 + 8,010^2 + 8,079^2 + \dots + 8,036^2) - 779,434$$

$$= 0,023$$

JK Perlakuan

$$= \frac{(\sum A)^2}{r} + \frac{(B)^2}{r} + \frac{(C)^2}{r} + \frac{(K)^2}{r} - \text{FK}$$

$$= \frac{(24,145)^2}{3} + \frac{(24,106)^2}{3} + \frac{(24,177)^2}{3} + \frac{(24,284)^2}{3} -$$

$$779,434$$

$$= 194,327 + 193,700 + 194,842 + 196,571 - 779,434$$

$$= 0,006$$

JK Acak

$$= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

Lampiran 7 (Lanjutan)

$$= 0,023 - 0,006$$

$$= 0,017$$

- Tabel Sidik Ragam pH pagi Selama Penelitian

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
PERLAKUAN	3	0,006	0,002	0,94 ^{ns}	4,07%	7,59%
ACAQ	8	0,017	0,00213			
TOTAL	11	0,023				

ns : Tidak berbeda nyata

Karena F hitung < tabel 5%, maka dapat dikatakan bahwa pengaruh budidaya sistem akuaponik dengan tanaman yang berbeda tidak memberikan pengaruh. Sehingga perhitungan tidak di lanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

- Tabel Jumlah Rata – Rata pH Sore Selama Penelitian

perlakuan	ulangan			Total	Rata - rata
	1	2	3		
A	7.930	8.181	8.007	24.118	8.039
B	8.020	7.968	8.099	24.087	8.029
C	8.121	8.015	8.057	24.193	8.064
K	8.229	8.121	7.986	24.336	8.112
Total				96.734	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{96,734^2}{12}$$

$$= 779,79$$

$$\text{JK Total} = (A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + K_3^2) - \text{FK}$$

$$= (7,930^2 + 8,181^2 + 8,007^2 + \dots + 7,986^2) - 779,79$$



Lampiran 7 (Lanjutan)

$$= 0,088$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{(A)^2}{r} + \frac{(B)^2}{r} + \frac{(C)^2}{r} + \frac{(K)^2}{r} - \text{FK}$$

$$= \frac{(24,118)^2}{3} + \frac{(24,087)^2}{3} + \frac{(24,193)^2}{3} + \frac{(24,336)^2}{3} -$$

$$779,79$$

$$= 193,893 + 193,395 + 195,100 + 197,414 - 779,79$$

$$= 0,011$$

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

$$= 0,088 - 0,011$$

$$= 0,077$$

- Tabel Sidik Ragam pH Sore Selama Penelitian

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
PERLAKUAN	3	0,011	0,0037	0,38 ^{ns}	4,07%	7,59%
ACAK	8	0,077	0,0096			
TOTAL	11	0,088				

ns : Tidak berbeda nyata

Karena F hitung < tabel 5%, maka dapat dikatakan bahwa pengaruh budidaya sistem akuaponik dengan tanaman yang berbeda tidak memberikan pengaruh. Sehingga perhitungan tidak di lanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

Lampiran 8. Data dan Rancangan Acak Lengkap Kelulushidupan Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) Selama Penelitian

- Tabel Jumlah Rata- Rata Pengamatan Kelulushidupan Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) Selama Penelitian

perlakuan	ulangan			Total	Rata - rata
	1	2	3		
A	97.92	100	97.92	295.84	98.61
B	100	97.92	100	297.92	99.31
C	100	97.92	100	297.92	99.31
K	95.83	97.92	100	293.75	97.92
Total				1185.43	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{1.185,43^2}{12}$$

$$= 117.103,69$$

JK Total

$$= (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + K_3^2) - \text{FK}$$

$$= (97,92^2 + 100^2 + 97,92^2 + \dots + 100^2) - 117.103,69$$

$$= 21,33$$

JK Perlakuan

$$= \frac{(A)^2}{r} + \frac{(B)^2}{r} + \frac{(C)^2}{r} + \frac{(K)^2}{r} - \text{FK}$$

$$= \frac{(295,84)^2}{3} + \frac{(297,92)^2}{3} + \frac{(297,92)^2}{3} + \frac{(293,75)^2}{3} -$$

$$117.103,69$$

$$= 29.173,77 + 29.585,44 + 29.585,44 + 28.763,02 -$$

$$117.103,69$$

$$= 3,98$$

JK Acak

$$= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

Lampiran 8 (Lanjutan)

$$= 21,33 - 3,98$$

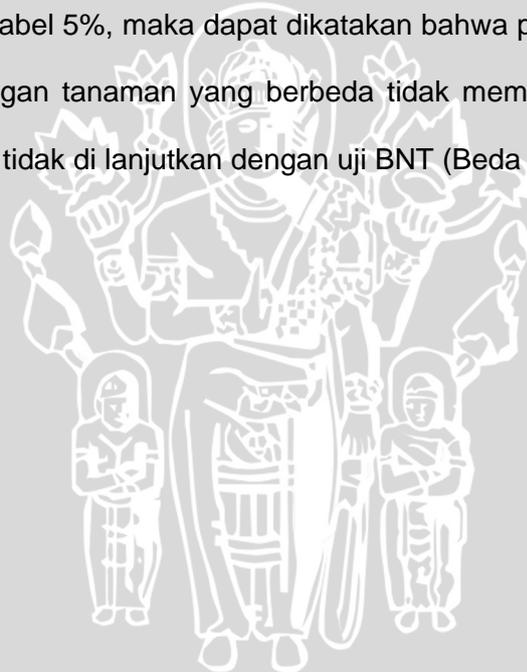
$$= 17,35$$

- Tabel Sidik Ragam Kelulushidupan Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) Selama Penelitian

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
PERLAKUAN	3	3,98	1,327	0,61 ^{ns}	4,07%	7,59%
ACAK	8	17,35	2,169			
TOTAL	11	21,33				

ns : Tidak berbeda nyata

Karena F hitung < tabel 5%, maka dapat dikatakan bahwa pengaruh budidaya sistem akuaponik dengan tanaman yang berbeda tidak memberikan pengaruh. Sehingga perhitungan tidak di lanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).



Lampiran 9. Perhitungan Data Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) Selama Penelitian

- Tabel Jumlah Rata- Rata Pengamatan Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) Selama Penelitian

Perlakuan	ulangan			Total	Rata - rata
	1	2	3		
A	1.35	1.37	1.3	4.02	1.34
B	1.38	1.29	1.51	4.18	1.39
C	1.6	1.27	1.27	4.14	1.38
K	1.14	1.39	1.36	3.89	1.30
Total				16.23	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{16,23^2}{12}$$

$$= 21,95$$

JK Total

$$= (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + K_3^2) - \text{FK}$$

$$= (1,35^2 + 1,37^2 + 1,3^2 + \dots + 1,36^2) - 21,95$$

$$= 0,15$$

JK Perlakuan

$$= \frac{(A)^2}{r} + \frac{(B)^2}{r} + \frac{(C)^2}{r} + \frac{(K)^2}{r} - \text{FK}$$

$$= \frac{(4,02)^2}{3} + \frac{(4,18)^2}{3} + \frac{(4,14)^2}{3} + \frac{(3,89)^2}{3} - 21,95$$

$$= 5,39 + 5,82 + 5,71 + 5,04 - 21,95$$

$$= 0,01$$

JK Acak

$$= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 0,15 - 0,01$$

$$= 0,14$$

Lampiran 9 (Lanjutan)

- Tabel Sidik Ragam Laju Perumbuhan Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) Selama Penelitian

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
PERLAKUAN	3	0,01	0,003	0,18 ^{ns}	4,07%	7,59%
ACAK	8	0,14	0,017			
TOTAL	11	0,15				

ns : Tidak berbeda nyata

Karena F hitung < tabel 5%, maka dapat dikatakan bahwa pengaruh budidaya sistem akuaponik dengan tanaman yang berbeda tidak memberikan pengaruh. Sehingga perhitungan tidak di lanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

