

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK CAIR TERHADAP KELIMPAHAN
BAKTERI DALAM BUDIDAYA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DENGAN
SISTEM AKUAPONIK**

SKRIPSI

Oleh:

**ZAKIYATUL FAIZA
NIM. 145080501111015**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK CAIR TERHADAP KELIMPAHAN
BAKTERI DALAM BUDIDAYA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DENGAN
SISTEM AKUAPONIK**

SKRIPSI

**Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan
Di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh:

**ZAKIYATUL FAIZA
NIM. 145080501111015**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

SKRIPSI

PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK CAIR TERHADAP KELIMPAHAN BAKTERI DALAM BUDIDAYA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DENGAN SISTEM AKUAPONIK

Oleh :

ZAKIYATUL FAIZA
NIM. 145080501111015

Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. M. Fadjar, M.Sc)
NIP. 19621014 198701 1 001
Tanggal: 11 1 JUL 2018

Menyetujui,
Dosen Pembimbing II

(Seto Sugianto P.R, S.T, MT)
NIP. 2015068509201001
Tanggal: 11 1 JUL 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan



(Dr. Ir. M. Firdaus, MP.)
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal: 11 1 JUL 2018



LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK CAIR
TERHADAP KELIMPAHAN BAKTERI DALAM
BUDIDAYA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)
DENGAN SISTEM AKUAPONIK**

Nama Mahasiswa : ZAKIYATUL FAIZA

NIM : 145080501111015

Program Studi : Budidaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Dr. Ir. M. Fadjar, M.Sc

Pembimbing 2 : Seto Sugianto P.R, S.T, MT

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:

Dosen Penguji 1 : Prof. Ir. Marsoedi, Ph.D

Dosen Penguji 2 : Nasrullah Bai Arifin, S.Pi, M.Sc

Tanggal Ujian : Kamis, 07 Juni 2018

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

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

Malang, Juni 2018

Mahasiswa

Zakiyatul Faiza



RIWAYAT HIDUP



Zakiyatul Faiza adalah nama penulis skripsi ini. Penulis lahir dari orang tua Abdul Choliq dan Tosiah sebagai anak ke-3 dari 3 bersaudara. Penulis dilahirkan di Gresik pada tanggal 27 November 1995. Penulis menempuh pendidikan dimulai dari MI Minu Lumpur Gresik lulus tahun 2008, melanjutkan ke SMP Negeri 4 Gresik lulus tahun 2011 kemudian melanjutkan

ke SMA Nahdlatul Ulama I Gresik lulus tahun 2014 dan melanjutkan kuliah di Universitas Brawijaya Malang hingga akhirnya bisa menempuh kuliah Strata 1 di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Program Studi Budidaya Perairan.

Dengan ketekunan, motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis telah berhasil menyelesaikan pengerjaan skripsi ini. Semoga dengan penulisan skripsi ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya skripsi yang berjudul **“Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Terhadap Kelimpahan Bakteri dalam Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Sistem Akuaponik”**.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan puja dan puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karuniaNya sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Tidak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ir. M. Fadjar, M.Sc selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan saran, bimbingan, arahan dan nasehat bagi saya.
2. Seto Sugianto P.R, S.T, MT selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran dan waktu bagi saya.
3. Kedua orang tua tercinta dan Keluarga besar, yang selalu memberikan doa, semangat dan kasih sayang, serta kerja kerasnya yang menjadikan sebuah motivasi.
4. Tim Skripsi (Mely, Febi dan Tesa) yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.
5. Keluarga baruku di Malang (Dear Linda, Bella Foresy, Eka Wahyuni, Chryshanty, Aninditya, Ricky Samsu, Septian, Anindito, Rio, Bintang, Teezar, Alam, Hilcham, Rizal, Bobby) yang telah memberi dukungan, semangat dan hiburan.
6. Sahabat – sahabatku tercinta Agityadini Vebyanti, Shinta Lutfiati, Mitha Mubashita dan Citra Ramayanti yang telah memberikan semangat dan kasih sayang.
7. Teman – teman Aquaforce 2014 atas semangat dan dukungan yang telah diberikan.

Malang, Juni 2018

Penulis

PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK CAIR TERHADAP KELIMPAHAN BAKTERI DALAM BUDIDAYA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DENGAN SISTEM AKUAPONIK

Zakiyatul Faiza¹, M. Fadjar² dan Seto Sugiato Prabowo Raharjo²

- 1) Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya
- 2) Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya

Jl. Veteran No.16, Ketawanggede, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65145

ABSTRAK

Prinsip dasar yang bermanfaat bagi budidaya perairan adalah sisa pakan dan kotoran ikan yang berpotensi memperburuk kualitas air, akan dimanfaatkan sebagai pupuk bagi tanaman. Pemanfaatan tersebut melalui sistem resirkulasi air kolam yang disalurkan ke media tanaman, yang secara mutualistik juga menyaring air tersebut sehingga saat kembali ke kolam menjadi bersih dari amonia dan mempunyai kondisi yang layak untuk budidaya ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis pupuk organik cair yang berbeda terhadap kelimpahan bakteri dengan pemeliharaan sistem akuaponik. Metode dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Penelitian ini menggunakan perlakuan K (kontrol), A(0,275 ml/L), B (0,550 ml/L), C (0,875 ml/L). Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu pertambahan total koloni bakteri tertinggi pada perlakuan C dengan dosis pupuk cair 0,825 ml/l dengan rerata pertambahan koloni bakteri sebesar 6.841 ± 0.005 CFU/ml.

Kata kunci : Akuaponik, Pupuk organik cair, Selada, Ikan Nila

THE EFFECT OF GIVING ORGANIC LIQUID FERTILIZERS OF BACTERIA IN AQUACULTURE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) WITH AQUAPONIC SYSTEM

Zakiyatul Faiza¹, M. Fadjar² dan Seto Sugiato Prabowo Raharjo²

- 1) Student of Fisheries and Marine Science Faculty, Brawijaya University
- 2) Lecture of Fisheries and Marine Science Faculty, Brawijaya University

Jl. Veteran No.16, Ketawanggede, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65145

ABSTRACT

The basic principle is beneficial for aquaculture is residual feed and fish feces that could potentially worsen the quality of water, will be used as fertilizer for aquatic plants. The utilization through the pool water recirculation system which is distributed to the media plants, which are in mutualism also filter the water so that when she returned to the pool to be clean of ammonia (NH₃) and have a more decent conditions for fish. This study aims to determine the effect of giving organic liquid fertilizers of bacteria in aquaculture tilapia (*Oreochromis niloticus*) with aquaponics system. The method of the research is Completely Randomized Design which consist of 4 treatments with 3 repetitions. This research used the treatment are K (Control), A (0,275 ml/L), B (0,550 ml/L), C (0,875 ml/L). The results was obtained from this research that gain the highest total bacterial colonies in treatment C at a dose of liquid fertilizer 0.825 ml / L with a mean increase in total bacterial colony of 6.841 ± 0.005 CFU/ml.

Keyword : Aquaponic system, organic liquid fertilizer, Lettuce, Tilapia

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Mu penulis dapat menyajikan Laporan Penelitian Skripsi yang berjudul Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Terhadap Kelimpahan Bakteri dalam Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Sistem Akuaponik .

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program Strata-1 di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang. Diharapkan skripsi ini berguna bagi pihak yang membutuhkan sebagai suatu referensi terutama pada Kelimpahan Bakteri Pada Budidaya Ikan Nila (*O. niloticus*) dengan Sistem Akuaponik

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna dan memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan skripsi ini agar tulisan ini bisa bermanfaat bagi segenap pihak yang membutuhkan.

Malang, Juni 2018

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Hipotesis	5
1.5 Tempat dan Waktu Penelitian.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Biologi Ikan Nila Merah (<i>Oreochromis niloticus</i>)	6
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi.....	6
2.1.2 Habitat dan Penyebaran	7
2.2 Tanaman Selada (<i>Lactuca sativa</i>)	8
2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi.....	8
2.2.2 Habitat dan Penyebaran	10
2.3 Sistem Akuaponik.....	11
2.4 Pupuk Organik Cair	12
2.5 Sistem Resirkulasi	12
2.6 Bakteri.....	13
2.7 Syarat-Syarat Pemilihan Jenis Ikan	15
2.8 Syarat-Syarat Pemilihan Jenis Tanaman.....	16
2.9 Padat Tebar Tanaman.....	16
2.10 Kualitas Air.....	17
2.10.1 Suhu.....	17
2.10.2 Oksigen Terlarut (DO)	18
2.10.3 Derajat Keasaman (pH).....	18
2.10.4 Padatan Terlarut.....	19
2.11 Anova.....	20
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	21
3.1 Materi Penelitian.....	21
3.1.1 Alat Penelitian	21

3.1.2 Bahan Penelitian	21
3.2 Metode Penelitian.....	21
3.3 Rancangan Penelitian	22
3.4 Prosedur Penelitian	24
3.4.1 Persiapan Penelitian.....	24
3.4.2 Pengambilan Sampel Bakteri pada Media Akuaponik.....	26
3.4.3 Sterilisasi	26
3.4.4 Pembuatan Larutan Na Fisiologis	27
3.4.5 Pembuatan Media Tumbuh Bakteri	27
3.4.6 Pengenceran	28
3.4.7 Penanaman Bakteri	29
3.4.8 Isolasi Bakteri	29
3.5 Parameter Uji	30
3.5.1 Parameter Utama	30
3.5.2 Parameter Penunjang.....	34
3.6 Analisis Data	36
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Hasil Pengamatan dan Perhitungan Kelimpahan Bakteri	37
4.1.1 Pertumbuhan Koloni Bakteri	37
4.1.2 Identifikasi Bakteri	41
4.2 Perbandingan Jenis Bakteri pada Penelitian yang Menggunakan Pupuk dan Tidak Menggunakan Pupuk	52
4.3 Hasil Pengamatan Parameter Kualitas Air	52
4.3.1 Suhu.....	52
4.3.2 Derajat Keasaman (pH)	53
4.3.3 Oksigen Terlarut (DO)	54
4.3.4 Padatan Terlarut.....	55
4.4 Hasil Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Selada	57
4.4.1 Tinggi Tanaman Selada.....	57
4.4.2 Jumlah Daun Tanaman Selada	59
5. KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62
LAMPIRAN.....	69

DAFTAR GAMBAR

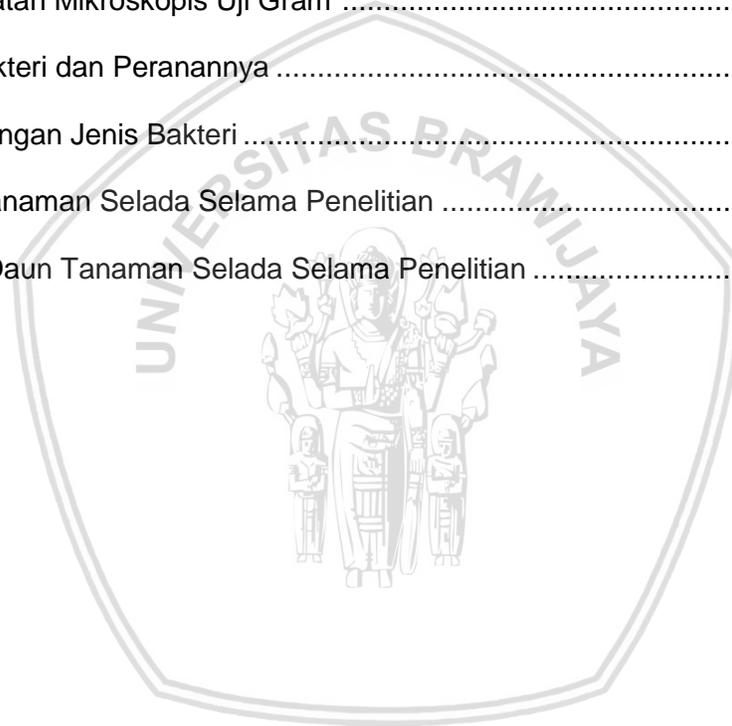
Gambar	Halaman
1. Ikan Nila (<i>O. niloticus</i>).....	7
2. Tanaman Selada (<i>L. sativa</i>).....	9
3. Denah Percobaan.....	24
4. Grafik Hubungan antara Perbedaan Dosis Pupuk terhadap Total Koloni Bakteri.....	39
5. Bakteri <i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	45
6. Bakteri <i>Chryseobacterium meningosepticum</i>	46
7. Bakteri <i>Brevundimonas diminuta</i>	46
8. Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	47
9. Bakteri <i>Pseudomonas fluorescens</i>	48
10. Bakteri <i>Pseudomonas shigelloides</i>	49
11. Bakteri <i>Bacillus mycoides</i>	50
12. Bakteri <i>Citrobacter freundii</i>	50
13. Bakteri <i>Klesiella</i> spp.....	51
14. Grafik Rerata Hasil Suhu Pagi dan Sore.....	53
15. Grafik Rerata Hasil Derajat Keasaman (pH) Pagi dan Sore.....	54
16. Grafik Rerata Hasil Oksigen Terlarut (DO) Pagi dan Sore.....	55
17. Grafik Rerata Padatan Terlarut di Media air Tanaman.....	56
18. Grafik Rerata Padatan Terlarut di Media Air Ikan.....	56
19. Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman Selada (<i>L. sativa</i>).....	57
20. Tanaman Selada (<i>L. sativa</i>).....	58
21. Grafik Pertambahan Jumlah Daun Tanaman Selada (<i>L. sativa</i>).....	59

22. Tanaman Selada (*L. sativa*) 60



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Perhitungan Rerata Total Koloni Bakteri.....	37
2. Uji Sidik Ragam Pertumbuhan Koloni Bakteri	38
3. Data Uji BNT Pertumbuhan Koloni Bakteri.....	38
4. Pengamatan Makroskopis	41
5. Pengamatan Mikroskopis Uji Gram	43
6. Jenis Bakteri dan Peranannya	51
7. Perbandingan Jenis Bakteri	52
8. Tinggi Tanaman Selada Selama Penelitian	57
9. Jumlah Daun Tanaman Selada Selama Penelitian	59



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat-Alat Penelitian	69
2. Bahan-Bahan Penelitian	72
3. Data Pertumbuhan Bakteri pada Media Budidaya Ikan Nila dengan Sistem Akuaponik	73
4. Hasil Penanaman dan Identifikasi Bakteri	79
5. Data Pengamatan Kualitas Air Selama Penelitian.....	85



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan akuakultur atau budidaya merupakan kegiatan terencana pemeliharaan sumber daya hayati yang dilakukan pada suatu areal lahan untuk diambil manfaat atau hasil panennya. Budidaya perikanan adalah usaha pemeliharaan dan pengembangbiakan ikan atau organisme air lainnya. Perikanan budidaya air tawar ialah perikanan yang terdapat di sawah, sungai, danau, kolam dan rawa. Air sebagai media kehidupan ikan, jadi sebagai media keberadaan, air sangat mutlak diperlukan. Jumlah dan kualitas air harus selalu menjadi perhatian agar usaha budidaya ikan air tawar bisa menjadi optimal. Sistem budidaya yang dapat menghemat penggunaan lahan dan meningkatkan efisiensi pemanfaatan hara dari sisa pakan serta metabolisme ikan yaitu budidaya ikan sistem akuaponik (Mulqan, *et al.*, 2017).

Teknologi akuaponik merupakan gabungan teknologi akuakultur dengan teknologi hidroponik dalam satu sistem untuk mengoptimalkan fungsi air dan ruang sebagai media pemeliharaan. Teknologi tersebut telah dilakukan di negara-negara maju, khususnya yang memiliki keterbatasan lahan untuk mengoptimalkan produktifitas biota perairan. 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. Pemanfaatan tersebut melalui sistem resirkulasi air kolam yang disalurkan ke media tanaman, yang secara mutualistis juga menyaring air tersebut sehingga saat kembali ke kolam menjadi bersih dari ammonia dan mempunyai kondisi yang lebih layak untuk budidaya ikan (Nugroho, *et al.*, 2012).

Ikan nila merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang populer di kalangan masyarakat. Oleh karena kepopulerannya itu membuat ikan nila memiliki prospek usaha yang cukup menjanjikan. Apabila ditinjau dari segi pertumbuhan, ikan nila merupakan jenis ikan yang memiliki laju pertumbuhan yang cepat dan dapat mencapai bobot tubuh yang jauh lebih besar dengan tingkat produktivitas yang cukup tinggi. Faktor lain yang memegang peranan penting atas prospek ikan nila adalah rasa dagingnya yang khas, warna dagingnya yang putih bersih dan tidak berduri dengan kandungan gizi yang cukup tinggi, sehingga sering dijadikan sebagai sumber protein yang murah dan mudah didapat, serta memiliki harga jual yang terjangkau oleh masyarakat (Aliyas, *et al.*, 2016). Ikan nila (*O. niloticus*) merupakan salah satu komoditas perikanan yang digemari masyarakat dalam memenuhi kebutuhan protein hewani karena memiliki daging yang tebal serta rasa yang enak. Ikan nila juga merupakan ikan yang potensial untuk dibudidayakan karena mampu beradaptasi pada kondisi lingkungan dengan kisaran salinitas yang luas (Mulyani, *et al.*, 2014).

Bakteri merupakan mikroorganisme yang berperan penting bagi perairan. Namun disisi lain, bakteri dapat menyebabkan penyakit yang dapat merugikan dalam program budidaya dan dapat menjadi indikator pencemaran kualitas air. Salah satu parameter penunjang keberhasilan budidaya air laut maupun budidaya air tawar adalah kondisi bakteriologis di dalam perairan budidaya tersebut (Sutiknowati, 2014). Keberadaan bakteri pada ekosistem perairan memiliki peran aktif sebagai dekomposer dalam proses mineralisasi bahan-bahan organik. Bahan-bahan organik total secara alamiah berasal dari perairan itu sendiri melalui proses-proses penguraian pelapukan ataupun dekomposisi tumbuh-tumbuhan, sisa-sisa organisme mati dan buangan limbah baik limbah daratan seperti domestik, industri,

pertanian, dan limbah peternakan ataupun sisa pakan yang dengan adanya bakteri terurai menjadi zat hara. Hasil mineralisasi dari proses tersebut adalah unsur-unsur hara yang esensial, merupakan sumber nutrisi bagi berbagai organisme laut yang sesuai dalam trofik levelnya. Oleh sebab itu, keterkaitan bakteri didalam ekosistem perairan laut terutama dalam penyedia unsur hara dapat digunakan sebagai indikator kesuburan perairan (Kristiawan, 2014).

Selada mempunyai nilai ekonomis yang sangat tinggi setelah kubis krob, kubis bunga dan brokoli. Tanaman selada mengandung mineral, vitamin, antioksidan, potassium, zat besi, folat, karoten, vitamin C dan vitamin E. Tanaman selada (*L. sativa*) merupakan tanaman yang dipanen daunnya sehingga membutuhkan unsur nitrogen yang sesuai, sehingga fase vegetatif dari tanaman tersebut dapat dirangsang untuk lebih dominan. Pada produk sayuran, parameter luas daun dapat menggambarkan kualitas dari sayuran. Semakin besar luas daun maka semakin berkualitas suatu tanaman dan semakin tinggi nilai jualnya (Manuhuttu, *et al.*, 2014).

Pupuk organik adalah pupuk yang terbuat dari bahan-bahan organik seperti sisa-sisa sayuran, kotoran ternak dan sebagainya dan juga berasal dari makhluk hidup yang telah mati. Pembusukan dari bahan-bahan organik dan makhluk hidup yang telah mati menyebabkan perubahan sifat fisik dari bentuk sebelumnya. Berdasarkan bentuknya, pupuk organik dibedakan menjadi dua, yaitu: pupuk cair dan pupuk padat. Pupuk organik cair adalah pupuk yang kandungan bahan kimianya dapat memberikan hara yang sesuai dengan kebutuhan tanaman pada tanah. Pupuk organik cair berasal dari penguraian bahan organik seperti daun tanaman dan kotoran hewan. Pupuk organik cair memiliki kelebihan antara lain mengandung dan mampu menyediakan unsur hara lengkap yang dibutuhkan oleh tanaman untuk tumbuh, memperbaiki kehidupan mikroorganisme dalam tanah, pembagiannya dapat

lebih merata dan mudah digunakan. Keunggulan dari pupuk organik cair adalah dapat menyehatkan lingkungan, revitalisasi produktivitas, menekan biaya, dan meningkatkan kualitas produk (Moi, *et al.*, 2015). Sehingga perlu dikaji tentang pemberian pupuk organik cair untuk pertumbuhan bakteri.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam sistem budidaya akuaponik dengan memadukan dua spesimen ikan nila dan tanaman selada diharuskan terjadi keseimbangan dalam sistem pemeliharannya. Tentunya dalam usaha pemeliharaan dengan sistem akuaponik akan memacu aktifitas pertumbuhan mikrobiologi salah satunya bakteri. Proses perombakan amonia yang terkandung dalam perairan tidak akan terjadi apabila tidak dibantu oleh mikroorganisme yang memberikan kontribusi dalam proses nitrifikasi. Sehingga dapat diperkirakan pertumbuhan bakteri dan besar kelimpahan bakteri pada media budidaya ikan Nila (*O. niloticus*) menggunakan sistem akuaponik dengan perbedaan penggunaan pupuk organik cair dengan konsentrasi yang berbeda .

1.3 Tujuan

Tujuan dari melakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk organik cair dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kelimpahan bakteri serta mengetahui jenis bakteri yang berperan aktif pada media budidaya ikan nila (*O. niloticus*) yang nantinya didapati tingkatan maksimal pertumbuhan dengan pemeliharaan sistem akuaponik.

1.4 Hipotesis

H_0 : Diduga bahwa pemberian pupuk organik cair dengan konsentrasi yang berbeda tidak berpengaruh terhadap kelimpahan bakteri pada media budidaya ikan nila (*O. niloticus*) dengan pemeliharaan sistem akuaponik.

H_1 : Diduga bahwa pemberian pupuk organik cair dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh terhadap kelimpahan bakteri pada media budidaya ikan nila merah (*O. niloticus*) dengan pemeliharaan sistem akuaponik.

1.5 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Budidaya Ikan Divisi Reproduksi ikan, Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan Divisi Keamanan Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Laboratorium Penguji UPT Pengembangan Budidaya Air Payau Bangil Jawa Timur dan BKIPM Surabaya II pada bulan Maret - April 2018.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Nila (*O. niloticus*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Nila (*O. niloticus*)

Klasifikasi dari ikan nila menurut Kordi (2013) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Osteichthyes
Divisi	: Halecostomi
Ordo	: Perciformes
Famili	: Cichlidae
Genus	: Oreochromis
Spesies	: <i>O. niloticus</i>

Bentuk tubuh ikan nila yaitu panjang dan ramping dengan mempunyai sisik yang berukuran besar. Matanya besar, menonjol dan bagian tepinya berwarna putih. Gurat sisi (*linea lateralis*) terputus dibagian tengah badan kemudian berlanjut, tetapi letaknya lebih ke bawah. Jumlah sisik pada gurat sisi jumlahnya 34 buah. Perbedaan antara ikan nila (*O. niloticus*) dan mujair (*O. mossambicus*) yakni bisa dilihat dari perbandingan antara kecenderungan perbandingan panjang total dan tinggi badan. Perbandingan ukuran tubuh ikan nila adalah 3 : 1 dan ikan mujair 2 : 1. Selain itu, secara kasat mata terlihat adanya pola garis vertikal yang sangat jelas di sirip ekor dan sirip punggung. Ikan nila memiliki lima buah sirip, yakni sirip punggung, sirip dada, sirip perut, sirip anus dan sirip ekor. Sirip punggungnya memanjang dari bagian atas tutup insang hingga bagian atas sirip ekor. Ada sepasang sirip dada dan sirip perut yang berukuran kecil. Sirip anus hanya satu buah dan berbentuk agak

memanjang. Sementara itu, sirip ekornya berbentuk bulat dan hanya berjumlah satu buah (Khairuman dan Amri, 2013).



Gambar 1. Ikan Nila (*O. niloticus*) (Dokumentasi Pribadi)

2.1.2 Habitat dan Penyebaran Ikan Nila (*O. niloticus*)

Ikan nila hidup di perairan tawar, seperti kolam, sawah, sungai, danau, waduk, rawa, situ dan genangan air lainnya. Disamping itu ikan nila dapat beradaptasi di perairan payau dan perairan laut, terutama dengan teknik adaptasi bertahap. Ikan nila memiliki toleransi tinggi terhadap perubahan lingkungan hidup. Lingkungan tumbuh (habitat) yang paling ideal untuk usaha budidaya ikan nila adalah perairan tawar yang memiliki suhu antara 14-38°C atau suhu optimal 25-30°C. Keadaan pH air antara 5-11 dapat ditoleransi oleh ikan nila, tetapi pH optimal untuk perkembangbiakan dan pertumbuhan ikan nila adalah 7-8. Ikan nila masih dapat tumbuh dalam keadaan air asin pada kadar salinitas 0-35 permil. Ikan nila jantan memiliki toleransi lebih tinggi terhadap salinitas daripada ikan nila betina. Ikan yang berukuran kecil relatif lebih cepat menyesuaikan diri terhadap kenaikan salinitas daripada ukuran yang lebih besar (Rukmana, 1997).

Awal mula ikan nila diketahui berasal dari perairan tawar di daerah Afrika dan beberapa literatur menyebutkan ikan ini berasal dari sungai Nil di Uganda. Kecenderungan karakteristik benua asia yang mirip dengan kondisi tempat asalnya menjadikan Nila mudah beradaptasi dan berkembang biak, sehingga saat ini mudah sekali menjumpai ikan ini. Ikan ini memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi, takjarang keberadaan ikan ini lebih mendominasi ketimbang ikan endemic yang ada di Indonesia. Kemudian ikan nila bermigrasi ke daerah selatan melewati danau Raft dan Tanganyika. Yang kemudian akhirnya menyebar luas ke benua Amerika, Eropa dan Asia. Di kawasan Asia, daerah penyebaran ikan nila mulanya berpusat di beberapa negara seperti Filipina dan Cina. Dalam perkembangan selanjutnya, ikan ini meluas dibudidayakan di berbagai daerah antara lain Taiwan, Thailand, Vietnam, bangladesh dan Indonesia (Rukmana, 1997).

2.2 Tanaman Selada (*Lactuca sativa*)

1.2.1 Klasifikasi dan Morfologi Selada (*L. sativa*)

Klasifikasi selada menurut Haryanto, et al. (2007) adalah sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta

Sub divisi : Angiospermae

Class : Dicotyledonae

Ordo : Asterales

Famili : Asteraceae

Genus : *Lactuca*

Spesies : *L. sativa*

Selada termasuk tanaman setahun atau semusim yang banyak mengandung air. Batangnya pendek berbuku-buku, tempat kedudukan daun. Daun-daun selada

berbentuk bulat panjang, mencapai ukuran 25 cm dan lebarnya mencapai 15 cm atau lebih. Sistem perakaran selada adalah akar tunggang dan cabang-cabang akar yang menyebar ke semua arah pada kedalaman antara 5-50 cm. di daerah yang beriklim sedang (sub tropis) tanaman selada mudah berbunga. Bunganya berwarna kuning, terletak pada rangkaian yang lebat dan tangkai bunganya dapat mencapai ketinggian 90 cm. Bunga ini menghasilkan buah berbentuk polong yang berisi biji. Biji selada berbentuk pipih, berukuran kecil-kecil, serta berbulu tajam (Rukmana, 1997).

Penyerapan air pada selada tergantung pada media hidupnya. Air yang diberikan pada media tanam dalam pori-pori media tanam sehingga seberapa besar air yang dapat ditahan media tanam tergantung pada distribusi ukuran pori media tanam. Penyerapan air ditentukan oleh kondisi akar pada media tanam yang memiliki kemampuan untuk menahan air dan aerasi yang baik untuk pertumbuhan panjang daun pada tanaman selad (Mechram, 2006). Penyerapan pupuk organik cair oleh akar tanaman selada sebanyak 10% yakni unsur hara N sebanyak 5,16%, P sebanyak 1,35% dan K 3,49% (Neoriky, *et al*, 2017).



Gambar 2. Tanaman Selada (*L. sativa*) (Haryanto, 2007)

1.2.2 Habitat dan Penyebaran Tanaman Selada (*L. sativa*)

Daerah yang cocok untuk penanaman selada pada ketinggian sekitar 500-2.000 mdpl dan suhu rata-rata 15-20 °C. Di dataran rendah selada juga bisa tumbuh tapi pertumbuhannya kurang baik. Tanaman selada tidak tahan bila terlalu banyak hujan, kelembaban terlalu tinggi dan tergenang air. Dalam kondisi seperti itu, tanaman lebih mudah terserang penyakit. Waktu tanam yang paling cocok pada waktu musim kemarau dengan penyiraman yang cukup. Selada memerlukan sinar matahari yang cukup dan tempat yang terbuka. Tanaman selada dapat ditanam pada berbagai macam tanah. Namun, pertumbuhan yang baik akan diperoleh bila ditanam pada tanah liat berpasir yang cukup mengandung bahan organik, gembur, reman dan tidak mudah tergenang air. Selada tumbuh baik dengan pH tanah 6,0-6,8 atau optimalnya 6,5. Bila pH terlalu rendah perlu dilakukan pengapuran (Pracaya, 2007).

Selada *L. sativa* merupakan tanaman daerah beriklim tropis maupun sedang. Jenis tanaman ini tumbuh asli di bagian Timur Laut Tengah. Dalam bahasa romawi, "lac" yang terselip di kata "*lactuca*" berarti susu, mengacu pada cairan putih yang keluar ketika batang dibelah. "*Sativa*" berarti dibudidayakan. Sebelumnya, tanaman yang dijuluki lettuce itu hanya tanaman liar. Dalam sejarahnya menyebutkan selada daun tanpa krop telah ditanam pada zaman Mesir Kuno sejak 4500 SM. Biji dan daunnya menjadi komoditas penting sebagai bahan pangan dan penghasil minyak. Hingga pada 1543, Amerika Utara mulai merajai pasar lettuce dunia. Penyebaran tanaman anggota famili *Asteraceae* itu ke berbagai negara mulai meruntukan dominasi Amerika Utara dan Eropa (Syariefa, *et al.*, 2014).

2.3 Sistem Akuaponik

Sistem akuaponik mempunyai prinsip memanfaatkan secara terus menerus air dari pemeliharaan ikan ke tanaman dan sebaliknya dari tanaman ke kolam ikan. Inti dasar dari sistem teknologi ini adalah penyediaan air yang optimum untuk masing-masing komoditas dengan memanfaatkan sistem resirkulasi. Sistem teknologi akuaponik ini muncul sebagai jawaban atas adanya permasalahan semakin sulitnya mendapatkan sumber air yang sesuai untuk budidaya ikan, khususnya di lahan yang sempit, sehingga akuaponik merupakan salah satu teknologi hemat lahan dan air yang dapat dikombinasikan dengan berbagai tanaman sayuran. Sistem akuaponik tidak dapat dilepaskan dengan proses daur nitrogen dan nitrifikasi dalam media perairan budidaya. Nitrogen didalam perairan dapat berupa nitrogen organik dan nitrogen anorganik. Nitrogen anorganik dapat berupa ammonia (NH_3), ammonium ($\text{NH}_4^{(+)}$), Nitrit (NO_2), Nitrat (NO_3) dan molekul Nitrogen (N_2) dalam bentuk gas. Sedangkan nitrogen organik adalah nitrogen yang berasal bahan berupa protein, asam amino dan urea. Bahan organik yang berasal dari sisa pakan dan feses ikan akan mengalami pembusukan mineral yang terlepas dan utama adalah garam-garam nitrogen (berasal dari asam amino penyusun protein) (Nugroho, *et al.*, 2012).

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. Pada kegiatan budidaya dengan sistem tanpa pergantian air, bakteri memiliki peranan penting dalam menghilangkan partikel amonia (NH_3) melalui proses nitrifikasi. Amonia ($\text{NH}_4^{(+)}$) bersifat non toksik, tetapi yang berbentuk tak terionisasi (NH_3) bersifat sangat toksik (Dauhan, *et al.*, 2014).

2.4 Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair adalah pupuk yang dapat memberikan hara yang sesuai dengan kebutuhan tanaman, karena bentuknya yang cair, jika terjadi kelebihan kapasitas pupuk dengan sendirinya tanaman akan mudah mengatur penyerapan komposisi pupuk yang dibutuhkan. Penggunaan pupuk cair memiliki beberapa keuntungan yaitu pengaplikasian lebih mudah, unsur hara yang terdapat di dalam pupuk organik cair mudah diserap tanaman dan mengandung mikroorganisme yang jarang terdapat pada pupuk organik padat. Kelebihan dari pupuk organik ini adalah dapat secara cepat mengatasi defisiensi hara, tidak masalah dalam pencucian hara dan mampu menyediakan hara secara cepat (Masluki, *et al.*, 2016).

Pupuk organik cair mempunyai beberapa kelebihan dibanding pupuk anorganik. Pupuk organik dapat menyuburkan perairan tetapi unsur haranya rendah, pupuk anorganik unsur haranya tinggi tetapi mudah tercuci sehingga berpotensi mencemari lingkungan sedang pupuk organik cair mempunyai kandungan keseimbangan unsur makro dan unsur mikro yang diperlukan untuk tumbuhnya plankton. Pupuk organik cair ini mengandung unsur makro dan unsur mikro yang berfungsi sebagai nutrisi untuk tumbuhnya plankton dan meningkatkan produksi (Prihatini, 2014).

2.5 Sistem Resirkulasi

Air sebagai media hidup ikan nila harus memenuhi persyaratan kuantitas dan kualitas. Suplai air yang cukup belum menjamin keberhasilan bila pengelolaan kualitas air selama pemeliharaan tidak memadai. Apalagi saat ini sumber air sebagai media hidup ikan sudah banyak tercemar, sehingga ketersediaan air bersih sangat terbatas. Terjaminnya mutu air yang memenuhi syarat bagi kehidupan dan pertumbuhan ikan nila selama pemeliharaan merupakan salah satu faktor

keberhasilan dalam budi daya perikanan. Resirkulasi (perputaran) air dalam pemeliharaan ikan sangat berfungsi untuk membantu keseimbangan biologis dalam air, menjaga kestabilan suhu, membantu distribusi oksigen serta menjaga akumulasi atau mengumpulkan hasil metabolit beracun sehingga kadar atau daya racun dapat ditekan. Tingginya persentase kelulushidupan karena pengaruh sistem resirkulasi dengan filter yang berbeda terhadap kelulushidupan ikan nila. Sistem resirkulasi dapat memperbaiki kualitas air di dalam media pemeliharaan yang sangat berpengaruh bagi kehidupan ikan nila, selain kualitas air ada faktor lain yang menunjang kelulushidupan seperti pemberian pakan yang cukup. Ikan nila termasuk ikan yang mudah beradaptasi dengan lingkungan (Mulyani, *et al.*, 2014).

Sistem resirkulasi akuakultur RAS (*Recirculation Aquaculture System*) merupakan sistem yang memanfaatkan ulang air yang telah digunakan dengan meresirkulasinya melewati sebuah filter, sehingga sistem ini bersifat hemat air. Filter di dalam sistem ini berfungsi mekanis untuk menjernihkan air dan berfungsi biologis untuk menetralisasi senyawa amonia yang toksik menjadi senyawa nitrat yang kurang toksik dalam suatu proses yang disebut nitrifikasi. Berhasil tidaknya budidaya ikan di dalam sistem resirkulasi sangat ditentukan oleh baik tidaknya fungsi nitrifikasi di dalam sistem tersebut (Samsundari dan Wirawan, 2013).

2.6 Bakteri

Bakteri adalah mikroorganisme yang bersel satu yang berkembangbiak dengan cara membelah diri dan hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Susunan sel bakteri terdiri dari dinding luar sitoplasma dan bahan inti. Dinding luar terdiri dari tiga lapis, dari luar ke dalam berturut-turut yaitu lapisan lendir, dinding sel, dan membran sitoplasma. Dinding sel dapat terdiri atas bermacam-macam bahan

organik seperti selulosa, hemiselulosa, khitin (karbohidrat yang mengandung unsur N). Berdasarkan morfologinya bakteri dapat dibedakan menjadi tiga bentuk yaitu bentuk bulat atau kokus, bentuk batang atau basil dan bentuk spiral. Berdasarkan komposisi dinding sel serta sifat pewarnaannya bakteri dibedakan menjadi dua kelompok yaitu bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Bakteri merupakan organisme prokariotik bersel tunggal (uniseluler) yang tidak memiliki selubung inti, umumnya mempunyai ukuran sel $(0,5 - 1,0) \mu\text{m} \times (2,0 - 5,0) \mu\text{m}$, dan terdiri dari tiga bentuk dasar yaitu bentuk bulat atau kokus, batang atau basil, dan spiral. Pada umumnya tidak memiliki klorofil namun ada diantaranya yang berklorofil sehingga mampu berfotosintesis, salah satunya yaitu *cyanobacter*. Bakteri dapat melakukan reproduksinya secara aseksual atau tanpa membutuhkan pasangan dengan cara pembelahan biner (Dwijoseputro, 1987).

Bakteri sebagai dekomposer bahan-bahan organik sangat berperan aktif untuk menyediakan zat-zat hara di perairan seperti bahan-bahan organik. Oleh sebab itu, kandungan total bakteri di sebuah perairan terutama dalam penyedia unsur hara dapat digunakan sebagai indikator kesuburan perairan. Aktivitas bakteri dalam siklus unsur hara adalah suatu hal yang tidak bisa dipisahkan. Aktivitas bakteri tersebut tergantung pada ketersediaan karbon-karbon yang dioksidasi. Bakteri pengurai sebagai agen utama dalam dekomposisi pada daerah aliran sungai atau muara keberadaannya belum begitu banyak diteliti. Pemahaman yang baik dari keberadaan bakteri pengurai merupakan suatu hal yang bersifat eksplorasi untuk menemukan fungsi dan manfaatnya, sehingga dapat dijadikan informasi yang penting dalam pengelolaan daerah aliran sungai atau muara yang berhubungan dengan konsentrasi bahan organik total. Bakteri merupakan pemeran utama dalam dekomposisi bahan organik serta siklus daur ulang unsur kimia seperti karbon dan

nitrogen yang diperlukan bagi kehidupan makhluk hidup. kehadiran bakteri berperan aktif sebagai dekomposer dari material-material organik menjadi unsur-unsur mineral yang essensial. Hasil dari proses mineralisasi tersebut merupakan sumber nutrisi bagi organisme laut sesuai dalam tropik levelnya di dalam ekosistem perairan laut. Jumlah produktivitas bakteri non-patogen yang tinggi mengindikasikan produktivitas perairan tersebut di kategorikan subur (Kristiawan, *et al.*, 2014).

2.7 Syarat-Syarat Pemilihan Jenis Ikan

Pemilihan jenis ikan yang akan dipelihara merupakan salah satu hal yang perlu dilakukan dengan tepat agar usaha pemeliharaan ikan dalam teknologi akuaponik dapat berhasil. Beberapa jenis komoditas ikan air tawar umumnya dapat dipelihara adalah ikan nila, patin, gurame, tawes, mujair, mas, lele dan ikan hias. Pada umumnya jenis-jenis ikan tersebut tidak memerlukan pemeliharaan yang relatif rumit. Yang penting adalah air yang berkualitas baik, tersedia pakan yang cukup dan kondisi benih sehat (Nugroho dan Sutrisno, 2008).

Di antara jenis ikan budidaya perairan tawar, ikan nila merupakan salah satu komoditas andalan yang dapat dikembangkan untuk pasar dalam negeri maupun ekspor. Jenis ikan ini bahkan dapat dipelihara di perairan payau. Ikan nila atau *tilapia* telah dijadikan salah satu komoditas unggulan yang masuk dalam program nasional. Keunggulan komparatif sifat biologi ikan nila yang menguntungkan untuk dibudidayakan adalah mudah dikembangbiakkan, pertumbuhannya cepat, pemakan segala bahan makanan, memiliki daya adaptif yang luas, dan toleransinya yang tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan (Rukmana, 2007)

2.8 Syarat-Syarat Pemilihan Jenis Tanaman

Keberhasilan penggunaan sistem akuaponik terutama dalam pemeliharaan tanaman adalah tergantung dari ketepatan pemilihan jenis tanaman. Tanaman yang umumnya memerlukan air secara terus menerus baik digunakan dalam sistem akuaponik. Tanaman dengan akar yang tidak terlalu kuat merupakan salah satu syarat untuk dipelihara dalam sistem akuaponik dengan menggunakan filter yang sederhana. Sementara tanaman dengan akar yang kuat dan mempunyai ukuran besar tidak dianjurkan untuk dipelihara karena dapat merusak bak filternya. Tanaman dengan nilai dan jumlah kebutuhan pasokan di pasar yang relatif tinggi juga merupakan salah satu pertimbangan dalam sistem akuaponik (Nugroho dan Sutrisno, 2008).

Tanaman yang dapat dibudidayakan secara akuaponik sebagian sayuran daun yang dapat tumbuh dengan baik antara lain selada, sawi, kangkung dan bayam. Sementara itu, tanaman sayuran buah juga bisa ditanam secara akuaponik seperti tomat dan cabai. Tanaman lain seperti kemangi, seledri dan selasih juga bisa ditanam secara akuaponik. Tanaman yang ditumbuhkan secara akuaponik dengan akar terendam air akan menyerap senyawa nitrogen yang dapat bersifat racun bagi ikan sehingga akar berfungsi sebagai penyaring. dari sistem akuaponik, air dibersihkan dan diaerasi sebelum kembali ke sistem akuakultur. Demikian siklus ini berlanjut terus-menerus dibantu oleh pompa air (Fathulloh dan Budiana, 2016).

2.9 Padat Tebar tanaman

Jarak tanam antar tanaman merupakan hal yang perlu diperhatikan jika digunakan wadah pemeliharaan berupa bak kayu. Jarak antar tanaman tergantung dari jenis tanamannya. Untuk selada jarak tanaman yang dianjurkan adalah 10 cm.

sedangkan untuk tanaman tomat, cabai dan terung sayur hendaknya jarak tanamannya berkisar 40 cm. jarak tanaman yang sesuai dengan jenis tanaman yang dibudidayakan akan membuat tanaman tumbuh dengan baik karena adanya ruang tumbuh yang memadai. Jika menggunakan wadah berupa pot atau ember maka jarak tanam sangat tergantung pada wadahnya. Umumnya setiap pot ditanami satu tanaman. Untuk jarak tanam setiap wadah dapat disesuaikan atau wadah dapat disusun agak rapat antara yang satu dengan lainnya (Nugroho dan Sutrisno, 2008).

Kerapatan yang tinggi terhadap jarak tanam menyebabkan tanaman selalu dalam kondisi fase kekurangan hara. Hal itu berakibat daya serap menjadi lebih tinggi daripada tanaman yang jaraknya tidak rapat. Perakaran dan kerapatan tumbuhan yang tinggi lebih baik dalam hal menyisihkan ataupun mengendapkan kontaminan. Dapat memberikan tempat yang lebih banyak untuk bakteri serta aktivitasnya dalam penyerapan. Tingkat kejenuhan penyerapan hara dapat dipengaruhi oleh jarak tanam dan umur tanaman, yaitu semakin rapat jarak tanaman akan mempercepat tingkat kejenuhan (Taufik, et al., 2015)

2.10 Kualitas Air

2.10.1 Suhu

Suhu diartikan sebagai parameter derajat panas dan dingin di suatu perairan. Suhu sangat berpengaruh terhadap organisme di perairan dengan perannya sebagai *controlling factor* bagi perairan. Kisaran suhu yang optimal bagi kehidupan ikan adalah 28-32°C. Kisaran suhu yang baik untuk budidaya ikan nila adalah 25-30°C (Karlyssa, et al., 2014).

Suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota akuatik. Kisaran suhu yang layak untuk mendukung kehidupan ikan nila yaitu suhu

pada pagi hari berkisar dari 24-25°C dan pada sore hari berkisar 30-31°C (Djunaedi, *et al.*, 2016). Suhu dapat mempengaruhi aktifitas kehidupan organisme seperti nafsu makan ikan. Jika suhu meningkat maka akan meningkatkan pengambilan makanan oleh ikan dan turunnya suhu menyebabkan proses pencernaan dan metabolisme akan berjalan lambat (Effendi, 2003).

2.10.2 Oksigen Terlarut (DO)

Kelarutan oksigen dalam air merupakan salah satu parameter yang dapat menentukan layak tidaknya sumber air dalam kegiatan pemeliharaan ikan nila. Secara umum, ikan nila dapat hidup dalam air dengan kandungan oksigen 0,3-0,5 mg/l. Walaupun demikian, untuk meningkatkan produktivitasnya, kandungan oksigen terlarut dalam air sebaiknya dijaga pada level diatas 5 mg/l. Hal itu karena pada level dibawah 1 mg/l dapat menyebabkan penurunan laju pertumbuhan (Carman dan Sucipto, 2013).

Oksigen sangat diperlukan untuk pernafasan dan metabolisme ikan dan jasad-jasad renik dalam air. Kandungan oksigen yang tidak mencukupi kebutuhan ikan dan biota lainnya dapat menyebabkan penurunan daya hidup ikan. Kandungan oksigen terlarut dalam air yang cocok untuk pertumbuhan ikan nila yaitu lebih dari 3 ppm. Pengaliran air yang baik dan permukaan kolam yang selalu terbuka dapat meningkatkan kadar oksigen dalam air (Cahyono, 2000).

2.10.3 Derajat Keasaman (pH)

Nila dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada lingkungan perairan dengan alkalinitas rendah atau netral. Pertumbuhannya mengalami penurunan pada lingkungan dengan pH rendah. Walaupun demikian, nila masih dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH 5-10. Batas pH yang mematikan adalah 11 atau lebih.

Sebaiknya pH air dipertahankan pada nilai netral atau pada kisaran 6,5–8,0 (Carman dan Sucipto, 2013).

Derajat keasaman (pH) air dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan. PH yang sangat rendah atau sangat asam dapat menyebabkan kematian ikan dengan gejala gerakannya tidak teratur, tutup insang bergerak sangat aktif dan berenang sangat cepat di permukaan air. Keadaan air yang sangat basa juga dapat menyebabkan pertumbuhan ikan terhambat. Kisaran pH yang cocok untuk budidaya ikan nila 7-8. Namun, ikan nila masih dapat hidup pada pH air antara 5-11. Perairan yang asam juga sangat berpengaruh terhadap nafsu makan ikan (Cahyono, 2000).

2.10.4 Padatan Terlarut (*Total Dissolved Solid*)

Total Dissolved Solid (TDS) atau padatan terlarut total adalah bahan-bahan terlarut dan koloid yang berupa senyawa kimia dan bahan-bahan lain, yang tidak tersaring pada kertas saring berdiameter 0,45 μm . Analisis kandungan *Total Suspended Solid* (TSS) ini bertujuan untuk mengetahui jumlah zat padat terlarut (TDS) di dalam sampel air limbah. Zat padat terlarut adalah zat padat yang lolos filter pada analisis zat padat terlarut dapat merupakan kelanjutan analisis zat padat tersuspensi. Pengukuran TDS ini menggunakan alat TDS meter, TDS meter ini akan menunjukkan jumlah TDS dalam part per million (ppm) atau sama dengan milligram per liter (mg/L) (Widayanti, *et al.*, 2012).

TDS mengandung berbagai zat terlarut (baik itu zat organik, anorganik, atau material lainnya) dengan diameter $< 10^{-3}$ μm yang terdapat pada sebuah larutan yang terlarut dalam air. Ion yang paling umum adalah kalsium, fosfat, nitrat, natrium, kalium, magnesium, bikarbonat, karbonat dan klorida. Bahan kimia dapat berupa kation, anion, molekul atau aglomerasi dari ribuan molekul. Sumber utama untuk TDS dalam perairan adalah limbah dari pertanian, limbah rumah tangga, dan

industri. Perubahan dalam konsentrasi TDS dapat berbahaya karena akan menyebabkan perubahan salinitas, perubahan komposisi ion-ion, dan toksisitas masing-masing ion. Perubahan salinitas dapat mengganggu keseimbangan biota air, biodiversitas, menimbulkan spesies yang kurang toleran, dan menyebabkan toksisitas yang tinggi pada tahapan hidup suatu organisme (Rinawati, *et al.*, 2016).

2.11 ANOVA (*Analysis of Variance*)

Analysis of Variance atau analisis variansi merupakan salah satu alat dalam ilmu statistika yang digunakan untuk menyelidiki hubungan antara variabel dependen dengan satu atau lebih variabel independen. Satu perbedaan antara analisis regresi dan analisis variansi adalah dalam model persamaan regresi, baik variabel dependen (respon) maupun independen (*predictor*) merupakan data dengan kuantitatif. Sedangkan pada analisis variansi, variabel independennya dapat berupa kualitatif. Anova atau *Analysis of Variance* biasanya digunakan pada analisis data yang dirancang sedemikian sehingga beberapa faktor percobaan dikontrol agar tidak menimbulkan variansi eksperimen (Pramesti, 2007).

Anova (analisis variansi) digunakan untuk pengujian dengan lebih dari dua sampel, dengan asumsi bahwa populasi dari berbagai kelompok sampel berdistribusi normal dengan besar varian yang sama. Tujuan analisis untuk menguji apakah rata-rata atau mean dari populasi yang diambil dari sampel adalah sama atau secara nyata berbeda (Arifin, 2010).

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Akuarium ukuran 60x30x30 cm, Nampan ukuran 50x40x20 cm, Pompa, Sesar ukuran, Kamera, Pipet tetes, Thermometer, DO meter, pH meter, *Total Dissolved Solid* (TDS) meter, Cawan petri, Gelas ukur 100 ml, Bola hisap, Beaker glass, Rak akuarium, Timbangan digital, Lemari pendingin, Inkubator, *Lamina Air Flow*, *Hot plate*, *Washing bottle*, Sprayer, Jarum osse, Erlenmeyer, Gelas ukur, Spatula, Gunting, Pipet volume, *Vortex mixer*, Bunsen, Tabung reaksi, *Colony counter*, *Mikropipet*.

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi benih ikan nila berukuran 5-8 cm dengan bobot rata-rata 5 gr, tanaman selada usia 3 minggu, *rockwool*, pupuk organik cair ABmix, air tawar, pellet F999, alkohol 70%, akuades, spirtus, NaCl, NA (*Nutrient Agar*), alumonium foil, plastik warp, tissue, benang kasur, kertas atau koran, plastik, kertas label.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen memerlukan control ketat pada setiap aspek–aspek yang menunjang keberhasilan penelitian. Menurut Maria, *et al.* (2014), metode eksperimen atau percobaan adalah suatu tuntutan dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi agar menghasilkan suatu produk yang dapat dinikmati masyarakat secara aman. Eksperimen dilakukan orang agar diketahui kebenaran suatu gejala dan dapat menguji dan mengembangkannya menjadi suatu teori. Kegiatan eksperimen

yang dilakukan siswa usia sekolah dasar merupakan kesempatan meneliti yang dapat mendorong mereka mengkonstruksi pengetahuan mereka sendiri, berfikir ilmiah dan rasional serta lebih lanjut pengalamannya itu bisa berkembang di masa mendatang.

Menurut Huda (2014), dijelaskan bahwa metode eksperimen adalah apabila seseorang melakukan percobaan, setiap hasil dan proses percobaan itu diamati oleh peneliti. Metode eksperimen merupakan salah satu dari sekian banyak metode pembelajaran, karena di dalam eksperimen mengandung makna belajar untuk berbuat. Metode penelitian ini merupakan metode yang sering diterapkan oleh para peneliti.

Pada penelitian ini masing-masing akuarium diberi ikan sebanyak 1 ekor/l dengan ketinggian air akuarium 20cm. Ikan diberi pakan pellet F999 sebesar 5% dari bobot tubuhnya dengan frekuensi pemberian pakan 2 kali sehari yaitu pagi dan sore hari. Pakan yang diberikan memiliki kandungan protein sebesar 39-41 %. Tanaman Selada hasil semai pada media rockwool yang telah disiapkan pada nampan berukuran 50x40 cm. Sedangkan jarak tanaman pada nampan yaitu 10 cm.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). Menurut Yusnandar (2003), Rancangan acak lengkap dengan kehomogenan ragam satuan percobaan merupakan suatu rancangan yang sangat sederhana yaitu dengan satu faktor atau satu perlakuan. Model dari Rancangan Acak Lengkap adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + f_{ji}$$

Keterangan:

Y_{3j} = Repons pengamatan individu yang memperoleh perlakuan ke- i ulangan ke j

t_i = Nilai tengah

T_i = Pengaruh perlakuan ke i

f_{ij} = Sisaan dengan : $i = 1,3$

Menurut Muhammad, et al. (2014), Rancangan Acak Lengkap (RAL) merupakan rancangan yang paling sederhana diantara rancangan-rancangan percobaan yang lain. Dalam rancangan ini perlakuan dikenakan sepenuhnya secara acak terhadap satuan-satuan percobaan atau sebaliknya. Pola ini dikenal sebagai pengacakan lengkap atau pengacakan tanpa pembatasan. Penerapan percobaan satu faktor dalam RAL biasanya digunakan jika kondisi satuan-satuan percobaan relatif homogen. Dengan keterbatasan satuan-satuan percobaan yang bersifat homogen ini, rancangan percobaan ini digunakan untuk jumlah perlakuan dan jumlah satuan percobaan yang relatif tidak banyak.

Di dalam penelitian ini menggunakan 4 perlakuan dan masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali yang ditempatkan secara acak dengan menggunakan aplikasi *excel randbetween* dan Ikan Nila ditebar ke dalam kolam sesuai dengan perlakuan.

Perlakuan dalam penelitian ini yaitu:

Perlakuan A : dosis pupuk 0,275 ml/L

Perlakuan B : dosis pupuk 0,55 ml/L

Perlakuan C : dosis pupuk 0,825 ml/L

Kontrol : tanpa pemberian pupuk

Pada penelitian ini masing-masing akuarium diberi ikan nila sebanyak 36 ekor/36 l. Pemberian pupuk organik cair dilakukan setiap 5 hari sekali. Dosis pupuk

organik cair yang berbeda diberikan karena dosis tersebut mampu memberikan pertumbuhan yang sangat baik pada varietas selada terutama pada jumlah daun. Setiap perlakuan akan disusun secara acak dan dilakukan 3 kali ulangan. Penempatannya akan dilakukan seperti denah percobaan yang dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut:

C3	B2	A1	C2	K2	C1
A2	B1	K3	A3	B3	K1

Gambar 1. Rancangan Percobaan dan Denah Percobaan

Keterangan:

- K = Kontrol
- A = Dosis Pupuk 0,275 ml/l
- B = Dosis Pupuk 0,55 ml/l
- C = Dosis Pupuk 0,825 ml/l
- 1, 2, 3 = Ulangan dari Perlakuan

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Penelitian

Pengambilan data yang diperlukan untuk melengkapi data yang meliputi pengambilan data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung dilapangan oleh orang yang melakukan penelitian atau yang bersangkutan yang memerlukannya. Menurut Pentury, *et al.* (2016), Data primer diperoleh melalui wawancara langsung kepada responden dengan menggunakan kuesioner dan data sekunder diperoleh melalui instansi pemerintah yang terkait dengan lokasi penelitian. Data ini diperoleh secara langsung dengan melakukan pengamatan dan pencatatan dari hasil observasi, wawancara dan partisipasi aktif. Manfaat utama dari data primer adalah unsur-unsur kebohongan tertutup terhadap sumber fenomena. Sehingga data primer

mencerminkan kebenaran yang dilihat. Menurut Wibisono (2003), data sekunder adalah data yang didapat dan disimpan oleh orang lain yang biasanya merupakan data lama, jika data sekunder yang dibutuhkan tidak tersedia maka peneliti dapat memperkirakan hasil yang didapat. Metode pengumpulan data sekunder menurut Kuncoro (2013), yaitu Mengumpulkan data-data yang berasal dari buku-buku literatur, dokumen, brosur dan sumber kepustakaan. Mencari sumber lain yang berhubungan dengan obyek penelitian.

Hal-hal yang perlu dipersiapkan sebelum melakukan penelitian yaitu menyiapkan wadah, wadah yang digunakan yaitu akuarium ukuran 30 x 60 x 30 cm dengan volume air yaitu 36 l. Kemudian dilakukan pendesainan media untuk tanaman hidroponik yaitu dengan menggunakan nampan setelah itu diberikan pompa yang berfungsi untuk mendistribusikan air ke dalam media tanam. Kemudian tiap-tiap akuarium ditambahkan *aerator set* yang berfungsi sebagai pensuplai oksigen dalam perairan. Sebelum dilakukannya pemeliharaan hal pertama yang harus dilakukan yaitu alat dan bahan sudah dalam keadaan steril, karena sterilisasi bertujuan untuk mematikan jasad renik yang ada di media sehingga dapat mengurangi adanya infeksi bakteri atau jamur pada ikan yang budidayakan. Sterilisasi akuarium dengan menggunakan kaporit dengan dosis 0,05 ppm yang didiamkan selama 1 hari, setelah itu dicuci dengan menggunakan sabun. *Aerator set*, pompa, nampan juga disterilisasi dengan mencuci menggunakan sabun. Kepadatan ikan yaitu 36 ekor/akuarium dan kepadatan tanaman yaitu 36 tanaman/nampan. Pupuk cair yang digunakan mengandung unsur hara N, P dan K yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman.

3.4.2 Pengambilan Sampel Bakteri pada Media Akuaponik

Sampel yang digunakan untuk uji bakteri diambil dari media akuaponik dengan ikan nila dan tanaman selada. Pengambilan sampel dilakukan pada Hari ke-0, Hari ke-15 dan Hari ke-30. Sampel yang sudah didapat diuji di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan Divisi Keamanan Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Laboratorium Penguji UPT Pengembangan Budidaya Air Payau Bangil, Jawa Timur dan BKIPM Surabaya II.

3.4.3 Sterilisasi

Sterilisasi adalah suatu usaha untuk membebaskan alat-alat atau bahan dari segala bentuk kontaminasi dari mikroba. Proses sterilisasi alat dan penanganan sampel bakteri sangat dibutuhkan sterilisasi. Apabila teknik sterilisasi tidak diterapkan maka hasil yang dicapai tidak maksimal dan menimbulkan berbagai kontaminasi baik dari alat maupun media tumbuh bakteri. Sterilisasi yaitu proses membunuh segala bentuk kehidupan mikroorganisme yang ada dalam sampel, alat-alat atau lingkungan tertentu. Dalam bidang bakteriologi kata sterilisasi sering dipakai untuk menggambarkan langkah yang diambil agar mencapai tujuan meniadakan atau membunuh semua bentuk kehidupan mikroorganisme (Pali, et al., 2015).

Sterilisasi alat dan media yang dilakukan menggunakan pembakar bunsen, untuk mensterilkan peralatan seperti ose, jarum, dan spatula dengan cara membakar ujung peralatan tersebut di atas api bunsen sampai berpijar. Oven, untuk mensterilkan cawan petri dan pipet volume. Penggunaan alat ini dengan memasukkan alat-alat tersebut kedalam oven dan dipanaskan dengan suhu 160-170° C selama 1-2 jam. *Autoclave*, untuk mensterilkan tabung reaksi bertutup dan erlenmeyer. Penggunaan alat ini dengan memasukkan alat-alat tersebut kedalam

autoklave yang ditutup dengan rapat dan nyalakan autoklave dengan temperature 121°C dan tekanan antara 15-17,5 psi (*pound per square inci*) atau 1 atm selama 1 jam (Kharisma dan Manan, 2012).

3.4.4 Pembuatan Larutan Na Fisiologis

Dalam pembuatan larutan Na Fisiologis langkah pertama yang harus dilakukan adalah menimbang 0,9 g NaCl yang kemudian dilarutkan pada 100 ml akuades yang sudah dimasukkan ke dalam *Erlenmeyer*. Selanjutnya dihomogenkan dengan spatula dan didapatkan Na fisiologis dengan konsentrasi 0,9%. Jumlah total NaCl yang ditimbang dan akuades sebagai pelarut disesuaikan dengan banyaknya pengenceran. Selanjutnya diambil 9 ml Na fisiologis dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Setelah itu tabung reaksi dibungkus dengan kapas dan alumunium foil untuk disterilisasi. Rumus perhitungan NaCl = $(0,9/100) \times \sum \text{tabung reaksi} \times 10 \text{ ml aquades}$. Perhitungan di atas adalah perhitungan berapa gram NaCl yang dibutuhkan agar didapatkan Na Fis 100 ml (Dwidjoseputro, 2005).

3.4.5 Pembuatan Media Tumbuh Bakteri

Media tumbuh bakteri yang digunakan pada penelitian ini adalah media *Nutrient Agar* (NA). NA (*Nutrient Agar*) merupakan suatu medium yang berbentuk padat, NA (*Nutrient Agar*) dibuat dari campuran ekstrak daging dan peptone dengan menggunakan agar sebagai pematat, dalam hal ini media yang di gunakan di produksi oleh Oxoid.ltd., Basingstoke, Hampshire, England, dengan merek OXOID. kode CM0003. Komposisi NA Kode CM0003 adalah pepton 5,0% , sodium chlorida 5,0 gram, agar 15,0, lab-lemco' powder 1,0, yeast extract 2,0.(tertulis dalam kemasan). Media NA berdasarkan bahan yang digunakan termasuk dalam kelompok media semi alami, media semi alami merupakan media yang terdiri dari

bahan alami yang ditambahkan dengan senyawa kimia. Berdasarkan kegunaanya media NA (*Nutrient Agar*) termasuk kedalam jenis media umum, karena media ini merupakan media yang paling umum digunakan untuk pertumbuhan sebagian besar bakteri. Berdasarkan bentuknya media ini berbentuk padat, karena mengandung agar sebagai bahan pematatnya. Media padat biasanya digunakan untuk mengamati penampilan atau morfologi koloni bakteri (Rossita, *et al.*, 2017).

3.4.6 Pengenceran

Pengenceran digunakan karena untuk menumbuhkan koloni bakteri pada media yang terbatas tidak mungkin dilakukan penghitungan bakteri yang berjumlah puluhan ribu. Pengenceran ini dimaksudkan untuk mengurangi kepadatan bakteri pada sampel. Di sisi lain ada jenis bakteri yang memang pembelahan selnya dapat terpisah baik sehingga tersebar merata dan ada pula bakteri yang setelah membelah sel anakan masih menempel pada induknya. Sehingga penyebarannya berkelompok-kelompok. Pada jenis yang seperti ini jika tersebar merata dalam kelompok-kelompok sel maka pertumbuhan menjadi koloni tunggal bukan berasal dari satu sel saja melainkan dari beberapa sel. Oleh sebab itu pada kondisi seperti ini peran alat perata/*spreader* sangat dibutuhkan (Kadri, *et al.*, 2015).

Pengenceran dilakukan dengan cara mengambil sampel bakteri yang akan diperiksa dengan ose kemudian dimasukkan ke dalam 10 ml larutan *Butterfield's Phosphate Buffered* (BFP) kemudian homogenkan menggunakan vortex. Homogenat ini merupakan larutan dengan tingkat pengenceran 10^{-1} . Larutan pengenceran 10^{-1} diambil 1 ml menggunakan pipet volumetrik steril kemudian dimasukkan ke dalam 9 ml larutan BFP dan dihomogenkan untuk mendapatkan pengenceran 10^{-2} . Proses diulangi dengan mengambil 1 ml larutan pengenceran 10^{-2} dan dimasukkan ke dalam 9 ml larutan BFP untuk mendapatkan pengenceran 10^{-3} .

Proses terus diulangi sampai mendapat larutan hingga pengenceran 10^{-7} . Jumlah total mikroba terbanyak terdapat pada sampel dengan pengenceran pertama yakni 10^{-1} dan semakin menurun pada pengenceran berikutnya. Tingkat pengenceran yang ditanam pada media PCA adalah pengenceran 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} akan tetapi perhitungan ALT/TPC menggunakan pengenceran 10^{-5} dan 10^{-6} . Hal tersebut dikarenakan pada pengenceran 10^{-5} dan 10^{-6} koloni yang tumbuh berkisar antara 25-250 yang merupakan syarat dalam perhitungan ALT/TPC (Ulfiana, et al., 2012).

3.4.7 Penanaman Bakteri

Bakteri yang terdapat pada sampel diinokulasi pada media dengan metode tuang. Metode tuang dilakukan dengan cara menghomogenkan sampel pengenceran pada tabung 10^4 , 10^5 , dan 10^6 dengan *vortex mixer* kemudian masing masing sampel diambil 1 ml dengan *mikropipet bluetip* steril. Sampel yang telah diambil dimasukkan ke dalam cawan petri dan diberi label. Selanjutnya dituang media ke dalam cawan petri sebanyak ± 20 ml secara aseptik dan diinkubasi pada suhu 32°C di dalam inkubator selama 1×24 jam. Isolat bakteri menunjukkan bentuk yang berbeda-beda seperti warna dan bentuk koloni bakteri. Semua dilakukan secara aseptik dan dilakukan di dalam laminar agar tidak terjadi kontaminasi.

3.4.8 Isolasi Bakteri

Bakteri pada media tumbuh diambil sebanyak 4 sampel yakni dari perlakuan A, B, C dan Kontrol yang bentuk dan warna koloni bakterinya terlihat paling bagus. Proses isolasi atau pemisahan serta pemurnian isolat bakteri ini mengacu pada MacFaddin (1990), bahwa pemisahan dan pemurnian isolat bakteri dilakukan dengan metode gores (*streak method*). Masing-masing cawan petri pada tiap pengenceran diambil koloni-koloni bakteri yang menunjukkan morfologi dan warna yang berbeda. Selanjutnya masing-masing koloni bakteri digoreskan pada

permukaan media steril yang telah disiapkan. Cawan petri tersebut diinkubasi pada suhu kamar selama 1x24 jam dan diamati laju pertumbuhannya, apakah sudah menjadi kultur murni atautkah belum. Apabila masih terdapat jenis bakteri lainnya maka dilakukan pemisahan kembali dengan metode gores sehingga didapatkan kultur murni pada masing-masing cawan petri. Setelah didapatkan biakan murni pada cawan petri kemudian ditumbuhkan pada agar miring untuk selanjutnya dilakukan identifikasi.

3.5 Parameter Uji

3.5.1 Parameter Utama

a. Perhitungan TPC

Perhitungan bakteri dilakukan dengan menerapkan metode *Total Plate Count* (TPC) dimana jumlah bakteri yang telah tumbuh di dalam cawan dihitung dengan menggunakan *colony counter* yang kemudian dicatat dan dikalikan dengan besar pengenceran yang telah dilakukan. Jumlah bakteri dinyatakan dalam satuan CFU/ml (*colony-forming unit/ml*).

b. Pengamatan Makroskopis

Menurut Nurcahyani (2006), dari hasil isolasi bakteri, dapat langsung diamati karakter dari masing-masing jenis bakteri. Karakter yang diamati dalam pengamatan makroskopis antara lain : warna, bentuk, tepian, elevasi permukaan, karakteristik optik dan diameter koloni.

c. Pewarnaan Gram

Menurut Samsundari dan Wirawan (2013), pewarnaan gram merupakan salah satu metode untuk mengetahui morfologi bakteri serta mengetahui biakan bakteri masuk dalam golongan gram positif atau gram negatif. Bakteri gram negatif

memiliki ciri-ciri tidak dapat menahan zat warna setelah dibilas dengan alkohol 95% selama 5 sampai 10 menit. Bakteri gram positif ditunjukkan dengan adanya warna ungu pada tubuh, sedangkan bakteri gram negatif ditunjukkan dengan adanya warna merah.

Langkah yang dilakukan adalah dengan mengambil bakteri yang telah diisolasi menggunakan tusuk gigi steril yang kemudian digesekkan pada kaca objek. Kaca objek tersebut difiksasi di atas bunsen dan preparat yang telah difiksasi ditetesi dengan kristal ungu sebanyak 1 tetes dan didiamkan selama 1,5 menit. Kemudian dibilas dengan akuades selama 30 detik untuk selanjutnya ditetesi dengan lugol dan didiamkan selama 3 menit, kemudian dibilas kembali dengan akuades selama 20 detik. Setelah itu dicuci dengan menggunakan etanol 95% selama 5-10 detik dan dibilas dengan akuades selama 30 detik. Setelah itu dilakukan penetesan safranin sebanyak 1 tetes dan didiamkan selama 1 menit untuk selanjutnya dicuci kembali dengan akuades selama 1 menit dan preparat siap diamati di bawah mikroskop. Pengamatan di bawah mikroskop dilakukan dengan perbesaran 100x yang ditambahkan *immersion oil* untuk memperjelas pengamatan.

d. Uji Biokimia

Pengambilan data uji kimia dilakukan untuk menyempurnakan data yang diperlukan dalam suatu penelitian. Menurut Pelczar dan Chan (2005), uji kimia dapat dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan identifikasi bakteri. Kebanyakan bakteri aerob dan anaerob fakultatif akan memproduksi hidrogen peroksida yang bersifat toksik terhadap bakteri yang masih hidup untuk menjaga kelangsungan hidupnya, sejumlah bakteri mampu menghasilkan enzim katalase yang memecah H_2O_2 menjadi air dan oksigen sehingga sifat toksiknya hilang. Setelah dilakukan

pewarnaan gram dilakukan uji biokimia dengan menggunakan metode BBL Crystal, yaitu dengan menggunakan Kit BBL Crystal, langkah - langkahnya yaitu :

1. Uji Oksidase, Pengujian menggunakan parameter perubahan warna pada kertas tetrametil. Uji ini bertujuan untuk mengetahui bakteri tersebut memiliki enzim oksidase atau tidak.
2. Uji Katalase, digunakan untuk mengidentifikasi bakteri yang menghasilkan enzim katalase. Pengujian ini menggunakan pereagen berupa H_2O_2 3% yang ditetaskan pada isolat sampel bakteri di objek gelas. Apabila bakteri menghasilkan enzim katalase maka akan ada gelembung pada sampel.
3. Uji TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*), dilakukan hanya pada saat menemukan bakteri gram negatif saja. Uji TSIA dilakukan untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri dalam memproduksi gula.
4. Uji Indol, dilakukan untuk mengetahui apakah bakteri menghasilkan gugus indol dari triptofan. Uji ini menggunakan *reagent Kovacs*, saat indol beraksi dengan reagent maka akan membentuk cincin merah. Caranya adalah memasukkan isolat ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan reagent satu tetes.
5. Uji Motilitas, yaitu dengan menambahkan larutan pepton untuk melihat apakah bakteri bersifat motil. Pepton akan keruh pada saat terdapat bakteri yang bersifat keruh.
6. Uji MR-VP (*Methyl Red-Voges Proskeurer*), dengan memasukkan 1 ose inokulan ke dalam media MR-VP, diinkubasi selama 24 jam pada suhu $37^{\circ}C$, kemudian ditetaskan 2 tetes *reagent* metil red. Prosedur uji VP sama dengan uji MR, hanya saja yang ditetaskan adalah reagent barit A dan barit B sebanyak 2 tetes.
7. Uji *Simon Citrate*, media yang digunakan adalah *Simon Citrate Agar Medium* yang mengandung pereagent *Bromthymol Blue*.

8. Uji Urease, dilakukan dengan menggoreskan biakan murni pada media Agar Urea secara miring, diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Jika terjadi perubahan warna menjadi merah muda, maka bakteri positif menghasilkan urea.
9. Uji O/F, bertujuan untuk mengetahui apakah bakteri bersifat oksidatif, fermentatif, atau fermentatif obligat. Prosedurnya adalah memasukkan jarum ose yang telah mengandung bakteri isolate ke dalam media. Media yang digunakan adalah O/F non-paraffin (pengujian oksidatif), media O/F paraffin (pengujian fermentatif).
10. Uji Gelatin, dengan menusukkan ose yang mengandung bakteri isolat ke bagian tengah media Gelatin semi padat. Diinkubasi selama 5 hari pada suhu 65°C dan didinginkan dalam lemari pendingin selama 15 menit. Uji positif bila dipermukaan media terdapat cairan.
11. Uji Nitrat Nitrogen, isolate dimasukkan ke dalam media *nitrate broth* kemudian ose dicelupkan ke dalam media. Ose kemudian ditetesi peragent N1 (mengandung asetatglasial) dan N2 (mengandung asam asetat).
12. Uji Malonat, bakteri isolate diinokulasi ke dalam media *malonate broth* yang mengandung indikator *Bromthymol blue*, diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C.
13. Uji KCN atau *Potassium Cyanide Test*, 1 ose dari TB 24 jam ke dalam media KCN Broth. Tutup tabung rapat-rapat dan lapiasi dengan kertas parafilm. Inkubasikan selama 48 jam \pm 2 jam pada suhu 35°C \pm 1°C tetapi amati setelah 24 jam.
14. Uji *Lysin decarboxilase*, prosedurnya adalah dengan menumbuhkan bakteri dalam biakan yang mengandung lisin, karbohidrat yang dapat difermentasikan (glukosa) dan indikator pH untuk melihat perubahan pH. Indikator yang digunakan adalah *brom cresol purple* (BCP).

15. Uji Ornythin, metode uji ini sama dengan uji motilitas dan indol, hanya saja media yang digunakan adalah *Motility Indol Ornitin* (MIO) bertujuan untuk mengetahui motilitas bakteri dan untuk mengetahui produksi indol dari *Tryptophane*.
16. Uji Arginin, Uji arginine dehydrolase dilakukan untuk mengetahui apakah 42tatis tersebut mampu menghidrolisa arginin. Prosedur pengujiannya adalah Isolat yang diuji dibiakkan pada media arginin (1 g neutralized peptone, 5 g NaCl, 0.3 g K_2HPO_4 , 10 g L (+) arginin HCl, 0.01 g *red phenol* dan 3g agar), diaduk dan disterilkan menggunakan *autoclave* pada suhu $121^{\circ}C$ selama 15 menit. Kultur isolat pada media tersebut kemudian diinkubasikan selama tiga hari, dan reaksi positif diindikasikan dengan perubahan warna media dari oranye menjadi merah muda.
17. Uji Ketahanan Terhadap Garam, dengan cara diukur dari media pengujian NA (*Natrium Agar*) yang ditambahkan NaCl dengan kandungan bertingkat yakni 4%, 6%, 8% dan 10%. Uji ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan toleransi bakteri terhadap salinitas.
18. Uji Fermentasi Karbohidrat, bertujuan untuk mengetahui apakah bakteri mampu mengurai karbohidrat menjadi asam esensial dan gas. Media yang digunakan adalah yang mengandung glukosa, mengandung sukrosa, mengandung laktosa, serta mengandung manitol. Pengujian dilakukan dengan menggunakan indikator *phenol red* yang menjadi fungsi perubahan warna akibat aktivitas fermentasi bakteri yang akan menurunkan pH media uji.

3.5.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang yang diamati pada penelitian ini adalah kualitas air. Kualitas air merupakan parameter penentu pertumbuhan bakteri yang ada dalam media pemeliharaan ikan nilla yang dilakukan dengan sistem akuaponik yang

dilakukan di Laboratorium Budidaya Ikan Divisi Reproduksi ikan universitas Brawijaya Malang . Adapun pengukuran kualitas air yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a.Suhu

Suhu dapat diartikan sebagai derajat panas dingin suatu perairan. Pada penelitian ini suhu merupakan salah satu parameter fisika yang diamati. Pengamatan suhu dilakukan dengan menggunakan alat termometer yang telah terpasang pada akuarium. Pengamatan suhu dilakukan dua kali yaitu pada pagi hari dan sore hari yaitu pukul 05.00 WIB dan 14.00 WIB.

b. pH

Secara harfiah pH merupakan tingkat keasaman atau kebasahan suatu perairan. Pada penelitian ini pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter dengan cara memasukkan pH meter yang telah dikalibrasi menggunakan akuades ke dalam akuarium. Kemudian dicatat hasil yang tertera pada pH meter. Pengukuran pH dilakukan dua kali yaitu pada pagi hari dan sore hari yaitu pukul 05.00 WIB dan 14.00 WIB.

c. DO

DO (*Dissolved oxygen*) merupakan faktor pembatas kelangsungan hidup organisme perairan. Pada penelitian ini pengukuran DO menggunakan DO meter dengan cara memasukkan DO meter yang telah dikalibrasi menggunakan akuades ke dalam akuarium. Kemudian dicatat hasil yang tertera pada DO meter. Pengukuran DO dilakukan dua kali yaitu pagi hari dan sore hari yaitu pukul 05.00 WIB dan 14.00 WIB.

d. Padatan Terlarut (*Total Dissolved Solid*)

Padatan terlarut merupakan ukuran kandungan kombinasi dari semua zat-zat anorganik dan organik yang terdapat di dalam suatu cairan sebagai molekul yang terionkan atau bentuk mikrogranula (sol koloida) yang ada dalam suatu perairan. Pada penelitian ini pengukuran Padatan terlarut menggunakan *TDS meter* dengan cara memasukkan *TDS meter* yang telah dikalibrasi menggunakan akuades ke dalam akuarium. Kemudian dicatat hasil yang tertera pada *TDS meter*. Pengukuran Padatan terlarut dilakukan dua kali yaitu pagi hari dan sore hari yaitu pukul 05.00 WIB dan 14.00 WIB.

3.6 Analisis Data Kelimpahan Bakteri

Analisa data merupakan tahapan penarikan kesimpulan dari suatu usaha penelitian. Dalam penelitian yang bersifat eksperimental, analisa data sangat diperlukan untuk memastikan apakah penelitiannya sesuai yang diharapkan atau sebaliknya. Data yang diperoleh saat penelitian dianalisis secara statistik dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan analisis keragaman (ANOVA). Apabila dari data sidik ragam didapatkan data bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (*significant*) atau hasil yang berbeda sangat nyata (*highly significant*) ($F \text{ tabel} < F \text{ hitung}$) maka untuk membandingkan nilai antar perlakuan tersebut dilakukan dengan menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil). Dengan melakukan perhitungan tersebut, peneliti dapat menyimpulkan hasil penelitiannya berada dalam kelas yang berbeda nyata atau sangat berbeda nyata. Tidak menutup kemungkinan didapati capaian F hitung yang tidak berpengaruh nyata. Dari hasil analisa data ini juga dapat disimpulkan sebuah penelitian layak diterapkan atau tidak. Tingkat signifikan yang digunakan yaitu 5% dan 1%.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan dan Perhitungan Kelimpahan Bakteri

4.1.1 Pertumbuhan Koloni Bakteri

Data rata-rata pertumbuhan koloni bakteri pada tiap perlakuan yang diamati pada cawan petri dengan pengukuran air sampel pada awal, pertengahan dan akhir penelitian selama 30 hari dengan perlakuan dosis pupuk yang berbeda yaitu perlakuan A; 0,275 ml/L, B; 0,55 ml/L, C; 0,825 dan K; tanpa pemberian pupuk didapatkan pertumbuhan koloni bakteri yang dapat dilihat pada lampiran 3 dan hasil perhitungan rerata dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Perhitungan Rerata Total Koloni Bakteri (Colony Forming Unit /ml)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata \pm STDEV
	1	2	3		
A	6,817	6,830	6,830	20,477	6,826 \pm 0,007
B	6,820	6,830	6,837	20,487	6,829 \pm 0,008
C	6,840	6,847	6,837	20,523	6,841 \pm 0,005
K	6,787	6,783	6,790	20,360	6,787 \pm 0,003
Total				81,847	

Berdasarkan hasil dari Tabel 1 diketahui bahwa rerata hasil penambahan koloni bakteri tertinggi pada perlakuan C yaitu sebesar $6,841 \pm 0,005$ CFU/ml dan rerata penambahan koloni bakteri terendah pada perlakuan K yaitu sebesar $6,787 \pm 0,003$ CFU/ml. Pada perlakuan C terdapat pertumbuhan bakteri paling tinggi dikarenakan terdapat tambahan unsur hara dari pupuk ABmix dengan dosis yang paling tinggi yaitu 0,825 ml/L. Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh perbedaan dosis pupuk terhadap total kelimpahan bakteri pada budidaya ikan nila (*O. niloticus*) dengan sistem akuaponik dilakukan perhitungan uji sidik ragam (Tabel 2), untuk mengetahui pengaruh perbedaan dosis pupuk terhadap pertumbuhan bakteri. Perhitungan lengkap uji sidik ragam dapat dilihat pada lampiran 3.

Tabel 2. Uji Sidik Ragam Pertumbuhan Koloni Bakteri

SK	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,005	0,002	39,970**	4,07	7,59
Acak	8	0,000	0,000			
Total	11	0,005				

Keterangan:

** : Berbeda sangat nyata

Berdasarkan dari uji sidik ragam pada Tabel 2 diperoleh F hitung sebesar 39,970 lebih besar dari F tabel 5% dan F tabel 1% yang berarti bahwa penggunaan perbedaan dosis pupuk berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan koloni bakteri. Perbedaan F5% dan F1% adalah F5% berarti selang kepercayaan dengan 95% kebenaran 5% kegagalan sedangkan F1% berarti selang kepercayaan dengan 99% kebenaran 1% kegagalan. Dari hasil uji sidik ragam yang berpengaruh sangat nyata maka perlu dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan total kelimpahan bakteri antar perlakuan. Hasil dari uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dapat dilihat pada Tabel 3 dan perhitungan lengkap dari Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dapat dilihat pada lampiran 3.

Tabel 3. Data Uji BNT Pertumbuhan Koloni Bakteri Selama Penelitian

Rata-rata perlakuan	K	A	B	C	Notasi
	6,787	6,826	6,829	6,841	
K	6,787	-	-	-	a
A	6,826	0,039**	-	-	b
B	6,829	0,042**	0,003 ^{ns}	-	bc
C	6,841	0,054**	0,016 ^{ns}	0,012 ^{ns}	bc

Keterangan:

ns : non significant (tidak berbeda nyata)

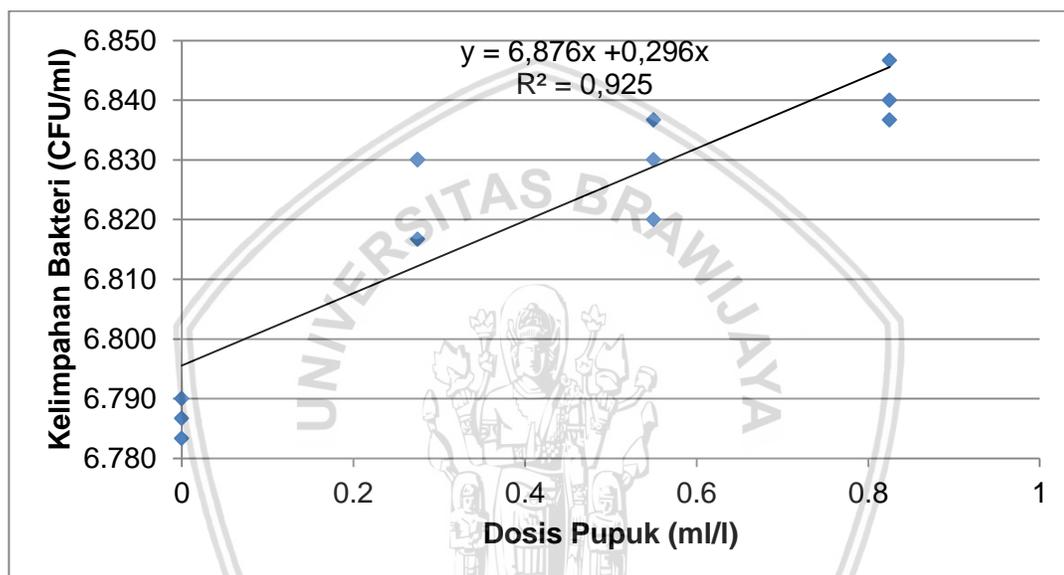
** : berbeda sangat nyata

* : berbeda nyata

Berdasarkan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan A dengan dosis pupuk 0,275 ml/l memiliki pengaruh berbeda sangat nyata terhadap perlakuan

Kontrol, perlakuan B dengan dosis pupuk 0,55 ml/l dan C dengan dosis pupuk 0,825 ml/l mempunyai kemiripan dengan perlakuan A.

Kemudian untuk mengetahui bentuk hubungan atau regresi dari perbedaan dosis pupuk terhadap pertumbuhan koloni bakteri dilakukan perhitungan polinomial ortogonal yang didapatkan grafik regresi pada Gambar 4. Serta perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran 3.



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Perbedaan Dosis Pupuk terhadap Total Koloni Bakteri

Gambar 4 menunjukkan hubungan antara perbedaan dosis pupuk terhadap total koloni bakteri pada media budidaya ikan nila (*O. niloticus*) yang menunjukkan pola persamaan linier positif dengan persamaan $y = 6,876x + 0,296x$ dengan koefisien $R^2 = 0,925$. Nilai R^2 sebesar 0,925 berarti perbedaan dosis pupuk berpengaruh sebesar 0,925 terhadap total kelimpahan bakteri pada budidaya ikan nila (*O. niloticus*). Perhitungan uji polinomial ortogonal dan penentuan persamaan regresi linier dapat dilihat pada Lampiran 3. Dari Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa kurva regresi membentuk pola linier positif, yang berarti semakin banyak dosis

pupuk yang diberikan maka akan berpengaruh semakin meningkat kelimpahan bakterinya.

Dari hubungan tersebut dapat diartikan bahwa semakin banyak dosis yang diberikan pada perlakuan, maka jumlah total bakteri pada budidaya ikan nila semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan penggunaan pupuk cair berpengaruh terhadap penyediaan nutrisi di dalam perairan yang dapat menyebabkan peningkatan kelimpahan bakteri. Setiap mikroba akan tumbuh dengan baik di dalam lingkungannya selama kondisinya menguntungkan bagi pertumbuhan dan untuk mempertahankan dirinya. Salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap viabilitas suatu bakteri adalah pH (Firdausi, *et al.*, 2016). Naiknya temperatur, kelembaban dan pH pada suatu lingkungan menyebabkan mudahnya terjadinya perkembangbiakan bakteri patogen (Slamet, 1996). Peningkatan bahan organik di dasar perairan akan mengganggu keseimbangan oksigen terlarut di perairan, karena peningkatan konsumsi oksigen lebih besar dibandingkan dengan tingkat produksi oksigen terlarut. Hilangnya oksigen di perairan juga disebabkan karena oksigen dimanfaatkan oleh mikroba untuk mengoksidasi bahan organik. Peran bakteri pengurai dalam daur ulang nutrisi dapat berjalan optimal seperti pH, oksigen, suhu dan bahan organik. Apabila jumlah limbah bahan organik melampaui batas kapasitasnya dan faktor lingkungan yang kurang mendukung, seperti suhu, oksigen, pH dan bahan organik yang sulit terurai oleh bakteri secara sempurna maka dapat berdampak buruk bagi kondisi perairan (Jati, 2012).

4.1.2 Identifikasi Bakteri

a. Pengamatan Bakteri Secara Makroskopis

Pengamatan bakteri secara makroskopis merupakan pengamatan bakteri secara mata telanjang. Tujuan pengamatan secara makroskopis pada setiap perlakuan pada cawan petri adalah untuk mengetahui karakteristik dari setiap koloni baik warna, bentuk dan ukuran tekstur koloni dapat dilihat pada Tabel 4 dan pada Lampiran 3.

Tabel 4. Pengamatan Makroskopis Selama Penelitian

Hari	Kode Isolat	Morfologi Koloni			
		Bentuk	Tepi	Elevasi	Warna
H-0	A	Bulat	Tidak rata	Datar	Putih susu
	B	Bulat	Tidak rata	Cembung	Putih krem
	C	Bulat	Rata	Cembung	Putih krem
	K	Bulat	Tidak rata	Datar	Putih susu
H-15	A	Tidak beraturan	Tidak rata	Cembung	Putih susu
	B	Tidak beraturan	Rata	Datar	Putih susu
	C	Bulat	Rata	Cembung	Putih susu
	K	Bulat	Tidak rata	Cembung	Putih krem
H-30	A	Tidak beraturan	Tidak rata	Datar	Putih krem
	B	Tidak beraturan	Tidak rata	Datar	Putih krem
	C	Tidak beraturan	Tidak rata	Datar	Putih krem
	K	Bulat	Rata	Cembung	Putih susu

Berdasarkan Tabel 4. dapat diketahui bahwa pengamatan bakteri secara makroskopis didapatkan 4 sampel biakan murni dari masing-masing perlakuan yang diberi kode isolat A, B, C dan K. Perbedaan morfologi koloni tampak secara makroskopis, berbentuk seperti bulat, tidak beraturan, tepi rata dan tidak rata, elevasi berbentuk cembung dan datar. Bentuk koloni yang bervariasi dikarenakan masing-masing bakteri memiliki bentuk dan karakteristik yang berbeda-beda. Hal ini sesuai dengan pendapat Retnowati (2011), bahwa pengamatan makroskopis atau morfologi koloni meliputi bentuk koloni, warna koloni, elevasi dan tepi koloni pada medium Nutrient Agar (NA). Sedangkan menurut pernyataan Lambui dan Jannah

(2017), menyatakan bahwa pengamatan secara makroskopis pada medium NA menunjukkan bahwa ciri morfologi koloni bakteri isolat berbentuk *sirkulair*, berwarna putih, dengan margin (tepi) berbentuk *lobate* (terbelah tidak beraturan) dan elevasi koloni berbentuk *convex* (cembung). Hal ini menunjukkan bahwa koloni isolat dapat tumbuh baik pada medium.

b. Pengamatan Mikroskopis dan Uji Biokimia

Setelah melakukan pengamatan secara makroskopis dilakukan juga pengamatan bakteri secara mikroskopis dengan cara melakukan pewarnaan gram pada isolat bakteri yang bertujuan untuk mengetahui apakah bakteri yang didapatkan dari hasil penelitian termasuk kedalam bakteri gram positif atau bakteri gram negatif dengan melakukan pewarnaan gram terhadap sampel bakteri yang sudah didapatkan biakan murninya. Sebelum dilakukannya uji biokimia hal pertama yang dilakukan adalah uji gram, yang bertujuan untuk mengetahui isolat bakteri termasuk ke dalam gram negatif atau gram positif. Setelah itu dilakukan uji biokimia dengan menggunakan metode BBL™ CRYSTAL™ dan didapatkan hasil identifikasi bakteri yang dapat dilihat pada Lampiran 3. Identifikasi bakteri ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui jenis bakteri apa saja yang tumbuh pada media budidaya ikan nila (*O. niloticus*) dengan sistem akuaponik. Dengan mengetahui jenis bakteri yang ada pada media budidaya ikan nila (*O. niloticus*) dengan sistem akuaponik dapat disimpulkan bahwa bakteri tersebut dapat merupakan bakteri yang menguntungkan (*non pathogen*) atau merugikan (*pathogen*) dalam proses budidaya. berikut adalah hasil pengamatan mikroskopis uji gram selama penelitian yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengamatan Mikroskopis Uji Gram Selama Penelitian

Hari	Kode Sampel	Uji Gram	Bentuk Bakteri
H-0	A	Positif	Batang
	B	Negatif	Batang
	C	Negatif	Batang
	K	Negatif	Batang
H-15	A	Negatif	Batang
	B	Negatif	Batang
	C	Negatif	Batang
	K	Negatif	Batang
H-30	A	Positif	Batang
	B	Negatif	Batang
	C	Negatif	Batang
	K	Negatif	Batang

Setelah dilakukan pengamatan mikroskopis didapatkan hasil yaitu terdapat jenis bakteri yang menunjukkan gram negatif dan bakteri yang menunjukkan gram positif. Bakteri pada tiap isolat menunjukkan hasil bentuk bakteri yaitu batang (*basil*) dan bulat (*kokus*). Hal ini sesuai dengan pernyataan Nugroho, (2013) yaitu, struktur mikroskopis yang diamati meliputi bentuk sel dan formasi koloni sel, serta reaksi-reaksi pengecatan. Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop dengan pembesaran 100X dengan minyak imersi. Pengamatan bentuk sel dan formasi koloni bakteri dilakukan dengan pengecatan gram. Pengecatan gram juga digunakan untuk mengetahui bakteri tersebut termasuk gram positif atau gram negatif. Menurut Fitri dan Yasmin (2011), menyatakan bahwa perbedaan warna pada bakteri gram positif dan gram negatif menunjukkan bahwa adanya perbedaan struktur dinding sel antara kedua jenis bakteri tersebut. Bakteri gram positif memiliki struktur dinding sel dengan kandungan peptidoglikan yang tebal sedangkan bakteri gram negatif memiliki struktur dinding sel dengan kandungan lipid yang tinggi.

Selanjutnya setelah didapatkan hasil dari pengamatan mikroskopis dilakukan uji biokim untuk mengetahui karakteristik lebih spesifik. Uji biokimia bertujuan untuk

mengetahui karakteristik bakteri dalam mendegradasi gula-gula protein maupun urea, ditunjukkan dengan kode positif dan negatif yang dapat dilihat pada Lampiran 4. Uji biokimia bertujuan untuk mengetahui genus dari bakteri yang tumbuh pada media budidaya akuaponik ikan nila yang dipelihara dalam sistem akuaponik, karena untuk mengetahui karakteristik bakteri sampai dengan spesies diperlukan dengan adanya uji karakteristik DNA dan RNA. Hasil dari uji biokimia dari software komputer yang dilakukan di laboratorium pengujian UPT. Pengembangan Budidaya Air Payau Bangil dan BKIPM Surabaya II didapatkan bakteri yaitu *Stenotrophomonas maltophilia*, *Chryseobacterium meningosepticum*, *Brevundimonas diminuta*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Plesiomonas shigelloides*, *Bacillus mycoides*, *Citrobacter freundii* dan *Klebsiella spp.* Lembar Laporan Hasil Uji bakteri di Laboratorium Pengujian UPT. Pengembangan Budidaya Air Payau Bangil dan BKIPM Surabaya II dapat dilihat pada Lampiran 4.

a. *Stenotrophomonas maltophilia*

Stenotrophomonas maltophilia merupakan bakteri patogen yang dapat tumbuh pada tanaman dan sebagai salah satu bakteri non fermenter, yang termasuk gram negative aerob. Bakteri ini muncul karena pemeliharaan ikan dalam sistem akuaponik yakni menggunakan tanaman selada. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pages *et al.* (2008), yaitu *Stenotrophomonas maltophilia* merupakan bakteri yang sering ditemukan pada *rhizosphere* atau di sekitar akar tanaman. Bakteri ini dapat ditemukan secara luas di lingkungan alami. Sedangkan menurut Wardoyo (2016), menyatakan *Stenotrophomonas maltophilia* adalah basil gram negatif, non-fermenter, non-sporulating bakteri yang memiliki flagella polar dan panjang 0.5-1.5. Pertumbuhan pada agar plate koloni halus, mengkilap dan menunjukkan warna putih sampai kuning pucat. Menurut Abraham *et al.* (2016), yang menyatakan bahwa

bakteri *Stenotrophomonas* merupakan bakteri patogen. Ikan yang terkena bakteri *Stenotrophomonas* akan mengalami gangguan pada perut (abdomen).

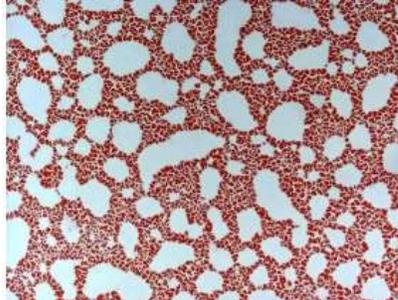


Gambar 5. Bakteri *Stenotrophomonas maltophilia* (Soedjatmiko dan Ariesyady, 2011)

b. *Chryseobacterium meningosepticum*

Chryseobacterium meningosepticum adalah bakteri non fermentasi, termasuk gram negatif aerob dapat ditemukan di lingkungan air tawar, air asin, dan tanah. Bakteri ini sebelumnya dikenal sebagai *Flavobacterium meningosepticum* dan baru-baru ini diistilahkan *Elizabethkingia meningosepticum* (atau meningoseptica) oleh beberapa penulis, termasuk family *Flavobacteriaceae* dan dapat hidup di lingkungan alam (Ceyhan dan Celik, 2011). *Flavobacterium* termasuk famili *Achromobacteriaceae* merupakan bakteri patogen oportunistik. Diameter koloni mulai dari 0,2-2 μm , koloni berwarna kuning tua, habitat pada tanah dan air. Bentuk selnya berupa batang, memiliki ciri – ciri pendek, gram negatif dengan bentuk batang yang bergerak menghasilkan pigmen kuning, merah atau orange, pengurai protein. Termasuk ke dalam gram negatif. Kebutuhan terhadap oksigen termasuk aerob, bersifat non motil, oksidasi positif dan katalase positif (Jaelani, 2014). *Flavobacterium* merupakan bakteri oportunistik, dapat menyebabkan penyakit pada organisme yang tidak mempunyai imunokompetensi. *Flavobacterium columnare*

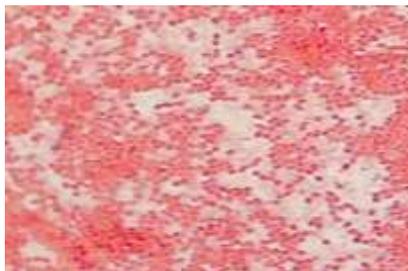
menyebabkan penyakit kolumnaris (*Columnaris disease*) pada kulit ikan. (Levinson, 2008).



Gambar 6. Bakteri *Chryseobacterium meningosepticum* (Lo, *et al.*, 2016)

c. *Brevundimonas diminuta*

Brevundimonas diminuta (sebelumnya disebut sebagai *Pseudomonas*) adalah bakteri aerob, tidak memiliki spora, termasuk basil gram negatif. Bakteri *Brevundimonas diminuta* memiliki bentuk lurus atau sedikit melengkung, yang berukuran 1 sampai 5 mm, memiliki lebar 0,5 sampai 1,0 mm dan sebagian besar katalase dan oksidase positif (Binghuai Lu *et al.*, 2013). Penyakit ikan yang disebabkan oleh bakteri sangat mempengaruhi hasil budidaya karena penyakit tersebut dapat menurunkan hasil ikan budidaya. Penyebaran penyakit yang disebabkan oleh bakteri salah satunya adalah melalui luka ikan. Salah satu bakteri yang diduga hidup pada ikan adalah bakteri *Pseudomonas* sp. Bakteri ini dapat langsung menyerang dan menginfeksi bagian tubuh ikan yang terlihat mengalami bercak merah (Ritonga, *et al.*, 2017).



Gambar 7. Bakteri *Brevundimonas diminuta* (Kurniawan dan Effendi, 2014)

d. *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa merupakan bakteri gram negatif, aerob, dan bergerak dengan menggunakan flagel, dan merupakan bakteri yang dapat menyebabkan infeksi (Todar, 2004). *Pseudomonas aeruginosa* adalah bakteri Gram negatif aerob obligat, berkapsul, mempunyai flagella polar sehingga bakteri ini bersifat motil, berukuran sekitar 0,5 – 1,0 μm berbentuk basil. Bakteri ini menyebabkan infeksi pada luka ikan. *Pseudomonas* sp. Merupakan bakteri Gram negatif bersifat fakultatif anaerob atau aerob, berbentuk batang dengan ukuran sedang, motil (beberapa memiliki polar flagella), katalase dan oksidasi positif. Bakteri ini hidup bebas di alam, sehingga dapat ditemukan di air ataupun tanah. Bakteri *Pseudomonas* terdiri dari beberapa spesies namun hanya satu spesies yang bersifat patogen yaitu *Pseudomonas aeruginosa* (Lubis, et al., 2014). *Pseudomonas aeruginosa* merupakan salah satu mikroba yang menjadi agen pembusukkan pada ikan. Ikan yang terserang bakteri *Pseudomonas* sp. dapat dilihat gejala klinisnya yaitu pada borok atau luka pada tubuh ikan, kembung, mata menonjol (exophthalmia), warna tubuh menjadi gelap, timbul pendarahan, gerak lamban, sirip geripis, warna tubuh pucat, insang dan permukaan tubuh luka, hemoragik, produksi lendir berlebih, dan sisik lepas dan kasar serta diikuti hemoragik yang membentuk spot putih dikelilingi zona merah, dan pendarahan pada organ dalam (Nurjanah, et al, 2014).



Gambar 8. Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (Lukito, 2018)

e. *Pseudomonas fluorescens*

Pseudomonas fluorescens merupakan bakteri gram negatif non patogen yang banyak digunakan dalam pengendalian penyakit tumbuhan. Diantaranya pengendalian *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. *raphani* penyebab penyakit layu fusarium radish. *Pseudomonas fluorescens* dapat menekan pertumbuhan patogen di dalam tanah dan permukaan akar, melalui mekanisme kompetisi ruang, produksi antibiotik dan siderofor. *Pseudomonas fluorescens* selain sebagai bakteri antagonis juga berfungsi sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)* yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Nasrun, et al., 2005).



Gambar 9. Bakteri *Pseudomonas fluorescens* (Rapi, et al., 2017)

f. *Plesiomonas shigelloides*

Plesiomonas shigelloides merupakan bakteri berbentuk batang dan termasuk oksidase positif, yang memiliki enzim β -galactosa, mampu menghidrolisis arginin, dekarboksilase lysine, deaminase triptophane, memproduksi indole, memiliki enzim gelatin, mengoksidasi glukosa, mengoksidasi manitol, mengoksidasi sorbitol, mengoksidasi sucrose, mengoksidasi melibiosa, mengoksidasi amigladin, mengoksidasi arabinosa, motil, dapat tumbuh pada media MacConkey, serta dapat memfermentasi dan mengoksidasi glukosa (Ryan dan Ray, 2004). *Plesiomonas* sp. adalah bakteri kelompok nonspora yang membentuk bacillus, gram negatif, oksidase positif, dan merupakan organisme fakultatif anaerob, yang tersebar meluas di air

tawar. Pertumbuhan *Plesiomonas* sp. di air tawar tergantung pada suhu, ketersediaan hara, dan tingkat cemaran limbah. Dalam penelitian, sebagian besar pertumbuhan strain *Plesiomonas* sp. tidak dapat tumbuh pada suhu di bawah 8 - 10 °C (Manurung dan Susantie, 2017).



Gambar 10. Bakteri *Plesiomonas shigelloides* (Rey, 2003)

g. *Bacillus mycoides*

Bacillus mycoides mempunyai ciri-ciri sebagai bakteri gram positif, sel berbentuk batang dan ukurannya cukup besar, berukuran 3 – 4 µm. Mempunyai ujung yang berbentuk persegi dan tersusun dalam rantai panjang, memiliki spora dan sering bergerak dengan flagella *peritrichou*, dalam uji konvensional bakteri ini dapat memfermentasi gula-gula seperti glukosa, laktosa dan maltosa. Bakteri ini dapat tumbuh pada medium *Nutrient Broth* dan termasuk ke dalam bakteri anaerob fakultatif. Bakteri ini bersifat motil dan suhu pertumbuhan antara 25°C – 40°C. bakteri ini resisten terhadap penisilin, positif membentuk Beta-hemolisa, positif mengkatalis hidrogen tanpa oksidase, positif mereduksi nitrat dan mereduksi metilen (Franco, *et al.*, 2002). Genus *bacillus* termasuk salah satu probiotik yang berperan sebagai agen biokontrol dalam akuakultur, baik sebagai biokontrol terhadap penyakit ikan maupun aktivator perbaikan nutrisi pada pakan ikan (Verschuere, *et al.*, 2000).



Gambar 11. Bakteri *Bacillus mycoides* (Franco, et al., 2002)

h. *Citrobacter freundii*

Citrobacter freundii merupakan bakteri basil Gram-negatif aerob spesies Enterobacteriaceae, yang sering ditemukan di air, tanah, makanan, kotoran dan saluran pencernaan pada manusia dan hewan. Bakteri ini akan menjadi patogen jika berada di luar saluran pencernaan atau di tempat yang jarang terdapat flora normal. Pada luka biasanya pertahanan flora normalnya sangat rendah, sehingga mempermudah bakteri ini untuk menginfeksi daerah tersebut. Bakteri ini menyebabkan infeksi pada traktus urinarius, traktus respiratorius, luka, tulang, peritoneum, endokardium dan meningen (Shih, et al., 1996).



Gambar 12. Bakteri *Citrobacter freundii* (Bintari, et al., 2015)

i. *Klebsiella* spp.

Klebsiella spp. merupakan bakteri gram negatif (-), berbentuk batang pendek, memiliki ukuran 0,5-0,5 x 1,2 μ . Bakteri ini memiliki kapsul, tetapi tidak membentuk spora. *Klebsiella* spp. tidak mampu bergerak karena tidak memiliki flagel tetapi

mampu memfermentasikan karbohidrat membentuk asam dan gas. Berdasarkan kebutuhannya akan oksigen, *Klebsiella* spp. merupakan bakteri fakultatif anaerob. *Klebsiella* spp. dapat memfermentasikan laktosa (Anderson, *et al.*, 2007). *Klebsiella* sp. terdapat dimana-mana di alam, bakteri ini paling banyak ditemukan di air dan dapat berkembang biak di air yang mempunyai nutrisi tinggi untuk tempat bakteri ini hidup. Bakteri ini juga diekskresikan dalam feses hewan dan terdeteksi didalam air yang tercemar limbah (Ainsworth, 2004).



Gambar 13. Bakteri *Klebsiella* spp. (Chauhan, *et al.*, 2017)

Tabel 6. Jenis Bakteri dan Peranannya

No	Nama Bakteri	Jenis Bakteri	Peran Bakteri
1	<i>Stenophomonas maltophilia</i>	Pathogen	Bakteri penyebab gangguan perut pada ikan
2	<i>Chryseobacterium meningosepticum</i>	Pathogen	Bakteri penyebab penyakit pada kulit ikan
3	<i>Brevundimonas diminuta</i>	Pathogen	Bakteri penyebar penyakit
4	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Pathogen	Bakteri penyebab infeksi pada luka ikan
5	<i>Pseudomonas fluorescen</i>	Anti Pathogen	Bakteri pengendali penyakit tanaman
6	<i>Plesiomonas shigelloides</i>	Non Pathogen	Bakteri pada perairan
7	<i>Bacillus mycoides</i>	Nitrifikasi	Bakteri sebagai pengontrol budidaya
8	<i>Citrobacter freundii</i>	Pathogen	Bakteri penyebab luka infeksi pada ikan
9	<i>Klebsiella</i> spp.	Non Pathogen	Bakteri pada feses hewan

4.2 Perbandingan Jenis Bakteri pada Penelitian yang Menggunakan Pupuk dan Tidak Menggunakan Pupuk

Jenis-jenis bakteri yang didapatkan pada penelitian sistem akuaponik dengan menggunakan tanaman kangkung (*Ipomoea reptans*) dan sawi pak coy (*Brassica rapa*) tanpa penggunaan pupuk dan sistem akuaponik dengan menggunakan tanaman selada (*L. sativa*) dengan penggunaan pupuk cair, didapatkan perbedaan jenis-jenis bakteri yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Jenis Bakteri

Tidak Menggunakan Pupuk		Menggunakan Pupuk
Tanaman Kangkung (Handoko, 2017)	Tanaman Sawi Pakcoy (Erlangga, 2017)	Tanaman Selada
<i>Stenotrophomonas</i> sp.	<i>Bacillus</i> sp.	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>
<i>Staphylococcus</i> sp.**	<i>Serratia</i> sp.	<i>Chryseobacterium meningosepticum</i>
<i>Micrococcus</i> sp.	<i>Aeromonas</i> sp.	<i>Brevundimonas diminuta</i>
<i>Pseudomonas</i> sp.	<i>Staphylococcus</i> sp.**	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
		<i>Pseudomonas fluorescens</i>
		<i>Plesiomonas shigelloides</i>
		<i>Bacillus mycoides**</i>
		<i>Citrobacter freundii</i>
		<i>Klebsiella</i> spp.

Keterangan:

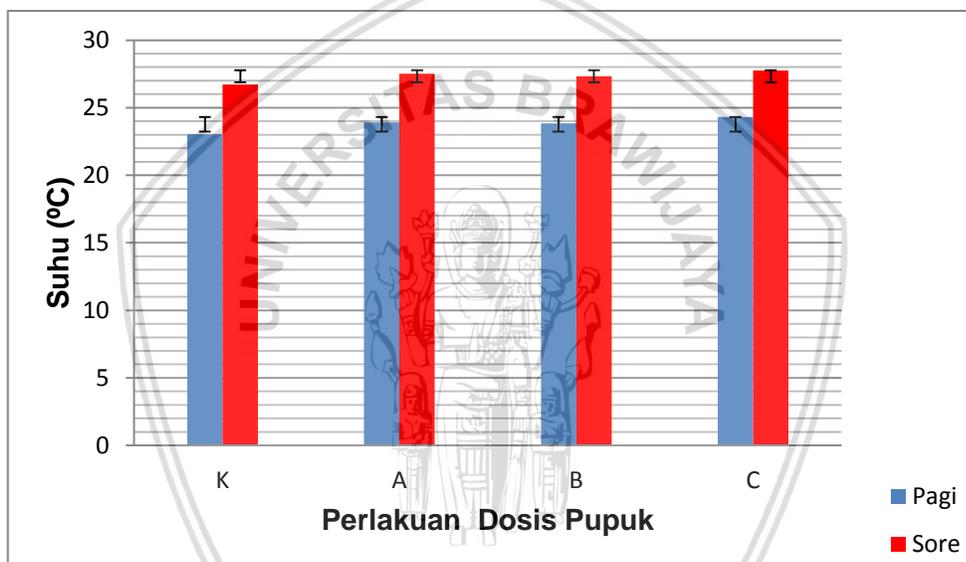
** : Bakteri nitrifikasi

4.3 Hasil Pengamatan Parameter Kualitas Air Selama Penelitian

4.3.1 Suhu

Pada saat penelitian dilakukan pengukuran suhu pada pagi hari pukul 07.30 dan pada siang hari 15.00 WIB. Selama penelitian di dapatkan hasil pengukuran suhu dalam media budidaya ikan nila (*O. niloticus*) pada pagi dan sore hari berkisar antara 21–31°C. Suhu tersebut masih dalam kisaran suhu yang optimum dalam mendukung pertumbuhan ikan nila (*O. niloticus*) selama penelitian. Hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada Lampiran 5.

Habitat hidup ikan nila cukup beragam dari sungai, danau, waduk, rawa, sawah, kolam hingga tambak. Nila dapat tumbuh secara normal pada kisaran suhu 14 °C - 38 °C dan dapat memijah secara alami pada suhu antara 22 °C - 37 °C. Untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan, suhu optimum bagi ikan nila ini sekitar 25-30 °C. Pertumbuhan ikan nila biasanya terganggu jika suhunya lebih rendah dari 14 °C atau diatas 38 °C. Pada suhu 6 °C atau 422 °C ikan ini akan mengalami kematian (Khairuman dan Amri, 2012).

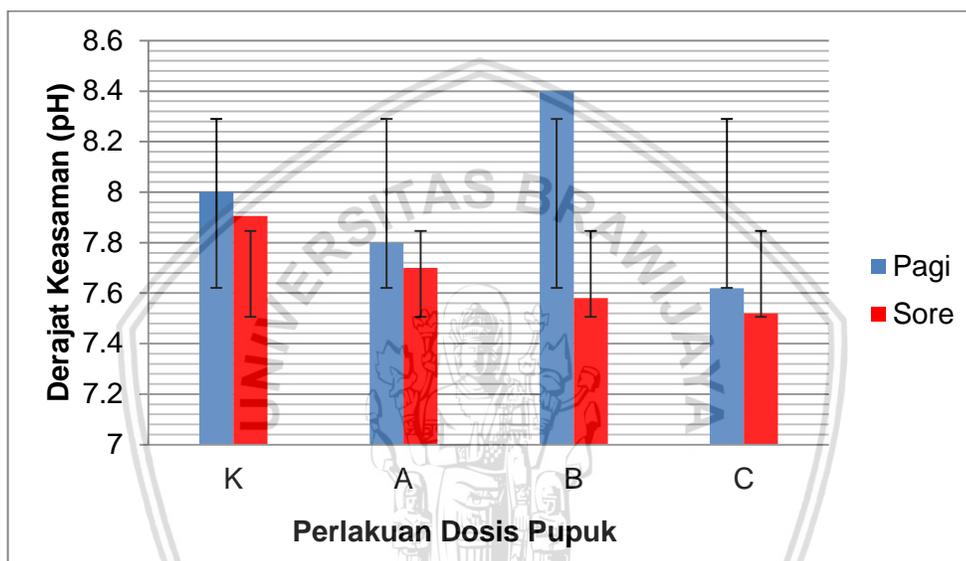


Gambar 14. Grafik Rerata Hasil Suhu Pagi dan Sore

4.3.2 Derajat Keasaman (pH)

Pada saat penelitian dilakukan pengukuran Derajat Keasaman (pH) pada pagi hari pukul 07.30 dan pada siang hari 15.00 WIB. Selama penelitian di dapatkan hasil pengukuran Derajat Keasaman (pH) dalam media budidaya ikan nila (*O. niloticus*) pada pagi dan sore hari berkisar antara 5,5 – 8,5. Kisaran pH tersebut masih dapat ditolerir untuk usaha budidaya ikan nila di perairan tawar, meskipun bukan termasuk pH yang optimal.. Hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada Lampiran.

Ikan nila memiliki toleransi tinggi terhadap perubahan lingkungan hidup. Keadaan pH air antara 5 – 11 dapat ditoleransi oleh ikan nila, tetapi pH optimal untuk perkembangbiakan dan pertumbuhan ikan nila adalah 7-8 (Rukmana, 1997). Derajat keasaman (pH) air dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan. Derajat keasaman air yang sangat asam atau sangat rendah dapat menyebabkan kematian pada ikan (Cahyono, 2000).

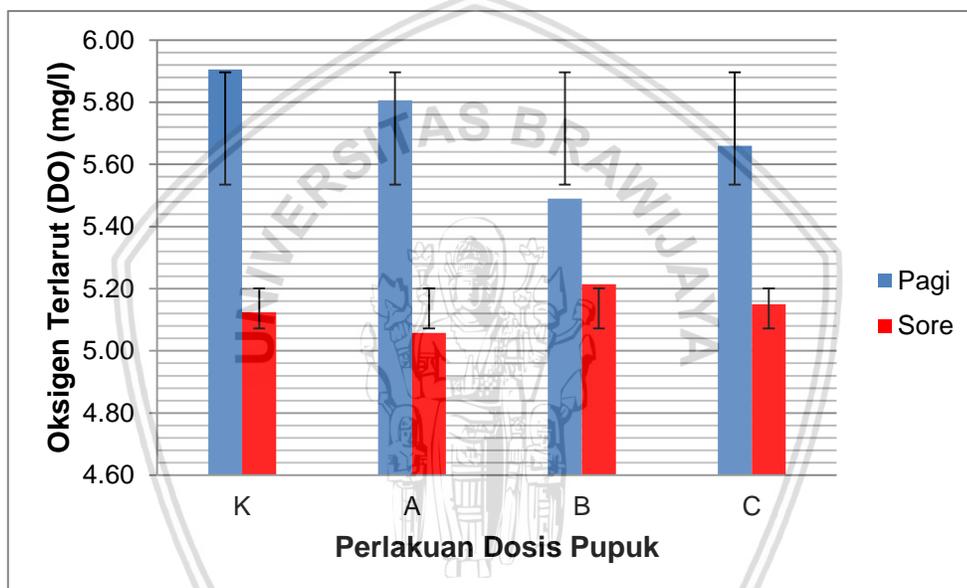


Gambar 15. Grafik Rerata Hasil Derajat Keasaman (pH) Pagi dan Sore

4.3.3 Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)

Pada saat penelitian dilakukan pengukuran oksigen terlarut pada pagi hari pukul 07.30 dan pada siang hari 15.00 WIB. Selama penelitian di dapatkan hasil pengukuran oksigen terlarut dalam media budidaya ikan nila (*O. niloticus*) pada pagi dan sore hari berkisar antara 3,24 – 7,26 mg/L. Kisaran oksigen terlarut tersebut masih layak untuk usaha budidaya ikan nila di perairan tawar, meskipun bukan termasuk oksigen terlarut yang optimal untuk budidaya ikan. Hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada Lampiran.

Menurut Carman dan Sucipto (2013), secara umum ikan nila dapat hidup dalam air dengan kandungan oksigen 0,3-0,5 mg/l. Walaupun demikian, untuk meningkatkan produktivitasnya, kandungan oksigen terlarut dalam air sebaiknya dijaga pada level diatas 5 mg/l. hal itu karena pada level dibawah 1 mg/l dapat menyebabkan penurunan laju pertumbuhan. Menurut Kordi dan Andi (2007) yang menyatakan bahwa rendahnya kadar oksigen dapat berpengaruh terhadap fungsi biologis dan lambatnya pertumbuhan, bahkan dapat mengakibatkan kematian.

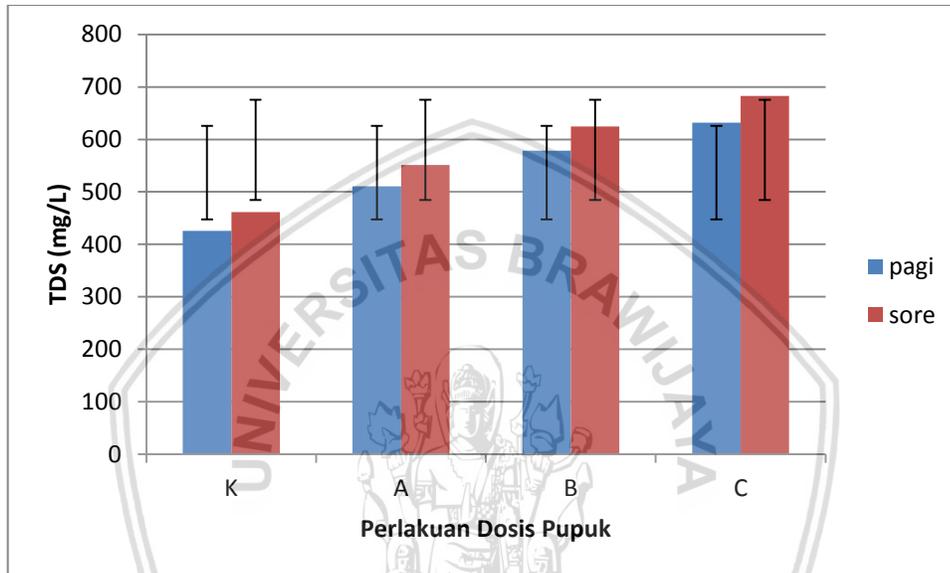


Gambar 16. Grafik Rerata Hasil Oksigen Terlarut (DO) Pagi dan Sore

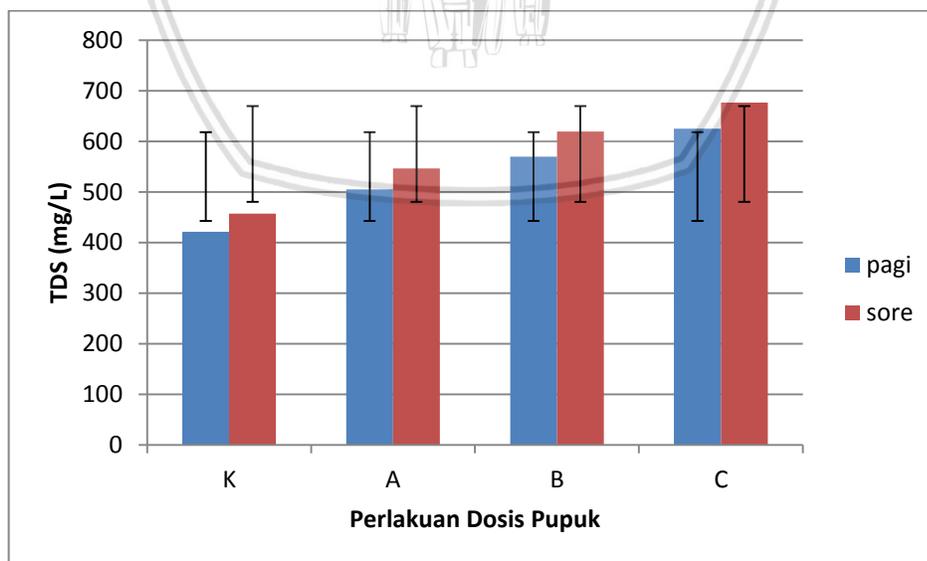
4.3.4 Padatan terlarut (*Total Dissolved Solid*)

Pada saat penelitian dilakukan pengukuran Padatan terlarut pada pagi hari pukul 07.30 dan pada siang hari 15.00 WIB. Selama penelitian di dapatkan hasil pengukuran Padatan terlarut dalam media budidaya ikan nila (*O. niloticus*) pada pagi dan sore hari berkisar antara 260 – 1400 mg/L. Kisaran Padatan terlarut tersebut masih layak untuk usaha budidaya ikan nila di perairan tawar, meskipun bukan termasuk Padatan terlarut yang optimal untuk budidaya ikan. Hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada Lampiran.

Menurut Chandra, *et al.* (2012) menyatakan bahwa dalam air alami, padatan terlarut yang terutama terdiri dari karbonat, bikarbonat, klorida, sulfat, fosfat, nitrat, kalsium, magnesium, natrium, kalium, besi dan mangan. Mereka berasal dari pembubaran atau pelapukan batuan dan tanah, termasuk pembubaran kapur, gipsium dan tanah mineral lainnya perlahan terlarut di dalam air



Gambar 17. Grafik Rerata Padatan Terlarut di Media Air Tanaman



Gambar 18. Grafik Rerata Padatan Terlarut di Media Air Ikan

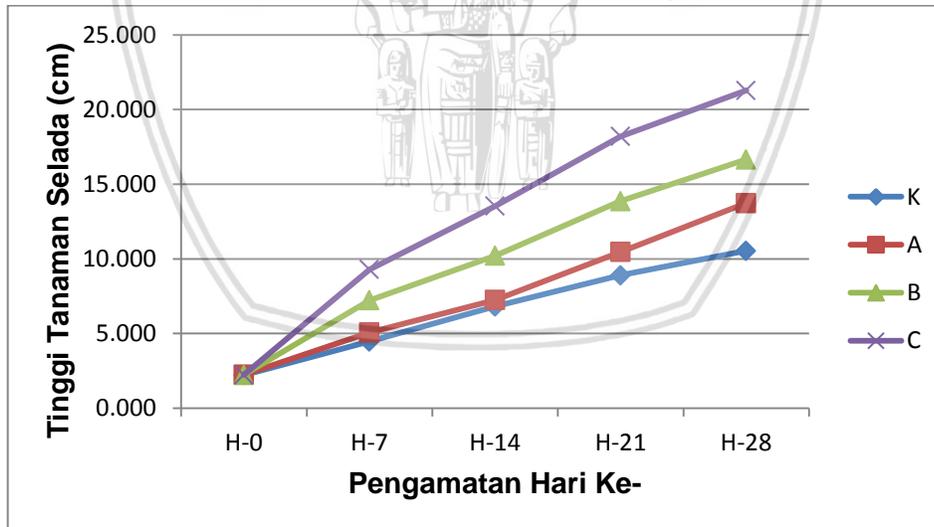
4.4 Hasil Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Selada Selama Penelitian

4.4.1 Tinggi Tanaman Selada

Selama penelitian dilakukan pengamatan pertumbuhan tinggi tanaman selada dalam sistem akuaponik. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap 7 hari sekali. Hasil data pengamatan dapat dilihat pada Tabel 8. Berdasarkan hasil pengukuran tinggi tanaman selada selama penelitian diperoleh grafik pada Gambar 19.

Tabel 8. Tinggi Tanaman Selada Selama Penelitian

Tinggi tanaman selada					
Perlakuan	H-0	H-7	H-14	H-21	H-28
K	2,217	4,467	6,810	8,897	10,533
A	2,237	5,070	7,250	10,467	13,737
B	2,227	7,230	10,207	13,857	16,653
C	2,227	9,293	13,537	18,193	21,277



Gambar 19. Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman Selada (*L. sativa*)

Dari gambar diatas diketahui bahwa tinggi tanaman selada semakin meningkat. Untuk data hasil tinggi tanaman selada terendah dengan rerata sebesar 6.585 cm terdapat pada perlakuan Kontrol dimana tidak diberikan pupuk sama

sekali sehingga tidak terdapat nutrisi tambahan untuk tanaman selada tumbuh. Data hasil tinggi tanaman selada tertinggi ada pada perlakuan C sebesar 12,095 cm dimana pemberian dosis pupuk sebanyak 0,825 ml/L, sehingga tanaman mendapatkan asupan nutrisi tambahan dari pupuk organik cair.

Ketersediaan unsur hara yang dapat diserap tanaman merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tingkat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Selain itu pengamatan tinggi tanaman juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, cuaca, dan iklim dalam proses terjadinya pertumbuhan dan perkembangan sel dalam tanaman. Suhu atau temperatur merupakan salah satu parameter lingkungan yang sangat penting bagi tumbuhan. Hubungan antara temperatur udara dan pertumbuhan tanaman sangat kompleks, namun pada umumnya memengaruhi kinerja enzim tanaman dan aktivitas air. Nitrogen mempunyai peranan utama untuk merangsang pertumbuhan secara keseluruhan dan khususnya pertumbuhan batang yang dapat memacu pertumbuhan tinggi tanaman. Hal ini dikarenakan oleh unsur nitrogen sebagai komponen utama dari klorofil, klorofil ini berperan penting pada fotosintesis serta berperan dalam proses metabolisme tanaman seperti respirasi dan genetik tanaman (Wardhana et al., 2016).



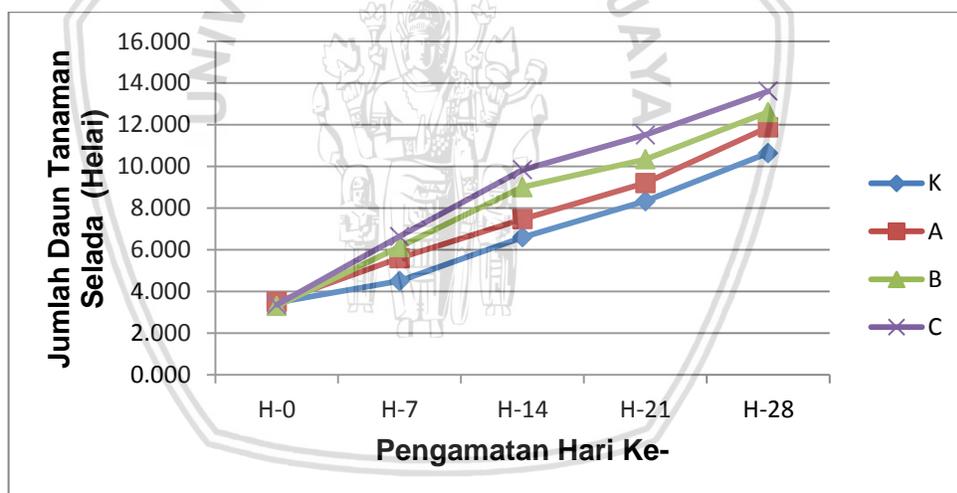
Gambar 20. Tanaman Selada (*L. sativa*) (Dokumentasi Pribadi, 2018)

4.4.2 Jumlah Daun

Pengamatan jumlah daun tanaman selada dalam sistem akuaponik diukur setiap 7 hari sekali. Hasil data pengamatan dapat dilihat pada tabel 9. Berdasarkan hasil pengamatan jumlah daun tanaman selada selama penelitian diperoleh grafik pada Gambar 20.

Tabel 9. Jumlah Daun Tanaman Selada Selama Penelitian

Jumlah Daun Tanaman Selada					
Perlakuan	H-0	H-7	H-14	H-21	H-28
K	3,467	4,500	6,600	8,333	10,633
A	3,500	5,600	7,467	9,200	11,867
B	3,300	6,133	9,000	10,333	12,600
C	3,367	6,633	9,833	11,500	13,600



Gambar 21. Grafik Pertambahan Jumlah Daun Tanaman Selada

Dari Gambar di atas dapat diketahui bahwa jumlah daun selada semakin meningkat. Untuk data hasil jumlah daun selada terendah pada Kontrol dengan rerata sebesar 6 dimana tidak diberikan pupuk sama sekali sehingga tidak terdapat nutrisi tambahan untuk tanaman selada tumbuh. Data hasil jumlah daun selada tertinggi pada perlakuan C dengan rerata sebesar 8 dimana pemberian dosis pupuk

sebanyak 0,825 ml/L, sehingga tanaman mendapatkan asupan nutrisi tambahan dari pupuk organik cair. Meskipun jumlah daun banyak, tetapi daun selada selama penelitian tidak melebar dengan batang tanaman yang tidak kokoh.

Apabila ketersediaan unsur hara N cukup dan seimbang, maka daun tanaman yang dihasilkan akan berwarna hijau segar dan renyah bila dikonsumsi. Hal ini disebabkan pemberian pupuk organik dapat memperbaiki ketersediaan unsur hara, meningkatkan aktifitas mikroorganisme. pemberian pupuk organik dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara N, P, dan K serta unsur mikro. Untuk pertumbuhan vegetatif sangat diperlukan unsur N, karena unsur N sangat dibutuhkan untuk pembentukan klorofil, sintesis asam amino dan protein, asam nukleat (Nugrahini, 2013). Jumlah serapan unsur hara untuk tanaman sangat ditentukan oleh keseimbangan air dan udara di dalam media tanam, bila udara dan air seimbang di dalam media tanam, maka akar tanaman akan menyerap unsur hara dalam jumlah yang cukup sehingga pertumbuhan tanaman akan meningkat. kekurangan unsur hara makro dan mikro pada tanaman dapat mengakibatkan hambatan bagi pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman (Syahputra, et al., 2014).



Gambar 22. Tanaman Selada (*L. sativa*) (Dokumentasi Pribadi, 2018).



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian tentang kelimpahan bakteri pada media budidaya ikan nila (*O. niloticus*) pemeliharaan dengan sistem akuaponik adalah penggunaan dosis pupuk cair yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertambahan koloni bakteri pada media budidaya, dengan nilai rata-rata pertambahan tertinggi diperoleh pada perlakuan C (0, 825 ml/L) dengan peningkatan bakteri sebesar 6,841 CFU/ml. Identifikasi bakteri ditemukan 9 jenis bakteri yaitu *Stenophomonas maltophilia* (bakteri patogen penyebab gangguan perut pada ikan), *Chryseobacterium meningosepticum* (bakteri patogen penyebab penyakit pada kulit ikan), *Brevundimonas diminuta* (pathogen, bakteri penyebar penyakit), *Pseudomonas aeruginosa* (bakteri patogen penyebab penyakit pada luka ikan), *Pseudomonas fluorescens* (anti patogen, bakteri pengendali penyakit tanaman), *Plesiomonas shigelloides* (non pathogen, bakteri pada perairan), *Bacillus mycoides* (nitrifikasi, bakteri pengontrol budidaya), *Citrobacter freundii* (pathogen, bakteri penyebab infeksi ikan) dan *Klebsiella spp* (non pathogen, bakteri pada feses ikan).

5.2 Saran

Dari penelitian ini dapat diberikan saran dalam kegiatan budidaya dengan sistem akuaponik disarankan untuk menggunakan jenis pupuk organik lain, serta disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan dosis pupuk yang lain dalam optimalisasi proses nitrifikasi pada sistem akuaponik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, T.J., Paul, P., Adikesavalu, H., Patra, A dan S. Banerjee. 2016. *Stenotrophomonas maltophilia* as an opportunistic pathogen in cultured african catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1982). *Aquaculture*. 450: 168172.
- Ainsworth, R. 2004. *Safe Piped Water : Managing Microbial Water Quality in Piped Distribution System*. IWA Publishing, London, for the World Health Organization, Geneva.
- Anderson, K.F., Lonsway, D.R and Rasheed, J.K. 2007. Evaluation of methods to identify the *Klebsiella pneumoniae carbapenemase* in Enterobacteriaceae. *J Clin Microbiol*, 45, 5-2723.
- Aliyas, S. Ndobe dan Z.R. Ya'la. 2016. Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis Sp.*) Yang Dipelihara Pada Media Bersalinitas. *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako*, 5(1): 19-27.
- Arifin, J. 2010. *Kitab Excel 2010*. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Binghuai Lu, Y. shi, F. Zhu dan X. Xu. 2013. Pleuritis Due to *Brevundimonas diminuta* in a Previously Healthy Man. *Journal of Medical Microbiology*, 62: 479-482.
- Bintari, N. W. D., R. Kawuri dan M. W. Proborini. 2015. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penyebab Busuk Lunak pada Umbi wortel (*Daucus carota L.*) Varietas Lokal di Bali. *Jurnal Metamorfosa*, 2(1): 9-15.
- Cahyono B. 2000. *Budidaya Ikan Air Tawar*. Kanisius. Yogyakarta.
- Carman, O dan A. Sucipto. 2013. *Pembesaran Nila 2,5 Bulan*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ceyhan, M dan M. Celik. 2011. *Elizabethkingia meningosepticum* (*Chryseobacterium meningosepticum*) Infections in Children. *International Journal of Pediatrics*, 10(11): 1-7.
- Chandra, S., A. Singh dan P. K. Tomar. 2012. Assessment of Water Quality Values in Porur Lake Chennai Hussain Sagar Hyderabad and Vihar Lake Mumbai India. *Chemical Science Transactions*. 1 (3).
- Chauhan, H. C., A.C. Patel, M. D. Shrimali, K. B. Patel, B. I. Prajapati, J. K. Kala, M. G. Patel, M. Rajgor, M. A. Patel. 2017. Isolation and Identificaion of *Klebsiella pneumoniae* from Sheep-Case Report. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(5): 331-334.

- Dauhan R. E. S, E. Efendi. Suparmono. 2014. Efektifitas sistem akuaponik dalam mereduksi konsentrasi amonia pada sistem budidaya ikan. *Jurnal rekayasa dan teknologi budidaya perairan*. 3 (1) : 297–302.
- Dwidjoseputro. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Djambatan. Jakarta.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Kanisius. Yogyakarta.
- Fathulloh, A.S dan N.S. Budiana. 2016. *Akuaponik: Panen Sayur Bonus Ikan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Fitri, L dan Y. Yasmin. 2011. Isolasi dan Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Kitinolitik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 3(2): 20-25.
- Firdausi, N., W. Muslihatin dan T. Nurhidayati. 2016. Pengaruh Kombinasi Media Pembawa Pupuk Hayati Bakteri Pelarut Fosfat Terhadap pH dan Unsur Hara Fosfor dalam Tanah. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 5(2): 53-56.
- Franco, D., Beccari E., Santini T., Pisaneschi G and G. Teece. 2002. Colony Shape as a Genetic Trait in The Pattern-Forming *Bacillus mycoides*. *BMC Microbiology*, 2 (33): 1-15.
- Haryanto, E. 2007. *Sawi dan Selada*. Jakarta : Penebar Swadaya. 112 hlm.
- Haryanto, E. T. Suhartini dan E. Rahayu. 1995. *Sawi dan Selada*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Huda, Y. M. 2014. Penerapan metode eksperimen untuk meningkatkan hasil belajar IPA pada siswa kelas IV MIN Pandansari Ngunut Tulungagung. Skripsi. Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Tulungagung: Tulungagung. 278 hlm.
- Jaelani, I. 2014. Bakteri Asosiasi Pada Karang *Pachyseris* sp. yang Terinfeksi Penyakit BBD (Black Band Disease) di Perairan Pulau Barrang Lompo. Skripsi FIKP.. Makassar.
- Jati, O. E. 2012. Analisis Hubungan Parameter Fisika Kimia Air dengan Total Bakteri pada Tambak Udang di BBPBAP Jepara. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kadri, A. N., K.T.P. Gelgel dan G.K. Suarjana. 2015. Perbedaan Cara Penyebaran Suspensi Terhadap Jumlah Bakteri pada Media Eosin Methylene Blue Agar. *Indonesia Medicus Veterinus*, 4(3): 205-212.
- Khairuman, H dan K. Amri. 2013. *Budidaya Ikan Nila*. Jakarta: PT Agro Media Pustaka
- Khairuman, H dan K. Amri. 2012. *Pembesaran Nila di Kolam Air Deras*. Jakarta: PT Agro Media Pustaka. 92 hlm.

- Kharisma, A., A. Manan. 2012. Kelimpahan Bakteri *Vibrio* Sp. Pada Air Pembesaran Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Sebagai Deteksi Dini Serangan Penyakit Vibriosis. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kealutan*, 4(2): 129-134.
- Kordi, M. G. 2013. Budidaya Nila Unggul. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.
- Kordi, M.G.H dan B.T. Andi. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air*. PT Rineka Cipta, Jakarta.
- Kristiawan, D., N. Widyorini dan Haeruddin. 2014. Hubungan Total Bakteri Dengan Kandungan Bahan Organik Total Di Muara Kali Wisu, Jepara. *Management of Aquatic Resources*, 3(4): 24-33.
- Kuncoro, R. B. 2013. Pembuatan Website Tempat Pariwisata Rumah Dome New Nglepen. *Journal Speed-Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi*, 10 (2): 20-25.
- Kurniawan, A dan A. J. Effendi. 2014. Biodegradasi Residu Total Petroleum Hidrokarbon di Bawah Konsentrasi 1% (W/W) Hasil Proses Bioremediasi. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(3): 286-294.
- Lambui, O., M. Jannah. 2017. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Tanah di Hutan Sekitar Danau Kalimpa'a, Kawasan Taman Nasional Lore Lindu, Sulawesi Tengah. *Online Journal of Natural Science*, 6(1): 73-82.
- Levinson, W. 2008. Review of Medical Microbiology & Immunology, Tenth Edition. In TheMc Graw-Hill Companies. IncDurbrow, R.M., Thune, R.L,Howke J.P. dan Camus, A.C. 1998. Columnaris Disease a Bacterial Infection Caused by *Flavobacterium columnae*. SRAC No 479. New York.
- Lo, C. I., S. A. Sankar, O. Mediannikov, C. B. Ehounoud, N. Labas, N. Faye, D. Raoult, P.-E. Fournier and F. Fenollar. 2016. High-quality genome sequence and description of *Chryseobacterium senegalense* sp. nov. *New Microbes and New Infections*, 10(3): 93-100.
- Lubis, Y. P. P., Yunasfi dan R. Leidonald. 2014. Jenis-Jenis Bakteri pada Luka Ikan Patin (*Pangasius djambal*). Universitas Sumatera Utara, Medan. 66-77.
- Lukito, J. I. 2018. Potensi Terapi Doripenem untuk Infeksi *Pseudomonas aeruginosa*. *Info Produk*, 45(1): 71-74.
- MacFaddin, J. F. 1990. *Biochemical tests for identification of medical bacteria*, 3rd ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA. 912 hlm.
- Manuhuttu, A.P., H. Rehatta dan J.J.G. Kailola. 2014. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Hayati Bioboost Terhadap Peningkatan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca Sativa. L*). *Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*, 3(1): 1-74.

- Manurung, U. N dan D. Susantie. 2017. Identifikasi Bakteri Patogen pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Lokasi Budidaya Ikan Air Tawar Kabupaten Kepulauan Sangihe. *Budidaya Perairan*, 5(3): 11-17.
- Maria, L., H. Kresnadi, K.Y. Margiati. 2014. Penggunaan Metode Eksperimen Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas V SDN 43 Tapis Tembawang. *Artikel Penelitian*, 1-14.
- Mechram, S. 2006. Aplikasi Teknik Irigasi Tetes dan Komposisi Media Tanam pada Selada (*Lactuca sativa*). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 7(1):27-36.
- Moi, A.R., D. Pandiangan, P. Siahaan, A. M. Tangapo. 2015. Pengujian Pupuk Organik Cair dari Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea*). *Jurnal Mipa Unsrat Online*, 4(1): 15-19.
- Muhammad, I., A. Rusgiyono, M.A. Mukid. 2014. Penilaian Cara Mengajar Menggunakan Rancangan Acak Lengkap. *Jurnal Gaussian*, 3(2): 183-192.
- Mulyani, Y.S., Yulisman, M. Fitriani. 2014. Pertumbuhan Dan Efisiensi Pakan Ikan Nila (*O. niloticus*) Yang Dipuasakan Secara Periodik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 2(1): 1-12.
- Mulqan, M., S. A. E. Rahimi dan I. Dewiyanti. 2017. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila Gesit (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Akuaponik dengan Jenis Tanaman yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2(1): 183-193.
- Nasrun, Christanti, Arwiyanto T, Mariska, I. 2005. Pengendalian penyakit layu bakteri nilam menggunakan *Pseudomonas fluorescens*. *J Litri*.11(1):19-24.
- Neoriky, R., D.R. Lukiwati dan F. Kusmiyati. 2017. Pengaruh Pemberian Pupuk Anorganik dan Organik diperkaya N, P Organik terhadap Serapa Hara Tanaman Selada (*Lactuca sativa*). *J. Agro Complex*. 1(2): 72-77.
- Nugrahini, T. 2013. Pengaruh Pemberian Pupuk Guano Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca Sativa L.*) Pada Dua Metode Vertikultur. *Jurnal Dinamika Pertanian*, 28(3): 211-216.
- Nugroho E dan Sutrisno. 2008. *Budidaya Ikan dan Sayuran dengan Sistem Akuaponik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nugroho, R. A., L.T. Pambudi, D. Chilmawati, A.H.C. Haditomo. 2012. Aplikasi Teknologi Aquaponic Pada Budidaya Ikan Air Tawar Untuk Optimalisasi Kapasitas Produksi. *Jurnal Saintek Perikanan* , 8(1): 46-51.
- Nugroho, A., Arini, E. dan T. Elfitasari. 2013. Pengaruh Kepadatan yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*oreochromis*

- niloticus) Pada Sistem Resirkulasi dengan Filter Arang. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2(3) : 94-100.
- Nurchayani, P.R. 2006. Kajian Bakteri *Nitrosomonas* sp. pada Teknik Biofilter Untuk Penghilangan Emisi Gas Amoniak. Skripsi. IPB. Bogor.
- Nurjanah, S., S. B. Prayitno dan Sarjito. 2014. Sensitivitas Bakteri *Aeromonas* sp. dan *Pseudomonas* sp. yang diisolasi pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) sakit terhadap Berbagai Macam Obat Beredar. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4): 308-316.
- Pages, D., J. Rose, S. Conrod, S. Cuine, P. Carrier, T. Heulin dan W. Achouak. 2008. Heavy Metal Tolerance in *Stenotrophomonas maltophilia*. *Plos One*. 1-6.
- Pali, E., A. Setiawan, Alimaturrosyidah, Nurlilayanti, Nurfidah, N. Aini, O.S.K. Mega. 2015. Perkenalan Alat dan Sterilisasi. *Jurnal Praktikum Mikrobiologi Dasar*, 1-4.
- Pelczar dan Chan. 2005. Dasar-Dasar Mikrobiologi. Universitas Indonesia. Jakarta. 88 hal 443.
- Pentury, E.F., J. Baroleh dan W.M. Wangke. 2016. Partisipasi anggota pada kelompok tani susuripen di Kelurahan Wilan Kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon. *Agri-Sosio Ekonomi Unsrat*. 12 (2A) : 165-178.
- Pracaya. 2007. Bertanam Sayur Organik. Penebar Swadaya. Jakarta. 112 hlm.
- Pramesti, G. 2007. Aplikasi Spss 15.0 Dalam Model Linier Statistika. PT Elex Media Komputindo, Jakarta. 249 hlm.
- Rapi, D. H., Erina dan Darniati. 2017. Isolasi dan Identifikasi *Pseudomonas* sp. pada Telur Burung Puyuh (*Coturnix-coturnix japonica*) yang Gagal Menetas di Desa Garot Kecamatan Darul Imarah Aceh Besar. *JIMVET*, 1(1): 19-23.
- Rinawati, D. Hidayat, R. Suprianto dan P. S. Dewi. 2016. Penentuan Kandungan Zat Padat (*Total Dissolve Solid* dan *Total Suspended Solid*) di Perairan Teluk Lampung. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 1(1): 36-46.
- Rey, C.G. 2003. Studies on *Plesiomonas shigelloides* Isolated From Different Environments. *Department of Veterinary Microbiology*, 1-45.
- Ritonga, M., D. Suryanto dan Yunasfi. 2017. Jenis-Jenis Bakteri Potensial Patogen yang Menginfeksi Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) di Kolam Patumbak Kabupaten Deli Serdang. 1-10.

- Rossita, A.S., K. Munandar dan S. Komarayanti. 2017. Komparasi Media NA Pabrik dengan NA Modifikasi Untuk Media Pertumbuhan Bakteri. *Seminar Nasional Biologi*. 192-201.
- Rukmana, R. 1997. Ikan Nila, Budi Daya dan Aspek Agribisnis. Kanisius. Yogyakarta.
- Rukmana, R. 2007. Ikan Nila Budidaya dan Prospek Agribisnis. Cet.7. Yogyakarta: Kanisius.
- Ryan, J. K & Ray, G. C., 2004, *Sherris Medical Microbiology An Introduction to Infections Diseases*, Edisi 4, 21-55, USA, Mc Graw Hill.
- Samsundari, S dan G. A. Wirawan. 2013. Analisis Penerapan Biofilter Dalam Sistem Resirkulasi Terhadap Mutu Kualitas Air Budidaya Ikan Sidat (*Anguilla Bicolor*). *Jurnal Gamma*, 8(2): 86-97.
- Shih CC, Chen YC, Chang SC, Luh KT, Hsieh WC. 1996. Bacteremia due to *Citrobacter* Species: Significance of primary intraabdominal infection. *Clinical Infection Disease*. 23:543-9.
- Slamet, J.S.1996. Kesehatan Lingkungan. Gajah Mada University Press. p 85. Yogyakarta.
- Soedjatmiko, K. P dan H. D. Ariesyady. 2011. Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri pada Reaktor Wetland. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 17(1): 12-22.
- Sutiknowati, L.I. 2014. Kualitas Perairan Tambak Udang Berdasarkan Parameter Mikrobiologi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(1): 157-170.
- Syahputra, E., M. Rahmawati dan S. Imran. 2014. Pengaruh Komposisi Media Tanam dan Konsentrasi Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca Sativa L.*). *Jurnal Floratek*9. 39-45.
- Syariefa, E., S. Duryatmo, S. Angkasa, R.N. Apriyanti. 2014. Hidroponik Praktis. PT Trubus Swadaya, Depok.
- Todar, K. 2004. *Textbook of bacteriology: Pseudomonas aeruginosa*. University of Wisconsin Madison Departement of Bacteriology, USA.
- Taufik, I. E. Setiadi dan Sutrisno. 2015. Panen Ikan, Sayur dan Buah dengan Teknik Yumina Bumina. Panen Ikan, Sayur dan Buah dengan Teknik Yumina Bumina. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Ulfiana, R., G. Mahasri dan H. Suprpto. 2012. Tingkat Kejadian Aeromonosis pada Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) yang Terinfeksi *Myxobolus Koi* pada Derajat Infeksi yang Berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 4(2): 169-174.

- Verschuere, L., G. Rombaut, P. Sorgeloos dan W. Verstraete. 2000. Probiotic Bacteria as Biological Control Agents in Aquaculture. *Microbiological and Molecular Biology Review*, 64: 655-671.
- Wardoyo, E. H. 2016. Bakteri Non Fermenter sebagai Patogen: Fokus pada Spektrum Infeksi *Stenotrophomonas maltophilia* di Kota Mataram. *Jurnal Kedokteran*, 5(2): 7-9.
- Wardhana, I., H. Hasbi dan I. Wijaya. 2016. Respons Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca Sativa* L.) Pada Pemberian Dosis Pupuk Kandang Kambing Dan Interval Waktu Aplikasi Pupuk Cair Super Bionik. *Agritrop Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 165-185.
- Wibisono, D. 2003. Riset Bisnis Panduan bagi Praktisi dan Akademi. Gramedia Pustaka. Jakarta. 305 hlm.
- Widayanti, G., D. S. Widodo dan A. Haris. 2012. Elektrokolorisasi Perairan Tercemar Limbah Cair Industri Batik dan Tekstil di Daerah Batang dan Pekalongan. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 15(2): 62 – 69.
- Yusnandar, M.E. 2003. Aplikasi Analisis Rancangan Acak Lengkap dalam Pengolahan Data Hasil Penelitian Percobaan Pakan Ternak pada Kambing Induk. *Prosiding Temu Teknis Fungsional Non Peneliti*. 106-110.

