

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

SKRIPSI

**PERBEDAAN TANAMAN BUAH TOMAT (*Lycopersiconesculentum*),
CABAI (*Capsicumfrutencens* L.), DAN TERONG (*Solanummelongena*L.)
PADA PENYERAPAN AMONIA (NH₃), NITRIT (NO₂) Dan NITRAT
(NO₃) AIR BUDIDAYA IKAN LELE DUMBO (*Clariassp.*)
PADA SISTEM AKUAPONIK**

**DIFFERENCES IN TOMATO, CHILI AND EGGPLANT PLANTS ON
THE ABSORPTION OF AMMONIA, NITRITES AND NITRATES
DUMBO CATFISH CULTIVATION IN AQUAPONIC SYSTEM**

SKRIPSI

PROGRAM STUDI S-1 AKUAKULTUR



Oleh :

NADYA CHANDRA PANGESTI RAHAYU
MOJOKERTO – JAWA TIMUR

**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2019**

Surat Pernyataan Keaslian Karya Tulis Skripsi

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nadya Chandra Pangesti Rahayu
NIM : 141511133049
Tempat, tanggal lahir: Mojokerto, 18 Pebruari 1997
Alamat : Desa Tambakagung Rt/Rw 003/008, Puri, Mojokerto
Judul Skripsi : Perbedaan Tanaman Buah Tomat (*Lycopersiconesculentum*),
Cabai (*Capsicumfrutencens* L.), Dan Terong (*Solanummelongena*L.) Pada
Penyerapan Amonia (NH₃), Nitrit (NO₂) Dan Nitrat (NO₃) Air Budidaya
Ikan Lele Dumbo (*Clariassp.*) Pada Sistem Akuaponik

Pembimbing : 1. Prayogo, S.Pi., MP.
2. Boedi Setya Rahardja, Ir., MP.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa hasil tulisan laporan Skripsi yang saya buat adalah murni hasil karya saya sendiri (bukan plagiat) yang berasal dari Dana Penelitian : Mandiri / ~~Proyek Dosen~~ / Hibah / PKM (*coret yang tidak perlu*). Di dalam skripsi / karya tulis ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan atau gagasan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang saya aku seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri tanpa memberikan pengakuan pada penulis aslinya, serta kami bersedia :

1. Dipublikasikan dalam Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga;
2. Memberikan ijin untuk mengganti susunan penulis pada hasil tulisan skripsi / karya tulis saya ini sesuai dengan peranan pembimbing skripsi;
3. Diberikan sanksi akademik yang berlaku di Universitas Airlangga, termasuk pencabutan gelar kesarjanaan yang telah saya peroleh (sebagaimana diatur di dalam Pedoman Pendidikan Unair 2010/2011 Bab. XI pasal 38 – 42), apabila dikemudian hari terbukti bahwa saya ternyata melakukan tindakan menyalin atau meniru tulisan orang lain yang seolaholah hasil pemikiran saya sendiri

Demikian surat pernyataan yang saya buat ini tanpa ada unsur paksaan dari siapapun dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 2 Maret 2019
Yang membuat pernyataan,




Nadya Chandra Pangesti R
NIM. 141511133049

SKRIPSI

**PERBEDAAN TANAMAN BUAH TOMAT (*Lycopersicon esculentum*),
CABAI (*Capsicum frutescens* L.), DAN TERONG (*Solanum melongena* L.)
PADA PENYERAPAN AMONIA (NH₃), NITRIT (NO₂) Dan NITRAT
(NO₃) AIR BUDIDAYA IKAN LELE DUMBO (*Clarias* sp.)
PADA SISTEM AKUAPONIK**

**DIFFERENCES IN TOMATO, CHILI AND EGGPLANT PLANTS ON
THE ABSORPTION OF AMMONIA, NITRITES AND NITRATES
DUMBO CATFISH CULTIVATION IN AQUAPONIC SYSTEM**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan pada
Program Studi Budidaya Perikanan Fakultas Perikanan Dan Kelautan
Universitas Airlangga

Oleh :

Nadya Chandra Pangesti Rahayu

NIM. 141511133049

Menyetujui,

Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama,



Prayogo, S.Pi., MP.

NIP. 19750522 200312 1 002

Pembimbing Serta,



Boedi Setya Rahardja, Ir., MP.

NIP. 19580117 198601 1 001

SKRIPSI

**PERBEDAAN TANAMAN BUAH TOMAT (*Lycopersicon esculentum*),
CABAI (*Capsicum frutescens* L.), DAN TERONG (*Solanum melongena* L.)
PADA PENYERAPAN AMONIA (NH₃), NITRIT (NO₂) Dan NITRAT
(NO₃) AIR BUDIDAYA IKAN LELE DUMBO (*Clarias* sp.)
PADA SISTEM AKUAPONIK**

**DIFFERENCES IN TOMATO, CHILI AND EGGPLANT PLANTS ON
THE ABSORPTION OF AMMONIA, NITRITES AND NITRATES
DUMBO CATFISH CULTIVATION IN AQUAPONIC SYSTEM**

Oleh :

Nadya Chandra Pangesti Rahayu
NIM. 141511133049

Telah diujikan pada
Tanggal : 11 April 2019

KOMISI PENGUJI SKRIPSI

Ketua : Agustono, Ir., M.Kes.
Sekretaris : Yudi Cahyoko, Ir., M.Si
Anggota : Sudarno, Ir., M.Kes
Prayogo, S.Pi., MP.
Boedi Setya Rahardja, Ir., MP.

Mengetahui,
Fakultas Perikanan dan Kelautan
Universitas Airlangga
Dekan,



Prof. Dr. Mirni Lamid., drh., M.P.
NIP. 19620116 199203 2 001

RINGKASAN

Perbedaan Tanaman Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum*), Cabai (*Capsicumfrutencens* L.), Dan Terong (*Solanum melongena*L.) Pada Penyerapan Amonia (NH₃), Nitrit (NO₂) Dan Nitrat (NO₃) Air Budidaya Ikan Lele Dumbo (*Clariassp.*) Pada Sistem Akuaponik. Dosen Pembimbing Prayogo, S.Pi., MP., Dan Boedi Setya Rahardja, Ir., M.Kes.

Budidaya ikan lele dumbo menghasilkan air limbah dari endapan pakan yang tidak termakan dan feses yang mengendap didasar perairan yang dapat membahayakan kehidupan ikan. Bahan organik yang tinggi diperairan tidak berdampak baik untuk kualitas air budidaya. Kualitas air mempunyai peran penting terhadap kegiatan budidaya serta produktifitas ikan budidaya. Kandungan pencemar pada air budidaya dapat juga mempengaruhi kualitas air budidaya ikan, kualitas perairan akan menurun karena akumulasi limbah yang dapat berpengaruh pada proses fisiologis, tingkah laku, pertumbuhan, mortalitas ikan. Budidaya dengan menggunakan sistem akuaponik merupakan solusi untuk mengatasi masalah kualitas air budidaya. Akuaponik memiliki prinsip dasar yang bermanfaat bagi budidaya perairan adalah sisa pakan dan kotoran ikan yang berpotensi memperburuk kualitas air, akan dimanfaatkan sebagai pupuk bagi tanaman. Tanaman ekonomis tinggi memiliki potensi yang baik untuk dikembangkan dalam akuaponik, namun sangat jarang ditemui pada penerapan budidaya sistem akuaponik menggunakan tanaman seperti tanaman buah tomat, cabai, terong. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan jenis tanaman buah ekonomis peting yang efektif untuk menyerap amonia, nitrit dan nitrat air budidaya ikan lele dumbo pada sistem akuaponik. Penelitian ini bersifat eksperimental dengan menggunakan metode RAL yang terdiri dari 4 perlakuan dan 5 ulangan dengan tanaman berbeda yaitu P0 = (kontrol) tanpa tanaman, sedangkan P1 = tanaman tomat; P2 = tanaman cabai; P3 = tanaman terong. Parameter penelitian yang diamati adalah kadar amonia, nitrit, nitrat, pengukuran suhu, DO, pH, pertumbuhan ikan dan pertumbuhan tanaman awal dan akhir.

Hasil perhitungan uji *Analisis of Varian* (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan tanaman cabai, tomat dan terong dalam sistem akuaponik menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) terhadap kualitas air. Penyerapan amonia, nitrit dan nitrat mengalami perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan disetiap minggu selama satu bulan. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pada setiap minggu perlakuan terbaik terjadi pada perlakuan P3 (tanaman terong) selama satu bulan penelitian dengan efektifitas rata-rata penyerapan konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat pada minggu pertama hingga minggu keempat adalah 0,347 mg/L; 0,274 mg/L; 0,231 mg/L; 0,312 mg/L, Nitrit yaitu 0,098 mg/L; 0,140 mg/L; 0,147 mg/L; 0,169 mg/L, dan nitrat yaitu 19,867 mg/L; 21,395 mg/L; 23,605 mg/L; 24,326 mg/L. Perlakuan P0 (kontrol) menjadi perlakuan terburuk pada setiap minggu selama satu bulan karena mengalami peningkatan konsentrasi pada setiap minggu selama satu bulan penelitian.

SUMMARY

Differences in Tomato, Chili and Eggplant Plants On The Absorption Of Ammonia, Nitrites And Nitrates Dumbo Catfish Cultivation in Aquaponic System. Lacture Prayogo, S.Pi., MP., and Boedi Setya Rahardja, Ir., M.Kes.

Dumbo catfish cultivation produces waste water from uneaten food waste and dirt that settles in the bottom of the water which can endanger the lives of fish. High organic matter in the waters does not have a good impact on water quality. Water quality has an important role in the cultivation and productivity of fish. The pollutant content in aquaculture water can affect water quality, water quality will decrease due to accumulation of waste that can affect physiological processes, behavior, growth, and mortality of fish. Aquaponic system is a solution to overcome water quality problems. Aquaponic has a basic principle that is beneficial for aquaculture, food and fish wastes that have potential to worsen water quality, will be used as fertilizer for plants. The high economic plants have a good potential to be developed in aquaponic system, but very rarely found in the application of aquaponic system cultivation.

This research aims to determine the effect and types of economically important fruit plantings that are effective for absorbing ammonia, nitrite and nitrate water for dumbo catfish cultivation in aquaponic system. This research was experimental using the RAL method consisting of four treatments and five replications with different plants, that is P0 = (control) without plants, P1 = tomato plants; P2 = chili plants; P3 = eggplant plants. The research parameters observed were levels of ammonia, nitrite, nitrate, measurement of temperature, dissolve oxygen, pH, fish growth and growth of early and end plants.

Results of test calculations *Analisis of Varian* (ANOVA) showed that plant differences in aquaponic system showed significant differences ($p < 0,05$) to water quality. Absorption of ammonia, nitrite and nitrates has a significant difference in each treatment every week for a month. The results of statistical tests showed that in each week the best treatment occurred in the treatment of P3 (eggplant) for a month of research with the effectiveness of the average absorption of concentration of ammonia, nitrites, and nitrates in first, second, third and fourth week of 0,347 mg/L; 0,274 mg/L; 0,231 mg.L; 0,312 mg/L, nitrite of 0,098 mg/L; 0,140 mg/L; 0,147 mg/L; 0,169 mg/L, and nitrates of 19,867 mg/L; 21,395 mg/L; 23,605 mg/L; 24,326 mg/L. P0 (Control) treatment is the worst treatment every week for a month because of increasing concentration every week during the research.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala limpahan rahmat, taufiq serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul Perbedaan Tanaman Buah Tomat (*Lycopersiconesculentum*), Cabai (*Capsicumfrutencens* L.), Dan Terong (*Solanummelongena*L.) Pada Penyerapan Amonia (NH₃), Nitrit (NO₂) Dan Nitrat (NO₃) Air Budidaya Ikan Lele Dumbo (*Clariassp.*) Pada Sistem Akuaponik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya.

Penulis menyadari bahwa Penelitian Skripsi ini masih belum sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis demi perbaikan dan kesempurnaan Penelitian Skripsi ini. Penulis berharap laporan Penelitian Skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan informasi yang berguna bagi semua pihak, khususnya bagi mahasiswa Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya guna kemajuan dan perkembangan ilmu dan teknologi perikanan, khususnya dibidang Akuakultur.

Surabaya, 2 Maret 2019

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Mirni Lamid, drh., MP., selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya;
2. Bapak Prayogo, S.Pi., MP. dan, Boedi Setya Rahardja, Ir., M.Kes., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, petunjuk dan bimbingan sejak penyusunan usulan hingga selesainya penyusunan laporan penelitian;
3. Bapak Prof., Ir. Moch Amin Alamsjah, M.Si., Ph.D. selaku dosen wali yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama perkuliahan;
4. Bapak Agustono, Ir., M.Kes., Sudarno, Ir., M.Kes. dan Yudi Cahyoko, Ir., M.Siselaku dosen penguji yang telah memberikan arahan, kritik dan saran dalam penyempurnaan laporan penelitian;
5. Seluruh staff dan karyawan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya, yang telah membantu kelancaran proses awal hingga akhir skripsi;
6. Orang tua tercinta, Ibu Rahayu dan Ayah Sumartonoserta adikku Fajar Tito, dan Dymetri Raditya Rahagi yang telah memberikan doa, dukungan, motivasi dan semangat tiada henti;
7. Rekan sekaligus teman seperjuangan, Nafa Aisyah, Pratiwi Mukti Lestari, Pingky Deyanita, Nurul Fatmawati, Tanyo Ari, Devi Alfionita, Fermanto, Dyah Ayu Dwiyantiyang telah banyak membantu, memberikan dukungan, semangat, motivasi dan sabar mendengar keluh kesah agar terselesaikannya penelitian ini dengan segera;

8. Kakak-kakak angkatan Marlin 2014, Jelly Fish 2013 Khansa Khairunnisa yang senantiasa membantu dan membimbing dengan sabar
9. Riza Puji Indriawan yang senantiasa membantu, memberikan dukungan, semangat, motivasi dan sabar mendengar keluh kesah agar terselesaikannya penelitian ini dengan segera;
10. Teman-teman Kelas A, KKN Mragel Squad, yang senantiasa kompak, baik dalam suka maupun duka, terimakasih atas semangat dan doa yang telah kalian berikan,
11. Teman-teman Seahorse angkatan 2015 yang senantiasa kompak, baik dalam suka maupun duka, terimakasih atas dukungan dan doa yang telah kalian berikan;
12. Mas Bernathdo dan MbK Ria selaku penjaga laboratorium FPK yang telah banyak membantu selama proses penelitian dari awal sampai akhir;
13. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan maupun penyelesaian penelitian skripsi. Semoga Allah SWT melimpahkan berkat-Nya dan membalas segala bantuan dan kebaikan yang telah diberikan oleh semua pihak kepada penulis.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Karakteristik Ikan Lele Dumbo(<i>Clarias</i> sp.)	6
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Lele Dumbo (<i>Clarias</i> sp.)...	6
2.1.2 Habitat	7
2.1.3 Pakan dan Kebiasaan Makan	8
2.1.4 Kualitas Air	9
2.2 Tanaman Tomat (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	13
2.3 Tanaman Cabai (<i>Capsicum frutescens</i> L.).....	15
2.4 Tanaman Terong (<i>Solanum melongena</i> L.).....	16
2.5 Akuaponik	18

2.6 Nitrogen Anorganik.....	20
2.7 Mekanisme Penyerapan Nitrogen Anorganik	22
III KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS	25
3.1 Kerangka Konseptual	26
3.2 Hipotesis	27
IV METODOLOGI	28
4.1 Tempat dan Waktu Penelitian	28
4.2 Materi Penelitian	28
4.2.1 Bahan Penelitian	28
4.2.2 Alat Penelitian	29
4.3 Metode Penelitian	29
4.3.1 Rancangan Penelitian	29
4.3.2 Variabel Penelitian	31
4.4 Prosedur Penelitian	32
4.5 Parameter Penelitian	33
4.5.1 Parameter Utama.....	33
4.5.2 Parameter Pendukung	37
4.6 Analisis Data.....	37
V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
5.1 Hasil	39
5.1.1 Amonia	39
5.1.2 Nitrit.....	41
5.1.3 Nitrat	44
5.1.4 Pertumbuhan Tanaman	47
5.1.5 Suhu	47
5.1.6 Derajat Keasaman (pH)	48

5.1.7 Oksigen Terlarut (DO).....	49
5.2 Pembahasan.....	49
5.2.1 Amonia (NH ₃)	49
5.2.2 Nitrit (NO ₂)	52
5.2.3 Nitrat (NO ₃).....	54
5.2.4 Pertumbuhan Tanaman.....	55
5.2.5 Suhu	57
5.2.6 Derajat Keasaman (pH).....	58
5.2.7 Oksigen Terlarut (DO)	59
5.2.8 Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)	60
5.2.9 Kelangsungan Hidup (SR)	61
VI SIMPULAN DAN SARAN	63
6.1 Simpulan.....	63
6.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
1. Ciri Morfologi Ikan Lele Dumbo.....	6
2. Tanaman tomat (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	13
3. Tanaman cabai (<i>Capsicum frutescens</i> L.).....	15
4. Tanaman terong (<i>Solanum melongena</i> L.).....	17
5. Skema Kerangka Konseptual	26
6. Denah Penelitian	31
7. Diagram Alir Penelitian	38
8. Hasil pengukuran konsentrasi amonia	40
9. Grafik hasil pengukuran konsentrasi nitrit	42
10. Grafik hasil pengukuran konsentrasi nitrat	45
11. Grafik hasil pengukuran pertumbuhan tanaman	47
12. Grafik hasil pengukuran suhu	48
13. Grafik hasil pengukuran derajat keasaman (pH).....	48
14. Grafik hasil pengukuran oksigen terlarut (Disolvat Oxygen).....	49

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
1. Data Rata-rata Kadar Amonia Dalam Setiap Minggu	39
2. Data Rata-rata Kadar Nitrit Dalam Setiap Minggu.....	42
3. Data Rata-rata Kadar Nitrat Dalam Setiap Minggu	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Hal
1. Hasil Uji Statistik Kadar Amonia	72
2. Hasil Uji Statistik Kadar Nitrit	76
3. Hasil Uji Statistik Kadar Nitrat	80
4. Data Kadar Konsentrasi Amonia	84
5. Data Kadar Konsentrasi Nitrit	85
6. Data Kadar Konsentrasi Nitrat	86
7. Hasil Pengukura pH Harian	87
8. Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut (ppm)	88
9. Hasil Pengukuran Suhu (°C) Harian	89
10. Data PertumbuhanTanamanTomat, Cabai dan Terong	90
11. Data Hasil Perhitungan Laju Pertumbuhan Spesifik Lele Dumbo ..	91
12. Data Perhitungan Tingkat Kelangsungan Hidup	92
13. Dokumentasi Penelitian	93

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan lele dumbo merupakan komoditas ikan air tawar yang banyak dibudidayakan di Indonesia karena permintaannya yang cukup tinggi khususnya didalam negeri dan pertumbuhannya yang cepat. Budidaya ikan lele dumbo menghasilkan air limbah dari endapan pakan yang tidak termakan dan feses yang mengendap didasar perairan yang dapat membahayakan kehidupan ikan. Budidaya ikan lele dumbo terutama budidaya yang intensif akan menghasilkan limbah berupa feces dan sisa pakan yang mengandung bahan organik yang tinggi (Ghate *et al.* 1993).

Bahan organik yang tinggi diperairan tidak berdampak baik untuk kualitas air budidaya. Kualitas air mempunyai peran penting terhadap kegiatan budidaya serta produktifitas ikan budidaya. Amonia yang ada diperairan berasal dari sisa metabolisme ikan yang terlarut dalam air, feses ikan, serta dari makanan ikan yang tidak termakan dan mengendap didasar kolam budidaya (Pillay, 2004). Kandungan pencemar pada air budidaya dapat juga mempengaruhi kualitas air budidaya ikan, kualitas perairan akan menurun karena akumulasi limbah yang dapat berpengaruh pada proses fisiologis, tingkah laku, pertumbuhan, mortalitas ikan. Ikan mengeluarkan amonia (N-Anorganik) sebanyak 80-90 % melalui proses osmoregulasi, sedangkan dari feses dan urine sebanyak 10-20% dari total nitrogen (Boyd, 1979). Akumulasi amonia dapat mengakibatkan penurunan kualitas air budidaya yang dapat mengakibatkan kegagalan produksi ikan. Budidaya dengan menggunakan sistem akuaponik merupakan solusi untuk

mengatasi masalah kualitas air budidaya. Akuaponik memiliki prinsip dasar yang bermanfaat bagi budidaya perairan adalah sisa pakan dan kotoran ikan yang berpotensi memperburuk kualitas air, akan dimanfaatkan sebagai pupuk bagi tanaman (Nugroho, dan Sutrisno. 2012). Pada sistem akuaponik amonia akan dirubah menjadi nitrat yang dibutuhkan oleh tanaman akuaponik. Akar tanaman memiliki peran penting dalam proses penyerapan unsur hara pada air limbah budidaya ikan pada sistem akuaponik. Sistem akuaponik mereduksi amonia dengan menyerap air buangan budidaya atau air limbah dengan menggunakan akar tanaman sehingga amonia yang terserap mengalami proses oksidasi dengan bantuan oksigen dan bakteri, amonia diubah menjadi nitrat (Widyastuti, 2008). Pada kegiatan budidaya dengan sistem tanpa pergantian air, bakteri memiliki peranan penting dalam menghilangkan partikel amonia melalui proses nitrifikasi (Rully, 2011). Akuaponik mendukung untuk produksi tanaman dan ikan secara bersamaan sehingga dapat dioptimalkan untuk produksi yang lebih menguntungkan.

Tanaman dan ikan dengan nilai ekonomis tinggi akan lebih baik dibudidayakan dengan sistem akuaponik, untuk mendapatkan produk yang dibutuhkan masyarakat. Tanaman yang biasa digunakan pada sistem akuaponik adalah bayam merah, bayam hijau, kangkung, selada air, dan pakcoy. Tanaman ekonomis tinggi memiliki potensi yang baik untuk dikembangkan dalam akuaponik, namun sangat jarang ditemui pada penerapan budidaya sistem akuaponik menggunakan tanaman seperti tanaman buah tomat, cabai, terong. Harga jual cabai yang cukup tinggi dan permintaan cabai dipasar tidak pernah

kurang karena cabai digunakan sebagai kebutuhan memasak, industrimakanan, bahkan obat-obatan. Dermawan (2010) menyatakan bahwa salah satu sifat tanaman cabai yang disukai oleh petani adalah tidak mengenal musim. Tanaman cabai dapat ditanam kapan saja. Tomat merupakan tanaman yang dibudidayakan untuk dikonsumsi dan selalu memiliki peminat. Tanaman tomat memiliki perakaran tunggang dengan akar samping yang banyak dan dangkal. Akar tanaman tomat menyerap unsur hara yang berasal dari air limbah budidaya ikan lele dumbo. Tanaman terong ditanam sebagai tanaman konsumsi yang memiliki nilai ekonomis tinggi karena dan selalu tersedia dipasar. Untuk pertumbuhannya tanaman terong membutuhkan beberapa unsur hara seperti nitrogen dan fosfor. Sesuai dengan hasil penelitian Mohammad *et al* (2004), melaporkan bahwa dengan bertambahnya umur tanaman terong, maka kebutuhan terhadap unsur hara terutama nitrogen juga semakin tinggi. Untuk memenuhi kebutuhan tanaman akan unsur hara, fungsi akar menjadi penting bagi tanaman. Karena kemampuannya menyerap hara dengan baik. Tanaman terong memiliki perakaran tunggang dan cabang-cabang akar yang dapat menembus kedalam sekitar 80-100 cm.

Penelitian kali ini bertujuan untuk mengetahui tanaman sebagai biofilter dalam akuaponik, maka dilakukan penelitian tentang perbedaan tanaman buah cabai, tomat, dan terong dalam menyerap amonia, nitrit dan nitrat di air budidaya ikan lele dumbo. Akar-akar dari tanaman dapat tumbuh dan menyerap limbah budidaya yang membahayakan ikan namun banyak mengandung unsur hara bagi pertumbuhan tanaman. Kualitas hidup tanaman juga sangat bergantung dari

ketercukupan hara dari lingkungan serta kemampuan akar dalam menyerap unsur hara dalam menunjang fase vegetative tanaman (Muldiana dan Rosdiana, 2017).

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ilmiah ini, penulis mencoba merumuskan permasalahan dalam bentuk beberapa pertanyaan yaitu:

1. Apakah pengaruh perbedaan tanaman (tanaman cabai, tomat dan terong) dalam menyerap amonia (NH_3), nitrit (NO_2) dan nitrat (NO_3) air budidaya ikan lele dumbo (*Clarias* sp.) pada sistem akuaponik?
2. Tanaman apakah yang paling efektif untuk menyerap limbah amonia (NH_3), nitrit (NO_2) dan nitrat (NO_3) air budidaya ikan lele dumbo (*Clarias* sp.) pada sistem akuaponik ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ilmiah ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh tanaman cabai, tomat dan terong untuk menyerap limbah amonia (NH_3), nitrit (NO_2) dan nitrat (NO_3) air budidaya ikan lele dumbo (*Clarias* sp.) pada sistem akuaponik.
2. Mengetahui tanaman yang efektif menyerap limbah amonia (NH_3), nitrit (NO_2) dan nitrat (NO_3) air budidaya ikan lele dumbo (*Clarias* sp.) pada sistem akuaponik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah untuk memberi informasi bagi mahasiswa dan pembudidaya tentang tanaman yang dapat dikembangkan untuk sistem akuaponik, mengetahui tentang penggunaan tanamanbuah seperti cabai, tomat dan terong dalam menyerap limbah amonia (NH_3), nitrit (NO_2) dan nitrat (NO_3) air budidaya ikan lele dumbo (*Clarias* sp.) pada sistem akuaponik. Akuaponik dengan menggunakan tanaman buah diharapkan akan dapat diaplikasikan untuk menunjang produktifitas tanaman buah dan ikan lele dumbo. Sistem budidaya akuaponik dapat diaplikasikan karena dapat mereduksi limbah amonia sehingga kualitas air pada media budidaya dapat terkontrol dan dapat mengurangi penggunaan sumber air budidaya yang berlebihan.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi Lele Dumbo (*Clarias* sp.) menurut Santoso (1994) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Class	: Actionopterygii
Ordo	: Siluriformes
Family	: Claridae
Genus	: <i>Clarias</i>
Species	: <i>Clarias</i> sp.



Gambar 2.1 Morfologi Lele Dumbo
(Sumber: Hermawan, dkk., 1994)

Ikan lele dumbo merupakan salah satu ikan lele unggulan yang budidayanya pernah mengalami perkembangan pesat di Indonesia. Ikan lele dumbo tidak memiliki sisik namun memiliki kulit yang berlendir dan licin. Menurut Setiadi (2008) bentuk tubuh ikan lele dumbo yaitu memanjang, bentuk kepala putih dan tidak bersisik. Warna tubuh ikan lele dumbo keunguan atau kemerahan dengan bintik-bintik yang tidak beraturan pada tubuhnya. Bentuk kepala ikan lele dumbo yaitu seperempat dari panjang tubuhnya. Ikan lele dumbo

memiliki mulut yang pada bagian ujung dari mulutnya terdapat empat pasang sungut, yaitu satu pasang sungut hidung, satu pasang sungut maksilan (berfungsi sebagai tentakel), dan dua pasang mandibula. Sirip yang dimiliki oleh lele dumbo ada lima, yaitu sirip ekor, sirip punggung, sirip perut, sirip dada, dan sirip dubur. Ikan lele dumbo memiliki insang yang berukuran kecil, ikan lele dumbo juga memiliki alat pernafasan tambahan yaitu berupa (*arborencentorgan*) yang terletak pada insang bagian atas. *Arborencent* berwarna kemerahan dan berbentuk seperti tajuk pohon rimbun yang penuh kapiler darah. Setiadi (2008) menyatakan bahwa kemampuan ikan mengambil oksigen di atas permukaan air dimungkinkan karena adanya *arborencentorgan*.

2.1.2 Habitat

Ikan lele dumbo merupakan ikan yang hidup di perairan tawar. Dauly (2010) menyatakan bahwa ikan lele hidup di perairan yang tenang dan relatif dangkal, hidup pada tempat yang memiliki tempat pelindung atau tempat yang gelap dan lebih menyukai substrat yang berlumpur. Kualitas air yang dianggap baik untuk kehidupan lele adalah suhu yang berkisar antara 20-30°C, akan tetapi suhu optimalnya adalah 27°C, kandungan oksigen terlarut > 3 ppm, Ph 6,5-8 dan NH₃ sebesar 0,05 mg/L (Khairuman dan Amri, 2002). Ikan lele dumbo memiliki sifat *nocturnal* yaitu hewan yang aktif pada malam hari. Sifat tersebut juga yang menyebabkan lele dumbo lebih menyukai tempat yang terlindungi dari cahaya. Ikan lele dumbo tidak mengalami kesulitan saat mencari makanan karena ikan lele dumbo memiliki organ peraba yang peka terhadap makanan dan lingkungan sekitarnya (Ghufran dan Kordi, 2010).

2.1.3 Pakan dan Kebiasaan Makan

Pertumbuhan ikan lele dipengaruhi oleh pakan yang merupakan sumber nutrisi bagi pertumbuhan ikan. Ikan lele dumbo merupakan hewan karnivora atau pemakan daging, kebutuhan akan protein cukup tinggi untuk pertumbuhannya. Ikan lele dumbo memiliki sifat agresif terhadap makanan hal ini yang membuat ikan lele dumbo dalam pertumbuhannya sangat cepat. Prihartono (2001) menyatakan bahwa kebiasaan mencari makanan ikan lele dumbo dilakukan didasar (*bottom feeder*) sehingga kolam akan tampak keruh. Benih ikan lele memakan *protozoa*, *rotifer*, *crustacean* yang halus dan fitoplankton. Ikan lele dewasa memakan cacing dan larva insekta, ikan kecil, udang, bahan organik, serta jasad renik yang telah membusuk. Hariani (2007) menyatakan bahwa makanan alami ikan lele adalah hewan renik, seperti kutu air (*Daphnia*, *Copepoda*, *Cladocera*), cacing, larva serangga, dan siput kecil.

Pemberian pakan untuk menunjang pertumbuhan ikan lele maka diadakan frekuensi pemberian pakan. Frekuensi pemberian pakan adalah jumlah pemberian pakan per satuan waktu, misalnya dalam satu hari pakan diberikan tiga kali. Pada ukuran larva frekuensi pemberian pakan harus tinggi karena laju pengosongan lambungnya lebih cepat, dan dengan semakin besarnya ukuran ikan yang dipelihara maka frekuensi pemberian pakannya semakin jarang. Laju pengosongan lambung ini tergantung pada ukuran dan jenis ikan budidaya, serta suhu air (Effendi, 2004). Ikan lele, satu sampai tiga hari setelah tebar, pakan diberikan empat kali dalam sehari dan setelah itu tiga kali.

2.1.4 Kualitas Air

Kualitas air memegang peranan penting dalam kelangsungan kegiatan budidaya bidang perikanan serta dalam produktifitas hewan akuatik (Imam, 2010). Aktivitas budidaya ikan tidak terlepas dari limbah yang dihasilkan, terutama dari sisa pakan, feses, dan hasil aktivitas metabolisme ikan. Sisa pakan yang tidak termakan oleh ikan budidaya serta hasil proses metabolisme ikan berupa feses dapat menimbulkan endapan yang berbahaya dan dapat meningkatkan kadar amonia dalam perairan yang membahayakan kehidupan ikan. Pada sistem budidaya tanpa pergantian air (*zero water exchange*) seperti pada kolam air tenang, konsentrasi limbah budidaya seperti ammonia (NH_3), nitrit (NO_2), dan karbondioksida (CO_2) akan meningkat cepat sangat cepat dan bersifat toksik bagi organisme budidaya (Surawidjaja, 2006). Budidaya menggunakan sistem akuaponik diharapkan dapat mengatasi konsentrasi limbah budidaya yang membahayakan ikan karena ada peran dari tanaman. Peningkatan produksi dapat dilakukan dengan meningkatkan padat tebar namun harus didukung dengan kualitas air yang baik. Faktor yang berhubungan dengan kualitas air perlu diperhatikan seperti oksigen terlarut, suhu, pH, dan amonia.

1. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi selera makan pada ikan. Tai *et al.*, (1994) menyatakan bahwa suhu saling berkaitan dengan laju metabolisme ikan lele. Perubahan suhu perairan dapat dipengaruhi oleh sinar matahari yang langsung masuk ke kolam. Suhu yang optimum untuk pertumbuhan ikan lele adalah 30°C . Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Boyd dan

Lichtkoppler (1979), pembesaran benih ikan lele laju pertumbuhan akan baik apabila suhu 25°C-32°C dengan suhu optimum 30°C.

2. Oksigen Terlarut

Konsentrasi oksigen terlarut merupakan faktor yang dapat berpengaruh dalam kelangsungan hidup ikan. Ikan lele merupakan ikan yang tahan terhadap kualitas air yang minim atau kualitas air yang kurang baik bahkan ikan lele dapat hidup dalam kondisi oksigen yang rendah hal ini disebabkan karena ikan lele memiliki alat bantu pernafasan yaitu arborescant yang dapat mengambil oksigen langsung dari udara. Kadar oksigen terlarut yang rendah menyebabkan meningkatnya toksisitas pada lingkungan perairan ikan budidaya. Kadar oksigen terlarut pada kolam yang apabila oksigen terlarut berkisar antara 1-5 mg/L mengakibatkan pertumbuhan ikan menjadi lambat sedangkan oksigen terlarut yang kurang dari 1 mg/L dapat bersifat toksik bagi sebagian besar spesies ikan (Rully, 2011). Fluktuasi kandungan oksigen dalam air kolam dipengaruhi oleh perubahan suhu air kolam.

Oksigen di air diperoleh dari fotosintesis tanaman air dan fitoplankton dan oksigen yang berada di atmosfer berdifusi sekitar 35% (Effendi, 2000). Difusi oksigen ke air pada dasarnya terjadi relatif lambat meskipun terjadi pergolakan masa air akibat adanya gelombang. Difusi oksigen ke perairan bisa terjadi langsung pada saat air tenang atau karena pergolakan masa air akibat adanya gelombang.

3. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) yang rendah dapat mengakibatkan ikan menjadi stres, mudah terserang penyakit dan pertumbuhan ikan akan terganggu. Ikan lele dumbo merupakan ikan yang hidup pada perairan tawar. Ikan lele dumbo dapat hidup pada pH berkisar 4 dan jika pH perairan mencapai angka 11 maka akan menyebabkan kematian pada ikan (Suyanto, 1999).

4. Amonia (NH₃)

Amonia yang terkandung dalam perairan budidaya dapat menimbulkan efek bahaya bagi perairan budidaya. Pakan yang tidak termakan, feses yang mengendap didasar perairan dapat meningkatkan konsentrasi amonia. Konsentrasi amonia yang toksik dalam periode waktu yang singkat berkisar antara 0,6 mg/L- 2,0 mg/L (Pillay, 2004). Sisa pakan dan feses ikan akan terurai antara lain menjadi nitrogen dalam bentuk amonia. Nitrogen amonia yang terlarut dalam perairan dapat mengurangi daya ikat darah merah pada tubuh ikan, sehingga dapat menghambat pertumbuhan ikan (Silaban dkk., 2012).

Toksik dalam perairan budidaya dapat dikarenakan adanya kandungan amonia yang tinggi karena dapat menghambat ekskresi pada ikan (Chen *et al.*, 1993). Kandungan amonia yang tinggi di perairan sesuai dengan peningkatan aktivitas dan kenaikan suhu air serta oksigen terlarut yang rendah.

5. Nitrit (NO₂)

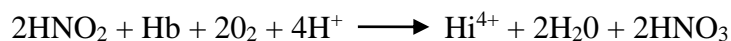
Amonia dioksidasikan menjadi nitrit dalam nitrifikasi oleh peran bakteri *Nitrosomonas*. Pada budidaya dengan sistem resirkulasi ikan sering mengalami keracunan nitrit (NO₂). Hal ini terjadi karena bakteri nitrifikasi pada filter biologi

belum stabil ketika ikan ditebar (Stickey, 1993). Kandungan nitrit (NO_2) yang layak bagi budidaya ikan golongan *catfish* adalah kurang dari 1,0 mg/L (Wedemeyer, 1977).

Gejala klinis pada ikan yang keracunan nitrit adalah ikan terlihat lemas. Senyawa nitrit yang berlebih dalam suatu perairan akan menyebabkan menurunnya kemampuan darah ikan untuk mengikat oksigen, karena nitrit akan bereaksi lebih kuat dengan hemoglobin sehingga membentuk met-Hb yang dapat menurunkan kemampuan pengikatan oksigen. Tingginya konsentrasi nitrit diduga karena bakteri alami untuk menguraikan dan memanfaatkan nitrit jumlahnya sedikit.

6. Nitrat (NO_3)

Nitrit yang berlebihan di perairan dapat mengakibatkan ikan budidaya dapat mengalami keracunan. Proses penting dalam siklus nitrogen adalah nitrifikasi yang mengoksidasi amonia menjadi nitrat. Stickey (1993) menyatakan bahwa nitrat yang ada di perairan dikonsumsi oleh ikan, setelah sampai didalam sistem pencernaan ikan akan membentuk nitrit. Senyawa nitrit dapat dengan cepat menyerap kedalam sirkulasi darah yang mempunyai kekuatan tinggi terhadap pengikatan oksigen yang dapat berdampak pereduksian Hb menjadi met-Hb, seperti persamaan oksidasi dibawah ini:



Menurut Bartic dan Piskac (1981), satu mol nitrit akan berinteraksi dengan dua mol Hb. Dengan demikian maka gejala yang sering timbul adalah kekurangan O_2 (anoksida), hal ini dapat terjadi apabila 20-40% Hb berubah menjadi met-Hb

sebagai akibat dari pengikatan oksigen oleh nitrit dalam darah tersebut (Wedemeyer, 1977). Pillay (2004) menyatakan bahwa konsentrasi nitrat yang dianjurkan harus kurang dari 100 mg/L. Wedemeyer (1977) menyatakan bahwa kandungan nitrat yang layak bagi budidaya adalah lebih dari 3.0 mg/L.

2.2 Tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum*)

Simpson (2010) menyatakan bahwa klasifikasi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum*) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Phylum	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Ordo	: Solanales
Family	: Solanaceae
Genus	: <i>Lycopersicon</i>
Species	: <i>Lycopersicon esculentum</i>



Gambar 2.2 Tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum*)
(Sumber : Jurnal Asia, 2014)

Tanaman tomat terdiri dari bagian akar, batang, daun, dan bunga. Tanaman tomat memiliki batang berbentuk bulat, kasar, memiliki *trachoma*, dan memiliki percabangan. Daun tanaman tomat berbentuk majemuk menyirip. Bunga tanaman buah tomat berkelamin dua (*hermaprodit*), kelopaknya berjumlah lima buah

dengan warna hijau dan memiliki trachoma, sedangkan mahkotanya berjumlah lima buah berwarna kuning. Alat kelaminnya terdiri atas benang sari dan putik. Pada serbuk sari bunga terdapat kantong yang letaknya menjadi satu dan membentuk bumbung yang mengelilingi tangkai kepala putik (Wiryanta, 2004).

Tanaman tomat memiliki buah tunggal yaitu buah tomat yang memiliki daging buah yang lunak agak keras, berwarna merah saat telah matang dan mengandung banyak kandungan air serta kulit buah yang sangat tipis. Buah tomat memiliki bentuk dan ukuran yang bervariasi. Akar merupakan organ vegetatif utama untuk pertumbuhan dan perkembangan. Akar berperan menyerap unsur hara untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan tanaman (Amir, 2016).

Tanaman tomat memiliki akar tunggang dengan akar-akar serabut ditepinya. Perakaran tanaman tomat memiliki kemiripan dengan perakaran tanaman bayam merah yaitu perakaran tunggang dengan perakaran tepi atau samping. Sesuai dengan hasil penelitian Kusumal (2018) bahwa perakaran tanaman bayam merah yaitu akar tunggang dengan perakaran samping, tanaman bayam merah dapat optimum dalam menurunkan konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat. Akar tanaman tomat memiliki karakteristik akar primertumbuh menembus kedalam tanah dan akar tepi yang berupa akar serabut tumbuh menyebar kearah samping tetapi dangkal. Rahayu, dkk (2013) dalam penelitiannya menyatakan bahwa akar tanaman tomat dengan pemberian 4,4 liter air rerata panjang akar dapat tumbuh mencapai 54,81 cm.

2.3 Tanaman cabai (*Capsicum frutescens*L.)

Klasifikasi tanaman cabai (*Capsicum frutescens*L.) menurut Cronquist (1981) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Phylum	: Spermatophyta
Kelas	: Angiospermae
Ordo	: Solanales
Famili	: Solanaceae
Genus	: <i>Capsicum</i>
Spesies	: <i>Capsicum frutescens</i> L.



Gambar 2.3 Tanaman cabai (*Capsicum frutescens*L.)
(Sumber: Cahyono, 2003)

Tanaman cabai merupakan tanaman yang mudah ditanam di dataran rendah maupun dataran tinggi. Tanaman cabai mempunyai bagian-bagian tanaman seperti bunga, daun, batang, buah, dan biji. Bunga tanaman cabai berbentuk terompet kecil, umumnya bunga tanaman cabai berwarna putih, tetapi ada juga yang berwarna ungu. Daun tanaman cabai berbentuk hati, lonjong, atau agak bulat telur dengan posisi berselang-seling (Dermawan, 2010). Panjang daun berkisar 9-15 cm dengan lebar 3,5-5 cm. Batang utama tanaman cabai, tegak dan pangkalnya

berkayu dengan panjang 20-28 cm dengan diameter 1,5-2,5 cm. Percabangan bersifat dikotomi atau menggarpu.

Tanaman cabai dapat tumbuh setinggi 50-150 cm, merupakan tanaman perdu yang warna batangnya hijau dan beruas-ruas yang dibatasi dengan buku-buk yang panjang tiap ruas 5-10 cm dengan diameter 5-2 cm. Tanaman cabai memiliki perakaran tunggang. Karakteristik sistem perakaran tanaman cabai menyebar, panjang berkisar 30-50 cm. Akar tanaman cabai melebar sejauh 30-50 cm secara vertikal, dan menembus tanah sampai kedalaman 30-60 cm (Umah, 2012). Akar berfungsi untuk menyerap air dan zat makanan dari dalam tanah,serta menguatkan berdirinya tanaman. Akar tanaman cabai tumbuh tegak lurus kedalam tanah, berfungsi sebagai penegak pohon yang memiliki kedalaman sekitar 200 cm dan berwarna coklat.

2.4 Tanaman terong (*Solanum melongena* L.)

Klasifikasi tanaman terong (*Solanum melongena* L.) menurut Prahasta (2009) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Phylum	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Solanales
Famili	: Solanaceae
Genus	: <i>Solanum</i>
Spesies	: <i>Solanum melongena</i> L.



Gambar 2.4 Tanaman terong (*Solanum melongena* L.)
(Sumber: Scribd, 2018)

Tanaman terong merupakan tanaman setahun berjenis perdu, pohon dengan percabangan rendah dan tingginya dapat mencapai 1 meter di atas permukaan tanah. Batang tanaman terong dibedakan menjadi dua macam, yaitu utama dan percabangan. Batang utama merupakan penyangga berdirinya tanaman, sedangkan percabangan adalah bagian tanaman yang akan mengeluarkan bunga (Soetasad dan Muryanti, 1999). Bentuk buah terong yaitu silindris, lonjong, dan bulat. Dalam satu tangkai umumnya terdapat satu buah terong hingga lebih. Bunga tanaman terong memiliki dua kelamin yaitu terdapat benang sari dan putik. Perakaran tanaman terong yaitu tunggang dengan cabang-cabang akar yang dapat menembus ke dalam tanah sekitar 80-100 cm. Akar-akar tanaman terong tumbuh mendatar dapat menyebar pada radius 40-80 cm dari pangkal batang tergantung dari umur tanaman dan kesuburan tanahnya (Rukmana, 2009). Daun tanaman terong terdiri dari tangkai daun dan helai daun. Lebar helai daun antara 7-9 cm, panjang daun 12-20 cm. Bangun daun berupa belah ketupat hingga oval, bagian ujung daun tumpul, pangkal daun meruncing, dan sisi bertoreh (Soetasad dan Muryati, 1999).

2.5 Akuaponik

Sistem akuaponik memiliki prinsip ikan dan tanaman tumbuh dalam satu sistem yang berhubungan dan mampu menciptakan suatu simbiotik bagi tanaman dan ikan. Sistem akuaponik merupakan solusi untuk mengatasi keterbatasan lahan budidaya dan dapat menghasilkan lebih dari satu produk yaitu tanaman dan ikan. Teknologi akuaponik merupakan teknologi kombinasi akuakultur dan hidroponik yang bertujuan untuk memelihara ikan dan tanaman dalam satu sistem yang saling terhubung. Limbah yang dihasilkan oleh ikan seperti feses dan pakan, digunakan sebagai pupuk untuk tanaman. Kemudian air yang dialirkan dari media pemeliharaan dibersihkan oleh tanaman sehingga dapat digunakan kembali oleh ikan (Wahap, 2010). Diver (2006) menyatakan bahwa sistem akuaponik terdiri dari tiga jenis yaitu sistem pasangsurut, sistem NFT (Nutrient Film Technique) dan sistem Floating Raft (rakit apung). Sistem pasang surut adalah sistem yang mengalirkan air pada tempat pemeliharaan tanaman dengan metode pasang surut. Air dari kolam budidaya akan mengalir tempat pemeliharaan tanaman pada waktu pasang dan tidak ada aliran air dari kolam budidaya yang mengalir tempat pemeliharaan tanaman pada waktu surut. Sistem ini memiliki keuntungan karena dapat memberikan kesempatan sirkulasi oksigen pada akar tanaman sehingga pembusukan pada akar jarang terjadi. Sistem NFT adalah sistem yang menggunakan prinsip mengalirkan air secara terus menerus pada tempat pemeliharaan tanaman sehingga nutrient dari kolam budidaya dapat terserap terus menerus oleh tanaman dan tanaman cepat tumbuh, kerugian sistem NFT ini dapat

mengakibatkan pembusukan pada bagian akar apabila sistem ini dijalankan dengan metode yang salah (Wijaya, 2014).

Sistem Floating raft (rakit apung) adalah sistem yang mebiarkan akartanaman terendam langsung pada kolam budidaya. Tanaman ini diapungkan dengansterofom yang mengapung diatas permukaan kolam budidaya dengan harapan akardapat menyerap langsung nutrisi di dalam kolam budidaya (Diver, 2006). Kerugian dari sistem ini adalah hasil sisa limbah budidaya ikan tidak dapatdi filter secara optimal oleh tanaman serta akar tanaman dapat rusak akibat termakan oleh ikan.

Dalam sistem akuaponik tanaman berguna sebagai biofilter air budidaya ikan. Jenis tanaman air yang sering digunakan akuaponik seperti kangkung (*Ipomea aquatica*), selada (*Lactuca sativa*), pokchai (*Brassica chinensis*), dan tomat (*Lycopersicon esculantum*), sedangkan ikan yang dipelihara dapat menggunakan ikan konsumsi maupun ikan hias (Diver, 2006). Air budidaya ikan lele dumbo yang banyak mengandung unsur hara dapat digunakan sebagai nutrisi bagi tanaman pada akuaponik. Akar-akar tanaman dapat menyerap limbah dari hasil budidaya ikan dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman serta dapat menjadi filter perairan.

Akar tanaman memiliki peran penting dalam proses penyerapan unsur hara pada air limbah budidaya ikan pada sistem akuaponik. Brady (1974) menyatakan bahwa ketersediaan unsur hara menyebabkan perakaran berkembang lebih panjang untuk menjangkau wilayah luas. Setiap tanaman memiliki karakteristik yang berbeda dalam pertumbuhan akar dan kemampuan dalam menyerap

hara. Sistem akuaponik mereduksi amonia dengan menyerap air buangan budidaya atau air limbah dengan menggunakan akar tanaman sehingga amonia yang terserap mengalami proses oksidasi dengan bantuan oksigen dan bakteri, amonia diubah menjadi nitrat (Widyastuti, 2008). Pada kegiatan budidaya dengan sistem tanpa pergantian air, bakteri memiliki peranan penting dalam menghilangkan partikel amonia melalui proses nitrifikasi (Rully, 2011).

2.6 Nitrogen Anorganik

Nitrogen anorganik berasal dari limbah budidaya lele dumbo, yaitu dari feses dan sisa pakan yang tidak termakan diperairan. Nitrogen anorganik terdiri atas amonia (NH_3), ammonium (NH_4^+), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-), dan molekul nitrogen (N_2) (Saptarini, 2010). Menurut Effendi (2003) tingginya konsentrasi nitrogen anorganik dalam waktu cepat dapat menurunkan kualitas air budidaya. Jumlah dan kandungan limbah budidaya dari kolam budidaya ikan dipengaruhi oleh kepadatan ikan yang dipelihara, kualitas, dan jumlah pakan yang diberikan, serta waktu retensi air di kolam budidaya ikan tersebut.

Bahan organik dan anorganik akan terakumulasi pada kolam budidaya dan dapat menyebabkan terjadi pembentukan amonia. Amonia yang tidak terionisasi akan bersifat racun bagi ikan dan berpengaruh signifikan terhadap nilai pH (Saptarini, 2010). Kandungan amonia yang tinggi diperairan sesuai dengan peningkatan aktivitas dan kenaikan suhu air serta oksigen terlarut yang rendah. Toksisitas amonia dipengaruhi oleh pH yang ditunjukkan dengan kondisi pH rendah akan bersifat racun jika jumlah amonia banyak, sedangkan dengan kondisi pH tinggi hanya dengan amonia sedikit akan bersifat racun juga (Nasrizal. dkk,

2015). Pada kondisi basa atau alkali amonia mudah menguap (Daniel, 2002). Akumulasi kadar amonia dapat menyebabkan perubahan patologi dalam organ dan jaringan ikan serta pertumbuhan ikan budidaya (Saptarini, 2010). Hetty *et al* (2005) menyatakan bahwa apabila pH di suatu perairan semakin mendekati basa maka akan berpengaruh pada konsentrasi nitrat, karena nitrat akan cenderung lebih tinggi dalam keadaan basa. Oksigen terlarut yang rendah maka suatu perairan besar kemungkinan mengalami denitrifikasi yaitu reduksi nitrat menjadi nitrit (Jorgensen, 1990).

Nitrifikasi adalah oksidasi amonia menjadi nitrat oleh bakteri kemoautotrof, proses penguraian tahap pertama dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas* dan penguraian tahap kedua dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter*. Bakteri *Nitrosomonas* berperan mengubah amonia (NH₃) yang terdapat di kolam menjadi nitrit (NO₂). Setelah itu nitrit akan diurai kembali oleh bakteri *Nitrobacter* menjadi nitrat (NO₃). Proses nitrifikasi melalui dua tahap, yakni nitritasi dan nitratasi. Tahap nitritasi merupakan tahap oksidasi amonia yang telah terionisasi menjadi nitrit yang dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas*. Selanjutnya pada tahap nitratasi terjadi proses oksidasi nitrit menjadi nitrat yang dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter*. Melalui proses nitrifikasi, amonia akan dioksidasi oleh bakteri menjadi nitrit dan nitrat. Berikut reaksi nitritasi dan nitratasi menurut Wahyu dkk. (2010) :

Reaksi ionisasi amonia ke ammonium : $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4\text{OH} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

Reaksi nitritasi : $\text{NH}_4^+ + 1\frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{NO}_2^- + \text{H}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$

Reaksi nitratasi : $\text{NO}_2^- + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^-$

Amonia bermanfaat bagi tanaman sebagai pupuk tanaman. Namun bagi hewan akuatik, amonia sangat beracun dalam kondisi berlebihan. Dalam sistem akuaponik nitrat sangat dibutuhkan untuk nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman untuk dikonversikan menjadi protein (Saptarini, 2010). Proses nitrifikasi diharapkan dapat menurunkan polutan hingga tingkat kondisi konsentrasi yang aman dan proses ini dilakukan oleh bakteri-bakteri nitrifikasi (Saptarini, 2010).

2.7 Mekanisme Penyerapan Nitrogen Anorganik

Kesuburan dan pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara. Unsur hara didapatkan dari udara, air, dan tanah atau media tanam. Akar memiliki peran penting dalam penyerapan unsur hara. Tanaman akuaponik mendapatkan unsur hara melalui air budidaya ikan. Akar merupakan bagian bawah tumbuhan yang biasanya berkembang dibawah permukaan tanah. Jaringan epidermis akar merupakan lapisan yang hanyaterdiri dari satu lapisan sel. Keadaan sel-sel yang menyusun epidermis akar sangatrapat, tetapi karena dinding sel epidermisnya tipis, akar mudah ditembus oleh air. Air dan garam-garam mineral yang terlarut di dalamnya masuk pertama kali melalui rambut-rambut akar, bagian di antara epidermis akar, atau melalui dinding sel epidermis akar itu sendiri. Rambut akar merupakan hasil dari penonjolan epidermis yang arahnya ke luar. Dengan adanya rambut-rambut akar ini maka permukaan dinding sel akan semakin bertambah luas, sehingga proses penyerapan air akan lebih efisien (Dwijdoseputro, 1980). Wiratmaaja (2016) menyatakan bahwa akibat dari pertumbuhan akar yang menjangkau bagian media tanam yang tadinya belum terjangkau, bertambahnya jangkauan tentu saja bertambah pula

unsur hara yang bisa kontak dengan bulu akar dan selanjutnya dapat diserap oleh akar tanaman.

Bentuk NH_3 (amonia) diserap oleh akar dari air. Sebagian besar N diambil akar dalam bentuk anorganik yaitu NH_4^+ (ammonium) dan NO_3^- (nitrat). Jumlah amonia tergantung dari kondisi air dan banyaknya rambut akar pada tanaman. Jika kadar NH_4^+ tinggi dapat bersifat meracun, sedangkan jika kelebihan NO_3^- dapat secara aman disimpan dalam vakuola. Didalam mekanisme penyerapan ammonia ini terdapat suatu proses yang mengubah ammonia menjadi nitrat. Proses tersebut adalah proses nitrifikasi. Nitrifikasi adalah proses pembentukan senyawa nitrat dari senyawa amonium. Proses ini merupakan proses dimana ion ammonium dioksidasi menjadi ion nitrit, serta ion nitrit menjadi ion nitrat. Proses ini dapat terjadi di tanah, air laut, maupun air tawar. Nitrifikasi muncul secara almah di lingkungan dengan keberadaan bakteri khusus nitrifikasi. Tingkat reaksi nitrifikasi sangat tergantung pada sejumlah faktor lingkungan. Faktor-faktor tersebut antara lain adalah substrat dan konsentrasi oksigen, suhu, pH, dan adanya zat beracun atau zat yang menghambat proses nitrifikasi. Semua bakteri nitrifikasi adalah bakteri yang sensitiv terhadap temperatur. Perubahan temperatur secara tiba-tiba tidak memengaruhi terhadap kecepatan pertumbuhan dari bakteri itu sendiri sehingga tidak pula berpengaruh terhadap kecepatan reaksi nitrifikasi.

Temperatur yang sesuai dalam proses nitrifikasi ini adalah dari $0-20^\circ \text{C}$ sebab pada suhu tersebutlah bakteri nitrifikasi mengalami pertumbuhan yang maksimum sehingga hal tersebut berpengaruh terhadap kecepatan proses nitrifikasi. Selain itu, konsentrasi oksigen pula memengaruhi kecepatan proses

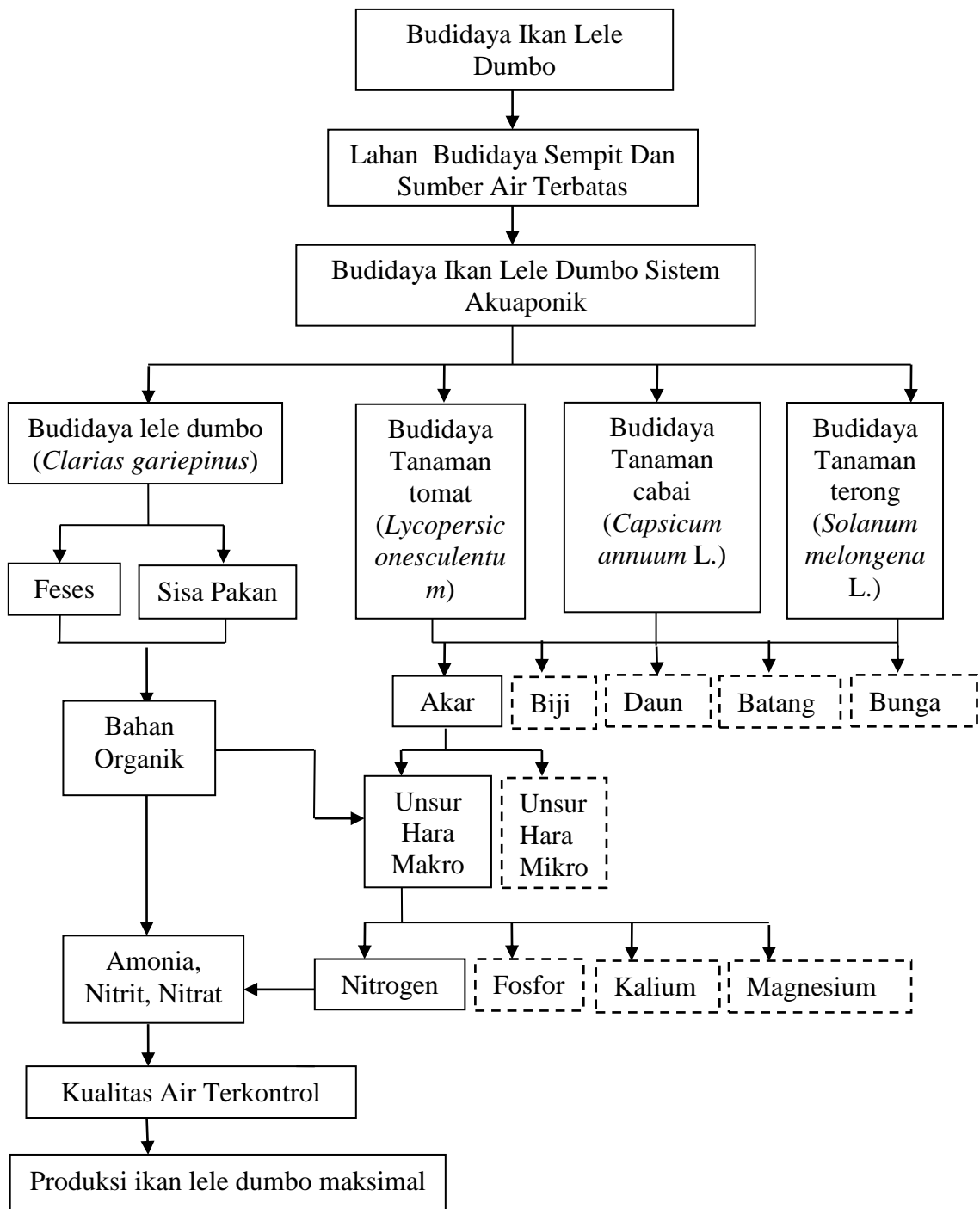
nitrifikasi. Hal tersebut berkaitan dengan bakteri nitrifikasi yang membutuhkan oksigen. Kemudian, pH dari lingkungan pula berpengaruh terhadap kecepatan reaksi nitrifikasi. Reaksi nitrifikasi ini terjadi paling cepat pada pH 8-9. Faktor-faktor tersebut berkaitan dengan keberlangsungan hidup bakteri nitrifikasi, sehingga kecepatan dari proses nitrifikasi ini sangat bergantung pada keberadaan bakteri nitrifikasi. Untuk berlangsungnya proses nitrifikasi diperlukan suasana aerasi yang baik, karena yang aktif bakteri aerobik, oksigen diperlukan sebagai reaktan dalam kedua reaksi yang terlibat. Proses nitrifikasi akan berjalan cepat apabila terjadi pada pH tinggi, optimum pada pH 8.5, bakteri memerlukan cukup Ca dan P, keseimbangan reaksi lebih cocok pada pH tinggi tersebut (Dwijdoseputro, 1980).

III KERANGKA KONSEPTUAL

3.1 Kerangka Konseptual

Lele dumbo (*Clarias* sp.) memiliki keunggulan yaitu diantaranya adalah, termasuk ikan yang tahan terhadap serangan penyakit, tahan terhadap kondisi oksigen terlarut yang rendah dan pertumbuhannya cepat serta responsif terhadap pakan yang diberikan (Suyanto, 2006). Ikan lele dumbo sebagai ikan konsumsi memiliki permintaan pasar yang meningkat disetiap tahun. Hal tersebut menyebabkan bertambahnya kebutuhan air dan lahan untuk budidaya. Penerapan teknologi yang dapat dilaksanakan untuk mengurangi kebutuhan air dan lahan budidaya adalah dengan teknologi akuaponik.

Akuaponik memiliki prinsip dasar yang bermanfaat bagi budidaya perairan adalah sisa pakan dan kotoran ikan yang berpotensi memperburuk kualitas air, akan dimanfaatkan sebagai pupuk bagi tanaman air. Resirkulasi air yang terbatas akan menyebabkan penumpukan bahan organik di dasar kolam (Aquarista dkk., 2012). Dalam budidaya lele dumbo tentu saja terdapat hasil sisa metabolisme berupa limbah nitrogen (amonia, nitrit, dan nitrat) yang dapat berpengaruh pada kualitas air (pH, oksigen terlarut, dan suhu, tingkat kekeruhan air). Kualitas air yang buruk akan berpengaruh pada kesehatan ikan dan mengganggu produksi ikan budidaya. Kerangka konseptual secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 3.1



Keterangan :

□ : Objek yang diamati

□ : Objek yang tidak diamati

Gambar 3.1 Skema Kerangka Konseptual

3.2 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- H1 : Perbedaan tanaman berpengaruh dalam penyerapan ammonia (NH_3), nitrit (NO_2), dan nitrat (NO_3) pada budidaya lele dumbo (*Clarias* sp.) dengan sistem akuaponik.
- H2 : Tanaman efektif dalam menyerap ammonia (NH_3), nitrit (NO_2), dan (NO_3) pada budidaya lele dumbo (*Clarias* sp.) dengan sistem akuaponik.

IV METODOLOGI

4.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 10 Januari – 8 Februari 2019 bertempat di belakang Laboratorium Pendidikan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya dan Laboratorium Kimia Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya.

4.2 Materi Penelitian

4.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu ikan lele dumbo (*Clarias* sp.) dengan ukuran 5-7 cm sebanyak 280 ekor, ukuran 5-7 cm tahan terhadap penyakit dan telah siap tebar (SNI: 01-6484- 2000), bibit tomat, cabai, terong, klorin, pakan komersil berupa pellet. Bibit tomat, cabai, terong yang digunakan yaitu yang berusia 50 hari. Menurut Pradyoto (2011) bahwa dengan volume akar yang lebih besar memungkinkan daya serap akar terhadap amonia oleh tanaman lebih optimal. Media tanam yang digunakan adalah sekam bakar. Sekam bakar media tanam yang baik yang karena memiliki kandungan SiO₂ 52%, unsure C 31% serta komposisi lainnya seperti Fe₂O₃, K₂O, MgO, CaO, MnO dan Cu. Arang sekam dapat mengikat larutan nutrisi dengan baik sehingga berpengaruh pada ketersediaan hara pada media yang dapat dimanfaatkan bagi tanaman pada akuaponik. Bahan penelitian lainnya yaitu bahan untuk mengukur kadar amonia yang terdiri dari air suling, amonium klorida (NH₄Cl),

(C₆H₅OH), natrium nitroprusida (C₆FeN₆aO), larutan alkalin sitrat (C₆H₅Na₃O₇), dan natrium hipoklorit (NaClO) 5%.

4.2.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi pompa untuk resirkulasi akuaponik, selang, timbangan digital, jaring, netpot, penggaris, gelasukur, pH meter, termometer, DO meter, pompa air, dan spektrofotometer. Peralatan lainnya berupa alat untuk mengukur kadar amonia yang terdiri dari 21 erlenmeyer 50 mL, timbangan analitik, 4 labu ukur 100 mL, 2 gelas ukur 25 mL, pipet ukur 10 mL, pipet volumetrik 1,0 mL; 2,0 mL; 3,0 mL dan 5,0 mL.

Sistem akuaponik dirancang dengan menempatkan wadah tanaman di atas tempat pemeliharaan ikan. Tempat media tanaman menggunakan talang sebanyak 20 buah dengan ukuran kurang lebih 80 cm x 15 cm x 15 cm dan tanaman ditanam didalam netpot. Tempat pemeliharaan lele dumbu berupa akuarium dengan ukuran 40 cm x 30 cm x 30 cm sebanyak 20 buah. Setiap akuarium diisi menggunakan air tawar hingga ketinggian air 20 cm (24 liter).

4.3 Metode Penelitian

4.3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental. Metode eksperimental adalah suatu tindakan yang dibatasi dengan nyata dan hasilnya dianalisis (Kusriningrum, 2012). Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini menggunakan 4 perlakuan, yaitu P0, P1, P2, P3 dengan ulangan sebanyak 5 kali. Perlakuan yang diberikan dalam

penelitian ini berdasarkan aplikasi yang telah dilakukan Shafrudin, dkk(2006), penentuan banyaknya ulangan pada setiap perlakuan, maka digunakan rumus sebagai berikut :

$$t(n-1) \geq 15$$

Keterangan :

t = banyaknya perlakuan yang dicoba
n = banyaknya ulangan atau kelompok

Perlakuan yang diberikandalampenelitianiniyaitu perbedaan jenis tanaman (tanaman cabai, tomat, dan terong) sebagai yang diuji, yaitu sebagai berikut :

1. P0 = Kontrol (tanpa tanaman apapun/ budidaya biasa)
2. P1 = Tanaman Tomat
3. P2 = Tanaman Cabai
4. P3 = Tanaman Terong

Perlakuan dengan jumlah 8 tanaman dengan jarak tanam 10 cm pada setiap perlakuan. Tanaman ditanam didalam netpot. Penelitian ini dalam penentuan perlakuan yang diberikan menggunakan padat tebar ikan dengan 1 ekor/ 1,7 liter, yang berarti pada setiap perlakuan diberi ikan dengan padat tebar 14 ekor/24 L, perhitungan padat tebar didasarkan menurut Pasaribu (2015) yaitu 600 ekor/m³. Padat tebar merupakan aspek penting yang harus diperhatikan karena berhubungan dengan kualitas air kolam budidaya karena seiring padat penebaran maka kualitas air akan menurun dan dapat meningkatkan kadar amonia dan nitrit dalam air yang dapat membahayakan ikan. Padat tebar yang tinggi maka konsumsi oksigen ikan akan lebih banyak, kekurangan oksigen akan menghambat

pertumbuhan dan kesehatan ikan. Kisaran padat tebar yang optimal untuk ikan lele dumbo yaitu 400 ekor/m² hingga 2400 ekor/m² agar dapat tumbuh dengan baik (Suprpto dan Samtafsir, 2013). Menurut Suryaningrum (2012), padat tebar dan kualitas air yang sesuai dengan hidup ikan lele dumbo akan membuat tempat hidup ikan tidak terganggu, maka nafsu makan ikan meningkat, laju pertumbuhan juga meningkat dan dapat menunjang laju produksi ikan lele dumbo. Denah penelitian dapat dilihat pada Gambar 4

P 3.1	P 0.3	P 3.5	P 2.2	P 2.5
P 1.1	P 3.2	P 1.4	P 2.4	P 1.5
P 1.2	P 0.2	P 2.3	P 0.5	P 1.3
P 0.1	P 2.1	P 3.4	P 0.4	P 3.3

Gambar 4.1 Denah Penelitian

4.3.2 Variabel Penelitian

Variabel eksperimen dalam penelitian meliputi variable bebas, variable tergantung dan variable kendali (Santoso, 2014). Variabel eksperimen dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel bebas adalah perlakuan yang diberikan yaitu perbedaan tanaman.
2. Variabel tergantung yaitu penurunan konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat air budidaya ikan lele dumbo.
3. Variabel kendali yaitu parameter kualitas air meliputi volume air, ukuran akuarium, jumlah bibit, usia bibit.

4.4 Prosedur kerja

Peralatan dan bahan dipersiapkan. Peralatan disterilisasi terlebih dahulu sebelum digunakan untuk penelitian, alat yang disterilisasi seperti akuarium ikan, batu aerasi, selang aerasi, talang air, pipa saluran air. Alat dan bahan dicuci dan disterilisasi menggunakan klorin. Tanaman yang digunakan pada penelitian ini adalah tanaman tomat, cabai, dan terong. Tanaman ukuran 8-10 cm kemudian ditanam pada wadah pemeliharaan masing-masing dengan menggunakan netpot. Tanaman yang ditanam jumlah pada setiap wadah sama yaitu sekitar 8 batang, kepadatan tanaman menyesuaikan wadah pemeliharaan.

Sistem akuaponik dirancang dengan menempatkan wadah tanaman di atas kolam pemeliharaan ikan lele dumbo. Wadah tanaman menggunakan bak talang yang dilengkapi dengan saluran *inlet* dan *outlet*. Saluran *inlet* terhubung langsung dengan pompa yang akan memompa air kolam ke wadah pemeliharaan tanaman. Saluran *outlet* mengalirkan air dari wadah pemeliharaan tanaman ke akuarium. Air yang dialirkan menggunakan prinsip resirkulasi, sehingga air dari proses budidaya leledumbo yang masuk ke wadah pemeliharaan tanaman akan digunakan sebagai sumber air dalam proses budidaya.

Parameter penelitian yang diamati adalah parameter utama dan parameter pendukung. Parameter utama seperti pengaruh daya serap pada masing-masing tanaman dalam menurunkan tingkat konsentrasi ammonia, nitrit, dan nitrat air budidaya ikan lele dumbo. Parameter pendukung dalam penelitian ini yaitu pertumbuhan tanaman cabai, tomat, terong dan ikan lele dumbo, serta kualitas air (suhu, pH, DO). Media tanam yang digunakan dalam penelitian adalah arang

sekam. Perlakuan yang diberikandalampenelitianiniyaitu perbedaan tanaman. Penelitian ini dalam penentuan perlakuan (tanaman cabai, tomat, dan terong) sebagai yang diuji, yaitu P0 = kontrol tanpa tanaman/ budidaya biasa, P1 = tanaman tomat, P2 = tanaman cabai, P3 = tanaman terong.

Pengamatan pH, DO, suhu media dilakukan setiap hari, pada jam 08:00 pagi dan 16:00 sore hari, sedangkan untuk ammonia, nitrit, dan nitrat air budidaya ikan lele dumbo dilakukan pengamatan setiap 7 hari sekali. Sesuai dengan Kusuma(2018) pengamatan pH, DO, suhu dilakukan setiap hari, suhu dilakukan pengamatan setiap hari pada jam 08:00 dan 16:00, sedangkan untuk ammonia, nitrit, dan nitrat dilakukan pengamatan setiap 7 hari sekali.

Pakan yang diberikan adalah pakan yang harus disesuaikan dengan kebiasaan makan lele dumbo. Pakan buatan yang diberikan dalam bentuk pellet dengan kandungan protein lebih 30%. Pakan yang diberikan dengan dosis sebesar 3-5% dari berat tubuh ikan lele. Pemberian pakan dilakukan pada pagi dan sore hari. Pemberian pakan lele dumbo dilakukan pada pagi dan sore hari selama pemeliharaan selama 30 hari dalam sistem akuaponik.

4.5 Parameter Penelitian

4.5.1 Parameter Utama

Parameter utama yang diamati adalah pengaruh daya serap tanaman dalam menurunkan konsentrasi amonia, nitrit, dan nitrat terhadap air budidaya ikan lele dumbo pada sistem akuaponik. Pengukuran amonia (NH_3) menggunakan spektrofotometri dengan metode fenat berdasarkan SNI 06-6989.30-2005; nitrit (NO_2) menggunakan metode uji menurut SNI 06-6989.9-2004; dan nitrat (NO_3)

menggunakan metode uji menurut SNI 06-2480-1991. Konsentrasi amonia diukur dengan menggunakan metode fenat. Menurut SNI 06-6989.30-2005 cara uji untuk penentuan kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat dalam contoh air dan limbah pada kisaran kadar 0,1 mg/L sampai dengan 0,6 mg/L $\text{NH}_3\text{-N}$ pada panjang gelombang 640 nm. Pengukuran kadar ammonia dilakukan dengan pembuatan larutan induk ammonia, larutan baku amonia, larutan kerja ammonia, kurva kalibrasi, dan larutan blanko. Prinsip dari cara uji ini adalah ammonia bereaksi dengan hipoklorit dan fenol yang dikatalisis oleh natrium nitroprusida membentuk senyawa biru indofenol. Berikut ini adalah langkah-langkah pengujian :

1. Pembuatan larutan induk amonia 1000 mg N/L
 - a) Larutkan 3,819 g amonium klorida dalam labu ukur 1000 mL.
 - b) Encerkan dengan air suling sampai tepat pada tanda tera kemudian dihomogenkan.
2. Pembuatan larutan baku amonia 100 mg N/L
 - a) Pipet 10 mL larutan induk amonia 1000 mg N/L dan masukkan ke dalam labu ukur 100 mL.
 - b) Tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera kemudian homogenkan.
3. Pembuatan larutan baku amonia 10 mg N/L
 - a) Pipet 10 mL larutan baku amonia 100 mg N/L dan masukkan ke dalam labu ukur 100 mL.

- b) Tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera lalu homogenkan.
4. Pembuatan larutan kerja amonia
- a) Pipet 0,0 mL; 1,0 mL; 2,0 mL; 3,0 mL dan 5,0 mL larutan baku amonia 10 mg N/L dan masukkan masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL.
 - b) Tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera sehingga diperoleh kadar amonia 0,0 mg N/L; 0,1 mg N/L; 0,2 mg N/L; 0,3 mg N/L dan 0,5 mg N/L.
5. Pembuatan kurva kalibrasi
- a) Optimalkan alat spektrofotometer sesuai dengan petunjuk alat untuk pengujian kadar amonia
 - b) Pipet 25 mL larutan kerja dan masukkan masing-masing ke dalam erlenmeyer
 - c) Tambahkan 1 mL larutan fenol dan homogenkan
 - d) Tambahkan 1 mL larutan natrium nitroprusida dan homogenkan
 - e) Tambahkan 2,5 mL larutan pengoksidasi dan homogenkan
 - f) Tutup masing-masing erlenmeyer dengan plastik
 - g) Biarkan selama 1 jam untuk pembentukan warna
 - h) Masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapannya pada panjang gelombang 640 nm
 - i) Buat kurva kalibrasi dari data di atas atau tentukan persamaan garis lurus nya.

6. Perhitungan kadar amonia

$$\text{Kadar amonia (mg N/L)} = C \times fp$$

Keterangan:

C : Kadar yang didapat dari hasil pengukuran (mg/L)

fp : Faktor pengenceran (SNI 06-6989.30-2005)

Pengukuran konsentrasi nitrit diukur secara spektrofotometri. Sesuai dengan SNI 06-6989. 9-2004 menjelaskan bahwa cara uji untuk mengukur kadar nitrit dalam air dan air limbah secara spektrofotometri pada kisaran kadar 0,01 mg/L sampai dengan 1,00 mg/L NO₂-N. Jika menggunakan kuvet satu cm dalam penentuan kadar nitrit, NO₂-N dapat diperoleh kadar sampai dengan 0,18 mg/L NO₂-N. Pengukuran nitrit dapat diawali dengan memasukkan air sampel sebanyak 50 ml ke dalam Erlenmeyer 100 ml dan dihomogenkan serta didiamkan selama 8 menit, lalu ditambahkan larutan NED sebanak 1 ml dan dihomogenkan serta didiamkan selama 10 menit.

Konsentrasi nitrat diukur secara spektrofotometri. SNI 6989.79:2011 menjelaskan bahwacara uji untuk penentuan kadar nitrat dalam air dan air limbah secara spektrofotometri pada kisaran kadar 0,01 mg/L sampai dengan 1,00 mg/L NO₃-NL dengan tebal kuvet (path length) 1 cm atau lebih, pada panjang gelombang 543 nm. Kadar nitrat diperoleh dengan mengkoreksi hasil total nitrit yang didapat dari hasil reduksi dengan hasil nitrit yang diperoleh tanpa melewati kolom reduksi kadmium. Sebanyak 50 ml air sampel yang telah disaring dengan filter GF/F (0.7 µm) dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 1 ml ammonium clorida campur hingga merata. Sebanyak 5 ml amonium clorida

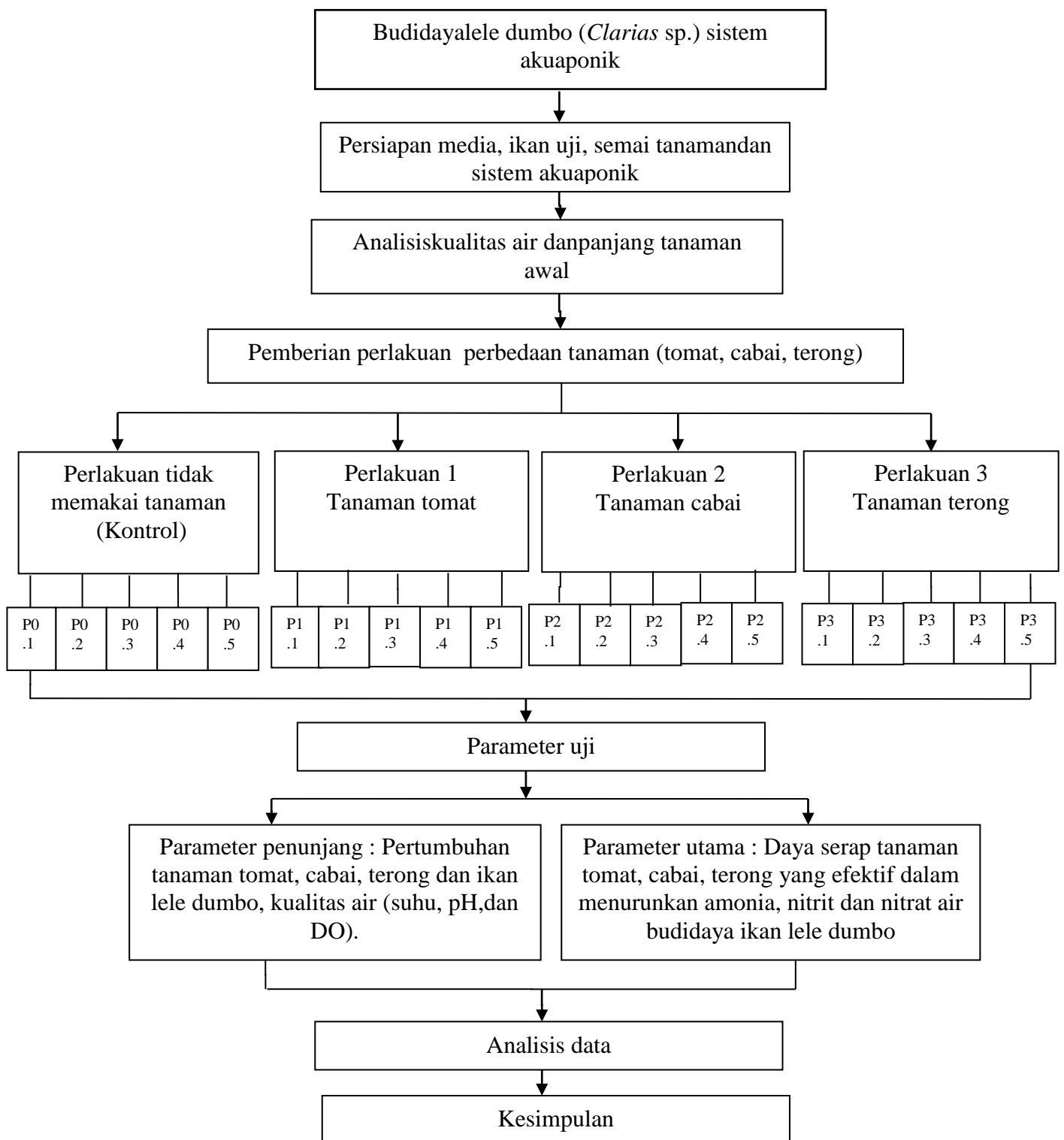
dimasukkan ke dalam buret reduktor sebagai pencuci. Sampel yang telah diberi ammonium clorida dimasukkan ke dalam reduktor lalu dikumpulkan sebanyak 15 ml dan buang. Sebanyak 25 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer sebagai sampel yang digunakan untuk analisis. Sebanyak 0,5 ml sulfamid amide ditambahkan ke masing-masing sampel, campur hingga merata dan dibiarkan bereaksi selama 2-8 menit. Sebanyak 0,5 ml NED (*N-I-Naphtyl Ethylene Diamine Dyhydrochloride*) dicampurkan dan dibiarkan bereaksi selama 2 jam hingga terbentuk warna biru.

4.5.2 Parameter Pendukung

Parameter pendukung dalam penelitian ini yaitu pertumbuhan tanaman cabai, tomat, terong dan ikan lele dumbo dari awal hingga akhir sertakualitas air (pH, DO, Suhu.). Analisis kualitas air dilakukan dengan menggunakan prosedur APHA (2012). Parameter yang diukur seperti suhu, pH, dan oksigen terlarut (*Dissolved oxygen / DO*). Pengukuran Pertumbuhantanaman (cm) dan ikan lele dumbo dilakukan dengan pengukuran secara manual, pertumbuhan tanaman diukur menggunakan penggaris.

4.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji ANOVA (*Analysys of Variance*), untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan, jika terdapat hasil yang signifikan maka perhitungan dilanjutkan dengan ujiberganda Duncan dengan taraf nyata 5% (Kusriningrum, 2012). Berikut bagan diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.6



Gambar 4.2 Diagram Alir Penelitian

V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil

5.1.1 Amonia (NH₃)

Hasil pengukuran kadar amonia selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1. Perhitungan rata-rata kadar amonia pada setiap Minggu selama satu bulan penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.1. hingga Tabel 5.4. Grafik penurunan kadar amonia dapat dilihat pada Gambar 5.1 sebagai berikut,

Tabel 5.1 Data rata-rata kadar amonia Minggu pertama

Perlakuan	Nilai Amonia (mg/L) ± SD
P0	0,300 ^{ab} ± 0,071
P1	0,251 ^a ± 0,062
P2	0,315 ^{ab} ± 0,042
P3	0,347 ^b ± 0,073

Tabel 5.2 Data rata-rata kadar amonia Minggu kedua

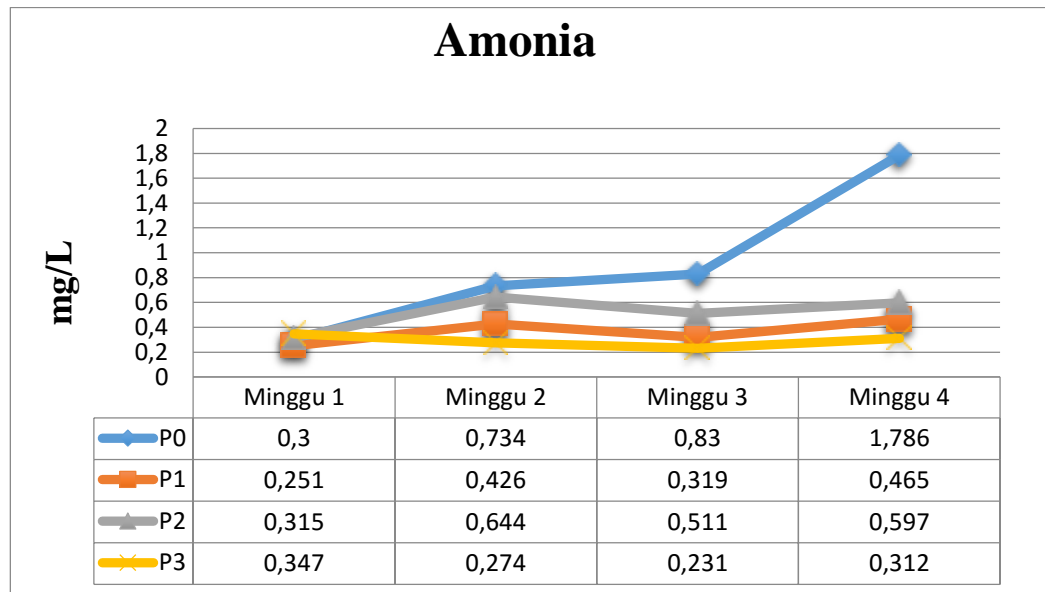
Perlakuan	Nilai Amonia (mg/L) ± SD
P0	0,734 ^d ± 0,066
P1	0,426 ^b ± 0,034
P2	0,644 ^c ± 0,033
P3	0,274 ^a ± 0,059

Tabel 5.3 Data rata-rata kadar amonia Minggu ketiga

Perlakuan	Nilai Amonia (mg/L) ± SD
P0	0,830 ^c ± 0,099
P1	0,319 ^a ± 0,063
P2	0,511 ^b ± 0,071
P3	0,231 ^a ± 0,019

Tabel 5.4 Data rata-rata kadar amonia Minggu keempat

Perlakuan	Nilai Amonia (mg/L) ± SD
P0	1,786 ^c ± 0,209
P1	0,465 ^{ab} ± 0,121
P2	0,597 ^b ± 0,068
P3	0,312 ^a ± 0,058



Gambar 5.1 Grafik hasil pengukuran konsentrasi amonia

Nilai kandungan amonia selama penelitian berdasarkan hasil berkisar antara 0,231-1,786 mg/L. Selama penelitian dilakukan pengamatan, hasil uji statistik pada Minggu pertama menunjukkan pengukuran kadar amonia berkisar antara 0,251-0,347 mg/L pada Gambar 5.1 Hasil perhitungan *Analisis of Varian* (ANOVA) menunjukkan adanya pengaruh yang tidak berbedaan nyata ($p > 0,05$) terhadap setiap perlakuan Lampiran 1. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) menunjukkan bahwa perlakuan P1 berbeda nyata dengan perlakuan P3 dan perlakuan P0 dan P2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1 dan P3.

Hasil uji statistik pada Minggu kedua menunjukkan pengukuran kadar amonia berkisar antara 0,274-0,734 mg/L pada Gambar 5.1 Hasil perhitungan *Analisis of Varian* (ANOVA) menunjukkan adanya pengaruh perbedaan nyata ($p < 0,05$) terhadap setiap perlakuan Lampiran 1. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan

(*Duncan's Multiple Range Test*) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan. Hasil uji statistik pada Minggu ketiga menunjukkan pengukuran kadar amonia berkisar antara 0,231-0,830 mg/L pada Gambar 5.1 Hasil perhitungan *Analisis of Varian* (ANOVA) menunjukkan adanya pengaruh perbedaan nyata ($p < 0,05$) terhadap setiap perlakuan Lampiran 1. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) menunjukkan bahwa perlakuan P1 dan perlakuan P3 tidak berbeda nyata, dan perlakuan P1,P2,P3 berbeda nyata dengan perlakuan P0.

Uji statistik pada Minggu keempat menunjukkan pengukuran kadar amonia berkisar antara 0,312-1,786 mg/L pada Gambar 5.1 Hasil perhitungan *Analisis of Varian* (ANOVA) menunjukkan adanya pengaruh perbedaan nyata ($p < 0,05$) terhadap setiap perlakuan Lampiran 1. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan P2,P3 dengan perlakuan P1, dan terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan P1,P2,P3 dengan perlakuan P0.

5.1.2 Nitrit (NO₂)

Hasil pengukuran kadar nitrit selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 2. Perhitungan rata-rata kadar nitrit pada setiap Minggu selama satu bulan penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.5. hingga Tabel 5.8. Grafik penurunan kadar nitrit dapat dilihat pada Gambar 5.2. sebagai berikut,

Tabel 5.5 Data rata-rata kadar nitrit Minggu pertama

Perlakuan	Nilai Nitrit (mg/L) \pm SD
P0	0,165 ^b \pm 0,017
P1	0,256 ^c \pm 0,015
P2	0,189 ^b \pm 0,023
P3	0,098 ^a \pm 0,029

Tabel 5.6 Data rata-rata kadar nitrit Minggu kedua

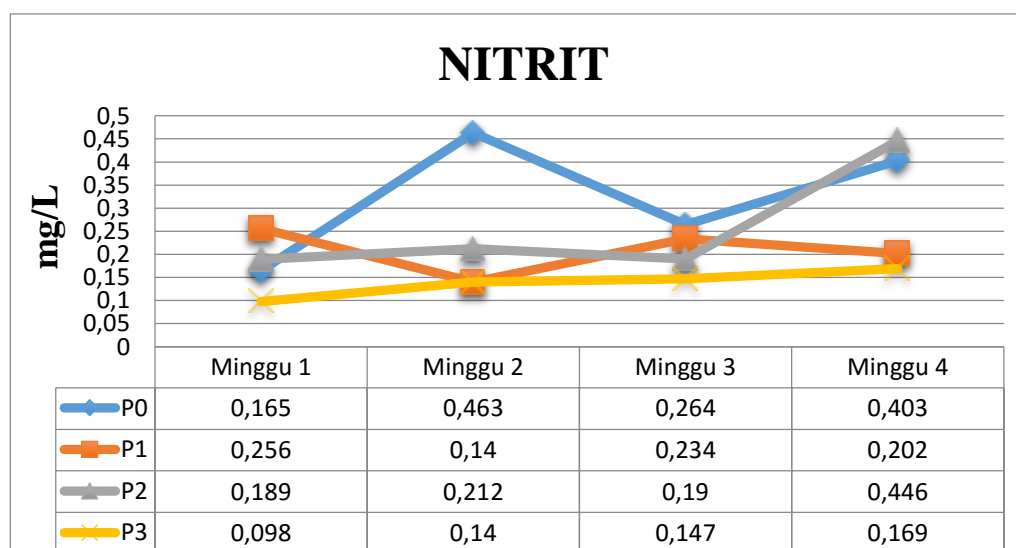
Perlakuan	Nilai Nitrit (mg/L) \pm SD
P0	0,463 ^c \pm 0,042
P1	0,140 ^a \pm 0,007
P2	0,212 ^b \pm 0,027
P3	0,140 ^a \pm 0,012

Tabel 5.7 Data rata-rata kadar nitrit Minggu ketiga

Perlakuan	Nilai Nitrit (mg/L) \pm SD
P0	0,264 ^c \pm 0,013
P1	0,234 ^c \pm 0,035
P2	0,190 ^b \pm 0,027
P3	0,148 ^a \pm 0,030

Tabel 5.8 Data rata-rata kadar nitrit Minggu keempat

Perlakuan	Nilai Nitrit (mg/L) \pm SD
P0	0,446 ^b \pm 0,035
P1	0,202 ^a \pm 0,051
P2	0,403 ^b \pm 0,041
P3	0,169 ^a \pm 0,035



Gambar 5.2 Grafik hasil pengukuran konsentrasi nitrit

Nilai kandungan nitrit selama penelitian berdasarkan hasil berkisar antara 0,098-0,463 mg/L. Selama penelitian dilakukan pengamatan, hasil uji statistik pada Minggu pertama menunjukkan pengukuran kadar nitrit berkisar antara 0,098-0,256 mg/L pada Gambar 5.2 Hasil perhitungan *Analisis of Varian* (ANOVA) menunjukkan adanya pengaruh perbedaan nyata ($p < 0,05$) terhadap setiap perlakuan Lampiran 2. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) menunjukkan bahwa perlakuan P0 dan perlakuan P2 tidak terjadi perbedaan yang nyata, dan terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan P0,P1,P2 terhadap perlakuan P3. Hasil uji statistik pada Minggu kedua menunjukkan pengukuran kadar nitrit berkisar antara 0,140-0,463 mg/L pada Gambar 5.2 Hasil perhitungan *Analisis of Varian* (ANOVA) menunjukkan adanya pengaruh perbedaan nyata ($p < 0,05$) terhadap setiap perlakuan Lampiran 2. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) menunjukkan bahwa perlakuan P1 dan perlakuan P3 tidak terjadi perbedaan yang nyata, dan terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan P1,P2,P3 terhadap perlakuan P0.

Uji statistik pada Minggu ketiga menunjukkan pengukuran kadar nitrit berkisar antara 0,148-0,264 mg/L pada Gambar 5.2 Hasil perhitungan *Analisis of Varian* (ANOVA) menunjukkan adanya pengaruh perbedaan nyata ($p < 0,05$) terhadap setiap perlakuan Lampiran 2. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) menunjukkan bahwa perlakuan P0 dan perlakuan P1 tidak terjadi perbedaan yang nyata, dan terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan P0,P1,P2 terhadap perlakuan P3. Minggu keempat menunjukkan hasil uji statistik pengukuran kadar nitrit berkisar antara 0,169-0,446 mg/L pada

Gambar 5.2 Hasil perhitungan *Analisis of Varian* (ANOVA) menunjukkan adanya pengaruh perbedaan nyata ($p < 0,05$) terhadap setiap perlakuan Lampiran 2. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan P1 dengan perlakuan P3 dan perlakuan P0 dan P2. Terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan P1,P3 dengan perlakuan P0 dan P2.

5.1.3 Nitrat(NO_3)

Hasil pengukuran kadar nitrit selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 3. Perhitungan rata-rata kadar nitrit pada setiap Minggu selama satu bulan penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.9. hingga Tabel 5.12. Grafik penurunan kadar nitrit dapat dilihat pada Gambar 5.3. sebagai berikut,

Tabel 5.9 Data rata-rata kadar nitrat Minggu pertama

Perlakuan	Nilai Nitrat (mg/L) \pm SD
P0	12,770 ^a \pm 0,889
P1	16,565 ^c \pm 0,364
P2	14,743 ^b \pm 0,411
P3	19,867 ^d \pm 0,777

Tabel 5.10 Data rata-rata kadar nitrat Minggu kedua

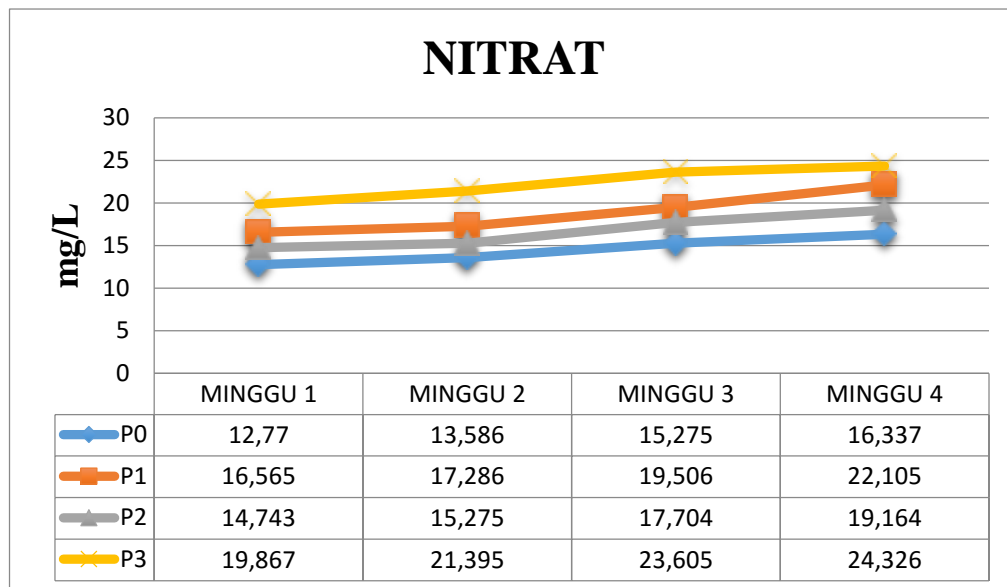
Perlakuan	Nilai Nitrat (mg/L) \pm SD
P0	13,586 ^a \pm 0,852
P1	17,286 ^c \pm 0,534
P2	15,275 ^b \pm 0,429
P3	21,395 ^d \pm 0,362

Tabel 5.11 Data rata-rata kadar nitrat Minggu ketiga

Perlakuan	Nilai Nitrat (mg/L) \pm SD
P0	15,275 ^a \pm 0,460
P1	19,506 ^c \pm 1,143
P2	17,704 ^b \pm 0,472
P3	23,605 ^d \pm 1,206

Tabel 5.12 Data rata-rata kadar nitrat Minggu keempat

Perlakuan	Nilai Nitrat (mg/L) \pm SD
P0	16,337 ^a \pm 0,708
P1	22,105 ^c \pm 1,177
P2	19,164 ^b \pm 1,116
P3	24,326 ^d \pm 0,742



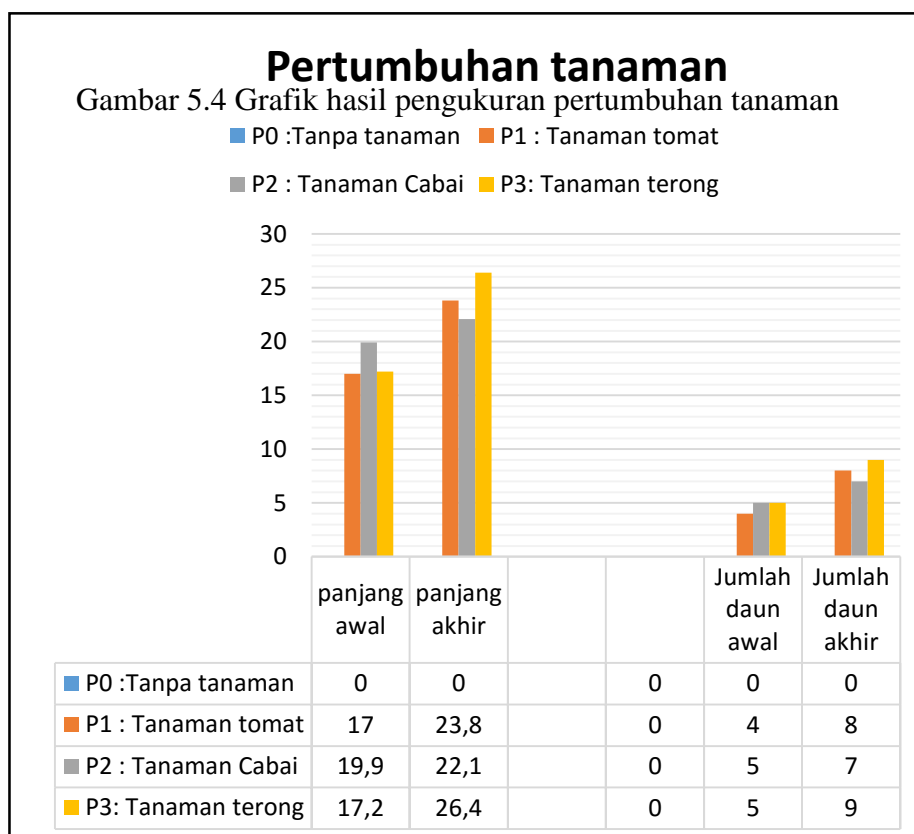
Gambar 5.3 Grafik hasil pengukuran konsentrasi nitrat

Nilai kandungan nitrat selama penelitian berdasarkan hasil berkisar antara 12,770-24,326 mg/L. Hasil uji statistik pada Minggu pertama menunjukkan pengukuran kadar nitrat berkisar antara 12,770-19,867 mg/L pada Gambar 5.3. Hasil perhitungan *Analisis of Varian* (ANOVA) menunjukkan adanya pengaruh perbedaan nyata ($p < 0,05$) terhadap setiap perlakuan Lampiran 3. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) menunjukkan bahwa terjadi perbedaan nyata antar setiap perlakuan, perlakuan P1,P2,P3 berbeda nyata dengan perlakuan P0. Minggu kedua menunjukkan hasil uji statistik pengukuran kadar nitrat berkisar antara 13,586-21,395 mg/L pada Gambar 5.3. Hasil perhitungan *Analisis of Varian* (ANOVA) menunjukkan adanya pengaruh perbedaan nyata

($p < 0,05$) terhadap setiap perlakuan Lampiran 3. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) menunjukkan bahwa terjadi perbedaan nyata antar setiap perlakuan, perlakuan P1,P2,P3 berbeda nyata dengan perlakuan P0. Hasil Uji statistik pada Minggu ketiga dan keempat menunjukkan bahwa pengukuran kadar nitrat berkisar antara 15,274-23,605 mg/L di Minggu ketiga dan berkisar antara 16,337-24,326 mg/L pada Minggu keempat pada Gambar 5.3. Hasil perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) Minggu ketiga dan keempat menunjukkan adanya pengaruh perbedaan nyata ($p < 0,05$) terhadap setiap perlakuan Lampiran 3. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) menunjukkan bahwa terjadi perbedaan nyata antar setiap perlakuan, perlakuan P1,P2,P3 berbeda nyata dengan perlakuan P0.

5.1.4 Pertumbuhan Tanaman

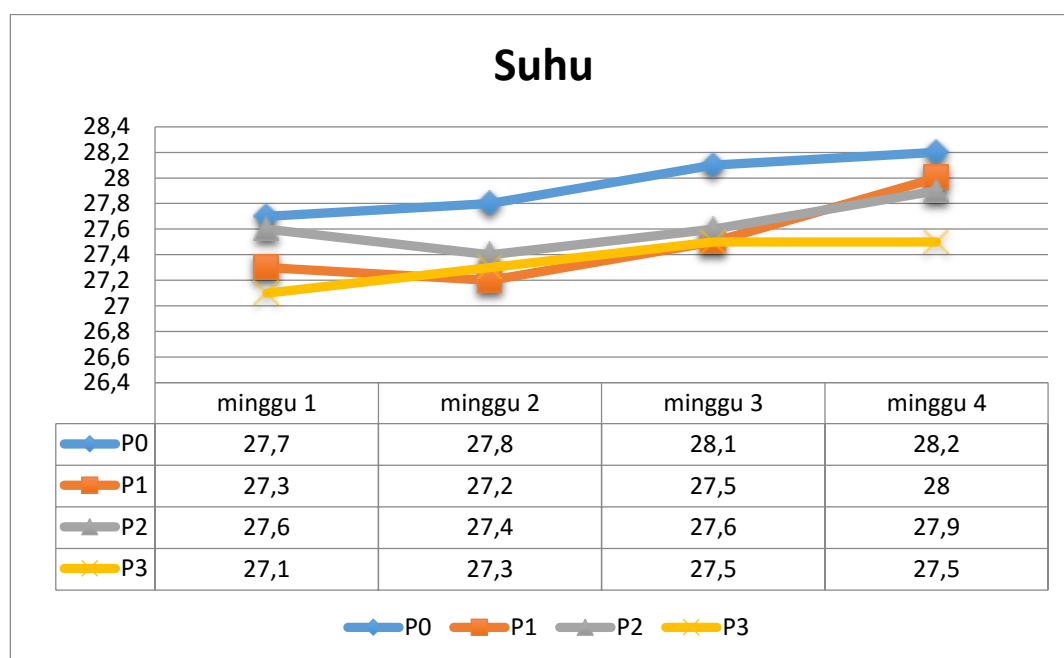
Hasil pengukuran pertumbuhan tanaman selama penelitian pada Minggu pertama hingga Minggu keempat ditampilkan dalam Gambar 5.4



Gambar 5.4 Grafik hasil pengukuran pertumbuhan tanaman

5.1.5 Suhu

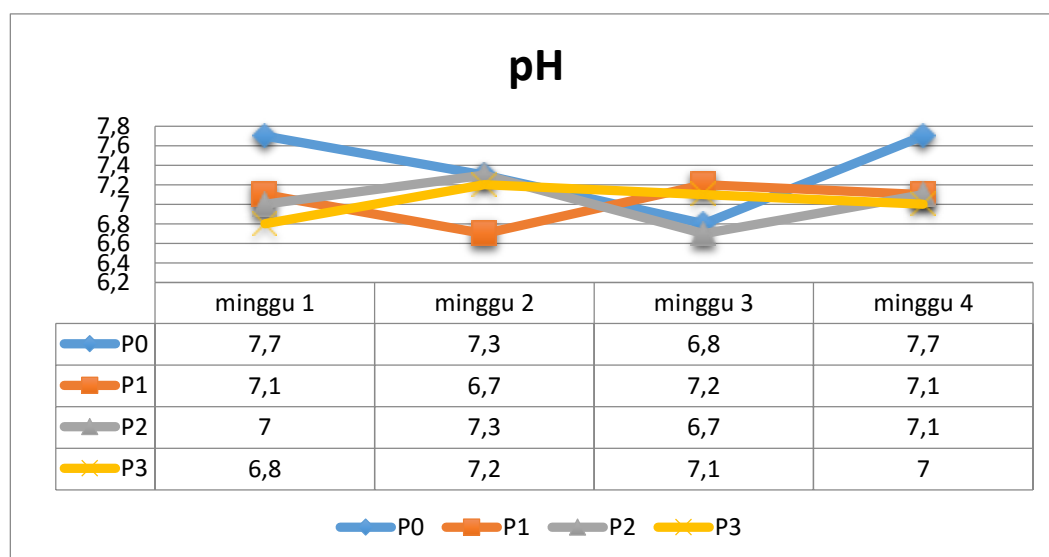
Hasil pengukuran suhu selama penelitian pada Minggu pertama hingga Minggu keempat ditampilkan dalam Gambar 5.5



Gambar 5.5 Grafik hasil pengukuran suhu

5.1.6 Derajat Keasaman (pH)

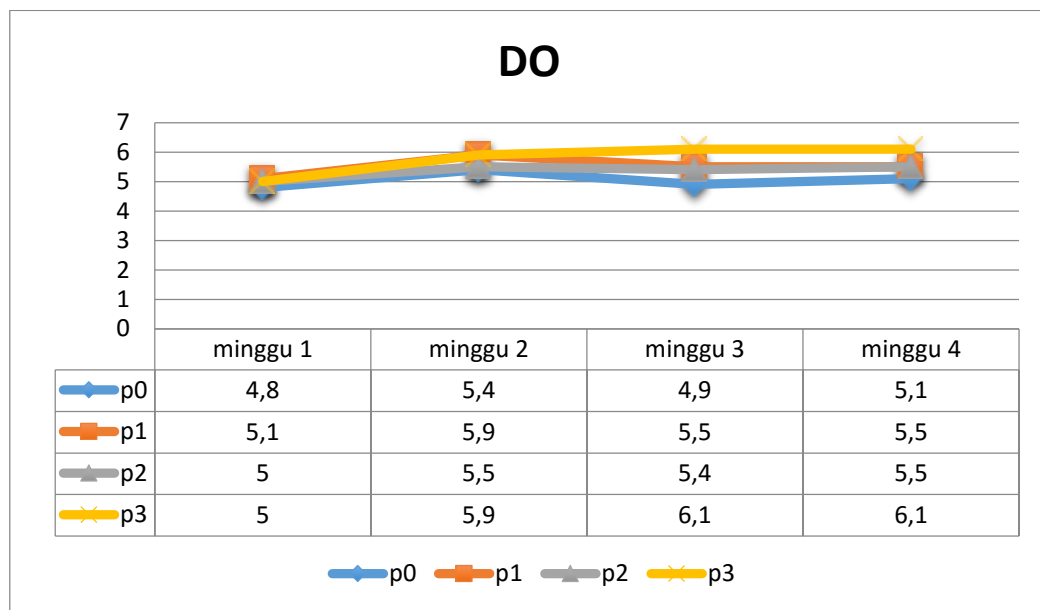
Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) selama penelitian pada Minggu pertama hingga Minggu keempat ditampilkan dalam Gambar 5.6



Gambar 5.6 Grafik hasil pengukuran derajat keasaman (pH)

5.1.7 Oksigen Terlarut (Disolvet Oxygen)

Hasil pengukuran disolvet oxygen (DO) selama penelitian ditampilkan pada Gambar 5.7



Gambar 5.7 Grafik hasil pengukuran oksigen terlarut (Disolvet Oxygen)

5.2 Pembahasan

5.2.1 Amonia (NH₃)

Amonia dalam perairan dihasilkan dari katabolisme dan dekomposisi bahan organik, seperti sisa pakan dan feses ikan. Konsentrasi amonia yang tinggi pada air akan mengakibatkan kematian pada ikan dan biota air lainnya. Konsentrasi amonia di perairan dipengaruhi oleh suhu, pH, dan oksigen terlarut. Toksisitas amonia dipengaruhi oleh pH yang ditunjukkan dengan kondisi pH rendah akan bersifat racun jika jumlah amonia di perairan banyak, sedangkan pada kondisi pH tinggi hanya dengan jumlah amonia yang sedikit telah bersifat racun (Sihaloho, 2009). Kandungan amonia yang tinggi di perairan sesuai

dengan peningkatan aktivitas dan kenaikan suhu air serta oksigen terlarut yang rendah. Nitrifikasi adalah oksidasi amonia menjadi nitrat oleh bakteri kemoautotrof, proses penguraian tahap pertama dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas* dan penguraian tahap kedua dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter*. Bakteri *Nitrosomonas* berperan mengubah amonia (NH_3) yang terdapat di kolam menjadi nitrit (NO_2). Setelah itu nitrit akan diurai kembali oleh bakteri *Nitrobacter* menjadi nitrat (NO_3).

Selama pengamatan, konsentrasi amonia mengalami fluktuasi. Hasil uji statistik minggu pertama menunjukkan bahwa perlakuan tidak berbeda nyata karena ($p > 0,05$) ini dapat dikarenakan pada minggu pertama tanaman belum maksimal dalam melakukan penyerapan. Perlakuan P1 berbeda nyata dengan perlakuan P3 dan perlakuan P0 dan P2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1 dan P3. Perlakuan P0 (kontrol) mengalami peningkatan konsentrasi setiap minggu secara bertahap hingga pada Minggu keempat dengan nilai akhir 1,785 mg/L. Hal ini disebabkan karena amonia akan meningkat seiring dengan semakin lama waktu pemeliharaan dan pada perlakuan P0 (kontrol) menerapkan sistem budidaya tanpa tanaman, sehingga tidak ada bantuan untuk melakukan perbaikan kualitas air oleh tanaman seperti pada perlakuan lainnya. Silaban dkk., (2012) menyatakan bahwa konsentrasi amonia selama masa pemeliharaan ikan akan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu pemeliharaan. Hasil uji statistik pada minggu kedua menunjukkan perbedaan yang nyata antar setiap perlakuan, pada minggu ketiga menunjukkan bahwa perlakuan P1 dan perlakuan P3 tidak berbeda nyata, dan perlakuan P1, P2, P3 berbeda nyata dengan

perlakuan P0. Hasil uji statistik Minggu keempat menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan P2,P3 dengan perlakuan P1, dan terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan P1,P2,P3 dengan perlakuan P0. Konsentrasi amonia pada perlakuan P1 dan P2 dengan tanaman tomat dan tanaman cabai mengalami peningkatan pada Minggu kedua, dan penurunan konsentrasi amonia pada Minggu ketiga hingga pada Minggu keempat kembali naik dengan hasil konsentrasi akhir perlakuan P1 yaitu 0,465 mg/L dan perlakuan P2 yaitu 0,597 mg/L. Perlakuan P3 dengan tanaman terong menunjukkan penurunan konsentrasi amonia di Minggu kedua dan ketiga, hingga pada hasil akhir pada Minggu keempat mengalami kenaikan sehingga konsentrasi amonia menjadi 0,312 mg/L.

Pengukuran konsentrasi amonia selama penelitian menunjukkan hasil bahwa konsentrasi amonia tertinggi pada perlakuan P0 yaitu kontrol karena dalam setiap minggu menunjukkan peningkatan kadar amonia hingga pada nilai akhir yaitu sebesar 1,786 mg/L, kondisi ini dapat diakibatkan karena perlakuan P0 tidak mendapatkan perlakuan perbedaan tanaman, perlakuan P3 dengan tanaman terong memberikan hasil yang paling efektif dalam menurunkan konsentrasi amonia jika dibandingkan dengan perlakuan P0 (kontrol/tanpa tanaman), P1 (tanaman tomat), P2 (tanaman cabai) sehingga pertumbuhan ikan lele dan tanaman terong memperoleh hasil yang baik yaitu dengan tingkat kelangsungan hidup sebesar 98% dan laju pertumbuhan spesifik sebesar 4,80%/hari, lalu tinggi dan jumlah daun tanaman terong yaitu pada pengamatan panjang awal 17,2 cm menjadi 26,4 cm pada akhir penelitian serta jumlah daun awal 5 daun menjadi 9 daun pada

akhir penelitian . Akar-akar tanaman terong tumbuh mendatar dapat menyebar pada radius 40-80 cm dari pangkal batang tergantung dari umur tanaman dan kesuburan tanahnya (Rukmana, 2009).

Penurunan konsentrasi amonia dengan nilai yang berbeda pada setiap perlakuan dikarenakan adanya perlakuan pemberian tanaman yang berbeda, setiap tanaman memiliki karakteristik dalam penyerapan unsur hara, kemampuan tumbuh akar setiap tanaman juga berbeda-beda sesuai karakteristik tanaman tersebut dalam mendapatkan hara. Konsentrasi amonia pada Minggu pertama, kedua, ketiga dan keempat pada perlakuan P3 (tanaman terong) sebesar 0,347 mg/L; 0,274 mg/L; 0,231 mg/L; 0,312 mg/L. Konsentrasi amonia yang toksik dalam periode waktu yang singkat berkisar antara 0,6 mg/L-2,0 mg/L (Pillay, 2004).

5.2.2 Nitrit (NO₂)

Nitrit diperairan merupakan hasil dari proses oksidasi amonia melalui proses nitrifikasi yang berlangsung secara aerob. Selama penelitian dilakukan pengamatan yang menunjukkan hasil uji statistik pada Minggu pertama hingga Minggu keempat ,konsentrasi nitrit pada Minggu pertama perlakuan P0 dan perlakuan P2 tidak terjadi perbedaan yang nyata, dan terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan P0,P1,P2 terhadap perlakuan P3.Pada Minggu kedua menunjukkan bahwa perlakuan P1 dan perlakuan P3 tidak terjadi perbedaan yang nyata, dan terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan P1,P2,P3 terhadap perlakuan P0. Hasil uji statistik pada Minggu ketiga dan keempat menunjukkan bahwa perlakuan P0 dan perlakuan P1 tidak terjadi perbedaan yang nyata, dan

terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan P0,P1,P2 terhadap perlakuan P3 serta pada Minggu keempat bahwa tidak terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan P1 dengan perlakuan P3 dan perlakuan P0 dan P2. Terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan P1,P3 dengan perlakuan P0 dan P2.

Rata-rata nilai konsentrasi nitrit selama penelitian mengalami fluktuasi. Perlakuan P0 (kontrol) mengalami kenaikan rata-rata konsentrasi pada Minggu kedua menjadi 0,463 mg/L dan kembali turun pada Minggu ketiga menjadi 0,264 hal ini dapat dikarenakan faktor kualitas air pendukung seperti pH, suhu, DO yang dapat mempengaruhi proses nitrifikasi. Temperatur yang sesuai dalam proses nitrifikasi adalah 0-20°C sebab pada suhu tersebut bakteri nitrifikasi mengalami pertumbuhan yang maksimum sehingga hal tersebut berpengaruh terhadap kecepatan proses nitrifikasi., serta pH reaksi nitrifikasi terjadi paling cepat pada Ph 8-9 (Dwijdoseputro, 1980).Nilai rata-rata konsentrasi nitrit akhir pada Minggu keempat mengalami kenaikan sehingga nilainya menjadi 0,403 mg/L hal ini sesuai seiring dengan kenaikan pH dan DO. Perlakuan P1 (tanaman tomat) nilai rata-rata konsentrasi nitrit mengalami fluktuasi pada Minggu kedua mengalami penurunan dapat dikarekan Ph pada minggu kedua rendah dan dapat mempengaruhi proses nitrifikasi dan menghambat perkembangan bakteri nitirfikasi, dan pada Minggu ketiga kembali naik hingga pada Minggu keempat mengalami penurunan kembali sehingga nilai konsentrasi nitrit mencapai 0,202 mg/L. Nilai rata-rata konsentrasi nitirit pada Minggu ketiga dan keempat cenderung mengalami kenaikan namun pada perlakuan P2 pada Minggu ketiga konsentrasi nitrit mengalami penurunan sehingga nilainya menjadi 0,190 mg/L.

Pengukuran hasil konsentrasi nitrit menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi nitrit yang terendah yang menunjukkan bahwa tanaman terong merupakan tanaman yang paling efektif dalam menurunkan konsentrasi nitrit terjadi pada perlakuan akuaponik dengan menggunakan perlakuan P3 (tanaman terong) jika dibandingkan dengan perlakuan P0 (kontrol), P1 (tanaman tomat), P2 (tanaman cabai). Pada Minggu pertama, kedua, ketiga dan keempat rata-rata nilai konsentrasi nitrit adalah 0,098 mg/L; 0,140 mg/L; 0,147 mg/L; 0,169 mg/L.

Nilai konsentrasi nitrit pada media pemeliharaan yang diperoleh dari pengukuran selama masa penelitian dapat dikatakan masih mampu ditolerir oleh organisme budidaya yaitu berkisar antara 0,098-0,463 mg/L. Kandungan nitrit (NO_2) yang layak bagi budidaya ikan golongan *catfish* adalah kurang dari 1,0 mg/L (Wedemeyer, 1977). Konsentrasi nitrit yang melewati ambang batas diperairan dapat mengakibatkan keracunan pada ikan yang ditandai dengan ikan lemas. Senyawa nitrit yang berlebih dalam suatu perairan akan menyebabkan menurunnya kemampuan darah ikan untuk mengikat oksigen, karena nitrit akan bereaksi lebih kuat dengan hemoglobin sehingga membentuk met-HB yang dapat menurunkan kemampuan pengikatan oksigen.

5.2.3 Nitrat (NO_3)

Konsentrasi nitrat diperairan yang tinggi dapat membahayakan organisme budidaya, nitrat diperairan akan cepat dirubah menjadi nitrit didalam pencernaan ikan yang dapat mengakibatkan ikan menjadi lemas. Selama penelitian dilakukan pengamatan yang menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat berkisar antara 12,770 mg/L-24,326 mg/L. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terjadi perbedaan yang

nyata antar setiap perlakuan pada setiap minggunya. Perlakuan P0 (kontrol) mengalami kenaikan konsentrasi nitrat pada setiap Minggu, hingga pada Minggu keempat nilai rata-rata konsentrasi nitrat mencapai 16,337 mg/L. Rata-rata konsentrasi nitrat pada perlakuan P1 (tanaman tomat), P2 (tanaman cabai), P3 (tanaman terong) menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi nitrat mengalami kenaikan setiap minggunya, ini dapat dikarenakan adanya proses nitrifikasi yang sedang berlangsung dalam ekosistem budidaya. Ernawati dkk, (2014) menyatakan bahwa kadar nitrat yang cenderung meningkat pada setiap pengamatan mengindikasikan terjadinya proses nitrifikasi amonia oleh bakteri *Nitrobacter*, namun nitrat yang dihasilkan tidak sepenuhnya dimanfaatkan oleh tanaman sehingga terjadi akumulasi nitrat di air. Konsentrasi nitrat tertinggi terjadi pada perlakuan P3 dengan tanaman terong yaitu sebesar 24,326mg/L, dan hasil terendah terjadi padaperlakuan P0 (kontrol/tanpa tanaman) yaitu sebesar 12,770 mg/L dibandingkan dengan perlakuan P1 (tanaman tomat), P2 (tanaman cabai).

Perlakuan P3 dengan tanaman terong menghasilkan konsentrasi nitrat tertinggi yang menunjukkan bahwa nitrat mampu diserap oleh tanaman secara efektif sehingga pertumbuhan tanaman terong, tinggi dan jumlah daun tanaman terong yaitu pada pengamatan panjang awal 17,2 cm menjadi 26,4 cm pada akhir penelitian serta jumlah daun awal 5 daun menjadi 9 daun pada akhir penelitian . Nilai konsentrasi nitrat selama pengamatan dapat dikatakan tidak melebihi ambang batas dan layak digunakan dalam budidaya ikan. Pillay (2004) menyatakan bahwa konsentrasi nitrat yang dianjurkan harus kurang dari 100

mg/L. Wedemeyer (1977) menyatakan bahwa kandungan nitrat yang layak bagi budidaya adalah lebih dari 3.0 mg/L.

5.2.4 Pertumbuhan Tanaman

Pengamatan pertumbuhan tanaman tomat, cabai dan terong dilakukan selama penelitian menunjukkan hasil bahwa ketiga tanaman mengalami pertumbuhan yang meningkat, pengukuran panjang dan helai daun tanaman mengalami peningkatan disetiap perlakuan yang diberikan. Panjang setiap perlakuan pada awal dan akhir penelitian menunjukkan peningkatan yang berbeda-beda, hal ini terjadi karena adanya kemampuan berbeda dari masing-masing tanaman dalam menyerap unsur hara untuk pertumbuhannya.

Pertumbuhan tinggi tanaman yang paling optimal terjadi pada tanaman terong yaitu perlakuan P3 dibandingkan dengan P0,P1,P2 yaitu pada panjang awal 17,2 cm menjadi 26,4 cm pada akhir penelitian. Jumlah daun terbanyak terjadi pada perlakuan P3 yaitu 9 helai daun. Pertumbuhan tanaman terong lebih cepat dibandingkan dengan tomat, dan cabai, ini dimungkinkan karena tanamann terong memiliki kemampuan dalam menyerap dan memanfaatkan unsur hara lebih efektif. Tanaman terong memiliki salah satu karakteristik dalam pertumbuhan akarnya, dimana akar berperan penting dalam proses penyerapan unsur hara bagi tanaman. Perakaran tanaman terong yaitu tunggang dengan cabang-cabang akar yang dapat menembus kedalam tanah sekitar 80-100 cm. Akar-akar tanaman terong tumbuh mendatar dapat menyebar pada radius 40-80 cm dari pangkal batang tergantung dari umur tanaman dan kesuburan tanahnya (Rukmana, 2009).

Akar tanaman terong dapat tumbuh jauh lebih panjang dari akar tanaman cabai dan tomat.

Tanaman tomat mengalami pertumbuhan dari panjang awal penelitian yaitu 17 cm menjadi 23,8 cm pada akhir penelitian, jumlah helai daun tanaman tomat mengalami pertambahan yaitu 4 helai pada awal penelitian dan menjadi 8 helai pada akhir penelitian. Tanaman cabai mengalami peningkatan pada tinggi tanaman serta jumlah helai daun yaitu tinggi awal penelitian 19,9 menjadi 22,1 pada akhir penelitian, jumlah helai daun yaitu pada awal penelitian berjumlah 5 helai menjadi 7 helai pada akhir penelitian. Unsur hara memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman. Amonia yang sudah dirubah menjadi nitrat juga merupakan faktor penting dalam optimalnya pertumbuhan tanaman pada sistem akuaponik. Nitrat pada tanaman berfungsi sebagai pupuk atau nutrien utama bagi pertumbuhan tanaman untuk dikonversikan menjadi protein (Saptarini,2010).

5.2.5 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kehidupan ikan budidaya, tanaman, dan proses dekomposisi bahan organik dalam budidaya sistem akuaponik. Perubahan suhu perairan dapat dipengaruhi oleh sinar matahari yang langsung masuk ke kolam. Hasil rata-rata pengamatan suhu air pada setiap minggu selama masa penelitian untuk perlakuan P0,P1,P2,dan P3 menunjukkan nilai suhu yang cenderung naik yaitu berkisar antara 27,1°C hingga 28,2°C. Lokasi tempat penelitian cukup mendapatkan sinar matahari sehingga dalam penelitian tidak dilakukan penambahan sinar dengan lampu. Nilai suhu selama penelitian dapat dikatakan optimum untuk pertumbuhan ikan lele namun belum

optimum untuk pertumbuhan tanaman. Suhu selama penelitian masih dapat diterima oleh tanaman sehingga tanaman masih dapat hidup dan tumbuh, namun tidak berbuah. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Boyd dan Lichtkoppler (1979), pembesaran benih ikan lele laju pertumbuhan akan baik apabila suhu 25°C-32°C dengan suhu optimum 30°C. Suhu paling ideal untuk pertumbuhan tanaman cabai yaitu 24-28°C (Prayudi, 2010). Suhu optimum untuk pertumbuhan tanaman terong adalah 23°C (Sahid, dkk. 2014). Tanaman tomat ideal tumbuh dalam suhu kisaran 22°C (Kartika, dkk. 2015).

Suhu juga mempengaruhi dinamika pada kandungan amonia, nitrit dan nitrat diperairan media budidaya ikan lele dumbo. Kenaikan amonia diperairan budidaya selama penelitian juga sesuai dengan keadaan suhu yang berfluktuasi setiap minggunya namun cenderung semakin meningkat pada setiap pengamatan pada setiap Minggu. Bahan organik dan anorganik akan terakumulasi pada kolam budidaya dan dapat menyebabkan terjadi pembentukan amonia. Toksik dalam perairan budidaya dapat dikarenakan adanya kandungan amonia yang tinggi karena dapat menghambat ekskresi pada ikan (Chen *et al.*, 1993). Kandungan amonia yang tinggi diperairan sesuai dengan peningkatan aktivitas dan kenaikan suhu air serta oksigen terlarut yang rendah. Effendi (2003) menyatakan bahwa, perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air.

5.2.6 Derajat Keasaman (pH)

Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) selama masa penelitian menunjukkan hasil rata-rata setiap minggu selama satu bulan berkisar antara 6,7-

7,8. Kondisi nilai pH masih dapat diterima oleh kehidupan ikan budidaya. Derajat keasaman (pH) yang rendah dapat mengakibatkan ikan menjadi stres, mudah terserang penyakit dan pertumbuhan ikan akan terganggu. Ikan lele dumbo merupakan ikan yang hidup pada perairan tawar. Ikan lele dumbo dapat hidup pada pH berkisar 4 dan jika pH perairan mencapai angka 11 maka akan menyebabkan kematian pada ikan (Suyanto, 1999).

Rosmaniar (2011) menyatakan bahwa pH merupakan salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan aktivitas bakteri pengoksidasi amonia. Bahan organik dan anorganik akan terakumulasi pada kolam budidaya dan dapat menyebabkan terjadi pembentukan amonia. Amonia yang tidak terionisasi akan bersifat racun bagi ikan dan berpengaruh signifikan terhadap nilai pH (Saptarini, 2010). Hasil pengukuran nilai amonia, nitrat dan nitrit yang diukur dan diamati cukup sesuai dengan kondisi pH di perairan yang dapat dilihat pada grafik pengukuran derajat keasaman pH di perairan budidaya akuaponik selama diamati mengalami fluktuasi namun dalam perubahannya tidak terlalu signifikan. Toksisitas amonia dipengaruhi oleh pH yang ditunjukkan dengan kondisi pH rendah akan bersifat racun jika jumlah amonia banyak, sedangkan dengan kondisi pH tinggi hanya dengan amonia sedikit akan bersifat racun juga (Nasrizal. dkk, 2015). Pada kondisi basa atau alkali amonia mudah menguap (Daniel, 2002). Akumulasi kadar amonia dapat menyebabkan perubahan patologi dalam organ dan jaringan ikan serta pertumbuhan ikan budidaya (Saptarini, 2010). Hetty *et al* (2005) menyatakan bahwa apabila pH di suatu

perairan semakin mendekati basa maka akan berpengaruh pada konsentrasi nitrat, karena nitrat akan cenderung lebih tinggi dalam keadaan basa.

5.2.7 Oksigen Terlarut (Dissolved Oxygen)

Hasil rata-rata setiap minggu selama satu bulan pengukuran nilai DO diperairan menunjukkan hasil yang berfluktuasi berkisar antara 4,8mg/L hingga 6,1 mg/L. Oksigen terlarut pada perairan menunjukkan bahwa dalam dapat dikatakan dalam keadaan optimum dan dapat diterima oleh ikan lele. Kadar oksigen terlarut pada kolam yang apabila oksigen terlarut berkisar antara 1-5 mg/L mengakibatkan pertumbuhan ikan menjadi lambat sedangkan oksigen terlarut yang kurang dari 1 mg/L dapat bersifat toksik bagi sebagian besar spesies ikan (Rully, 2011). Insulistyowati (2015) menyatakan bahwa, oksigen terlarut berada pada nilai $>0,5$ mg/L maka pertumbuhan ikan akan maksimal.

Berdasarkan pengukuran oksigen terlarut untuk pertumbuhan tanaman masih dapat diterima oleh tanaman. Sikawadan dan Yakupiyiyagr (2010) menyatakan bahwa konsentrasi oksigen terlarut yang baik untuk respirasi akar tanaman adalah 2,5 mg/L dan pada konsentrasi dibawah 0,16 mg/L akan menyebabkan akar dan daun tanaman layu. Penurunan nilai oksigen juga dapat disebabkan karena adanya bahan-bahan organik diperairan. Effendi (2003), menyatakan bahwa penyebab utama penurunan kadar oksigen terlarut adalah adanya bahan-bahan buangan organik yang banyak memanfaatkan oksigen terlarut selama penguraian berlangsung. Apabila bahan buangan organik mengandung nitrogen maka hasil penguraiannya akan menghasilkan amonia, sehingga kondisi anaerob amonia bersifat toksik bagi ikan.

5.2.8 Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Hasil pengukuran dan pengamatan laju pertumbuhan spesifik ikan lele dumbo menunjukkan nilai rata-rata pertumbuhan spesifik tertinggi terdapat pada perlakuan P3 (tanaman terong) yaitu sebesar 4,80%/hari, dan laju pertumbuhan spesifik terendah yaitu terjadi pada perlakuan P0 (kontrol) sebesar 4,06 %/hari. Hasil tersebut didapat sesuai dengan kondisi kualitas air yaitu pengukuran kadar amonia, nitrit dan nitrat pada P3 (tanaman terong) memiliki nilai amonia , nitrit terendah dan nitrat paling tinggi karena terjadi proses nitrifikasi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sedangkan P0 (kontrol) memiliki rata-rata konsentrasi amonia, nitrit tertinggi dan nitrat terendah dari perlakuan lainnya. Akar tanaman terong mampu tumbuh lebih panjang dari akar tanaman lainnya sehingga memiliki kemampuan lebih baik dalam menyerap unsur hara yang berasal dari sisa pakan dan feses ikan di akuarium pemeliharaan dan dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman.

Rhadiyufa (2011) menyatakan bahwa, faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan dapat digolongkan menjadi dua yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal merupakan faktor yang berhubungan dengan ikan itu sendiri seperti umur, jenis kelamin, dan sifat genetik ikan yang meliputi keturunan, kemampuan untuk memanfaatkan makanan dan ketahanan terhadap penyakit. Faktor eksternal merupakan faktor yang berkaitan dengan lingkungan tempat hidup ikan yang meliputi sifat fisika dan kimia air, ruang gerak dan ketersediaan makanan (Zidni dkk., 2013). Kualitas air yang baik menyebabkan nafsu makan ikan menjadi meningkat.

5.2.9 Kelangsungan Hidup (SR)

Survival rate atau tingkat kelangsungan hidup merupakan salah satu parameter yang dapat menunjang keberhasilan budidaya yang dipengaruhi oleh berbagai faktor salah satunya kualitas air (Maryam, 2010). Hasil menunjukkan bahwa nilai *survival rate* tertinggi terdapat pada perlakuan P3 (tanaman terong) yaitu sebesar 98%, sedangkan *survival rate* terendah pada perlakuan P0 (kontrol) yaitu sebesar 75,54%. Nilai tingkat kelangsungan hidup tertinggi terdapat pada perlakuan P3 (tanaman terong) dikarenakan keadaan kualitas air sudah baik dan sesuai untuk kehidupan ikan. Akar-akar tanaman terong tumbuh lebih panjang dan lebih baik sehingga lebih maksimal dalam menyerap unsur hara. Kelangsungan hidup ikan terendah terdapat pada perlakuan P0 (kontrol) disebabkan karena pada perlakuan P0 (kontrol) tidak menggunakan tanaman apapun, sehingga kadar amonia dan nitrit lebih tinggi dari perlakuan lainnya, dan nitrat lebih rendah dari lainnya yang menandakan tidak terjadinya proses nitrifikasi. Perlakuan P0 tanpa menggunakan tanaman menyebabkan penurunan keadaan kualitas air yang ditunjukkan dengan amonia nitrit yang tinggi dan nitrat yang rendah dari perlakuan lainnya.

VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang berjudul Perbedaan Tanaman Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum*), Cabai (*Capsicum frutescens* L.), Dan Terong (*Solanum melongena* L.) Pada Penyerapan Amonia (NH₃), Nitrit (NO₂) Dan Nitrat (NO₃) Air Budidaya Ikan Lele Dumbo (*Clarias* sp.) Pada Sistem Akuaponik dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Tanaman tomat, cabai, dan terong memberikan pengaruh terhadap penyerapan konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat pada budidaya ikan lele dumbo (*Clarias* sp.) pada sistem akuaponik.
2. Tanaman yang efektif dalam menyerap konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat pada budidaya ikan lele dumbo dumbo (*Clarias* sp.) pada sistem akuaponik sehingga konsentrasi diperairan menjadi lebih baik adalah perlakuan P3 (tanaman buah terong) dengan nilai rata-rata konsentrasi amonia pada Minggu pertama; kedua; ketiga dan keempat yaitu 0,347 mg/L; 0,274 mg/L; 231 mg/L dan pada nilai Minggu keempat menjadi 0,312 mg/L. Rata-rata konsentrasi nitrit pada perlakuan tanaman terong pada Minggu pertama; kedua; ketiga; keempat yaitu 0,098 mg/L; 0,140 mg/L; 0,147 mg/L; 0,169 mg/L, dan nitrat sebesar 19,867 mg/L; 21,3[^] mg/L; 23,605 mg/L; 24,326 mg/L.

6.2 Saran

Saran dari penelitian ini diharapkan dapat dilakukan penelitian lanjutan mengenai sistem akuaponik dalam penyerapan unsur hara makro lainnya pada air budidaya dengan menggunakan tanaman buah atau tanaman ekonomis penting lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Assosiation.2012.Standart Method for the Examination of Water and Waste Water.Water Pollution Control Federation. Port City (US): APHA
- Amir, Baso. 2016. Pengaruh Perakaran Terhadap Penyerapan Nutrisi Dan Sifat Fisiologis Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum*). Fakultas Pertanian Universitas Cokroaminoto. Palopo. Vol 4 (1)
- Aquarista, F., Iskandar dan U. Subhan.2012.Pemberian Probiotik dengan Carrier Zeolit pada Pembesaran Ikan Lele Dumbo (*Clariasgariepinus*). Bandung: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjajaran. 8 hal.
- Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT). 2005. Sukabumi: Petunjuk Pembenihan Ikan Lele (*Clariassp.*).
- Bartric, M. and Piskac. 1981. Detection of Some Toxicologically Important nions from Aqueous Extract. Veterinary Toxicology. Elsevier Sci. Pub.Co. Amsterdam. 305Page.
- Bhatnagar, A., P. Devi. 2013. Water Quality Guidelines for the Management of Pond Fish Culture. International Journal of Environmental Sciences. 3(6):ISSN:0976-4402.1980-2009.
- Boyd, C.E., Lichtkoppler. 1979. Water Quality Management in Pond Fish Culture. International Center for Aquaculture. Agriculture Experimental Station. USA.
- Brady, N. C., 1974. The Nature and Properties of Soila. 8 ed. New York: Macmillan Publishing Co. Inc.
- Daniel, H. N. 2002. Dampak Budidaya Ikan Terhadap Kualitas Air (Studi kasus: Budidaya Ikan Jaring Apung di Danau Tondano, Minahasa Sulawesi Utara). Disertasi Pasca Sarjana. Program Studi Ilmu Lingkungan. Universitas Indonesia: Jakarta
- Chen, J. C. And Y. Z. Kou. 1993. Accumulation of Ammonia in the Haemolymph. Journal of the Bioflux Society. 8(4):491-499.
- Cronquist, A. 1981.An Intregated System of Classification of Flowering Plant. New York. Columbia University Press. 7p.

- Daulay, A. H. 2010. Pemanfaatan Larva Diptera Sebagai Pakan Tambahan Pada Budidaya Ikan Lele Dumbo Dalam Upaya Efisiensi Biaya Produksi. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 16 (59).
- Dermawan, R. 2010. *Budidaya Cabai Unggul*. Penebar Swadaya: Jakarta
- Ditta, Kusuma. 2018. Perbandingan Efektifitas Daya Serap Tanaman Bayam Merah (*Alternanthera ficoide*), Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Dan Selada Air (*Nasturtium officinale*) Sistem Akuaponik Terhadap Konsentrasi Amonia (NH₃), Nitrat (NO₃), Dan Nirtit (NO₂) Pada Budidaya Ikan Lele Dumbo (*Clarias* sp.) Intensif. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Airlangga Surabaya. 50 hal.
- Diver, S. 2006. *Integration of Hydroponics with Aquaculture*. Australia: National Sustainable Agriculture Information Service: 28p.
- Dwidjoseputro, D. 1980. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Gramedia: Jakarta.
- Effendi . 2000. *Telaah Kualitas Air*. Kanisius. Bogor. 246 Hal.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelola Sumber daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius: 50-54 hal.
- Effendi, I. 2004. *Pengantar Akuakultur*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Ernawati, D., Prayogo dan B. S. Rahardja. 2014. Pengaruh Pemberian Bakteri Heterotrof Terhadap Kualitas Air Pada Media Pemeliharaan Ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp.) di Dalam Sistem Resirkulasi. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 5(1): 13-20.
- Ghate S. R, Burtle, and Gascho. 1993. Reuse of water from catfish ponds. *Proceedings of the 1993 Georgia Water Resources Conference, held April 20 and 21, 1993, at The University of Georgia, Athens, Georgia*. 5p.
- Ghufran, M.H. dan K. Kordi. 2010. *Budidaya Ikan Lele di Kolam Ikan Terpal*. Yogyakarta: Lily Publisher. hal 82-85.
- Hariani, D., dan P.S.W. Kusuma. 2007. Teknologi Laser Untuk Mempercepat Siklus Reproduksi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) *Jurnal Penelitian Perikanan*: 128-133 hal.
- Harpenas, Asep dan R. Dermawan. 2010. *Budidaya Cabai Unggul*. Penebar Swadaya: Jakarta
- Imam, T. 2010. *Uji Multi Lokasi Pada Budidaya Ikan Nila dengan Sistem Akuaponik*. Jakarta: Laporan Hasil Penelitian. Badan Riset Kelautan dan Perikanan: 30 hal.

- Jorgensen, S. E. 1990. Lake Management. Pergamond Press Ltd. Oxford Great Britain.
- Kartika, E., R. Yusuf., A. Syakur. 2015. Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Pada Berbagai Persentase Naungan. Palu. Fakultas Pertanian Universitas Tadulako. 3(6): 717-724.
- Khairuman dan Amri, Khairul. 2002. Budidaya Lele Dumbo secara Intensif. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Kusriningrum, R., S. 2012. Perancangan Percobaan. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Kusuma, D. 2018. Perbandingan Efektifitas Daya Serap Tanaman Bayam Merah (*Alternanthera ficoide*), Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Dan Selada Air (*Nasturtium officinale*) Sistem Akuaponik Terhadap Konsentrasi Amonia (NH₃), Nitrat (NO₃), Dan Niritit (NO₂) Pada Budidaya Ikan
- Lele Dumbo (*Clarias* sp.) Intensif. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Airlangga Surabaya. 50 hal.
- Mohammad F., S. M. A. Swati. And M. S. Shehzad. 2004. Genotypic Variability for Yield and Morphological Traits in Bread Wheat. Sarhad. Agric. 20(1): 67-71.
- Muldiana, S dan Rosdiana. 2017. Respon Tanaman Terong (*Solanum malongena*, L.) Terhadap Interval Pemberian Pupuk Organik Cair Dengan Interval Waktu Yang Berbeda. Universitas Muhammadiyah Jakarta. 5 hal.
- Nasrizal, S. Hasibuan, dan N. A. Pamukas. 2015. Zeolite Absorption As Amonia Filter in Water And The Effect On Water Qality. Riau. Universitas Riau.
- Nugroho E. dan Sutrisno. 2008. Budidaya Ikan dan Sayuran dengan Sistem Akuaponik. Jakarta: PenebarSwadaya. .
- Nugroho E. dan Sutrisno. 2012. Budidaya Ikan dan Sayuran dengan Sistem Akuaponik. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Pasaribu, F. M., S. Usman, R. Leidonald. 2015. Pengaruh Padat Tebar Tinggi Dengan Penggunaan Nitrobacter Terhadap Pertumbuhan Ikan Lele Dumbo (*Clarias* sp.). Fakultas Pertanian, Universitas Sumatra Utara. 3(2):18.
- Pillay, T. V. R. 2004. Aquaculture and the Environment, Second Edition. UK: Blackwell Publishing.

- Pradyto, M. 2011. Respon Pertumbuhan Tiga Macam Sayuran Pada Berbagai Konsentrasi Nutrisi Larutan Hidroponik. Fakultas Pertanian Universitas Jember. [Skripsi].21 hal.
- Prahasta. 2009. Agribisnis Terong. CV. Pustaka Grafika. Bandung
- Prayudi, B. 2010. Budidaya dan Pasca Panen Cabai Merah (*Capsicum annum* L). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jawa Tengah.
- Prihartono, E. R., J., Rasidikdan, dan U., Arie. 2001. Mengatasi Permasalahan Budidaya Lele Dumbo. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rahayu, M., A. T. Saky, R. U. Marzukoh. 2013. Pengaruh Pemberian Air Terhadap Pertumbuhan Tiga Varietas Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). Surakarta. Fakultas Agrokultur. Universitas Sebelas Maret. 15(1)12-16.
- Radhiyufa, M. 2011. Dinamika Fosfat dan Klorofil Dengan Penebaran Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Kolam Budidaya Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) Sistem Heterotrofik. Jurnal Sains dan Teknologi. 1(10): 39-45.
- Rosmaniar. 2011. Dinamika Biomassa Bakteri Kadar Limbah Nitrogen Pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) Intensif Sistem Heterotrofok. Skripsi. Program Studi Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta. 5(2): 167-172.
- Rosidi, Ayip, Ardiyansyah, U. Hasanah. 2010. Pertumbuhan Awal Dan Evapotranspirasi Aktual Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*) Pada Berbagai Ukuran Agregat Inceptisol. Fakultas Pertanian Universitas Tadulako. Palu. 17(1): 11-17.
- Rukmana, R. 2009. Usaha Tani Jagung. Kanisius. Jakarta
- 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. Bogor. 6(3): 25-29.
- Sahid, O. T., R. H. Murti., S. Trisnowati. 2014. Hasil dan Mutu Enam Galur Terung (*Solanum melongena* L.). Yogyakarta. Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada. 3(2): 48-58.
- Santoso, B. 1994. Lele Dumbo dan Lokal. Kanisius. Yogyakarta. 105 hal.
- Santoso, R. 2014. Penambahan Atraktan yang Berbeda dalam Pakan Buatan Pasta Terhadap Pertumbuhan dan Feed Conversion Ratio Belut (*Monopterus albus*) dengan Sistem Resirkulasi. Surabaya:

- [Skripsi] Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. 20 hal.
- Saptarini, Peni. 2010. Efektifitas Teknologi Akuaponik dengan Kangkung Darat (*Ipomoea reptans*) Terhadap Penurunan Amonia Pada Pembesaran Ikan Mas. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 83 hal.
- Setiadi, R. 2008. Efektifitas Perendaman 24 Jam Benih Lele Dumbo (*Clarias* sp) Dalam Larutan Paci-paci (*Leucas lavan dulanefilia*) Terhadap Perkembangan Populasi *Trichodina* spp. Bogor. Fakultas Perikanan dan Kelautan Institut Pertanian Bogor. (8)5: 82-84.
- Shafrudin D., Yuniarti dan M. Setiawati. 2006. Pengaruh Kepadatan Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias* sp.) terhadap Produksi Pada Sistem Budidaya dengan Pengendalian Nitrogen Melalui Penambahan Tepung Terigu. Jurnal Akuakultur Indonesia. 5(2): 137-147.
- Sihaloho, W. S. 2009. Analisa Kandungan Amoniak dan Limbah Cair Inlet dan Outlet dari Beberapa Industri Kelapa Sawit. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sikawadan, D.C., Yakupiyage, A. 2010. The Hydroponic Production of Lettuce (*Letuca sativa* L.) By Using Hybrid Catfish (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) Pond Water: Potentials and Constrains. Agriculture Water Management. 97:1317-1325.
- Silaban, Tio F., Limin, S. dan Suparmono. 2012. Dalam Peningkatan Kinerja Filter Air Untuk Menurunkan Konsentrasi Amonia Pada Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan. 1 (1): 47-56.
- Simpson, M. G. 2010. Plant Systematics, Elsevier, Burlington, USA. Inc. Publisher. Sunderland, Massachusetts, U.S.A. 20p.
- Soetasad dan S. Muryani. 1999. Budidaya Terong Lokal dan Terong Penebar Swadaya. Jakarta.
- Stickey, R. R. 1993. Culture of Nonsalmoid Freshwater Fishes. 2nd Edition. CRC Press. Boca Raton. 331 P.
- Suprpto, N., S., dan Samtafsir, L., S. 2013. Rahasia Sukses Teknologi Budidaya Lele. Depok: AGRO. 165 hal.
- Suprpto, N.S., Dan Samtafsir, L.S. 2013. Biofloc-165 Rahaasia Sukses Teknologi Budidaya Lele AGRO-165. Depok.

- Surawidjaja E.H. 2006. Akuakultur berbasis —*trophic level*l: revitalisasi untuk ketahanan pangan, daya saing ekspor, dan kelestarian lingkungan. Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap Ilmu Akuakultur.10 hal.
- Suryaningrum, F. M. 2012. Aplikasi Teknologi Bioflok pada Pemeliharaan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Jakarta: (Tesis) Program Pasca Sarjana. Universitas Terbuka: 89 hal.
- Sutejo. 2005. Analisis Tanah. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Suyanto, S. R. 1999. Budidaya Ikan Lele. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suyanto, S., R. 2006. Budidaya Ikan Lele. Jakarta: Penebar Swadaya: 158 hal.
- Tai, C.F, L. Upton Hatch, Michael P. Masser, Oscar J. Cacho, Dean G. Hoffman: *International of Penaeus Monodon Exposed to Ambient Ammonia*.Aquaculture. Journal of the Bioflux Society. 8(4):491-499.
- Umah, F. K. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati (*BIOFERTILIZER*) Dan Media Tanam Yang Berbeda Pada Pertumbuhan Dan Produktivitas Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). Surabaya: [Skripsi]. Fakultas Perikanan Dan Kelautan. Universitas Airlangga. 9-10 hal.
- Wahap, N., A. Estim., A. Y.S Kian., S. Senoo dan S. Mustafa. 2010. Producing Organic Fish and Mint in a Aquaponic System. Borneo Marine Research Institue, Sabah, Malaysia. 3p.
- Wedemeyer, G. A. dan W.T. Yasutake. 1977. Clinicalmethods For The Assessment of The Effectenviromental Stress on Fish Health. Technical Papers of The U.S. Fish and Wildlife Service. U.S. Depart. of The Interior, 89: 1-17.
- Widyastuti, Y., R. 2008. *Peningkatan Produksi Air Tawa rmelalui Budidaya Ikan Sistem Akuaponik*.Bogor: Prosiding Seminar Nasional Limnologi IV LIPI: 62-73.
- Widyastuti, Y., R. 2008. Peningkatan Produksi Air Tawar melalui Budidaya Ikan Sistem Akuaponik.Bogor: Prosiding Seminar Nasional Limnologi IV LIPI: 62-73.
- Wijaya, O. 2014. Pengaruh Padat Tebar Ikan Lele Terhadap Laju Pertumbuhan dan *Survival Rate* pada Sistem Akuaponik. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. Surabaya.7(1): 68-84.
- Wiraatmaja, I. W. 2016. Pergerakan Hara Mineral Dalam Tanaman.Denpasar. Agroteknologi. Fakultas Pertanian Universitas Udayana. 13 hal.

Wiryanta, W. 2004. Bertanam Tomat. Agromedia. Yogyakarta. 15 hal.

Zidni, I., Herawati, T., dan Liviawaty, E. 2013. Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pengaruh Benih Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) Dalam Sistem Akuaponik. Jurnal Perikanan dan Kelautan. Bandung. Universitas Padjadjaran. 4(4): 315-324.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengukuran Konsentrasi Amonia

Descriptive

Amonia minggu ke-1

					95% Confidence Interval for Mean	
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
P0	5	.30040	.071294	.031884	.21188	.38892
P1	5	.25100	.062474	.027939	.17343	.32857
P2	5	.31520	.042417	.018969	.26253	.36787
P3	5	.34760	.073029	.032660	.25692	.43828
Total	20	.30355	.068330	.015279	.27157	.33553

		ANOVA			
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.024	3	.008	2.005	.154
Within Groups	.064	16	.004		
Total	.089	19			

**Post Hoc Test
Homogeneous Subsets**

		DUNCAN		
PERLAKUAN		Subset for alpha = 0.05		
	N	1	2	
P1	5	.25100		
P0	5	.30040	.30040	
P2	5	.31520	.31520	
P3	5		.34760	
Sig.		.148	.282	

Means for groups inhomogeneous subsets are displayed
a. Uses harmonic mean sample size = 5,000

Descriptive**Amonia minggu ke-2**

					95% Confidence Interval for Mean	
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
P0	5	.73440	.066097	.029559	.65233	.81647
P1	5	.42640	.034486	.015423	.38358	.46922
P2	5	.64420	.033237	.014864	.60293	.68547
P3	5	.27460	.059723	.026709	.20044	.34876
Total	20	.51990	.190952	.042698	.43053	.60927

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.652	3	.217	84.966	.000
Within Groups	.041	16	.003		
Total	.693	19			

**Post Hoc Test
Homogeneous Subsets**

DUNCAN					
PERLAKUAN	Subset for alpha = 0.05				
	N	1	2	3	4
P3	5	.27460			
P1	5		.42640		
P2	5			.64420	
P0	5				.73440
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups inhomogeneous subsets are displayed
a. Uses harmonic mean sample size = 5,000

Descriptive**Amonia minggu ke-3**

					95% Confidence Interval for Mean	
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
P0	5	.83060	.099811	.044637	.70667	.95453
P1	5	.31920	.063853	.028556	.23992	.39848
P2	5	.51100	.071320	.031895	.42244	.59956
P3	5	.23180	.019110	.008546	.20807	.25553
Total	20	.47315	.244275	.054621	.35883	.58747

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.056	3	.352	72.222	.000
Within Groups	.078	16	.005		
Total	1.134	19			

**Post Hoc Test
Homogeneous Subsets**

DUNCAN				
PERLAKUAN	Subset for alpha = 0.05			
	N	1	2	3
P3	5	.23180		
P1	5	.31920		
P2	5		.51100	
P0	5			.83060
Sig.		.065	1.000	1.000

Means for groups inhomogeneous subsets are displayed
a. Uses harmonic mean sample size = 5,000

Descriptive

Amonia minggu ke-4

					95% Confidence Interval for Mean	
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
P0	5	178.620	.209537	.093708	152.603	204.637
P1	5	.46540	.121265	.054232	.31483	.61597
P2	5	.59760	.068285	.030538	.51281	.68239
P3	5	.31280	.058161	.026010	.24058	.38502
Total	20	.79050	.610401	.136490	.50482	107.618

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.813	3	2.271	136.272	.000
Within Groups	.267	16	.017		
Total	7.079	19			

**Post Hoc Test
Homogeneous Subsets**

DUNCAN				
PERLAKUAN	Subset for alpha = 0.05			
	N	1	2	3
P3	5	.31280		
P1	5	.46540	.46540	
P2	5		.59760	
P0	5			178.620
Sig.		.080	.125	1.000

Means for groups inhomogeneous subsets are displayed
a. Uses harmonic mean sample size = 5,000

Lampiran 2. Hasil Pengukuran Konsentrasi Nitrit**Descriptive**

Nitrit minggu ke-1

					95% Confidence Interval for Mean	
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
P0	5	.16540	.017184	.007685	.14406	.18674
P1	5	.25620	.015023	.006719	.23755	.27485
P2	5	.18960	.023544	.010529	.16037	.21883
P3	5	.09800	.029521	.013202	.06134	.13466
Total	20	.17730	.061482	.013748	.14853	.20607

		ANOVA			
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.064	3	.021	43.855	.000
Within Groups	.008	16	.000		
Total	.072	19			

**Post Hoc Test
Homogeneous Subsets**

		DUNCAN		
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
P3	5	.09800		
P0	5		.16540	
P2	5		.18960	
P1	5			.25620
Sig.		1.000	.102	1.000

Means for groups inhomogeneous subsets are displayed

a. Uses harmonic mean sample size = 5,000

Descriptive

Nitrit minggu ke-2

					95% Confidence Interval for Mean	
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
P0	5	.46300	.042485	.019000	.41025	.51575
P1	5	.14080	.007328	.003277	.13170	.14990
P2	5	.21220	.027526	.012310	.17802	.24638
P3	5	.14020	.012008	.005370	.12529	.15511
Total	20	.23905	.138134	.030888	.17440	.30370

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.351	3	.117	169.767	.000
Within Groups	.011	16	.001		
Total	.363	19			

**Post Hoc Test
Homogeneous Subsets**

DUNCAN				
PERLAKUAN	Subset for alpha = 0.05			
	N	1	2	3
P3	5	.14020		
P1	5	.14080		
P2	5		.21220	
P0	5			.46300
Sig.		.972	1.000	1.000

Means for groups inhomogeneous subsets are displayed
a. Uses harmonic mean sample size = 5,000

Descriptive

Nitrit minggu ke-3

					95% Confidence Interval for Mean	
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
P0	5	.26440	.013520	.006046	.24761	.28119
P1	5	.23440	.035118	.015705	.19079	.27801
P2	5	.19040	.027181	.012156	.15665	.22415
P3	5	.14820	.030087	.013455	.11084	.18556
Total	20	.20935	.051821	.011587	.18510	.23360

ANOVA					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.039	3	.013	16.898	.000
Within Groups	.012	16	.001		
Total	.051	19			

**Post Hoc Test
Homogeneous Subsets**

DUNCAN				
PERLAKUAN	Subset for alpha = 0.05			
	N	1	2	3
P3	5	.14820		
P2	5		.19040	
P1	5			.23440
P0	5			.26440
Sig.		1.000	1.000	.106

Means for groups inhomogeneous subsets are displayed
 a. Uses harmonic mean sample size = 5,000

Descriptive

Nitrit minggu ke-4

					95% Confidence Interval for Mean	
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
P0	5	.44640	.035232	.015756	.40265	.49015
P1	5	.20220	.051349	.022964	.13844	.26596
P2	5	.40320	.041106	.018383	.35216	.45424
P3	5	.16940	.035104	.015699	.12581	.21299
Total	20	.30530	.129810	.029026	.24455	.36605

ANOVA					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.293	3	.098	57.443	.000
Within Groups	.027	16	.002		
Total	.320	19			

**Post Hoc Test
Homogeneous Subsets**

DUNCAN			
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
P3	5	.16940	
P1	5	.20220	
P2	5		.40320
P0	5		.44640
Sig.		.227	.117

Means for groups inhomogeneous subsets are displayed
a. Uses harmonic mean sample size = 5,000

Lampiran 3. Hasil Pengukuran Konsentrasi Nitrat**Descriptive**

Nitrat minggu ke-1

					95% Confidence Interval for Mean	
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
P0	5	1.276.980	.889141	.397636	1.166.579	1.387.381
P1	5	1.656.500	.364823	.163154	1.611.201	1.701.799
P2	5	1.474.340	.411403	.183985	1.423.258	1.525.422
P3	5	1.986.700	.777946	.347908	1.890.105	2.083.295
Total	20	1.598.630	2.745.518	.613916	1.470.136	1.727.124

ANOVA					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	136.427	3	45.476	107.120	.000
Within Groups	6.792	16	.425		
Total	143.219	19			

**Post Hoc Test
Homogeneous Subsets**

DUNCAN					
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
P0	5	1.276.980			
P2	5		1.474.340		
P1	5			1.656.500	
P3	5				1.986.700
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups inhomogeneous subsets are displayed
a. Uses harmonic mean sample size = 5,000

Descriptive

Nitrat minggu ke-2

					95% Confidence Interval for Mean	
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
P0	5	1.358.600	.852497	.381248	1.252.749	1.464.451
P1	5	1.728.640	.534370	.238978	1.662.289	1.794.991
P2	5	1.527.500	.429524	.192089	1.474.168	1.580.832
P3	5	2.139.540	.362081	.161927	2.094.582	2.184.498
Total	20	1.688.570	3.036.733	.679034	1.546.447	1.830.693

ANOVA					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	169.902	3	56.634	170.597	.000
Within Groups	5.312	16	.332		
Total	175.213	19			

**Post Hoc Test
Homogeneous Subsets**

DUNCAN					
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
P0	5	1.358.600			
P2	5		1.527.500		
P1	5			1.728.640	
P3	5				2.139.540
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups inhomogeneous subsets are displayed
a. Uses harmonic mean sample size = 5,000

Descriptive

Nitrat minggu ke-3

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
P0	5	1.527.480	.460169	.205794	1.470.343	1.584.617
P1	5	1.950.640	1.143.492	.511385	1.808.657	2.092.623
P2	5	1.770.360	.472655	.211378	1.711.672	1.829.048
P3	5	2.360.540	1.206.389	.539514	2.210.747	2.510.333
Total	20	1.902.255	3.227.365	.721661	1.751.210	2.053.300

		ANOVA			
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	185.109	3	61.703	77.175	.000
Within Groups	12.792	16	.800		
Total	197.902	19			

**Post Hoc Test
Homogeneous Subsets**

		DUNCAN			
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
P0	5	1.527.480			
P2	5		1.770.360		
P1	5			1.950.640	
P3	5				2.360.540
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups inhomogeneous subsets are displayed
 a. Uses harmonic mean sample size = 5,000

Descriptive

Nitrat minggu ke-4

					95% Confidence Interval for Mean	
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
P0	5	1.633.780	.708211	.316722	1.545.844	1.721.716
P1	5	2.210.580	1.177.630	.526652	2.064.358	2.356.802
P2	5	1.916.480	1.116.721	.499413	1.777.821	2.055.139
P3	5	2.432.620	.742985	.332273	2.340.366	2.524.874
Total	20	2.048.365	3.214.849	.718862	1.897.905	2.198.825

ANOVA					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	181.620	3	60.540	65.671	.000
Within Groups	14.750	16	.922		
Total	196.370	19			

**Post Hoc Test
Homogeneous Subsets**

DUNCAN					
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
P0	5	1.633.780			
P2	5		1.916.480		
P1	5			2.210.580	
P3	5				2.432.620
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups inhomogeneous subsets are displayed
a. Uses harmonic mean sample size = 5,000

Lampiran 4. Data Kadar Konsentrasi Amonia

Minggu 1		Minggu 2		Minggu 3		Minggu 4	
Perlakuan	Amoniak	Perlakuan	Amoniak	Perlakuan	Amoniak	Perlakuan	Amoniak
P0.1	0.277	P0.1	0.743	P0.1	0.949	P0.1	1.771
P0.2	0.280	P0.2	0,842	P0.2	0.878	P0.2	1.989
P0.3	0.425	P0.3	0,685	P0.3	0.855	P0.3	1.918
P0.4	0.277	P0.4	0.725	P0.4	0.785	P0.4	1.808
P0.5	0.243	P0.5	0.677	P0.5	0.686	P0.5	1.445
P1.1	0.232	P1.1	0.453	P1.1	0.374	P1.1	0.623
P1.2	0.223	P1.2	0.439	P1.2	0.340	P1.2	0.374
P1.3	0,212	P1.3	0.410	P1.3	0.274	P1.3	0.365
P1.4	0.226	P1.4	0.374	P1.4	0.232	P1.4	0.396
P1.5	0.362	P1.5	0.456	P1.5	0.376	P1.5	0.569
P2.1	0.274	P2.1	0.688	P2.1	0.626	P2.1	0.637
P2.2	0.306	P2.2	0.621	P2.2	0.524	P2.2	0.683
P2.3	0.280	P2.3	0.672	P2.3	0.493	P2.3	0.558
P2.4	0.374	P2.4	0.623	P2.4	0.439	P2.4	0.507
P2.5	0.342	P2.5	0.617	P2.5	0.473	P2.5	0.603
P3.1	0.405	P3.1	0.371	P3.1	0.255	P3.1	0.342
P3.2	0.374	P3.2	0.277	P3.2	0.221	P3.2	0.229
P3.3	0.419	P3.3	0.273	P3.3	0.249	P3.3	0.376
P3.4	0.260	P3.4	0.215	P3.4	0.211	P3.4	0.280
P3.5	0.280	P3.5	0.237	P3.5	0.223	P3.5	0.337

Lampiran 5. Data Kadar Konsentrasi Nitrit

Minggu 1		Minggu 2		Minggu 3		Minggu 4	
Perlakuan	Nitrit	Perlakuan	Nitrit	Perlakuan	Nitrit	Perlakuan	Nitrit
P0.1	0.173	P0.1	0.488	P0.1	0.261	P0.1	0.390
P0.2	0.143	P0.2	0.486	P0.2	0.264	P0.2	0.457
P0.3	0.172	P0.3	0.400	P0.3	0.287	P0.3	0.486
P0.4	0.186	P0.4	0.439	P0.4	0.259	P0.4	0.443
P0.5	0.153	P0.5	0.502	P0.5	0.251	P0.5	0.456
P1.1	0.247	P1.1	0.136	P1.1	0.188	P1.1	0.287
P1.2	0.270	P1.2	0.138	P1.2	0.212	P1.2	0.206
P1.3	0.269	P1.3	0.135	P1.3	0.265	P1.3	0.174
P1.4	0.260	P1.4	0.142	P1.4	0.271	P1.4	0.191
P1.5	0.235	P1.5	0.153	P1.5	0.236	P1.5	0.153
P2.1	0.188	P2.1	0.220	P2.1	0.201	P2.1	0.386
P2.2	0.157	P2.2	0.166	P2.2	0.150	P2.2	0.403
P2.3	0.202	P2.3	0.227	P2.3	0.205	P2.3	0.474
P2.4	0.220	P2.4	0.237	P2.4	0.219	P2.4	0.380
P2.5	0.181	P2.5	0.211	P2.5	0.177	P2.5	0.373
P3.1	0.126	P3.1	0.150	P3.1	0.158	P3.1	0.147
P3.2	0.132	P3.2	0.148	P3.2	0.192	P3.2	0.164
P3.3	0.089	P3.3	0.121	P3.3	0.122	P3.3	0.133
P3.4	0.077	P3.4	0.136	P3.4	0.118	P3.4	0.179
P3.5	0.066	P3.5	0.146	P3.5	0.151	P3.5	0.224

Lampiran 6.Data Kadar Konsentrasi Nitrat

Minggu 1		Minggu 2		Minggu 3		Minggu 4	
Perlakuan	Nitrat	Perlakuan	Nitrat	Perlakuan	Nitrat	Perlakuan	Nitrat
P0.1	13.757	P0.1	14.231	P0.1	15.180	P0.1	15.370
P0.2	13.282	P0.2	14.326	P0.2	15.085	P0.2	15.939
P0.3	13.092	P0.3	13.947	P0.3	15.465	P0.3	16.414
P0.4	12.144	P0.4	13.093	P0.4	15.939	P0.4	17.173
P0.5	11.574	P0.5	12.333	P0.5	14.705	P0.5	16.793
P1.1	16.982	P1.1	17.742	P1.1	20.683	P1.1	23.719
P1.2	16.793	P1.2	17.362	P1.2	19.734	P1.2	22.011
P1.3	16.603	P1.3	17.837	P1.3	20.398	P1.3	22.770
P1.4	16.413	P1.4	16.888	P1.4	18.785	P1.4	21.252
P1.5	16.034	P1.5	16.603	P1.5	17.932	P1.5	20.777
P2.1	14.231	P2.1	14.706	P2.1	17.077	P2.1	18.026
P2.2	14.800	P2.2	15.180	P2.2	17.362	P2.2	18.311
P2.3	15.085	P2.3	15.655	P2.3	17.837	P2.3	18.880
P2.4	14.421	P2.4	15.085	P2.4	18.026	P2.4	19.924
P2.5	15.180	P2.5	15.749	P2.5	18.216	P2.5	20.683
P3.1	20.872	P3.1	20.873	P3.1	21.822	P3.1	24.478
P3.2	20.019	P3.2	21.632	P3.2	23.245	P3.2	23.434
P3.3	19.924	P3.3	21.157	P3.3	23.529	P3.3	23.719
P3.4	19.829	P3.4	21.683	P3.4	24.573	P3.4	24.763
P3.5	18.691	P3.5	21.632	P3.5	24.858	P3.5	25.237

Lampiran 7. Hasil Pengukuran pH Harian

Ph Hari ke-	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
1	7.5	7.5	7.2	7
2	7.5	7.3	7	7
3	7.7	7.3	7	6.8
4	8	7.1	7.1	6.6
5	8	7	7.3	6.6
6	8	7	7	6.7
7	7.3	6.8	6.9	7
8	7.5	6.6	7.7	7.2
9	7.5	6.5	7.5	6.8
10	7.7	6.9	7.5	7.5
11	7.8	7	7	7.8
12	7	7	7	7.5
13	7	7	7.4	7.1
14	6.6	6.5	7.1	6.8
15	6.5	6.8	6.8	7
16	6.8	7.3	6.6	7
17	7	7.7	6.6	7.6
18	7	7.5	6.8	7.5
19	7.1	7.2	6.8	7.4
20	6.6	7	6.6	6.8
21	6.9	7	6.8	6.6
22	7.3	7	7	6.8
23	7.7	7.2	7.2	7.2
24	7.5	7.3	7.2	7
25	8	7.8	7.5	7.5
26	8,2	7.2	7.5	7.8
27	8	7	7,8	7.2
28	8	6.6	6.8	6.8
29	7,9	6.8	6.8	6.6
30	8,2	7	7	6.6

Lampiran 8. Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut(ppm) Harian

DO Hari ke-	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
1	5.4	4.98	5.2	4.9
2	4.32	5.1	5.1	4.97
3	4.1	5.22	4.15	5.1
4	5.2	5.4	4.94	5.12
5	5.15	5.2	5.32	5.45
6	4.66	4.94	5.24	5.1
7	5.1	4.98	5.12	4.98
8	5.82	5.3	5.1	5.23
9	5.4	5.8	5.25	5.32
10	6.25	6.12	5.55	5.78
11	5.74	6.32	6.02	6.12
12	5.34	6.55	5.83	6.18
13	5.33	6.1	5.93	6.23
14	4.57	5.23	5.11	6.49
15	4.95	5.3	5.25	6.6
16	5.02	5.61	6.12	6.11
17	5.1	5.1	5.5	6.3
18	5.12	4.9	5.78	5.74
19	5.2	5.58	5.34	5.93
20	4.78	6.1	5.22	5.99
21	4.65	6.15	5.02	6.09
22	4.98	5.2	5.12	5.99
23	4.76	5.99	5.22	5.2
24	4.9	5.7	4.11	5.55
25	5.1	5.6	5.23	5.99
26	5.45	5.75	5.14	6.02
27	5.43	5.4	5.1	6.1
28	4.98	4.96	5.44	6.55
29	4.97	4.32	5.89	6.91
30	5.38	4.1	6.55	6.98

Lampiran 9. Hasil Pengukuran Suhu (°C) Harian

Suhu Hari ke-	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
1	27,2	27,2	27	27
2	27.5	27.5	27,2	27.5
3	27.7	27,2	27,5	27
4	27.9	27	27,5	27
5	27.7	27,2	27.7	27
6	27.7	27.5	27.9	27.3
7	27,5	27	28	27.5
8	27,9	27,5	27,7	27,2
9	27.7	27.9	27.9	27.7
10	27.9	27.2	27.5	27.2
11	28	27	27	27
12	27,5	27	27,2	27,7
13	27.9	27,7	27,9	27,5
14	27,5	27,2	27,8	27,2
15	28	27.7	27.9	27,9
16	27,9	27.3	27.5	27
17	28.5	27	27.2	27,9
18	28.2	27.3	27,5	27,5
19	28	27.7	27,9	27,7
20	28.2	27.7	27,9	27.7
21	28	27.9	28	28
22	28.2	27,3	27,5	27
23	28	27,6	27,9	27
24	28	27.7	27.7	28
25	27,9	27,4	27.7	27.1
26	28,5	27,6	27.9	27,5
27	28,2	27,7	27.9	27.5
28	28,7	28,2	28.5	28
29	28.5	28.3	28	28,2
30	28.5	27,9	28	27.9

Lampiran 10. Data Pertumbuhan Tanaman Tomat, Cabai dan Terong

Perlakuan	Ulangan	Panjang awal	Panjang akhir	Jumlah Daun awal	Jumlahdaunakhir
P0 (Kontrol)	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
	4	0	0	0	0
	5	0	0	0	0
P1 (Tomat)	1	17	23,3	4	8
	2	17	23	4	7
	3	17,4	24,5	5	8
	4	17,2	23,5	5	8
	5	16,8	24,7	4	7
P2 (Cabai)	1	17	22,6	5	7
	2	17	22,4	5	7
	3	16,8	21,5	5	7
	4	16,5	21,8	4	6
	5	17,3	22,5	5	6
P3 (Terong)	1	17,3	27,5	5	9
	2	17	26	5	9
	3	17,4	26,4	6	8
	4	17,5	26,3	5	9
	5	17	26	5	8

Lampiran 11. Data Hasil Perhitungan Laju Pertumbuhan Spesifik Lele Dumbo

Ulangan	P0	P1	P2	P3
1	4,076	4,493	4,2	4,796
2	4,153	4,483	4,323	4,733
3	4,17	4,486	4,273	4,94
4	4,113	4,416	4,29	4,736
5	3,81	4,476	4,326	4,81
Total	20,322	22,354	21,412	24,015
Rata-rata	4,0644	4,4708	4,2824	4,803

Lampiran 12. Data Perhitungan Tingkat Kelangsungan Hidup

Ulangan	P0	P1	P2	P3
1	78,50%	92%	85%	100%
2	71,40%	85%	78,50%	100%
3	71,40%	85%	85%	100%
4	71,40%	92%	85%	100%
5	85%	92%	92%	92%
Total	377,70%	446%	426%	492%
Rata-rata	75,54%	89%	85%	98%

Lampiran 13. Dokumentasi Penelitian

1. Pengukuran konsentrasi amonia, nitrat dan nitrit menggunakan spektrofotometer



2. Pengukuran Kualitas Air pH, Do, Suhu



3. Pengukuran Panjang dan Berat Ikan



4. Pengukuran Tanaman Awal dan Akhir

a) Tanaman Awal



b) Tanaman Akhir



5. Sistem Akuaponik dan Wadah Tanaman

