

**PENGARUH KOMPOSISI TANAMAN YANG BERBEDA DALAM BUDIDAYA
SISTEM AKUAPONIK TERHADAP KUALITAS AIR DAN KELULUSHIDUPAN
IKAN PATIN (*Pangasius sp.*)**

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

Oleh :

**WINDI YULIA ISMANIAR
NIM. 105080500111018**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

**PENGARUH KOMPOSISI TANAMAN YANG BERBEDA DALAM BUDIDAYA
SISTEM AKUAPONIK TERHADAP KUALITAS AIR DAN KELULUSHIDUPAN
IKAN PATIN (*Pangasius sp.*)**

**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 :

**WINDI YULIA ISMANIAR
NIM. 105080500111018**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

**PENGARUH KOMPOSISI TANAMAN YANG BERBEDA DALAM BUDIDAYA
SISTEM AKUAPONIK TERHADAP KUALITAS AIR DAN KELULUSHIDUPAN
IKAN PATIN (*Pangasius sp.*)**

Oleh :

**WINDI YULIA ISMANIAR
NIM. 105080500111018**

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 27 Januari 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dr. Ir. Abd Rahem Fagih, MSI
NIP. 19671010 199702 1 001
Tanggal: 16 FEB 2016

Dosen Pembimbing I

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

16 FEB 2016

Dosen Penguji II

Ir. M. Rasyid Fadholi, MSI
NIP. 19520713 198003 1 001
Tanggal:

16 FEB 2016

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. M. Fadjjar, MSc.
NIP. 19621014 198701 1 001
Tanggal:

16 FEB 2016

**Mengetahui,
Ketua Jurusan**



(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)

NIP. 19620805 198603 2 001

Tanggal: 16 FEB 2016

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, Februari 2016

Mahasiswa

Windi Yulia Ismaniar

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 Patin (*Pangasius sp.*)**, maka penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Andayani selaku dosen pembimbing pertama saya yang telah banyak memberikan kritik dan saran.
2. Bapak Dr. Ir. M. Fadjar, M.Sc selaku dosen pembimbing kedua saya yang telah banyak memberikan kritik dan saran.
3. Bapak, Ibu, mas Omy, mas Erwin, mas Indra dan mbak Etik, yang telah mendoakan dan tidak henti – hentinya memberikan motivasi serta semangat kepada saya selama ini.
4. saudara –saudara saya yang selalu memberi semangat agar menyelesaikan laporan ini. Serta teman – teman BP 2010 yang telah membantu dan memotivasi saya sehingga penelitian dan pengerjaan laporan skripsi saya dapat terselesaikan.
5. Ayu, Andang, Apink, Khafid, Fira, iqbal yang selalu memotivasi saya untuk menyelesaikan laporan ini. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang dengan tulus dan ikhlas memberikan bantuan dan motivasi bagi penulis.

Malang, Februari 2016

Penulis

RINGKASAN

Windi Yulia Ismaniar. Pengaruh Komposisi Tanaman yang Berbeda dalam Budidaya Sistem Akuaponik terhadap Kualitas Air dan Kelulushidupan Ikan Patin (*Pangasius sp.*) (dibawah bimbingan **Prof. Dr. Ir. Sri Andayani, MS.** dan **Dr. Ir. M. Fadjar, MSc.**)

Ikan Patin merupakan salah satu komoditas unggulan dibidang perikanan. Ikan air tawar yang memiliki warna putih keabu-abuan ini, memiliki cita rasa yang khas dan mengandung protein cukup tinggi. Ikan Patin dinilai lebih aman untuk kesehatan karena kadar kolesterolnya rendah dibandingkan dengan daging ternak. Protein daging ikan Patin cukup tinggi yaitu 16,58%. Karena semakin sempitnya lahan yang produktif yang dapat digunakan sebagai lahan pertanian dan perikanan maka salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat menggunakan sistem teknologi akuaponik. Akuaponik salah satu teknologi terapan hemat lahan dan air yang dikombinasikan dengan berbagai tanaman sayuran sehingga dapat memanfaatkan lahan yang tidak cukup luas. Tanaman yang digunakan pada penelitian tentang akuaponik ini adalah tanaman sawi dan selada.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2014 sampai Oktober 2014 di Laboratorium Reproduksi, Pembenihan dan Pemuliaan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang. Tujuan dari penelitian yang berjudul "Pengaruh Komposisi Tanaman yang Berbeda dalam Budidaya Sistem Akuaponik terhadap Kualitas Air dan Kelulushidupan Ikan Patin (*Pangasius sp.*) untuk mengetahui adanya pengaruh komposisi tanaman yang berbeda dalam sistem budidaya sistem akuaponik terhadap kualitas air dan kelulushidupan ikan Patin sehingga dapat diketahui tanaman yang terbaik dalam budidaya sistem akuaponik untuk ikan Patin (*Pangasius sp.*).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dan rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL), dengan penggunaan tiga macam perlakuan dan tiga ulangan :A (sawi 100%), B (selada 100%), C (sawi : selada dengan perbandingan jumlah tanaman 50% : 50%). Parameter utama pada penelitian ini adalah kelulushidupan dan kualitas air yang meliputi ammonia. Sedangkan parameter penunjang yakni laju pertumbuhan, suhu, pH, DO, CO₂ dan TOM.

Berdasarkan dari hasil analisa dari penelitian sistem akuaponik ini dapat diketahui bahwa nilai kelulushidupan tertinggi setelah penelitian yakni pada perlakuan selada sebesar 91,11% dan yang terendah sebesar 89,44%. Untuk nilai laju pertumbuhan tertinggi yakni pada perlakuan selada sebesar 0,38%. Oksigen terlarut berkisar antara 5,43–5,54 mg/l, ammonia berkisar antara 0,19 – 0,23 mg/l, karbondioksida berkisar antara 14,90–15,08 mg/l dan pH berkisar antara 7,72–7,95. Suhu berkisar antara 27,48–27,50°C dan TOM berkisar antara 9,05–9,34 ppm.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat serta kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Pengaruh Komposisi Tanaman Yang Berbeda Dalam Budidaya Sistem Akuaponik Terhadap Kualitas Air Dan Kelulushidupan Ikan Patin (*Pangasius sp.*)”**

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana bagi mahasiswa program S1 pada program studi Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Malang, Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
UCAPAN TERIMAKASIH	v
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
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 Patin (<i>Pangasius</i> sp.).....	5
2.1.1. Klasifikasi.....	5
2.1.2. Morfologi.....	5
2.1.3. Kebiasaan Makan.....	6
2.1.4. Padat Tebar.....	7
2.1.5. Pertumbuhan dan Kelulushidupan.....	8
2.2. Sistem Akuaponik.....	9
2.2.1. Sistem Resirkulasi.....	10
2.2.2. Pemilihan Jenis Tanaman.....	10
2.3. Kualitas Air.....	13
2.3.1. Suhu.....	13
2.3.2. Derajat Keasaman (pH).....	13

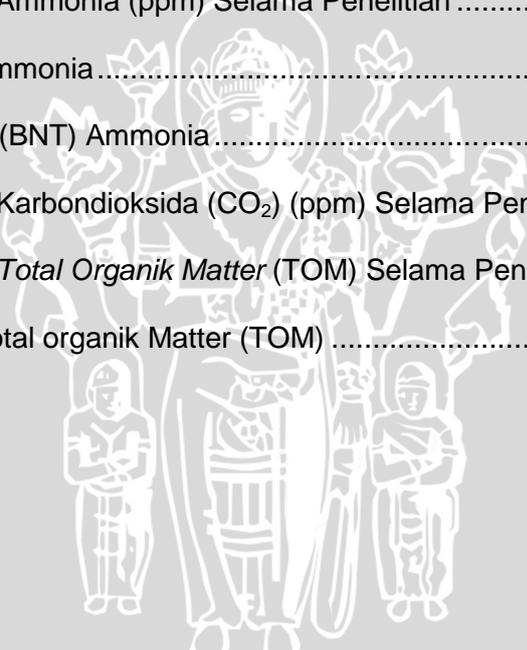
2.3.3. Oksigen Terlarut / <i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	14
2.3.4. Ammonia	14
2.3.5. Karbondioksida (CO ₂)	15
2.3.6. Total Organik Matter (TOM)	15
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	16
3.1. Materi Penelitian	16
3.1.1. Alat – Alat Penelitian	16
3.1.2. Bahan – Bahan Penelitian	17
3.2. Metode Penelitian	17
3.3. Rancangan Penelitian	18
3.4. Prosedur Penelitian	19
3.4.1. Persiapan Penelitian	19
3.4.2. Pelaksanaan Penelitian	20
3.5. Parameter Uji	20
3.5.1. Parameter Utama	20
3.5.2. Parameter Penunjang	21
3.6. Analisa Data	24
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Kelulushidupan (<i>Survival Rate</i> / SR)	25
4.2. Laju Pertumbuhan Spesifik	28
4.3. Kualitas Air	30
4.3.1. Suhu	30
4.3.2. Derajat Keasaman (pH)	31
4.3.3. Oksigen Terlarut / <i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	32
4.3.4. Ammonia	33
4.3.5. Karbondioksida (CO ₂)	36
4.3.6. Total Organik Matter (TOM)	37
5. KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1. Kesimpulan	38
5.2. Saran	38

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Kelulushidupan Ikan Patin (<i>Pangasius</i> sp.).....	27
2. Sidik Ragam Kelulushidupan Ikan Patin (<i>Pangasius</i> sp.).....	28
3. Data Laju Pertumbuhan Ikan Patin (<i>Pangasius</i> sp.)	29
4. Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Patin (<i>Pangasius</i> sp.).....	30
5. Data Rata-rata Suhu Selama Penelitian.....	31
6. Data Rata-rata Derajat Keasaman Selama Penelitian.....	32
7. Data Rata-Rata Oksigen Terlarut (ppm) Selama Penelitian.....	33
8. Data Rata-rata Ammonia (ppm) Selama Penelitian	34
9. Sidik Ragam Ammonia.....	34
10. Uji Beda Nyata (BNT) Ammonia.....	35
11. Data Rata-rata Karbondioksida (CO ₂) (ppm) Selama Penelitian.....	36
12. Data Rata-rata <i>Total Organik Matter</i> (TOM) Selama Penelitian.....	37
13. Sidik Ragam Total organik Matter (TOM)	38



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Patin (<i>Pangasius</i> sp.).....	5
2. Tanaman Sawi	11
3. Tanaman Selada.....	12
4. Denah Percobaan	20
5. Hubungan antara Jenis Tanaman dengan Ammonia.....	35



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Gambar Alat Penelitian	45
2. Gambar Bahan Penelitian	46
3. Perhitungan Data Kelulushidupan Ikan Patin (<i>Pangasius</i> sp.)	47
4. Perhitungan Data Laju Pertumbuhan Ikan Patin (<i>Pangasius</i> sp.)	49
5. Perhitungan Data Suhu Selama Penelitian	51
6. Perhitungan Data Derajat Keasaman Selama Penelitian	53
7. Perhitungan Data Oksigen Terlarut (ppm) Selama Penelitian	55
8. Perhitungan Data Ammonia Selama Penelitian	57
9. Perhitungan Data Karbondioksida (CO ²) (ppm) Selama Penelitian	59
10. Perhitungan Data <i>Total Organic Matter</i> (TOM) Selama Penelitian	61



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk saat ini perkembangan budidaya ikan air tawar semakin meningkat, termasuk juga untuk permintaan konsumsi ikan Patin (*Pangasius sp.*) di pasar nasional. Ikan Patin atau yang dalam dunia perdagangan dikenal dengan *catfish* merupakan komoditas baru dalam dunia perikanan. Ikan ini baru dipasarkan sebagai komoditas hasil budidaya perikanan selama satu dasawarsa terakhir ini. Sebelumnya masyarakat penggemar *seafood* jarang mengenalnya dibandingkan dengan udang, ikan tuna, dan salmon. Namun sekarang ikan Patin menjadi komoditas yang sangat penting. Salah satu negara yang berhasil mengembangkan budidaya ikan Patin dan merajai pasar adalah Vietnam (Anonim, 2007 dalam Suryaningrum, 2008).

Saat ini ikan Patin menjadi salah satu komoditas unggulan dibidang perikanan. Ikan air tawar yang memiliki warna putih keabu-abuan ini, memiliki cita rasa yang khas dan mengandung protein cukup tinggi. Ikan Patin disukai banyak orang karena dagingnya yang lembut dan rasanya yang khas digemari oleh masyarakat luas. Ikan Patin dinilai lebih aman untuk kesehatan karena kadar kolesterolnya rendah dibandingkan dengan daging ternak. Protein daging ikan Patin cukup tinggi yaitu 16,58%. Daging ikan Patin tebal dan tidak banyak duri, dari ikan rendemennya dapat mencapai sekitar 40-50% (Dewi, 2011). Selain itu pertumbuhannya sangat cepat dan cara budidayanya mudah.

Akan tetapi saat ini lahan pertanian produktif telah banyak beralih fungsi untuk pemukiman, termasuk di dalamnya lahan untuk pemeliharaan ikan dan persawahan atau perkebunan. Hal ini disebabkan karena perkembangan penduduk semakin meningkat yang menyebabkan kebutuhan lahan untuk pemukiman akan meningkat pula. Sedangkan kebutuhan hasil-hasil pertanian

semakin meningkat dengan adanya peningkatan penduduk, sehingga dibutuhkan suatu teknologi yang memiliki efisiensi yang tinggi pada lahan sempit (Ika dan Rifa'i, 2012). Karena semakin sempitnya lahan yang produktif yang dapat digunakan sebagai lahan pertanian dan perikanan maka salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat menggunakan sistem teknologi akuaponik. Akuaponik salah satu teknologi terapan hemat lahan dan air yang dikombinasikan dengan berbagai tanaman sayuran sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu model perikanan perkotaan (Nugroho dan Sutrisno, 2008).

Ketersediaan air yang memiliki kualitas baik merupakan faktor penting dalam budidaya, namun saat ini ketersediaan air yang memiliki kualitas baik cukup terbatas di wilayah perkotaan. Permasalahan ini juga dapat diatasi dengan sistem akuaponik. Akuaponik dirancang sebagai manifestasi pemanfaatan air budidaya sebagai media tanaman hidroponik secara resirkulasi air budidaya yang mengandung nutrisi pakan berlebih dari kolam untuk dialirkan ke media tanaman hidroponik secara berulang dan terus-menerus maupun secara berkala. Selain itu, akuaponik juga dapat memanfaatkan sistem non sirkulasi. Perpaduan teknologi budidaya perikanan dan hidroponik dipandang sebagai teknik pertanian yang sederhana, akan tetapi mampu menghasilkan produk ganda; komoditas perikanan dan tanaman dalam siklus panen yang bersamaan (Kurniawan, 2013).

Tanaman yang digunakan pada penelitian tentang akuaponik ini adalah tanaman sawi dan selada. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kurniawan (2013), bahwa ada beberapa kelompok tanaman yang dapat ditanam secara hidroponik antara lain (a) kelompok sayuran seperti selada, sawi, bayam, kangkung, pakcoy, asparagus, brokoli, cabai, seledri, bawang merah, bawang putih, bawang daun, terong, dan sebagainya; (b) kelompok buah seperti melon, tomat, mentimun, strowberi, paprika, dan sebagainya; serta (c) kelompok tanaman hias seperti krisan, gerberra, anggrek, kaladium, dan sebagainya.

Untuk itu perlu dilaksanakan penelitian tentang pengaruh budidaya sistem dengan tanaman yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan Patin. Sisa pakan dan kotoran (feses) dari ikan Patin yang dapat merusak kualitas air budidaya akan diserap oleh akar tanaman sayur sawi dan selada. Sistem budidaya akuaponik yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan sistem resirkulasi.

1.2 Rumusan Masalah

Perbandingan jumlah ikan dan air di lingkungan budidaya umumnya lebih banyak dibandingkan dengan jumlah ikan dan air di alam. Akibatnya material sisa metabolisme yang dikeluarkan seperti feses dan urin menjadi meningkat, serta keterbatasan air dan lahan yang semakin berkurang dari tahun-ketahun khususnya di wilayah perkotaan menjadi masalah penting bagi pembudidaya ikan di wilayah perkotaan. Adanya teknologi akuaponik, dapat menghemat pengeluaran air serta kualitas air masih bisa dipertahankan dan mendukung pertumbuhan ikan. Hal tersebut diperkuat oleh pernyataan Taufik (2010) yang mengatakan bahwa penerapan akuaponik merupakan jawaban dari efisiensi air dan penghematan lahan budidaya serta tambahan pendapatan (*income*) dari hasil panen tanaman. Berdasarkan hal tersebut maka timbul pertanyaan yaitu:

- Apakah penggunaan komposisi tanaman yang berbeda yaitu tanaman selada (100%), sawi (100%) dan selada : sawi (50%:50%) dalam budidaya sistem akuaponik dapat mempengaruhi kualitas air dan kelulushidupan ikan Patin (*Pangasius sp.*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang berjudul "Pengaruh Komposisi Tanaman yang Berbeda dalam Budidaya Sistem Akuaponik terhadap Kualitas Air dan Kelulushidupan Ikan Patin (*Pangasius sp.*) adalah :

- Mengetahui adanya pengaruh komposisi tanaman yang berbeda dalam sistem budidaya sistem akuaponik terhadap kualitas air dan kelulushidupan ikan Patin sehingga dapat diketahui tanaman yang terbaik dalam budidaya sistem akuaponik untuk ikan Patin (*Pangasius sp.*).

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan yang berguna bagi masyarakat tentang sistem budidaya secara akuaponik yang memanfaatkan tanaman dan ikan dapat mempengaruhi terhadap kelulushidupan ikan Patin. Serta masyarakat dapat memanfaatkan lahan yang sempit sebagai lahan budidaya ikan sekaligus menghasilkan tanaman sayuran.

1.5 Hipotesis

H_0 : Diduga komposisi tanaman yang berbeda dalam budidaya akuaponik tidak berpengaruh terhadap kualitas air dan kelulushidupan ikan Patin (*Pangasius sp.*).

H_1 : Diduga komposisi tanaman yang berbeda dalam budidaya akuaponik berpengaruh terhadap kualitas air dan kelulushidupan ikan Patin (*Pangasius sp.*).

1.6 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Reproduksi, Pembenihan dan Pemuliaan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan September – Oktober 2014.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Patin (*Pangasius sp.*)

2.1.1 Klasifikasi

Menurut Saanin (1984) dalam Wulandhari (2007), bentuk badan ikan Patin memiliki badan memanjang seperti pada Gambar 1. Klasifikasi ikan Patin (*Pangasius sp.*) adalah sebagai berikut :

Filum	: Chordata
Sub Filum	: Vertebrata
Kelas	: Pisces
Sub Kelas	: Teleostei
Ordo	: Ostariophysii
Sub Ordo	: Siluroidea
Famili	: Pangasidae
Genus	: <i>Pangasius</i>
Spesies	: <i>Pangasius pangasius</i>



Gambar 1. Ikan Patin (*Pangasius sp.*)

2.1.2 Morfologi

Menurut Dewi (2011), secara anatomi, ikan Patin mempunyai bentuk tubuh memanjang, agak pipih dan tidak bersisik. Panjang tubuhnya dapat mencapai 120 cm, yang merupakan suatu ukuran yang cukup besar. Warna tubuh Patin

pada bagian punggung keabu-abuan atau kebiru-biruan dan bagian perut putih keperak-perakan. Kepala Patin relatif kecil dengan mulut terletak di ujung agak ke bawah. Hal ini merupakan ciri dari golongan ikan *cattfish*. Pada sudut mulutnya terdapat dua pasang sungut (kumis) pendek yang berfungsi sebagai peraba.

Menurut Hadinata (2009), tubuh ikan Patin secara morfologi dapat dibedakan yaitu bagian kepala dan badan. Bagian kepala terdiri dari panjang standar/panjang kepala 4,12 cm, kepala relatif panjang, melebar ke arah punggung, mata berukuran sedang pada sisi kepala, lubang hidung relatif membesar, mulut subterminal relatif kecil dan melebar ke samping, gigi tajam dan sungut mencapai belakang mata, dan jarak antara ujung moncong dengan tepi mata lebih panjang. Sedangkan bagian badan terdiri dari panjang standar/tinggi badan 3.0 cm, tubuh relatif memanjang, warna punggung kebiru-biruan, pucat pada bagian perut dan sirip transparan, perut lebih lebar dibandingkan panjang kepala, dan jarak sirip perut ke ujung moncong relatif panjang.

2.1.3 Kebiasaan Makan

Menurut Ramadhan *et al.*, (2010), ikan Patin termasuk ke dalam kelompok ikan pemakan segala (*omnivore*), tetapi ada pula yang menyebutkan bahwa ikan ini cenderung menjadi karnivora (pemakan daging). Hal tersebut terlihat dari kebiasaannya memakan ikan-ikan kecil. Ketika masih kecil, ikan ini menyukai plankton serta tumbuhan air. Namun setelah dewasa, selain pakan yang disebutkan tadi, ikan ini juga memangsa hewan seperti ikan kecil, udang kecil, atau serangga air. Apabila dibudidayakan dikolam, ikan Patin dapat diberi pakan alami dan pakan tambahan berupa pakan buatan seperti pellet. Kualitas dan kuantitas pakan sangat penting dalam budidaya ikan Patin, karena hanya dengan pakan yang baik ikan dapat tumbuh dan berkembang sesuai dengan

yang diinginkan. Pakan yang baik adalah pakan yang mempunyai gizi seimbang, baik protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral. Untuk itu, pellet yang diberikan sebagai pakan tambahan adalah pelet komersial dengan protein 30–40%.

Menurut Yuliartati (2011), mengatakan bahwa ikan Patin mempunyai sifat yang termasuk omnivora atau golongan ikan pemakan segala. Malam hari ikan patin akan keluar dari lubangnya dan mencari makanan renek yang terdiri atas cacing, serangga, udang sungai, jenis-jenis siput dan biji-bijian. Dari sifat makannya ikan ini juga tergolong ikan yang sangat rakus karena jumlah makannya yang besar.

2.1.4 Padat Tebar

Padat penebaran yang tinggi menyebabkan kebutuhan oksigen dan pakan semakin besar, begitu pula untuk buangan metabolisme seperti feses, amoniak, dan karbondioksida juga bertambah banyak. Kondisi ini dibutuhkan suplai air yang lebih banyak untuk memenuhi kebutuhan oksigen yang tinggi dan membuang hasil metabolisme tersebut. Kebutuhan oksigen yang meningkat dapat dipenuhi dengan pemberian aerasi (Effendi, 2004).

Peningkatan padat penebaran akan diikuti dengan peningkatan jumlah pakan, buangan metabolisme tubuh, konsumsi oksigen dan dapat menurunkan kualitas air. Penurunan kualitas air akan mengakibatkan ikan stres sehingga pertumbuhan menurun dan ikan rentan mengalami kematian (Yulianti, 2007).

Menurut Minggawati dan Saptono (2011), ciri-ciri benih ikan Patin yang baik untuk ditebar adalah yang berwarna cerah dan pergerakannya lincah, dengan padat berkisar 1000 s.d 2000 benih ikan Patin untuk satu buah kolam atau sekitar 5-20 ekor/m², ukuran benih 12,5cm. Menurut penelitian Djokosetiyanto, Dongoran, Supriyono (2005) Ikan dipelihara dalam akuarium dengan kepadatan 4 ekor/L.

2.1.5 Pertumbuhan dan Kelulushidupan

Pertumbuhan adalah penambahan ukuran baik panjang maupun berat. Pertumbuhan dipengaruhi faktor genetik, hormon dan lingkungan. Meskipun secara umum faktor lingkungan (zat hara dan suhu) memegang peranan sangat penting, namun pada daerah tropis zat hara lebih penting dibanding suhu lingkungan bagi pertumbuhan. Zat hara yang dimaksud meliputi makanan, air dan oksigen yang menyediakan sumber energi bagi pertumbuhan, sedangkan gen yang mengatur pengolahan bahan tersebut dan hormon yang mempercepat pengolahan serta merangsang gen (Fujaya, 2004).

Menurut Handajani dan Hastuti (2002), faktor yang mempengaruhi dalam variasi pertumbuhan ikan adalah dari faktor ikannya sendiri, lingkungan dan makanan yang diberikan. Dari beberapa faktor tersebut seberapa jauh akan mempengaruhi pertumbuhan bagi ikan seperti misalnya faktor kualitas air yang meliputi suhu, oksigen dan amoniak (NH_3), pengaruh dari ikannya sendiri meliputi spesies ikan, umur dalam hal ini berpengaruh terhadap pemanfaatan makanan yang diberikan, kemampuan ikan untuk mencerna makanan dalam setiap tahap pertumbuhannya. Menurut Huet (1971) dalam Nuraeni (1998), pertumbuhan ikan Patin dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam meliputi sifat genetik, ketahanan terhadap penyakit, dan kemampuan memanfaatkan makanan, sedangkan faktor luar meliputi kualitas air, suhu air, kualitas dan kuantitas makanan.

Kelangsungan hidup atau sintasan (*survival rate*) adalah persentase jumlah biota budidaya yang hidup dalam kurun waktu tertentu. Seperti pertumbuhan, banyak faktor yang dapat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup seperti padat penebaran, pakan, lingkungan (kualitas air), kualitas benih, hama dan penyakit (Kordi, 2009).

2.2 Sistem Akuaponik

Akuaponik adalah kombinasi akuakultur dan hidroponik yang bertujuan untuk memelihara ikan dan tanaman dalam satu sistem yang saling terhubung. Dalam sistem ini, limbah yang dihasilkan oleh ikan digunakan sebagai pupuk untuk tanaman, kemudian air yang dialirkan dengan sistem resirkulasi dari media pemeliharaan ikan dibersihkan oleh tanaman sehingga dapat digunakan kembali oleh ikan (Wahap, *et al.* 2010).

Pada sistem akuaponik, aliran air kaya nutrisi dari media pemeliharaan ikan digunakan untuk menyuburkan tanaman hidroponik. Nutrisi yang berasal dari feses, urin dan sisa pakan ikan adalah kontaminan yang menyebabkan meningkatnya kandungan racun pada media pemeliharaan, tetapi air limbah ini juga menyediakan pupuk cair untuk menumbuhkan tanaman secara hidroponik. Sebaliknya, media hidroponik berfungsi sebagai *biofilter*, yang akan menyerap amonia, nitrat, nitrit dan fosfor sehingga air yang sudah bersih dapat di alirkan kembali ke media pemeliharaan (Diver, 2006).

2.2.1 Sistem Resirkulasi

Menurut Connoly dan Trebic (2010), ada beberapa desain sistem sirkulasi sistem akuaponik. Desain didasarkan pada sistem hidroponik, perbedaannya adalah bahwa sumber air untuk sistem akuaponik berasal dari tangki ikan dan akhirnya kembali ke sumber asalnya. Sistem desain akuaponik terdiri dari sistem penyimpanan yaitu pertama kali yang dibedakan adalah komponen hidroponik apakah itu menggunakan media atau tidak.

Prinsip resirkulasi ditujukan untuk meningkatkan oksigen terlarut, mengurangi karbondioksida, amoniak dan limbah organik yang dihasilkan ikan. Dengan prinsip ini, kualitas air akan tetap baik untuk kehidupan ikan dan air tidak perlu diganti dalam waktu ± 3 bulan, kecuali bila dianggap perlu. Sistem ini cocok digunakan pada budidaya ikan secara intensif terutama di daerah dengan lahan

dan air terbatas. Kegunaan sistem resirkulasi adalah untuk menghemat air, bahkan pada beberapa negara cara resirkulasi dapat digunakan untuk menghemat energi, dan mempermudah pengontrolan lingkungan budidaya (Handajani dan Hastuti, 2002).

2.2.2 Pemilihan Jenis Tanaman

Menurut Rakocy, *et al.* (2006), banyak jenis sayuran yang dapat tumbuh di sistem akuaponik. Meskipun tujuannya adalah untuk budidaya sayuran yang yang regenerasi akan pendapatannya pada tingkat tertinggi per satuan luas per satuan waktu. Pendapatan dari tumbuh-tumbuhan seperti kemangi, ketumbar, daun bawang, peterseli, portulaca, dan daun Mint jauh lebih tinggi daripada buah tanaman seperti tomat, mentimun, terong dan okra.

a. Sawi

Menurut Rukmana (2002), bentuk tangkai sawi daunnya panjang seperti pada Gambar 2. Klasifikasi sawi (*Brassica juncea*) adalah sebagai berikut :

Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Angiospermae
Sub-kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Papavorales
Famili	: Brassicaceae
Genus	: Brassica
Spesies	: <i>Brassica juncea</i> L.



Gambar 2. Tanaman Sawi

Menurut Rahadi (1993) dalam Nurshanti (2010), sawi *caisim* alias sawi bakso (ada juga yang menamakannya sawi cina), merupakan sawi yang paling banyak dijual di pasar dewasa ini. Tangkai daunnya panjang, langsing, berwarna putih kehijauan. Daunnya lebar memanjang tipis, berwarna hijau. Rasanya renyah, segar dengan sedikit rasa pahit, membuatnya banyak dinikmati.

Sawi umumnya mudah berbunga dan berbiji secara alami baik di dataran tinggi maupun di dataran rendah. Bentuk bunga sawi tersusun dalam tangkai bunga (*inflorescentia*) yang tumbuh memanjang (tinggi) dan bercabang banyak. Tiap kuntum bunga sawi terdiri atas empat helai daun kelopak, empat helai daun mahkota bunga berwarna kuning cerah, empat helai benang sari dan satu buah putik yang berongga dua (Rukmana, 2002).

b. Selada

Menurut Purnamisari (2012), tanaman selada merupakan tanaman yang berdaun lebar seperti pada Gambar 3. Adapun klasifikasi selada (*Lactuca sativa*) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Subdivisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledoneae
Ordo : Asterales
Genus : Lactuca
Spesies : *Lactuca sativa*



Gambar 3. Tanaman Selada

Sistem perakaran tanaman selada adalah akar tunggang dan cabang-cabang akar yang menyebar ke semua arah pada kedalaman antara 25-50 cm. Di daerah yang beriklim sedang (sub-tropis), tanaman selada mudah berbunga. Bunganya berwarna kuning, terletak pada rangkaian yang lebat dan tangkai bunganya dapat mencapai ketinggian 90 cm. Bunga ini menghasilkan buah berbentuk polong yang berisi biji. Biji selada berbentuk pipih, berukuran kecil-kecil, serta berbulu tajam (Rukmana,1995).

Tanaman selada bokor/letus (*Lactuca sativa* L.) salah satu jenis tanaman sayuran yang paling banyak diminati dan disukai orang sebagai salad, hiasan dalam makanan atau lalapan. Daun selada ini cukup renyah dan rasanya manis maka permintaan pasar terhadap jenis sayuran ini cukup baik. Tanaman ini dipanen pada umur relatif pendek (30 sampai 35 hari setelah tanam) atau (45 sampai 50 hari setelah semai). Tanaman selada bokor/letus (*Lactuca sativa* var.

Crispa), ini banyak bermanfaat bagi kesehatan tubuh, diantaranya membantu menurunkan resiko gangguan jantung, stroke, terjadinya kanker, katarak pada mata, gangguan anemia, mengurangi resiko kelainan pada tulang belakang, kerja pencernaan dan kesehatan organ hati, serta meringankan insomnia (sulit tidur) karena ketegangan syaraf (Surtiningsih, 2011).

2.3 Kualitas Air

2.3.1 Suhu

Suhu adalah variabel lingkungan penting untuk organisme akuatik karena suhu dapat mempengaruhi aktivitas makan ikan, metabolisme, gas (oksigen) terlarut dan proses reproduksi ikan. Kisaran suhu yang optimal untuk pertumbuhan ikan Patin adalah 25-30°C (Susanto, 2009).

Faktor-faktor yang mempengaruhi suhu antara lain musim, ketinggian permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutup awan dan aliran serta kedalaman badan air. Pengaruh suhu juga dirasakan oleh organisme akuatik. Organisme akuatik mempunyai kisaran suhu tertentu (batas atas atau bawah) yang disukai bagi pertumbuhannya (Effendi, 2003).

2.3.2 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman lebih dikenal dengan istilah pH (singkatan dari *pulscaene negative de H*), yaitu logaritma dari kepekatan ion-ion H (hidrogen) yang terlepas dalam satu cairan. Derajat keasaman atau pH air menunjukkan aktifitas ion hidrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen (dalam nol per liter) pada suhu tertentu atau dapat ditulis $\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$ (Kordi dan Tanjung, 2002).

pH adalah indikasi kalau air bersifat asam, basa (alkali), atau netral. Air sumur atau air tanah umumnya agak asam karena mengandung banyak

karbonat (CO). Kisaran pH optimum yang cocok untuk ikan Patin adalah 6,7-8,6 (Susanto, 2009).

2.3.3 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut dapat berasal dari proses fotosintesis tumbuhan air dan dari proses fotosintesis tumbuhan air dan dari udara yang masuk ke dalam air. Konsentrasi DO dalam air tergantung pada suhu dan tekanan udara. Pada suhu 20°C tekanan udara satu atmosfer konsentrasi DO dalam keadaan jenuh 9,2 ppm dan pada suhu 50° C (tekanan udara sama) konsentrasi DO adalah 5,6 ppm (Manik, 2003).

Kandungan oksigen (O₂) digunakan oleh ikan untuk pernapasan. Oksigen yang diserap akan digunakan untuk aktivitas tubuh seperti bergerak, bertumbuh dan berkembang biak sehingga tidak boleh kekurangan agar aktivitas terus berlangsung. Kandungan oksigen (O₂) optimum 5-6 ppm (Susanto, 2009).

2.3.4 Ammonia

Feses dari biota yang merupakan limbah aktivitas metabolisme juga banyak mengeluarkan ammonia. Ammonia bebas (NH₃) yang tidak terionisasi (*unionized*) bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas ammonia terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH dan suhu (Effendi, 2003).

Organisme pengurai aerobik umumnya terdiri dari mikroorganisme seperti bakteri yang selalu bekerja di dalam air, menguraikan senyawa-senyawa organik menjadi karbondioksida dan air. Bakteri lain mengubah amoniak dan nitrit menjadi nitrat. Untuk semua proses ini dibutuhkan oksigen. Jika jumlah bahan organ dalam air hanya sedikit, maka bakteri aerob akan dapat dengan mudah menguraikannya tanpa mengganggu keseimbangan oksigen dalam air. Tetapi jika jumlah bahan organik tersebut banyak maka bakteri pengurai ini akan melipatgandakan diri (Nasution, 2008).

2.3.5 Karbondioksida (CO₂)

Kadar karbondioksida sebesar 5 ppm di dalam air masih dapat ditoleransi oleh ikan, asalkan kadar oksigennya cukup tinggi. Akan tetapi kadar karbondioksida 50-100 ppm dapat mematikan ikan dalam waktu lama, sedangkan kadar 100-200 ppm bersifat akut (Kordi dan Tamsil, 2010).

Meskipun karbondioksida sangat mudah larut dalam air, umumnya zat ini tidak terdapat dalam keadaan bebas melainkan dalam keadaan berikatan dengan membentuk asam karbonat (H₂CO₃). Apakah karbondioksida terdapat dalam bentuk bebas atau dalam bentuk berikatan, sangat dipengaruhi oleh nilai pH air. (Barus, 2002).

2.3.6 Total Organic Matter (TOM)

Bahan organik di perairan terdapat sebagai plankton, partikel-partikel tersuspensi dari bahan organik yang mengalami perombakan detritus dan bahan-bahan organik total yang berasal dari daratan dan terbawa oleh aliran sungai. Perairan dengan kandungan bahan organik diatas 26 mg/L tergolong subur (Syarifuddin, 2004).

Menurut Nasution (2008), padatan di dalam air terdiri dari bahan organik dan anorganik yang larut, mengendap dan tersuspensi. Bahan ini akan mengendap pada dasar air yang lambat laun akan menimbulkan pendangkalan pada dasar wadah penerima. Akibat lain dari padatan ini adalah tumbuhnya tanaman air tertentu dan dapat menjadi racun pada makhluk lain. Banyaknya padatan menunjukkan banyaknya lumpur yang terkandung dalam air.

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Alat-Alat Penelitian

Adapun alat – alat yang digunakan pada penelitian tentang pengaruh komposisi tanaman yang berbeda dalam budidaya sistem akuaponik terhadap kualitas air dan kelulushidupan ikan Patin (*Pangasius sp.*) adalah (dapat dilihat pada lampiran 1) :

a. Pengukuran Kualitas Air :

- Erlenmeyer
- Gelas ukur
- Biuret
- Statif
- Beaker glass
- Pipet tetes
- Cuvet
- Tabung reaksi
- *Hot plate*
- *Thermometer*
- Bola hisap
- *Washing bottle*
- *Magnetic Stirrer*
- pH meter
- DO meter



b. Pemeliharaan dan Pengukuran Ikan Patin (*Pangasius sp.*)

- Akuarium ukuran 30 x 30 x 30 cm sebanyak 12 buah
- Aerator sebanyak 12 buah
- Baskom persegi ukuran 35 x 30 x 10 cm sebanyak 12 buah
- Timbangan digital
- Saringan

3.1.1 Bahan-Bahan Penelitian

Adapun bahan - bahan yang digunakan pada penelitian tentang pengaruh komposisi tanaman yang berbeda dalam budidaya sistem akuaponik terhadap kualitas air dan kelulushidupan ikan Patin (*Pangasius sp.*) adalah (dapat dilihat pada lampiran 2) :

a. Pemeliharaan Ikan Patin (*Pangasius sp.*)

- Ikan patin (*Pangasius sp.*) ukuran 7 cm yang berasal dari kota Kediri
- Air tawar
- Tanaman sawi dan selada umur 2 minggu
- Pellet ikan dengan kadar protein 42%

b. Pengukuran kualitas air adalah :

- Na_2CO_3
- Indicator PP
- Air sampel kolam
- Kertas label
- Larutan Nessler
- Kertas saring
- KMnO_4
- H_2SO_4
- Na-oxalate
- Akuades
- Sterofoam
- Spon



3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dimana percobaan yang ditujukan untuk melihat suatu hasil yang menggambarkan hubungan kasual dari variabel-variabel yang diselediki. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian dengan syarat adanya kontrol (Natzir,1988).

3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yaitu rancangan yang digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam atau homogen, sehingga banyak digunakan untuk percobaan di laboratorium. Menurut Sastrosupadi (2000), model umum dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) adalah sebagai berikut :

$$Y = \mu + T +$$

Keterangan :

Y = nilai pengamatan dari perlakuan

μ = nilai tengah umum

T = pengaruh perlakuan

= pengaruh gallat dari perlakuan

Penelitian mengenai budidaya ikan hemat lahan dan air dengan sistem akuaponik dengan tujuan untuk mendapatkan teknik budidaya ikan nila yang hemat lahan dan air. Wadah yang digunakan adalah bak fiber sebanyak 9 buah yang dilengkapi dengan filter tanaman, sebagai perlakuan yaitu tanpa filter tanaman (0%), filter 25% dan 50% dari luas wadah (Kusdiarti, *et al.*, 2006).

Sebagai perlakuan dalam penelitian ini adalah tanaman yang berbeda pada wadah pemeliharaan ikan patin (*Pangasius sp.*) yaitu :

Perlakuan A : menggunakan tanaman sawi dengan perlakuan 100% dari luas permukaan wadah

Perlakuan B : menggunakan tanaman selada dengan perlakuan 100% dari luas permukaan wadah

Perlakuan C : menggunakan tanaman sawi : selada (50% : 50%) dari luas permukaan wadah

Dalam perlakuan ini masing-masing perlakuan diberi ulangan sebanyak 3 kali. Denah percobaan dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

B2	C3	B1
A1	B3	C1
C2	A2	A3

Keterangan :

A : Tanaman Sawi (100%)

B : Tanaman Selada (100%)

C : Perlakuan Sawi : Selada (50% : 50%)

1, 2 dan 3 : Ulangan

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Penelitian

a. Persiapan Wadah dan Peralatan

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

1. Akuarium percobaan disiapkan dengan ukuran 30 x 30 x 30 cm sebanyak 12 buah.
2. Akuarium dibersihkan dan di jemur di bawah sinar matahari selama 2-3 jam.
3. Sistem resirkulasi dipasang.
4. Tanaman (sawi dan selada) yang telah ditentukan, disiapkan yaitu sawi (100%), selada (100%) dan 50% : 50% (sawi : selada).
5. Ikan patin disiapkan dengan jumlah dan ukuran yang telah ditentukan yaitu 60 ekor benih ikan patin pada tiap akuarium dengan ukuran 7 cm beserta pakannya.
6. Perlengkapan yang akan digunakan dalam penelitian dipersiapkan.

b. Adaptasi terhadap Hewan Uji Dan Tanaman

Sebelum penelitian dimulai, ikan patin terlebih dahulu diadaptasikan (diaklimatisasi) terhadap kondisi lingkungan yang baru dengan cara dipelihara

pada akuarium berukuran 80 x 40 x 40 cm dan diberi pakan pellet dengan kadar protein 42% selama 1 minggu dengan kepadatan ikan 60 ekor/akuarium. Sedangkan, untuk tanaman yang akan digunakan diadaptasikan dengan cara meletakkan tanaman di perairan.

3.4.2 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian tentang pengaruh komposisi tanaman yang berbeda dalam budidaya sistem akuaponik terhadap kualitas air dan kelulushidupan ikan Patin (*Pangasius* sp.) dimulai pada bulan September dengan tahap-tahap sebagai berikut :

1. Tanaman sawi dan selada ditanam dengan perlakuan sawi (100%), selada (100%) dan sawi : selada (50% : 50%) dari luas wadah.
2. Ikan patin ditebar ke dalam wadah pemeliharaan dengan kepadatan 60 ekor/akuarium.
3. Berat ikan dihitung diawal (W_0) dan akhir (W_1) penelitian.
4. Pakan berupa pellet diberikan dengan frekuensi pemberian 3 kali sehari setiap pagi, siang dan sore dengan dosis 3% dari bobot tubuhnya.
5. Pertumbuhan ikan patin (SGR) dihitung.
6. Kualitas air (suhu dan pH dengan menggunakan pH meter, DO dengan menggunakan DO meter, NH_3 dan TOM dengan menggunakan spektrofotometer) dan kelulushidupan (SR) ikan patin dihitung.

3.5 Parameter Uji

3.5.1 Parameter Utama

a. Kelulushidupan (*Survival Rate*)

Kelulushidupan ikan patin dihitung pada akhir penelitian. Rumus yang digunakan untuk menghitung kelangsungan hidup (SR) menurut Effendi (1979) dalam Yulianti (2008) adalah sebagai berikut :

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100$$

Keterangan : SR = *Survival rate* / kelangsungan hidup (%)
 N_t = Jumlah ikan di akhir pemeliharaan (ekor)
 N_0 = Jumlah ikan di awal pemeliharaan (ekor)

b. Kualitas Air

Pengukuran kualitas air meliputi NH_3 . Pengukuran NH_3 dilakukan setiap 1 minggu sekali dengan menggunakan spektrofotometer.

• Ammonia (ppm)

Menurut Subarijanti (1990), pembuatan larutan baku ammonium NH_4 yaitu menggunakan pipet 0, 250, 500, 1000 dan 2000 μ l larutan induk ammonium dan dimasukkan ke dalam labu ukur 500 ml dan ditambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera sehingga diperoleh kadar ammonium sebesar 0,0; 0,5; 1,0 dan 4,0 mg/L NH_4^+N . Kemudian cara mengujinya adalah gunakan pipet 50 ml kemudian dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 ml, ditambahkan 1 ml larutan nessler, kocok dan dibiarkan larutan tersebut bereaksi selama 10 menit lalu dimasukkan ke dalam cuvet pada alat spektrofotometer, dibaca dan dicatat serapan masuknya (panjang gelombang 425 nm).

3.5.2 Parameter Penunjang

a. Laju Pertumbuhan (SGR)

Laju pertumbuhan ikan patin diketahui dengan melakukan penimbangan pada awal penelitian dan akhir penelitian. Menurut Hariati (1989), laju pertumbuhan spesifik dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

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

Keterangan :
 SGR : laju pertumbuhan spesifik (%)
 W_t : berat ikan pada saat akhir penelitian (gram)
 W_0 : berat ikan pada saat awal penelitian (gram)
 T : lama waktu penelitian (hari)

b. Kualitas Air

Pengukuran kualitas air meliputi suhu, pH, DO, CO₂, dan TOM didalam setiap wadah pemeliharaan yang digunakan pada saat penelitian. Pengukuran kualitas air seperti, suhu, pH dan DO dilakukan setiap hari yaitu setiap pagi pukul 06:00 WIB dan sore pukul 15:00 WIB, sedangkan pengukuran CO₂ dan TOM dilakukan setiap 1 minggu sekali.

- **Suhu (°C)**

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan *thermometer*. Adapun prosedur pengukuran suhu yaitu *thermometer* dimasukkan ke dalam air lalu di diamkan ± 5 menit dilakukan pembacaan pada *thermometer* yang ditunjukkan oleh air raksa setelah itu dicatat hasilnya, nilai suhu dalam satuan °C. Menurut Ohoiulun (2003), parameter suhu diamati tiap hari dengan menggunakan *thermometer celcius*. Pengukuran suhu dilakukan dua kali sehari yaitu pada pukul 06:00 untuk mengetahui suhu minimum dan pukul 15:00 untuk mengetahui suhu maksimum.

- **Derajat Keasaman (pH)**

Derajat keasaman atau pH diukur menggunakan pH meter dengan prosedur pengukuran yaitu *Probe* disambungkan terlebih dahulu sebelum digunakan, *Probe* dibilas dan dikalibrasi menggunakan akuades (pH netral) lalu *Probe* dimasukkan ke dalam air sampel yang diukur. Setelah itu, ditekan tombol *on* dan ditunggu sampai muncul angka pada layar pH meter, angka yang muncul ditunggu sampai posisi stabil. Setelah selesai, tombol *off* ditekan untuk mematikan alat dan *Probe* dicuci dengan akuades lalu ditutup. Menurut Ohoiulun (2003), kisaran pH diharapkan antara 6,5 – 8. Pengukuran pH dilakukan langsung di lapangan.

- **Oksigen Terlarut (ppm)**

Oksigen terlarut diukur dengan metode elektrometik menggunakan DO meter yaitu *Probe* disambungkan sebelum mengoperasikan DO meter, *Probe* dimasukkan kedalam air sampel yang diukur lalu tombol *on* ditekan pada layar akan muncul, *cond* ditunggu beberapa detik, maka pada layar akan muncul angka-angka. *Cal* ditekan 2 kali, ditekan *range* maka alat akan diukur DO serta dicatat hasilnya. Setelah selesai, tombol *off* ditekan untuk mematikan alat dan *Probe* dicuci dengan akuades dan ditutup. Menurut Ohoiulun (2003), konsentrasi oksigen terlarut dipertahankan diatas 4 ppm dengan adanya aerasi. Satuan yang dipakai adalah ppm. Oksigen terlarut diukur langsung di lapangan.

- **Karbondioksida (ppm)**

Menurut Subarijanti (1990), pengukuran CO₂ yaitu menggunakan pereaksi PP (*Penol Ptalen*) sebagai indikator = 0,05 gr PP dilarutkan dalam 25 ml alkohol 50% dan Na₂CO₃ 0,0454 N = 2,407 gr Na₂CO₃ yang telah dipanaskan (140^oC) 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 CO₂ bebas. Bila air tetap tidak berwarna, cepat titrasi dengan Na₂CO₃ 0,0454 N sampai warna menjadi merah muda (pink) pertama kali.

Perhitungan :

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

- **TOM (ppm)**

Menurut Subarijanti (1990), pengukuran TOM (*Total Organic Matter*) adalah sebagai berikut : Pereaksi yang digunakan KMnO₄ 0,10 N, ditimbang 3,160 gr KmnO₄ dan dilarutkan dalam 1000 ml akuades lalu KMnO₄ 0,10 N = pipet 25 ml larutan (1) diatas, kemudian diencerkan dengan akuades hingga 250

ml. natrium oxalate 0,10 N = sebanyak 25 ml larutan (2) diatas diencerkan dengan akuades sampai 250 ml. Setelah itu, H₂SO₄ (1 : 4) = masukkan 20 ml H₂SO₄ pekat dalam 80 ml akuades, dinginkan. Kemudian cara mengujinya adalah pipet 50 ml air sampel, dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Ditambahkan 9,5 ml KmnO₄ dari buret dan ditambahkan 10 ml H₂SO₄ (1 : 4). Dipanaskan dalam *waterbath* sampai suhu mencapai 70-80⁰C kemudian diangkat. Bila suhu telah turun menjadi 60-70⁰C langsung tambahkan Na-oxalate 0,01 N perlahan sampai tak berwarna. Segera dititrasi dengan KMnO₄ 0,01 N sampai terbentuk warna merah muda (pink). Catat sebagai ml titran (x ml). Setelah itu dilakukan prosedur (1-6) dan dicatat titran yang digunakan sebagai (y ml).

Perhitungan :

$$\text{TOM (mg/L)} = \frac{(x-y) \times 31,6 \times 0,01 \times 1000}{\text{ml air sampel}}$$

Dimana, x = ml titran untuk air sampel

y = ml titran untuk akuades

31,6 = 1/5 dari BM KMnO₄ (1 mol KMnO₄ melepas 5 oksigen dalam reaksi ini)

0,01 = N KMnO₄

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.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kelulushidupan/*Survival Rate* (SR)

Kelulushidupan adalah perbandingan antara jumlah individu yang hidup pada akhir percobaan dengan jumlah individu yang hidup pada awal percobaan. Hasil dari perhitungan data kelulushidupan (SR) ikan patin yang diperoleh selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 3. Perhitungan tersebut menghasilkan data SR pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data Kelulushidupan (%) Ikan Patin (*Pangasius* sp.) Selama Pemeliharaan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	± SD
	1	2	3			
Sawi (100%)	90	90	88,33	268,33	89,44	0,964
Selada (100%)	91,67	91,67	90	273,34	91,11	0,964
Sawi : Selada (50% : 50%)	88,33	90	91,67	270	90,00	1,67
Total				811,67		

Pada Tabel 1 menunjukkan perlakuan selada (100%) memiliki nilai rata-rata kelulushidupan tertinggi sebesar 91,11%, perlakuan kombinasi sawi dan selada (50% : 50%) memiliki nilai rata-rata sebesar 90% sedangkan perlakuan sawi (100%) sebesar 89,44%. Kelulushidupan yang dicapai suatu populasi merupakan gambaran hasil interaksi dari daya dukung lingkungan dengan ketersediaan pakan. Faktor lain yang bisa mempengaruhi tingginya tingkat kelulushidupan ikan patin (*Pangasius* sp.) pada penelitian akuaponik adalah kualitas air yang baik pada media pemeliharaan. Hal ini sesuai pernyataan (Asih, 2008), kelulushidupan yang mencapai presentase lebih dari 90% dapat dinyatakan bahwa kualitas air pada akuarium penelitian dianggap memadai untuk menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan.

Alikunthi (2001) dalam Sulastri (2006) membedakan tiga katagori kelulushidupan larva yaitu : 1) kehidupan larva lebih dari 50% tergolong baik, 2) 30-50% tergolong sedang 3) kurang dari 30% tergolong buruk.

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kehidupan maka dari data kelulushidupan dilakukan perhitungan sidik ragam. Data hasil (Lampiran 3) perhitungan sidik keragaman dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Sidik Ragam Kelulushidupan Ikan Patin (*Pangasius sp.*)

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
Perlakuan	2	4,34	2,17	1,40 ^{ns}	5,14%	10,92%
Acak	6	9,30	1,55			
Total	8	13,63				

Ket: ns = tidak berbeda nyata

Berdasarkan analisa keragaman Tabel 2 mengenai kelulushidupan dapat diketahui bahwa F hitung sebesar 1,40, dimana nilai F hitung lebih kecil dari F Tabel 5%, berarti penggunaan tanaman yang berbeda pada sistem akuaponik tidak memberikan pengaruh terhadap kelulushidupan ikan. Tingginya nilai kelulushidupan ikan patin yang diperoleh dalam penelitian ini dikarenakan kualitas air selama pemeliharaan masih berada dalam batas kondisi optimum untuk keperluan budidaya sehingga layak bagi kelulushidupan ikan patin.

Kelangsungan hidup ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi kelangsungan hidup 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).

Sistem akuaponik mereduksi ammonia dengan menyerap air buangan budidaya atau air limbah dengan menggunakan akar tanaman sehingga amonia yang terserap mengalami proses oksidasi dengan bantuan oksigen dan bakteri, ammonia diubah menjadi nitrat (Widyastuti, 2008).

Tanaman sawi dan selada yang digunakan pada awal penelitian berukuran 8cm. Pada akhir penelitian selama 2 minggu tanaman yang digunakan tumbuh antara 18-28cm. Namun tanaman sawi dan selada tidak tumbuh dengan baik hal ini dapat dikarenakan kualitas air yang tidak terlalu baik hal ini sesuai dengan penelitian Fariudin et al., (2012), penyerapan unsur hara oleh tanaman selada terhambat karena pH air basa sedang, sehingga unsur hara dalam keadaan tidak tersedia. Hal ini mengakibatkan metabolisme tanaman terganggu dan pertumbuhan tanaman juga terhambat.

Selada Sistem perakaran tanaman selada adalah akar tunggang dan cabang-cabang akar yang menyebar ke semua arah pada kedalaman antara 25-50 cm. Tanaman selada menerima oksigen sebagai nutrisi dari udara. Oksigen dalam media perakaran juga diperlukan untuk proses metabolisme yang terlibat dalam pembentukan akar dan pertumbuhan selanjutnya (Soffer dan Burger 1988 dalam Hanafiah, 2014). Selada juga termasuk tanaman dengan akar yang tidak terlalu kuat yang merupakan salah satu syarat untuk dipelihara dalam sistem akuaponik dengan menggunakan sistem filter yang sederhana jumlah rumpun yang digunakan juga dibuat berbeda (Nugroho dan Sutrisno, 2008).

Sawi mempunyai akar tunggang dengan banyak akar samping yang dangkal menyebabkan tanaman sawi tahan terhadap tekanan air sehingga memerlukan pasokan hara yang mudah terjangkau. Sumber hara nitrogen amat penting bagi tanaman, campuran nitrogen nitrat dan nitrogen ammonium dianggap lebih baik untuk pertumbuhan tanaman. Campuran ini menyebabkan pertumbuhan tanaman yang cepat dan berkelanjutan (Rahmiwati, 2007).

4.2 Laju Pertumbuhan (SGR)

Pertumbuhan dapat didefinisikan sebagai penambahan volume atau berat dalam suatu waktu. Pengamatan tentang pengaruh perbedaan tanaman pada budidaya sistem akuaponik diperoleh hasil perhitungan laju pertumbuhan ikan patin selama penelitian dengan kepadatan 60 ekor dapat dilihat pada Lampiran 4. Sementara itu data laju pertumbuhan ikan patin dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3.Data Laju Pertumbuhan (%) Ikan Patin (*Pangasius* sp.) Selama Pemeliharaan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - rata	± SD
	1	2	3			
Sawi (100%)	0,32	0,33	0,33	0,98	0,33	0,0057
Selada (100%)	0,43	0,33	0,37	1,13	0,38	0,0503
Sawi : Selada (50% : 50%)	0,33	0,35	0,36	1,04	0,35	0,0152
Total				3,15		

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan selada (100%) memiliki nilai rata-rata laju pertumbuhan tertinggi sebesar 0,38%, perlakuan kombinasi sawi dan selada (50% : 50%) dan perlakuan sawi (100%) memiliki nilai rata-rata sebesar 0,33%. Tinggi dan rendahnya laju pertumbuhan ikan budidaya dapat disebabkan padat tebar yang terlalu tinggi sehingga terjadinya persaingan dalam bergerak dan mendapat makanan.

Menurut pendapat Nurlela (2010) laju pertumbuhan spesifik akan menurun jika padat tebar yang digunakan meningkat. Ikan dengan kepadatan rendah membutuhkan energi lebih rendah untuk aktivitas dalam bergerak dan mencari makanan bila dibandingkan dengan padat penebaran yang tinggi, sehingga kelebihan energi dapat digunakan untuk pertumbuhan.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap laju pertumbuhan spesifik maka dilakukan perhitungan sidik ragam pada lampiran 4 dan dapat dilihat hasilnya pada Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Patin (*Pangasius sp.*)

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
Perlakuan	2	0,004	0,002	2,04 ^{ns}	5,14%	10,92%
Acak	6	0,006	0,001			
Total	8	0,009				

Ket: ns = tidak berbeda nyata

Dapat dilihat pada tabel 4 nilai F hitung sebesar 2,04, dimana nilai F hitung lebih kecil dari F Tabel 5%. Berdasarkan hasil sidik ragam terhadap laju pertumbuhan ikan patin tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal ini berarti penggunaan sistem akuaponik dengan tanaman berbeda atau dengan tanpa tanaman tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan ikan.

Menurut Widodo (2010), faktor – faktor yang mempengaruhi dalam variasi pertumbuhan ikan adalah dari faktor ikannya sendiri, lingkungan dan makanan yang diberikan. Faktor lingkungan yang meliputi suhu, oksigen dan ammonia. Pengaruh dari ikannya sendiri yang meliputi spesies ikan, umur dalam hal ini akan berpengaruh terhadap pemanfaatan makanan yang diberikan, kemampuan ikan mencerna makanan dalam setiap tahap pertumbuhannya. Faktor makanan meliputi komposisi, formulasi, tipe makanan, bentuk makanan dan tingkat pemberian makan serta frekuensi pemberian makan, yang dalam hal ini mempengaruhi kemampuan ikan mencerna dan memanfaatkannya.

Tanaman menyerap unsur N dalam bentuk ammonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-). Keberadaan NH_4^+ sangat dinamis karena mudah berubah bentuk menjadi nitrat nitrogen (NO_3^-) akibat proses nitrifikasi. Kekurangan N mengakibatkan pertumbuhan tanaman terhambat dan kerdil, daun kuning, serta mempengaruhi penyerapan P dan K (Suwandi, 2009).

Menurut Rahmiwati (2007) semakin besarnya ukuran tanaman, kadar oksigen terlarut dalam perairan juga semakin rendah. Hal ini terjadi karena semakin banyak oksigen yang dibutuhkan tanaman untuk proses respirasi

Tanaman yang kekurangan hara P warna daunnya akan kekuningan. Salah satu peranan hara P didalam pertumbuhan tanaman tanaman adalah sebagai perangsang perkembangan akar. Akar yang tidak berkembang secara baik tidak dapat mengabsorpsi unsur hara lebih banyak (Prawinata et al.,1991).

4.3 Kualitas Air

4.3.1 Suhu

Penggunaan tanaman yang berbeda pada budidaya sistem akuaponik tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap suhu. Hasil dari perhitungan suhu harian selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada lampiran 5. Berdasarkan perhitungan didapatkan data suhu ikan patin yang diperoleh selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Rata – Rata Suhu Selama Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - rata	± SD
	1	2	3			
Sawi (100%)	27,49	27,57	27,44	82,5	27,50	0,065
Selada (100%)	27,45	27,46	27,53	82,44	27,48	0,043
Sawi :Selada (50% : 50%)	27,38	27,44	27,42	82,24	27,41	0,030
Total				247,18		

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata dari hasil pengukuran suhu berkisar antara 27,48-27,50°C. Kisaran suhu selama pengamatan berlangsung masih dalam kisaran suhu yang baik untuk pertumbuhan ikan. Ha ini sesuai oleh pernyataan Nugrahaningsih (2008) yang mengatakan bahwa suhu yang optimal bagi ikan patin adalah 27°C-32°C. Pada kisaran tersebut konsumsi oksigen cukup tinggi sehingga nafsu makan tinggi sementara pada suhu dibawah 20°C nafsu makan menurun. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap suhu diperairan maka dilakukan perhitungan sidik ragam. Berdasarkan analisis keragaman suhu (Lampiran 5) diperoleh F hitung sebesar 2,60 dimana nilai F hitung lebih kecil dari F tabel 5%.

Menurut Brett (1987) dalam Hernawati (2007) mengatakan bahwa suhu secara langsung bisa mempengaruhi laju proses biologi dan kadar oksigen terlarut. Kebutuhan akan oksigen dan laju konsumsi oksigen bervariasi tergantung dengan faktor biotik dan abiotik termasuk aktivitas, suhu, salinitas, berat ikan dan pakan yang diberikan.

4.3.2 Derajat Keasamaan (pH)

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap pH perairan maka dilakukan perhitungan sidik ragam. Penggunaan tanaman yang berbeda pada budidaya sistem akuaponik tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pH. Hasil pengamatan derajat keasamaan dapat dilihat pada Lampiran 6, sedangkan data derajat keasamaan (pH) dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Data Rata-Rata Derajat Keasamaan Selama Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	± SD
	1	2	3			
Sawi (100%)	8,01	7,67	7,47	23,15	7,72	0,273
Selada (100%)	7,85	7,98	8,01	23,84	7,95	0,085
Sawi : Selada (50% : 50%)	7,83	8,02	7,89	23,74	7,91	0,097
Total				70,73		

Tabel 6 tersebut menunjukkan kisaran pH selama penelitian 7,72–7,95. Perlakuan selada (100%) memiliki nilai rata-rata pH paling tinggi sebesar 7,95. Menurut Barus (2002), nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme air pada umumnya terdapat antara 7 ppm sampai 8,5 ppm. Kondisi perairan yang sangat asam dan sangat basa akan mempengaruhi sistem metabolisme dan respirasi pada ikan yang dibudidayakan.

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.

Berdasarkan dari analisis keragaman pH (Lampiran 6) diperoleh F hitung sebesar 1,52 dimana nilai F hitung lebih kecil dari F tabel 5%.

Pada pH rendah kandungan oksigen terlarut akan berkurang, sehingga konsumsi oksigen menurun, aktivitas pernapasan naik dan selera makan akan berkurang. Hal yang sebaliknya terjadi pada suasana basa. Atas dasar ini maka usaha budidaya ikan akan berhasil baik dengan kisaran pH 6,5 – 9,0, sementara itu selera makan tertinggi di dapat pada pH 7,5 – 8,5. Pada kolam dengan sistem resirkulasi, air cenderung asam karena adanya proses nitrifikasi dari bahan organik yang menghasilkan karbondioksida dan ion hidrogen (Kordi, 2004).

4.3.3 Oksigen Terlarut (DO)

Penggunaan tanaman yang berbeda pada budidaya sistem akuaponik tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kandungan oksigen terlarut dalam perairan. Hasil pengamatan derajat keasaman dapat dilihat pada Lampiran 7, sedangkan data oksigen terlarut (DO) dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Data Rata-Rata Oksigen Terlarut (ppm) Selama Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	± SD
	1	2	3			
Sawi (100%)	5,5	5,39	5,41	16,3	5,43	0,058
Selada (100%)	5,52	5,44	5,4	16,36	5,45	0,061
Sawi : Selada (50% : 50%)	5,6	5,54	5,48	16,62	5,54	0,06
Total				49,28		

Tabel 7 tersebut menunjukkan kisaran DO selama penelitian 5,43–5,54. Perlakuan kombinasi antara sawi dan selada (50% : 50%) memiliki nilai rata-rata DO paling tinggi sebesar 5,54 ppm.

Menurunnya kadar oksigen terlarut pada kolam yang apabila oksigen terlarut berkisar antara 1-5 ppm mengakibatkan pertumbuhan ikan menjadi lambat sedangkan oksigen terlarut yang kurang dari 1 ppm dapat bersifat toksik bagi sebagian besar spesies ikan (Rully, 2011).

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh perlakuan penggunaan tanaman yang berbeda terhadap kandungan DO maka dilakukan perhitungan sidik ragam. Berdasarkan dari analisis keragaman pada DO (Lampiran 7) diperoleh F hitung sebesar 2,69 dimana nilai F hitung lebih kecil dari F tabel 5%.

Menurut Saptarini (2010), konsentrasi oksigen terlarut 5 mg/L merupakan kandungan oksigen yang dianjurkan untuk kesehatan ikan yang optimum. Sensivitas terhadap kadar oksigen terlarut yang rendah sangat spesifik untuk setiap jenis ikan. Pada umumnya, jika kandungan oksigen terlarut menurun pada nilai 3 – 4 mg/l, maka ikan akan stres.

4.3.4 Ammonia

Ammonia merupakan salah satu limbah yang berasal proses pembusukan dari bahan – bahan organik, misalnya hasil dari sisa metabolisme serta sisa makanan ikan yang tidak termakan dan mengendap di dasar kolam budidaya. Hasil dari perhitungan data ammonia benih ikan patin yang diperoleh selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 8.

Tabel 8. Data Rata-Rata Ammonia (ppm) Selama Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	± SD
	1	2	3			
Sawi (100%)	0,21	0,24	0,23	0,68	0,23	0,015
Selada (100%)	0,21	0,22	0,21	0,64	0,21	0,005
Sawi : Selada (50% : 50%)	0,20	0,19	0,19	0,58	0,19	0,005
Total				1,90		

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap ammonia maka dilakukan perhitungan sidik ragam. Data hasil perhitungan sidik ragam dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 9. Sidik Ragam Ammonia

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
Perlakuan	2	0,0017	0,0008	8,44*	5,14%	10,92%
Acak	8	0,0006	0,0001			
Total	8	0,0023				

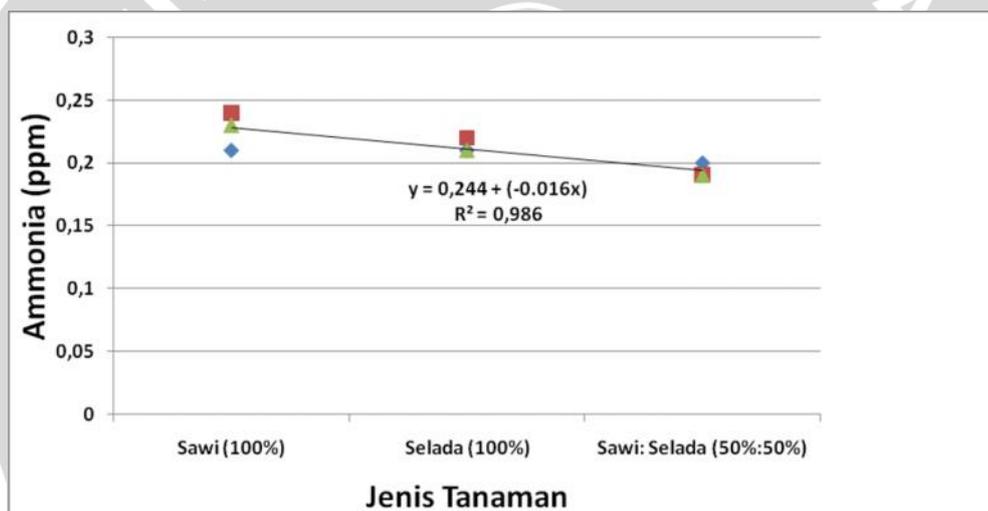
Ket: * = berbeda nyata

Untuk mengetahui urutan pengaruh perlakuan yang berbeda, maka dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil uji BNT dilihat pada Tabel 9 berikut ini.

Tabel 10. Uji Beda Nyata (BNT) Ammonia

rata-rata	C = 0,11	B = 0,12	A = 0,14	K = 0,16	Notasi
C = 0,11	-	-	-	-	a
B = 0,12	0,01	-	-	-	a
A = 0,14	0,03	0,02	-	-	b

Tabel uji BNT diatas dapat dilihat bahwa perlakuan kombinasi sawi dengan selada memiliki nilai ammonia terendah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai ammonia terbaik pada penelitian sistem akuaponik ini pada perlakuan C menggunakan tanaman sawi dan selada.



Gambar 5. Hubungan antara Jenis Tanaman dengan Ammonia

Berdasarkan Gambar 5 tersebut, dapat dilihat bahwa nilai rata-rata ammonia selama penelitian berkisar antara 0,19–0,23 ppm. Perlakuan sawi (100%) memiliki nilai rata – rata tertinggi sebesar 0,23 ppm, sedangkan nilai rata-rata ammonia terendah pada perlakuan kombinasi sawi dan selada (50%:50%) sebesar 0,19 ppm.

Kisaran ammonia selama penelitian masih dapat ditolerir oleh ikan seperti yang diungkapkan oleh Kordi (2004) perairan yang baik untuk budidaya ikan adalah yang mengandung ammonia kurang dari 0,1 ppm. Konsentrasi diatas 2

ppm dapat membunuh sebagian besar jenis ikan. Dalam perairan yang belum tercemar ternyata kandungan ammonia masih jauh di bawah 0,02 ppm dan konsentrasi ini dianggap masih aman bagi ikan – ikan budidaya.

Ekskresi ikan berasal dari katabolisme protein pakan dan dikeluarkan dalam bentuk ammonia dan urea. Amonia merupakan salah satu bentuk N anorganik yang berbahaya bagi ikan, karena pada konsentrasi yang tinggi akan menghambat proses ekskresi ikan (Zidni, 2013).

Menurut Djokosetiyanto *et al.*, (2005), peningkatan ammonia diakibatkan oleh proses dekomposisi bahan organik dalam media percobaan yang berasal dari sisa pakan dan sekresi ikan. Sumber hara nitrogen amat penting bagi tanaman, campuran nitrogen nitrat dan nitrogen ammonium dianggap lebih baik dibandingkan kedua komponen tersebut secara mandiri. Campuran ini menyebabkan pertumbuhan tanaman yang cepat dan berkelanjutan (Rahmawati, 2007).

Fatma (2009) menyatakan bahwa pertumbuhan daun akan cepat berubah dan dapat mempercepat vegetatif tanaman karena dengan penyerapan hara N akan dapat meningkatkan pembentukan dan pertumbuhan daun pada tanaman. Tersedianya N dalam jumlah yang cukup akan memperlancar metabolisme tanaman dan akhirnya mempengaruhi pertumbuhan organ organ seperti batang, daun dan akar menjadi baik. Akar akan menyerap unsur hara yang diperlukan tanaman dalam pertumbuhan vegetatif sehingga batang tumbuh tinggi dan mempengaruhi jumlah daun.

Menurut Rao (1994) dalam Yurlis *et al.*, (2011) bahwa fosfor sangat berperan dalam peningkatan pertumbuhan dan perkembangan perakaran yang memperbanyak rambut rambut akar serta memperkuat batang sedangkan kalium berperan dalam pembentukan protein dan sebagai aiktifator dari berbagai enzim yang esensial dalam reaksi fotosintesis dan respirasi.

Menurut Morris dan Garrty (1993), kebutuhan NPK tanaman sawi berturut-turut yaitu 43% N, P 83%, dan K 35% berat kering, nutrisi ini dibutuhkan untuk pertumbuhan yang lebih cepat. Menurut Sigunjak et al., (2016) kebutuhan N, P dan K pada tanaman selada dalam bentuk amonium nitrat (N) sebesar 27%, fosfat (P) 46% dan kalium (K) 30%.

Menurut Ningrum (2011) mekanisme penyerapan bahan organik oleh tanaman 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.

Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob. Oksidasi ammonia menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas*, sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter*. Kedua jenis bakteri tersebut merupakan bakteri kemotrofik, yaitu bakteri yang mendapatkan energi dari proses kimiawi. Oksidasi nitrit menjadi ammonia ditunjukkan dalam persamaan berikut (a) Sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat ditunjukkan dalam persamaan (b).



(Effendi, 2003)

4.3.5 Karbondioksida (CO₂)

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap karbondioksida maka dilakukan perhitungan sidik ragam. Selama penelitian juga dilakukan uji Karbondioksida (CO₂). Hasil dari perhitungan data CO₂ yang diperoleh selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 9 sehingga didapatkan data CO₂ pada Tabel 10 berikut.

Tabel 11. Data Rata – Rata Karbondioksida (CO²) (ppm) Selama Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - rata	± SD
	1	2	3			
Sawi (100%)	14,72	14,98	14,99	44,69	14,90	0,148
Selada (100%)	15,67	15,98	13,23	44,89	14,96	1,505
Sawi :Selada (50% : 50%)	16,60	13,98	14,65	45,22	15,08	1,360
Total				134,80		

Pada Lampiran 7 menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi antara sawi dan selada (50% : 50%) memiliki nilai rata-rata CO₂ tertinggi sebesar 15,08 ppm, sedangkan perlakuan selada (100%) sebesar 14,96 ppm, perlakuan sawi (100%) sebesar 14,90 ppm. Menurut 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).

Berdasarkan hasil analisis keragaman mengenai CO₂ (Lampiran 9) diperoleh F hitung sebesar 0,02 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 CO₂ dalam perairan.

Tinggi kandungan CO₂ pada perairan dapat mengakibatkan terganggunya kehidupan biota perairan. Kandungan CO₂ dalam air yang aman tidak boleh melebihi 25 ppm, sedangkan konsentrasi CO₂ lebih dari 100 ppm akan menyebabkan semua organisme akuatik mengalami kematian (Ningrum, 2011).

4.3.6 Total Organic Matter (TOM)

Penggunaan tanaman yang berbeda pada budidaya sistem akuaponik tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kandungan oksigen terlarut dalam perairan. Hasil pengamatan Total Organic Matter (TOM) dapat dilihat pada Lampiran 10, sedangkan data rata – rata Total Organic Matter (TOM) dapat dilihat pada Tabel 11 berikut ini.

Tabel 12. Data Rata-Rata *Total Organik Matter* (TOM) Selama Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - rata	± SD
	1	2	3			
Sawi (100%)	8,85	9,82	9,36	28,03	9,34	0,485
Selada (100%)	8,86	8,44	10,13	27,43	9,14	0,879
Sawi : Selada (50% : 50%)	10,17	8,55	8,44	27,16	9,05	0,968
Total				82,64		

Tabel 12 tersebut menunjukkan bahwa kisaran TOM selama penelitian 9,05 – 9,97. Perlakuan kombinasi antara sawi dan selada (50% : 50%) memiliki nilai rata-rata TOM paling rendah sebesar 9,05 ppm. Adanya kandungan organik pada perairan dapat mengindikasikan adanya pencemaran bahan organik.

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh perlakuan penggunaan tanaman yang berbeda terhadap kandungan TOM maka dilakukan perhitungan sidik ragam (Lampiran 10) yang dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 13. Sidik Ragam Total organik Matter (TOM)

SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
Perlakuan	2	0,13	0,07	0,10 ^{ns}	5,14%	10,92%
Acak	6	3,90	0,65			
Total	8	4,03				

Ket: ns = tidak berbeda nyata

Berdasarkan analisis keragaman pada Tabel 12 mengenai TOM diperoleh F hitung sebesar 0,10 dimana nilai F hitung lebih kecil dari F tabel 5%. Padatan tersuspensi bisa bersifat toksik bila dioksidasi berlebih oleh organisme sehingga dapat menurunkan konsentrasi DO sampai dapat menyebabkan kematian ikan. Peningkatan padatan terlarut dapat membunuh ikan secara langsung, meningkatkan penyakit dan menurunkan tingkat pertumbuhan ikan (Sari, 2007).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian tentang pengaruh komposisi tanaman yang berbeda dalam budidaya sistem akuaponik terhadap kualitas air dan kelulushidupan ikan patin (*Pangasius sp.*) adalah jenis tanaman terbaik dalam penelitian ini didapatkan pada tanaman selada dengan kelulushidupan ikan patin sebesar 91,11%, meskipun kelulushidupannya tidak berbeda nyata tetapi selada memberikan pengaruh terhadap nilai ammonia.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk menggunakan tanaman selada karena pertumbuhan benih ikan patin lebih cepat. Selain itu disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan menambahkan waktu penelitian, media tanam yang lain, ukuran tanaman yang lebih besar dan model resirkulasi dalam sistem akuaponik.

DAFTAR PUSTAKA

- Apridayanti, E. 2008. Evaluasi Pengelolaan Lingkungan Perairan Waduk Lahor Kabupaten Malang Jawa Timur. *Skripsi*. Universitas Diponegoro. 44 hlm
- 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. *Skripsi*. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Makassar. 62 hlm
- Asih, S. 2008. Pengaruh Penggunaan Produk Pupuk Organik Kotoran Kelelawar Bebas Mikroba Dengan Dosis Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Bandeng (*Chanos-Chanos*Forsk.) Pada Usia Tebar Sampai 3 Bulan. Diakses dari <http://elibrary.ub.ac.id/bitstream/123456789/21579/1/Pengaruh-Pemberian-Pupuk-Organik-Kotoran-Kelelawar%0D%0A%28Chanos-chanos-Forsk%29-Pada-Uusia-Tebar-Sampai-3-Bulan.pdf> pada 25 Agustus 2015.
- Barus, T. A. 2002. Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sumatera Utara. Medan. 264 hlm.
- Connoly, K. dan T., Tatjana. 2010. *Optimization of a Backyard Aquaponik Food Production System*. McGill University, 74 hlm.
- Dewi, S. 2011. *Jurus Tepat Budidaya Ikan Patin*. Pustaka Baru Press: Yogyakarta. 156 hlm
- Diver, S. 2006. *Aquaponics: Integration of Hydroponics with Aquaculture*. ATTRA. www.attra.ncat.org.
- Djokosetiyanto, R. K. Dongoran dan E. Supriyono. 2005. Pengaruh Alkalinitas Terhadap Kelangsungan Hidup Dan Pertumbuhan Larva Ikan Patin Siam (*Pangasius* sp.). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 4 (2): 53–56
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta. 258 hlm.
- Effendi I. 2004. *Pengantar Akuakultur*. Penebar Swadaya: Jakarta. 145 hlm
- Fujaya, Y. 2004. *Fisiologi Ikan Dasar Pengembangan Teknologi Perikanan*. Rineka Cipta. Jakarta. 179 hlm.
- Hadinata, F. 2009. *Pembenihan Ikan Patin Djambal*. Balai Budidaya Air Tawar Jambi. Ds. Sungai Gelam Kecamatan Kumpeh Ulu Kabupaten Muaro Jambi. 88 hlm

- Hanafiah, D. A. 2014. Kombinasi Selada (*Lactuca sativa* L.) Dan Bioaktivator Dalam Pengolahan Limbah Budidaya Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*). Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. 44 hlm
- Handajani, H., Dan S. D. Hastuti. 2002. Budidaya Perairan. Bayu Media Universitas Muhammadiyah Malang : Malang. 201 hlm.
- Hariati, A. M. 1989. Makanan Ikan. Diktat Kuliah. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. 155 hlm
- Ika, R., dan M. Rifa'i. 2012. Pemanfaatan Photovoltaik pada Sistem Otomasi Akuaponik Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535. Jurnal ELTEK. **10** (2). 11 hlm.
- Kordi, M. G., dan A. Tanjung. 2002. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta: Jakarta. 224 hlm.
- Kordi, G. 2004. Penanggulangan Hama dan Penyakit Ikan. Rineka Cipta. Jakarta _____ . 2009. Budidaya Perairan. PT Citra Aditya Bakti: Bandung. 210 hlm.
- Kordi, G., dan A. Tamsil. 2010. Pembenihan Ikan Laut Ekonomis secara Buatan. Lily Publisher: Yogyakarta. 190 hlm.
- Kurniawan, A. 2013. Akuaponik: Sederhana Berhasi Ganda. UBB Press: Pangkalpinang. 80 hlm.
- Kusdiarti, T., Ahmat, S., dan Yohanna. 2006. Budidaya Ikan Nila Hemat Lahan dan Air dengan Sistem Akuaponik. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar. Bogor. 40 hlm
- Minggawati, I. dan Saptono. 2011. Analisa Usaha Pembesaran Ikan Patin Djambal (*Pangasius djambal*) dalam Kolam di Desa Sidomulyo Kabupaten Kuala Kapuas. Media Sains. **3** (1). 6 hlm.
- Manik. 2003. Pengelolaan Lingkungan Hidup. Djambatan: Jakarta. 255 hlm.
- Nasution, M. I. 2008. Penentuan Jumlah Amoniak dan Total Padatan Tersuspensi pada Pengolahan Air Limbah PT. Bridgestone Sumatera Rubber Estate Dolok Merangir. FMIPA Universitas Sumatera Utara Medan. 85 hlm
- Nazir, M. 1988. Metode Penelitian. Ghalia Indonesia: Jakarta. 212 hlm.
- Ningrum, A. N. 2011. Pengaruh Kerapatan Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Yang Berbeda pada Limbah Cair Pabrik Gula Terhadap Kelulushidupan Dan Pertumbuhan Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Nugrahaningsih, K. A. 2008. Pengaruh Tekanan Osmotik Media Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Patin

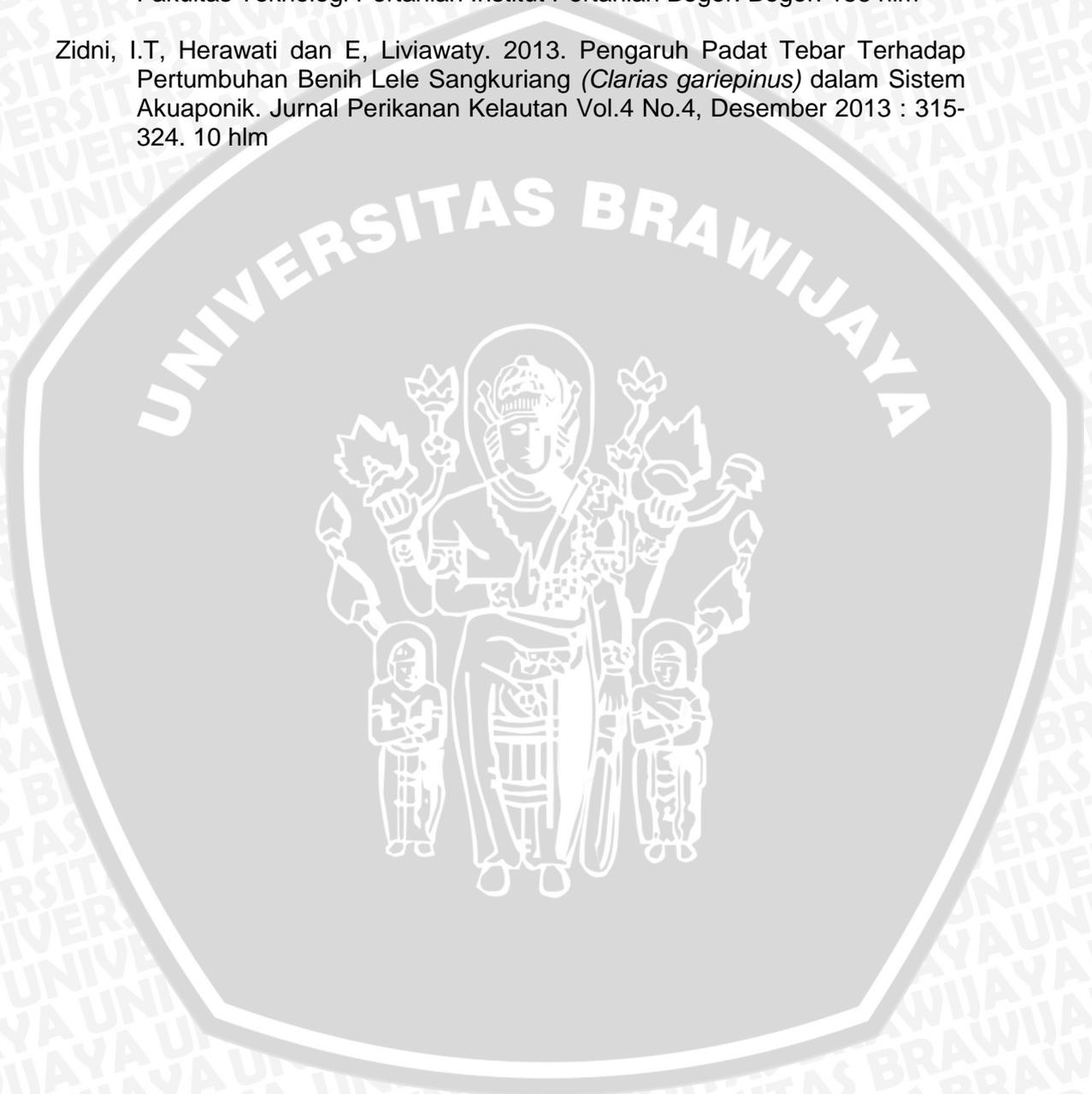
- (*Pangasius sp.*) pada Salinitas 5 PPT. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 51 hlm
- Nugroho, E., dan Sutrisno. 2008. Budidaya Ikan dan Sayuran dengan Sistem Akuaponik. Penebar Swadaya: Jakarta. 85 hlm.
- Nuraeni, N. 1998. Pengaruh Perbedaan Sumber Air Terhadap Laju Pertumbuhan, Efisiensi Pemberian Pakan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). Skripsi. IPB. Bogor. 72 hlm.
- Nurlela, I. E, Tahapari. dan Sulairto. 2010. Pertumbuhan Ikan Patin Nasutus (*Pangasius nasutus*) pada Padat Tebar yang Berbeda. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. 6 hlm.
- Nurshanti, D. F. 2010. Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L) dengan Tiga Varietas Berbeda. Agronobis. 2 (4). 10 hlm.
- Ohoiulun, A. H. 2003. Pengaruh Padat Penebaran terhadap Kualitas Air pada Pendederan Benih Gurame (*Osphronemus gouramy*. Lac) Sistem Resirkulasi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 95 hlm.
- Purnamisari. R. M. 2012. Analisis timbal, tembaga, kadmium pada daun dan batang selada, bayam merah, dan genjer secara spektrofotometri serapan atom. Skripsi. FMIPA Universitas Indonesia. Depok. 118 hlm
- Rahmiwati. H. 2007. Aliran Nitrogen pada model microfram tanaman selada (*Lactuca sativa*) dan Ikan Mas dengan pengelolaan air sistem tertutup melalui ekohidroponik. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. 40 hlm
- Ramadhan, M. A., Alfiansyah, A. C., Sungging, P., Husay, J. P., dan A. Yusuf. 2010. Teknik Pembesaran Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan Sistem Resirkulasi Tertutup. <http://mitrafish.blogspot.com/2013/01/tips-menghadapi-musim-hujan.html>. Diakses pada 27 Mei 2014.
- Rakocy, J. E., M. P. Masser. dan T. M. Losordo. 2006. *Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics—Integrating Fish And Plant Culture*. SRAC Publication No. 454. 147 hlm.
- Rukmana, R. 1995 .Bertanam Selada dan Andewi. Kanisius: Yogyakarta. 44 hlm.
- _____. 2002. Bertanam Petsai dan Sawi. Kanisius: Yogyakarta. 90 hlm.
- Rully, R. 2011. *Penentuan Waktu Retensi Sistem Akuaponik untuk Mereduksi Limbah Budidaya Ikan Nila Merah *Cyprinus sp.** Skripsi. Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. 25 hal.
- Sari. 2007. Kualitas Air Sungai Maron Dengan Perlakuan Keramba Ikan Di Kecamatan Trawas Kabupaten Mojokerto Jawa Timur. Skripsi. Universitas Lambung Mangkurat. Kalimantan Selatan.

- Saptarini, P. 2010. Efektivitas Teknologi Akuaponik Dengan Kangkung Darat (*Ipomoea reptans*) Terhadap Penurunan Amonia Pada Pembesaran Ikan Mas. Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. 45 hlm
- Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian Edisi Revisi. Kanisius: Yogyakarta. 276 hlm.
- 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://jrtbp.files.wordpress.com/2013/01/7-tio-fanta-silaban-limin-santoso-dan-suparmono.pdf> pada 9 Juli 2015
- Subarijanti, H. U. 1990. Diktat Kuliah Limnologi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sulastrri, D. 2006. Pemanfaatan Kerang Untuk Pakan Benih Baung (*Mystus nemurus*) dalam Bentuk Pasta dengan Bentuk Kadar Protein Berbeda. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Pekanbaru UNRI. 55 halaman.
- Surtiningsih, T., dan S. Mariam. 2011. Efektifitas Campuran Pupuk Hayati Dengan Pupuk Kimia Pada Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Selada Bokor (*Lactuca sativa*, L.) var. *Crispa*. Media Sains . 14 (2). 8 hlm.
- Suryaningrum, D. 2008. Ikan Patin: Peluang Ekspor, Penanganan Pascapanen dan Diversifikasi Produk Olahannya. Squalen. 3 (1). 10 hlm
- Susanto, H. 2009. Pembenuhan dan Pembesaran Patin. Penebar Swadaya: Jakarta. 132 hlm.
- Sutrisno, E. N., Dan H. K. Anang. 2013. Akuaponik. Diakses dari <http://pusluh.kkp.go.id/mfce/download/al45.pdf> pada 11 juni 2014.
- Syaifuddin. 2004. Pembenuhan dan Penangkaran Sebagai Alternatif Pelestarian Populasi Kuda Laut (*Hyppocampus spp*) Di Alam. FMIPA IPB. Bogor. 68 hlm.
- Taufik, I. 2010. Uji Multi Lokasi Pada Budidaya Ikan Nila Dengan Sistem Akuaponik. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar. Bogor. 37 hlm
- Yulianti, D. 2008. Pengaruh Padat Penebaran Benih Ikan Bawal *Colossoma macropomum* yang Dipelihara dalam Sistem Resirkulasi Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 56 hlm.
- Yuliantati, E. 2011. Tingkat Serangan Ektoparasit pada Ikan Patin (*Pangasius djambal*) pada Beberapa Pembudidaya Ikan Di Kota Makassar. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Makassar. 65 hlm
- Widodo, W. 2010. Nutrisi Ikan. UMM Press. Malang

Widyastuti, Y.R. 2008. Peningkatan Produksi Air Tawar melalui Budidaya Ikan Sistem Akuaponik. Prosiding Seminar Nasional Limnologi IV LIPI. Bogor : 62-73.

Wulandhari, N. W. T. 2007. Optimasi Formulasi Sosis Berbahan Baku Surimi Ikan Patin (*Pangasius pangasius*) dengan Penambahan Karagenan (*eucheuma sp.*) dan Susu Skim untuk Meningkatkan Mutu Sosis. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor. 158 hlm

Zidni, I.T, Herawati dan E, Liviawaty. 2013. Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan Benih Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) dalam Sistem Akuaponik. Jurnal Perikanan Kelautan Vol.4 No.4, Desember 2013 : 315-324. 10 hlm



LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat Penelitian



Akuarium Penelitian



Tabung Erlenmeyer



DO meter



pH meter



Timbangan Digital



Washing bottle



Beaker glass



Lampiran 2. Gambar Bahan Penelitian



Tanaman Sawi



Tanaman Selada



Aquades



Larutan Nessler



Larutan KMnO₄



Tanaman Akuaponik

Lampiran 3. Perhitungan Data Kelulushidupan Ikan Patin (*Pangasius sp.*) Selama Penelitian

- Tabel Uji Kenormalan Kelulushidupan Ikan Patin (*Pangasius sp.*)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		SR
N		9
Normal Parameters ^a	Mean	90.1856
	Std. Deviation	1.30550
Most Extreme Differences	Absolute	.223
	Positive	.223
	Negative	-.221
Kolmogorov-Smirnov Z		.670
Asymp. Sig. (2-tailed)		.761

a. Test distribution is Normal.

- Tabel Jumlah Rata-Rata Pengamatan Kelulushidupan (%) Ikan Patin (*Pangasius sp.*) Selama Pemeliharaan

perlakuan	ulangan			Total	Rata-rata	± SD
	1	2	3			
Sawi (100%)	90	90	88,33	268,33	89,44	0,964
Selada (100%)	91,67	91,67	90	273,34	91,11	0,964
Sawi : Selada (50% : 50%)	88,33	90	91,67	270	90,00	1,67
Total				811,67		

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{811,67^2}{9} = 73.200,91$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= (A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + C3^2) - \text{FK} \\ &= (90^2 + 90^2 + 88,33^2 + \dots + 91,67^2) - 73.200,91 \\ &= 13,63 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{(\Sigma A)^2}{r} + \frac{(\Sigma B)^2}{r} + \frac{(\Sigma C)^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{(268,33)^2}{3} + \frac{(273,34)^2}{3} + \frac{(270)^2}{3} - 73.200,91 \\ &= 4,34 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 13,63 - 4,34 \\ &= 9,30 \end{aligned}$$

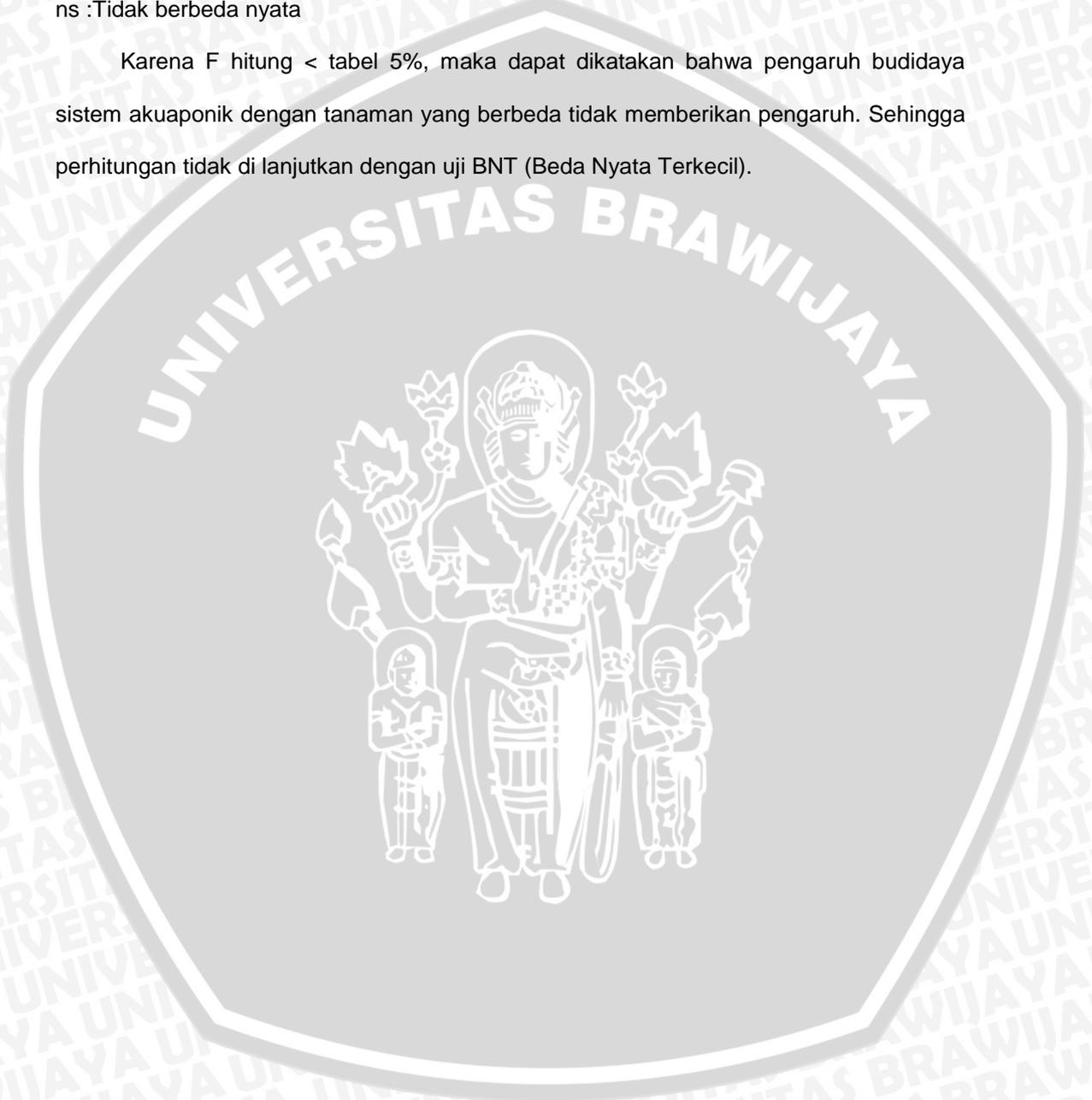
Lanjutan Lampiran 3

- Tabel Sidik Ragam Kelulushidupan Ikan Patin (*Pangasius sp.*) Selama Pemeliharaan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
Perlakuan	2	4,34	2,17	1,40 ^{ns}	5,14%	10,92%
Acak	6	9,30	1,55			
Total	8	13,63				

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 Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Patin (*Pangasius sp.*) Selama Pemeliharaan

- Tabel Uji Kenormalan Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Patin (*Pangasius sp.*)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		SGR
N		9
Normal Parameters ^a	Mean	.3438
	Std. Deviation	.03889
Most Extreme Differences	Absolute	.388
	Positive	.388
	Negative	-.193
Kolmogorov-Smirnov Z		1.098
Asymp. Sig. (2-tailed)		.179

a. Test distribution is Normal.

- Tabel Jumlah Rata – Rata Pengamatan Laju Pertumbuhan (%) Spesifik Ikan Patin (*Pangasius sp.*) Selama Pemeliharaan

perlakuan	ulangan			Total	Rata-rata	± SD
	1	2	3			
Sawi (100%)	0,32	0,33	0,33	0,98	0,33	0,0057
Selada (100%)	0,43	0,33	0,37	1,13	0,38	0,0503
Sawi : Selada (50% : 50%)	0,33	0,35	0,36	1,04	0,35	0,0152
Total				3,15		

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{3,15^2}{9} = 1,103$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= (A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + C3^2) - \text{FK} \\ &= (0,32^2 + 0,33^2 + 0,33^2 + \dots + 0,36^2) - 1,103 \\ &= 0,009 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{(\Sigma A)^2}{r} + \frac{(\Sigma B)^2}{r} + \frac{(\Sigma C)^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{(0,98)^2}{3} + \frac{(1,13)^2}{3} + \frac{(1,04)^2}{3} - 1,103 \\ &= 0,004 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 0,009 - 0,004 \\ &= 0,006 \end{aligned}$$

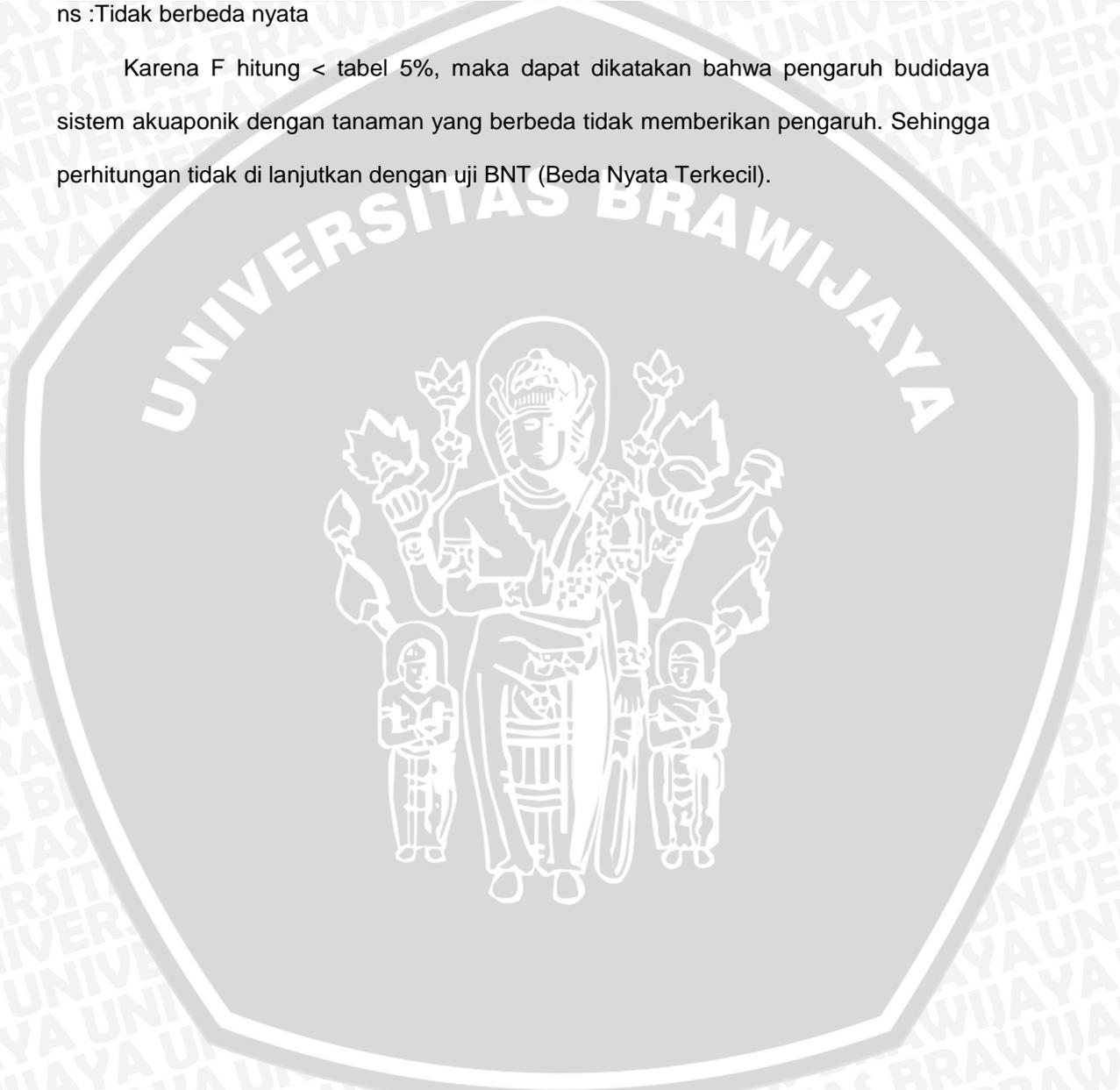
Lanjutan Lampiran 4

- Tabel Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Patin (*Pangasius sp.*) Selama Pemeliharaan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
Perlakuan	2	0,004	0,002	2,04 ^{ns}	5,14%	10,92%
Acak	6	0,006	0,001			
Total	8	0,009				

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 Suhu Selama Pemeliharaan

- Tabel Uji Kenormalan Suhu Selama Pemeliharaan Ikan Patin (*Pangasius sp.*)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		suhu
N		9
Normal Parameters ^a	Mean	27.4644
	Std. Deviation	.05769
Most Extreme Differences	Absolute	.197
	Positive	.197
	Negative	-.114
Kolmogorov-Smirnov Z		.592
Asymp. Sig. (2-tailed)		.875

a. Test distribution is Normal.

- Tabel Jumlah Rata – Rata Suhu Selama Pemeliharaan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	± SD
	1	2	3			
Sawi (100%)	27,49	27,57	27,44	82,5	27,50	0,065
Selada (100%)	27,45	27,46	27,53	82,44	27,48	0,043
Sawi : Selada (50% : 50%)	27,38	27,44	27,42	82,24	27,41	0,030
Total				247,18		

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{247,18^2}{9} = 6.788,66$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= (A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + C3^2) - \text{FK} \\ &= (27,49^2 + 27,57^2 + 27,44^2 + \dots + 27,42^2) - 6.788,66 \\ &= 0,03 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{(\sum A)^2}{r} + \frac{(\sum B)^2}{r} + \frac{(\sum C)^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{(82,5)^2}{3} + \frac{(82,44)^2}{3} + \frac{(82,24)^2}{3} - 6.788,66 \\ &= 0,01 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 0,03 - 0,01 \\ &= 0,01 \end{aligned}$$

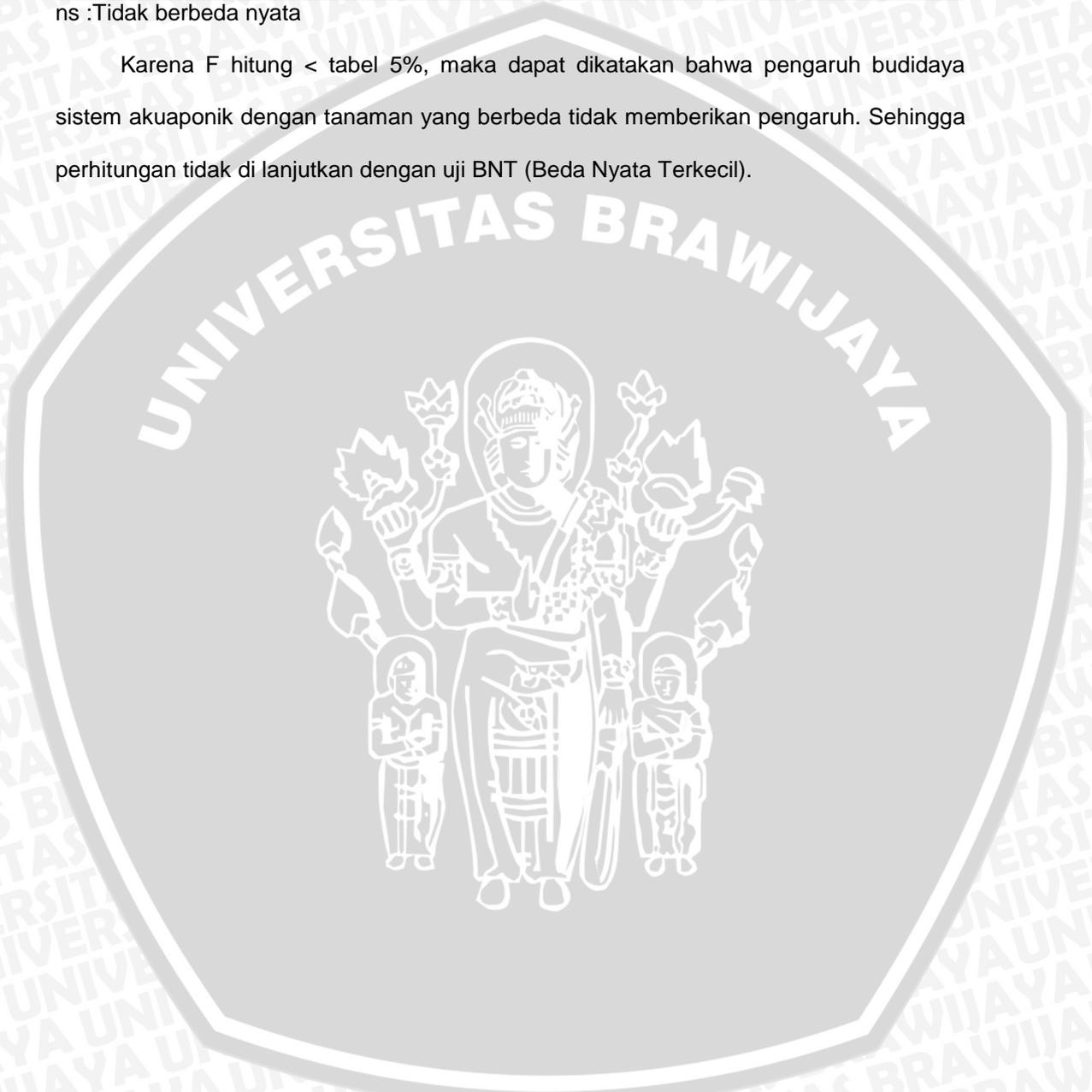
Lanjutan Lampiran 5

- Tabel Sidik Ragam Suhu Selama Pemeliharaan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
Perlakuan	2	0,01	0,006	2,60 ^{ns}	5,14%	10,92%
Acak	6	0,01	0,002			
Total	8	0,03				

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 Derajat Keasaman (pH) Selama Pemeliharaan

- Tabel Uji Kenormalan Derajat Keasaman (pH) Pada Media Pemeliharaan ikan Patin (*Pangasius sp.*)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		pH
N		9
Normal Parameters ^a	Mean	7.8550
	Std. Deviation	.19785
Most Extreme Differences	Absolute	.236
	Positive	.202
	Negative	-.236
Kolmogorov-Smirnov Z		.668
Asymp. Sig. (2-tailed)		.763

a. Test distribution is Normal.

- Tabel Jumlah Rata – Rata Pengamatan pH Selama Pemeliharaan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	± SD
	1	2	3			
Sawi (100%)	8,01	7,67	7,47	23,15	7,72	0,273
Selada (100%)	7,85	7,98	8,01	23,84	7,95	0,085
Sawi : Selada (50% : 50%)	7,83	8,02	7,89	23,74	7,91	0,097
Total				70,73		

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{70,73^2}{9} = 555,86$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= (A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + C3^2) - \text{FK} \\ &= (7,74^2 + 7,64^2 + 7,59^2 + \dots + 7,89^2) - 555,86 \\ &= 0,28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{(\Sigma A)^2}{r} + \frac{(\Sigma B)^2}{r} + \frac{(\Sigma C)^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{(23,15)^2}{3} + \frac{(23,84)^2}{3} + \frac{(23,74)^2}{3} - 731,64 \\ &= 0,09 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 0,28 - 0,09 \\ &= 0,18 \end{aligned}$$

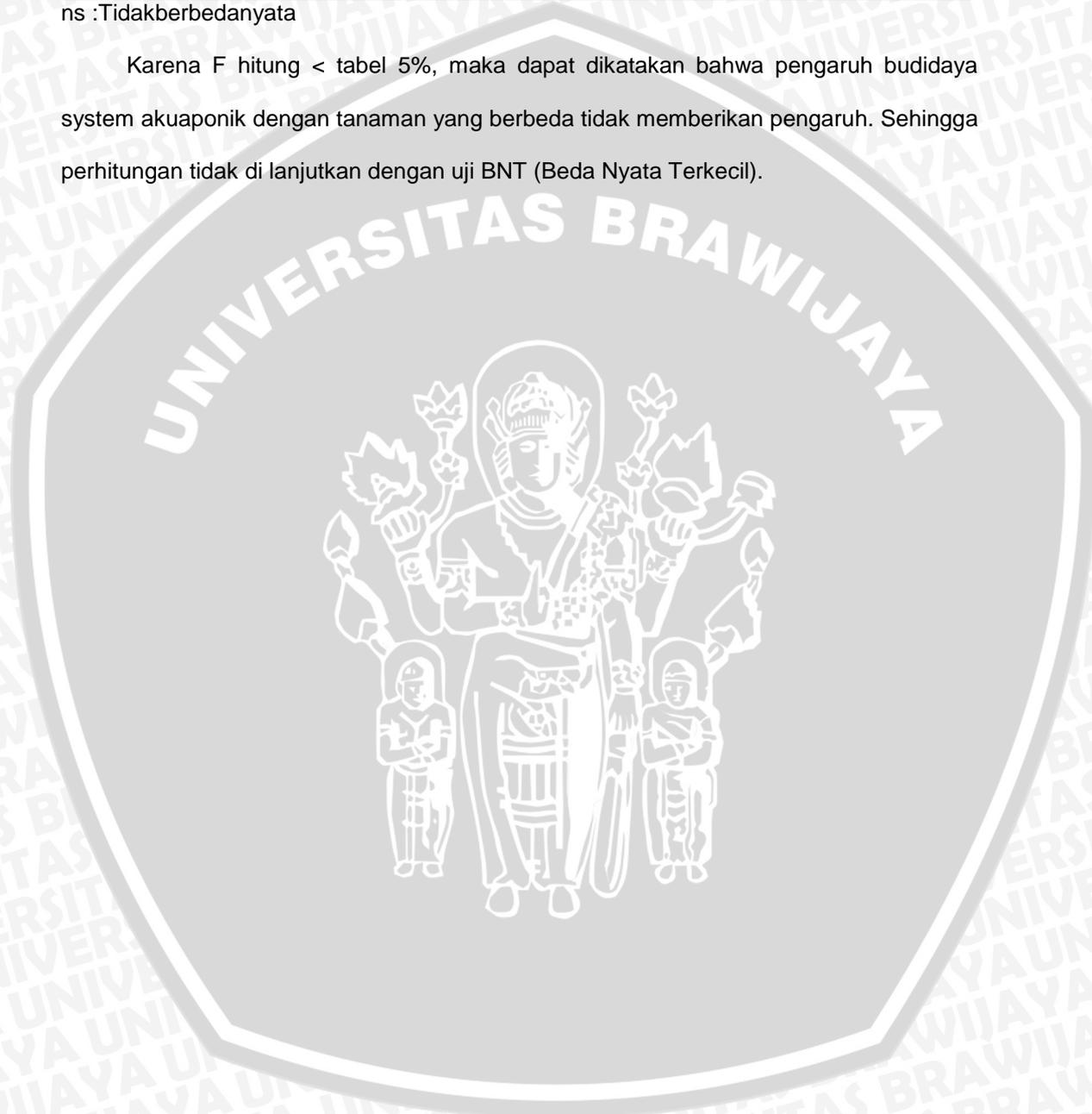
Lanjutan Lampiran 6

- Tabel Sidik Ragam pH Selama Pemeliharaan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
Perlakuan	2	0,09	0,05	1,52 ^{ns}	5,14%	10,92%
Acak	6	0,18	0,03			
Total	8	0,28				

ns :Tidakberbedanyata

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



Lampiran 7. Perhitungan Data Oksigen Terlarut (DO) Selama Pemeliharaan

- Tabel Uji Kenormalan Oksigen Terlarut (DO) Pada Media Pemeliharaan Ikan Patin (*Pangasius sp.*)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		DO
N		9
Normal Parameters ^a	Mean	5.4756
	Std. Deviation	.07143
Most Extreme Differences	Absolute	.154
	Positive	.154
	Negative	-.116
Kolmogorov-Smirnov Z		.462
Asymp. Sig. (2-tailed)		.983

a. Test distribution is Normal

- Tabel Jumlah Rata – Rata Pengamatan DO Selama Pemeliharaan

Perlakuan	ulangan			Total	Rata-rata	± SD
	1	2	3			
Sawi (100%)	5,5	5,39	5,41	16,3	5,43	0,058
Selada (100%)	5,52	5,44	5,4	16,36	5,45	0,061
Sawi : Selada (50% : 50%)	5,6	5,54	5,48	16,62	5,54	0,06
Total				49,28		

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{49,28^2}{9} = 269,84$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= (A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + C3^2) - \text{FK} \\ &= (5,5^2 + 5,39^2 + 5,41^2 + \dots + 5,48^2) - 269,84 \\ &= 0,04 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{(\sum A)^2}{r} + \frac{(\sum B)^2}{r} + \frac{(\sum C)^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{(16,3)^2}{3} + \frac{(16,36)^2}{3} + \frac{(16,62)^2}{3} - 269,84 \\ &= 0,02 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 0,04 - 0,02 \\ &= 0,02 \end{aligned}$$

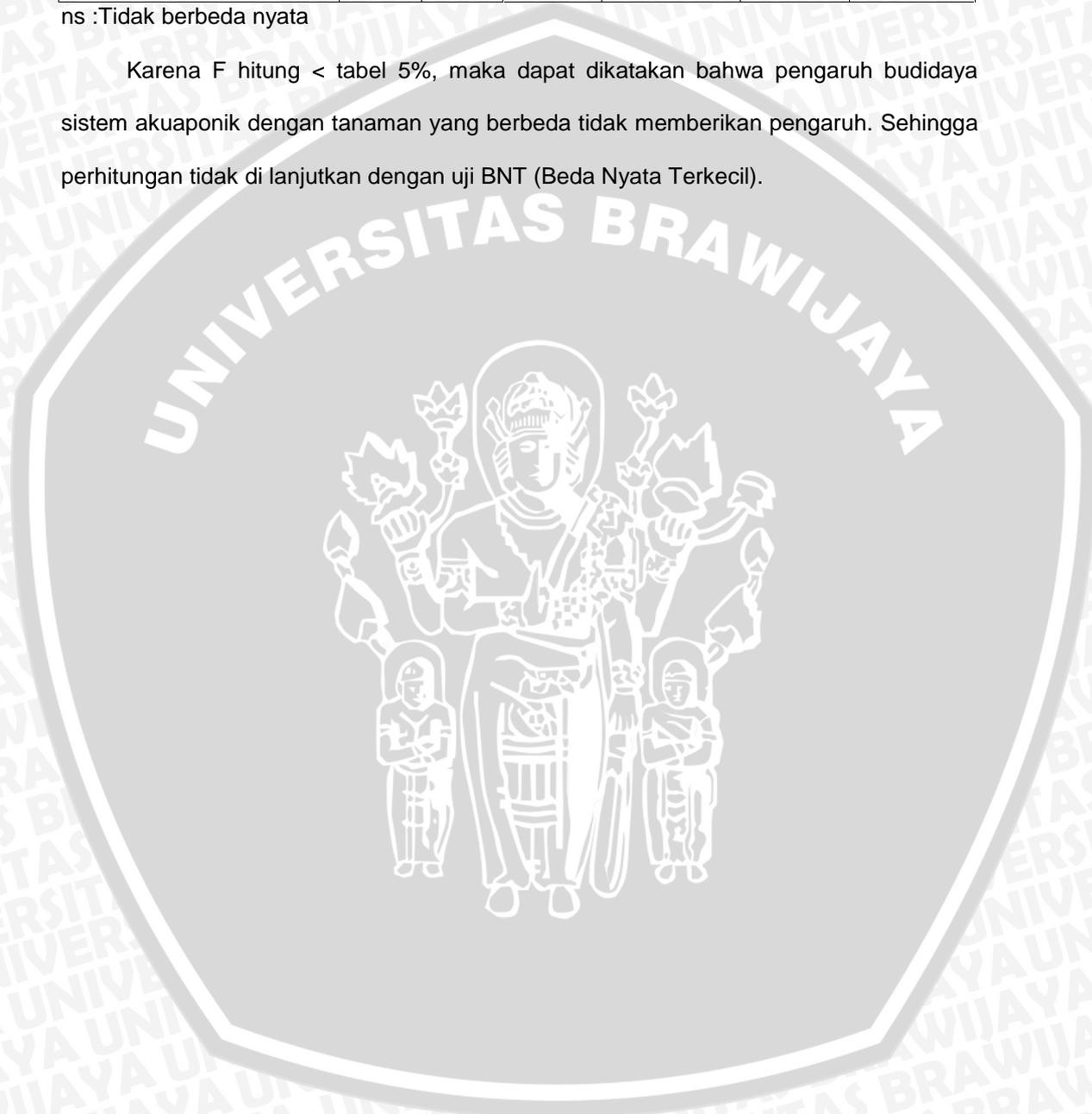
Lanjutan Lampiran 7

- Tabel Sidik Ragam DO Selama Pemeliharaan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
Perlakuan	2	0,02	0,01	2,69 ^{ns}	5,14%	10,92%
Acak	6	0,02	0,004			
Total	8	0,04				

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. Perhitungan Data Ammonia Selama Pemeliharaan

- Tabel Uji Kenormalan Kandungan Amonia Pada Media Pemeliharaan ikan Patin (*Pangasius sp.*)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		amonia
N		9
Normal Parameters ^a	Mean	.2137
	Std. Deviation	.01598
Most Extreme Differences	Absolute	.218
	Positive	.218
	Negative	-.157
Kolmogorov-Smirnov Z		.616
Asymp. Sig. (2-tailed)		.842

a. Test distribution is Normal.

- Tabel Jumlah Rata – Rata Ammonia Selama Pemeliharaan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	± SD
	1	2	3			
Sawi (100%)	0,21	0,24	0,23	0,68	0,23	0,015
Selada (100%)	0,21	0,22	0,21	0,64	0,21	0,005
Sawi : Selada (50% : 50%)	0,20	0,19	0,19	0,58	0,19	0,005
Total				1,90		

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{1,90^2}{9} = 0,40$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= (A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + C3^2) - \text{FK} \\ &= (0,21^2 + 0,24^2 + 0,23^2 + \dots + 0,19^2) - 0,40 \\ &= 0,002 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{(\sum A)^2}{r} + \frac{(\sum B)^2}{r} + \frac{(\sum C)^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{(0,68)^2}{3} + \frac{(0,64)^2}{3} + \frac{(0,58)^2}{3} - 0,40 \\ &= 0,001 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 0,002 - 0,001 \\ &= 0,0006 \end{aligned}$$

Lanjutan Lampiran 8

- Tabel Sidik Ragam Ammonia Selama Pemeliharaan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
Perlakuan	2	0,0017	0,0008	8,44*	5,14%	10,92%
Acak	6	0,0006	0,0001			
Total	8	0,0023				

ns : (*) Berbeda Nyata

Perhitungan Uji BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2 \text{ KT acak}}{\pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 0,0001}{3}}$$

$$= 0,00816$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 5\%} &= t \text{ tabel 5\% (db acak)} \times \text{SED} \\ &= 2,447 \times 0,00816 \\ &= 0,01997 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 1\%} &= t \text{ tabel 1\% (db acak)} \times \text{SED} \\ &= 3,707 \times 0,00816 \\ &= 0,03026 \end{aligned}$$

rata-rata	C = 0,19	B = 0,21	A = 0,23	Notasi
C = 0,19	-	-	-	a
B = 0,21	0,01	-	-	a
A = 0,23	0,03	0,02	-	b

Lampiran 9. Perhitungan Data Karbondioksida (CO₂) Selama Pemeliharaan

- Tabel Uji Kenormalan Kandungan Karbondioksida Pada Media Pemeliharaan Ikan Patin (*Pangasius sp.*)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		karbondioksid a
N		9
Normal Parameters ^a	Mean	15.0188
	Std. Deviation	1.08356
Most Extreme Differences	Absolute	.141
	Positive	.136
	Negative	-.141
Kolmogorov-Smirnov Z		.400
Asymp. Sig. (2-tailed)		.997

a. Test distribution is Normal.

- Tabel Jumlah Rata- Rata Pengamatan CO₂ Selama Pemeliharaan

Perlakuan	ulangan			Total	Rata-rata	± SD
	1	2	3			
Sawi (100%)	14,72	14,98	14,99	44,69	14,90	0,148
Selada (100%)	15,67	15,98	13,23	44,89	14,96	1,505
Sawi : Selada (50% : 50%)	16,60	13,98	14,65	45,227	15,08	1,360
Total				134,80		

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{134,80^2}{9} = 2.019,03$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= (A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + C3^2) - \text{FK} \\ &= (14,72^2 + 14,98^2 + 14,99^2 + \dots + 14,65^2) - 2.019,03 \\ &= 8,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{(\Sigma A)^2}{r} + \frac{(\Sigma B)^2}{r} + \frac{(\Sigma C)^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{(44,69)^2}{3} + \frac{(44,89)^2}{3} + \frac{(45,23)^2}{3} - 2.594,29 \\ &= 0,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 8,33 - 0,05 \\ &= 8,28 \end{aligned}$$

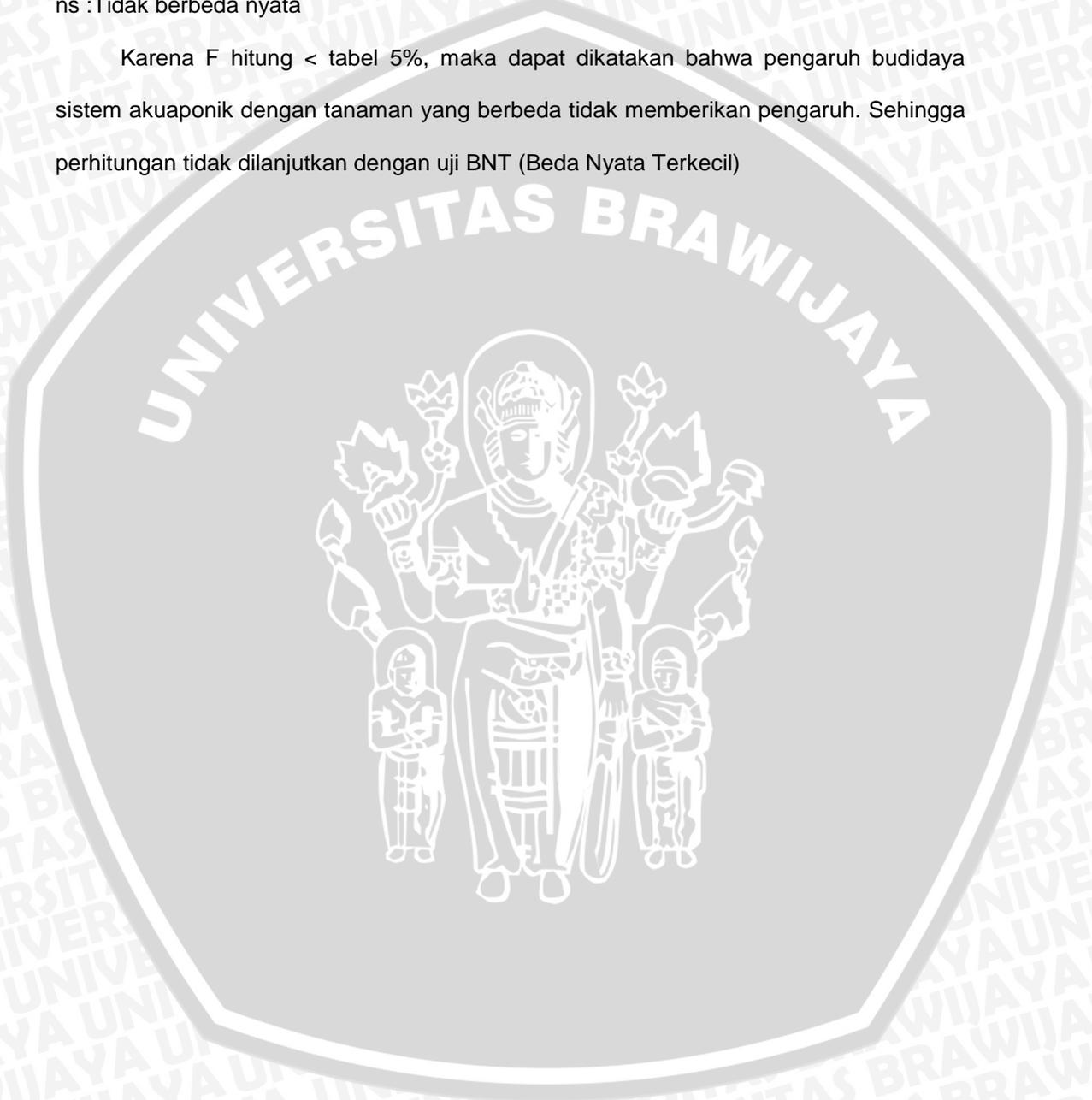
Lanjutan Lampiran 9

- Tabel Sidik Ragam CO₂ Selama Pemeliharaan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
Perlakuan	2	0,05	0,02	0,02 ^{ns}	5,14%	10,92%
Acak	6	8,28	1,38			
Total	8	8,33				

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 dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil)



Lampiran 10. Perhitungan Data *Total Organic Matter* (TOM) Selama Pemeliharaan

- Tabel uji kenormalan TOM pada media pemeliharaan ikan Patin (*Pangasius* sp.)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		TOM
N		9
Normal Parameters ^a	Mean	9.1800
	Std. Deviation	.70958
Most Extreme Differences	Absolute	.230
	Positive	.230
	Negative	-.150
Kolmogorov-Smirnov Z		.689
Asymp. Sig. (2-tailed)		.730

a. Test distribution is Normal.

- Tabel Jumlah Rata- Rata Pengamatan TOM Selama Pemeliharaan

Perlakuan	ulangan			Total	Rata-rata	± SD
	1	2	3			
Sawi (100%)	8,85	9,82	9,36	28,03	9,34	0,485
Selada (100%)	8,86	8,44	10,13	27,43	9,14	0,879
Sawi : Selada (50% : 50%)	10,17	8,55	8,44	27,16	9,05	0,968
Total				82,62		

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n} = \frac{82,62^2}{9} = 758,45$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= (A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + C3^2) - \text{FK} \\ &= (8,85^2 + 9,82^2 + 9,36^2 + \dots + 8,44^2) - 758,45 \\ &= 4,03 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{(\Sigma A)^2}{r} + \frac{(\Sigma B)^2}{r} + \frac{(\Sigma C)^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{(28,03)^2}{3} + \frac{(27,43)^2}{3} + \frac{(27,16)^2}{3} - 758,45 \\ &= 0,13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 4,03 - 0,13 \\ &= 3,90 \end{aligned}$$

Lanjutan Lampiran 10

- Tabel Sidik Ragam TOM Selama Pemeliharaan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
Perlakuan	2	0,13	0,07	0,10 ^{ns}	5,14%	10,92%
Acak	6	3,90	0,65			
Total	8	4,03				

ns :Tidakberbedanyata

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

