

KELIMPAHAN BAKTERI PADA MEDIA BUDIDAYA IKAN PATIN (*Pangasius hypophthalmus*) MENGGUNAKAN SISTEM AKUAPONIK DENGAN JUMLAH TANAMAN YANG BERBEDA

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

Oleh :

**SEPTA SHOLEHUDIN
NIM. 125080500111080**



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

KELIMPAHAN BAKTERI PADA MEDIA BUDIDAYA IKAN PATIN (*Pangasius hypophthalmus*) MENGGUNAKAN SISTEM AKUAPONIK DENGAN JUMLAH TANAMAN YANG BERBEDA

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

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya

Oleh :

**SEPTA SHOLEHUDIN
NIM. 125080500111080**



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



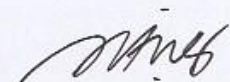
KELIMPAHAN BAKTERI PADA MEDIA BUDIDAYA IKAN PATIN (*Pangasius hypophthalmus*) MENGGUNAKAN SISTEM AKUAPONIK DENGAN JUMLAH TANAMAN YANG BERBEDA

Oleh :

SEPTA SHOLEHUDIN
NIM. 125080500111080

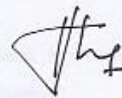
Telah dipertahankan di depan penguji
Pada tanggal 14 Oktober 2016
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat
Tanggal : _____

Menyetujui,
Dosen Penguji I



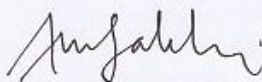
Dr. Ating Yuniarti, S.Pi, M.Aqua
NIP. 19750604 199903 2 002
TANGGAL : 20 OCT 2016

Dosen Pembimbing I



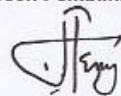
Prof. Dr. Ir. Sri Andayani, MS
NIP. 1961106 198602 2 001
TANGGAL : 20 OCT 2016

Dosen Penguji II



M. Fakhri, S.Pi, MP, M.Sc
NIP. 19860717 201504 1 001
TANGGAL : 20 OCT 2016

Dosen Pembimbing II



Ir. Heny Suprastyani, MS
NIP. 19620904 198701 2 001
TANGGAL : 20 OCT 2016



Mengetahui,
Ketua Jurusan
Dr. Ir. Arning W. Ekawati, MS
NIP. 19620805 198603 2 001
TANGGAL : 20 OCT 2016

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali 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 hukuman yang berlaku di Indonesia.

Malang, 14 Oktober 2016

Mahasiswa

Septa Sholehudin



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasih Nya skripsi ini dapat terselesaikan dengan waktu yang tepat
2. Orang tua tercinta, Bapak Marwoto dan Ibu Sri Habibah yang telah memberi segala dukungan dengan sepenuh hati
3. Adik Retno Umrotus Sholiha memberikan doa dan motivasi
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Andayani, MS selaku Pembimbing 1.
5. Ibu Ir. Heny Suprastyani, MS dan selaku Pembimbing 2.
6. Ibu Dr. Ating Yuniarti, S.Pi, M.Aqua selaku Penguji 1.
7. Bapak M. Fakhri, S.Pi., MP, M.Sc selaku Penguji 2.
8. Ibu Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS selaku Ketua Jurusan MSP.
9. Bapak Dr. Ir. M. Fadjar., M.Sc selaku Ketua Program Studi BP.
10. Tim penelitian Roy Fernandes Siahaan, Alviola Pramudya, Ambang Mahdi Mulyono
11. Tim Kriwul (Alviola, Wisnu, Roy, Abe, Krisna, Raka dan Ongki) dan teman teman (Silfia Fajar, Sylvia Adi, Siti Lestari).
12. Teman-teman "Aquasean" dan Himpunan Mahasiswa Prodi Budidaya Perairan atas semangat dan dukungannya.
13. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

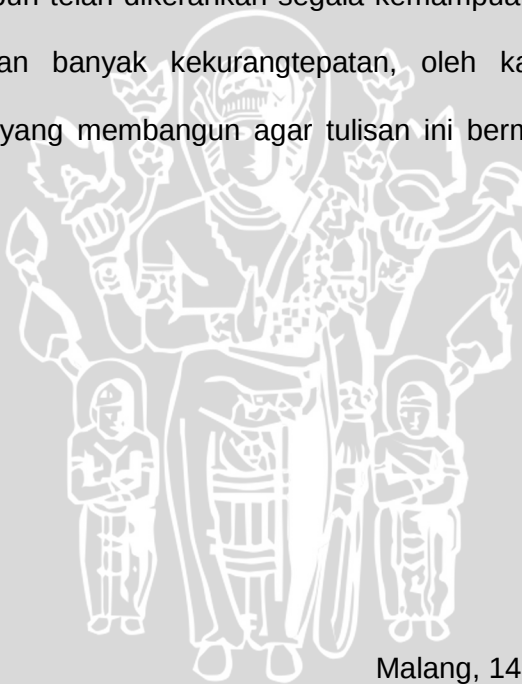
Malang, 14 Oktober 2016

Septa Sholehudin

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Mu penulis dapat menyelesaikan usulan skripsi dengan judul “kelimpahan bakteri pada media budidaya ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) menggunakan sistem akuaponik dengan komposisi tanaman yang berbeda”. Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi latar belakang penulisan, tinjauan pustaka, metode skripsi, dan lampiran.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangtepatan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.



Malang, 14 Oktober 2016

Penulis

RINGKASAN

Septa Sholehudin. Kelimpahan Bakteri Pada Media Budidaya Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Menggunakan Sistem Akuaponik Dengan Jumlah Tanaman Yang Berbeda. Dibawah Bimbingan **Prof. Dr. Ir Sri Andayani, MS dan Ir. Heny Suprastyani, MS.**

Akuakultur saat ini lebih diarahkan pada budidaya yang intensif. Intensifikasi budidaya melalui peningkatan padat penebaran yang tinggi dapat menimbulkan masalah kualitas air, walaupun ikan memakan sebagian besar pakan yang diberikan tetapi persentase terbesar dari pakan yang dimakan diekskresikan menjadi buangan. Usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan diatas adalah dengan mengaplikasikan sistem resirkulasi akuakultur dengan teknik filtrasi dalam budidaya ikan. Sistem resirkulasi akuakultur telah digunakan sejak tahun 1990, merupakan teknik budidaya relatif baru di industri perikanan. 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 amonium. Pada kegiatan budidaya dengan sistem tanpa pergantian air, bakteri memiliki peranan penting dalam menghilangkan partikel amonia melalui proses nitrifikasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan dan jenis - jenis bakteri apa saja yang terdapat pada budidaya ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dalam sistem akuaponik dengan penggunaan jumlah tanaman yang berbeda. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Kelautan dan Laboratorium Reproduksi Ikan, Laboratorium Penyakit dan Kesehatan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya serta Laboratorium Penguji UPT Pengembangan Budidaya Air Payau Bangil Jawa Timur pada bulan 11 Juli – 15 Agustus 2016. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan, menggunakan 10 rumpun kangkung, 20 rumpun kangkung dan 30 rumpun kangkung.

Berdasarkan hasil penelitian Identifikasi Bakteri Pada Media Budidaya Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Menggunakan Sistem Akuaponik Dengan Jumlah Tanaman Kangkung (*Ipomea aquatica*) Yang Berbeda dapat disimpulkan. Total kepadatan yang diperoleh hasil rata-rata terbesar pada perlakuan C sebesar $184,00 \times 10^5$ Cfu/mL. Sedangkan hasil rata-rata terkecil pada perlakuan K sebesar $126,00 \times 10^5$ Cfu/mL. Jenis - jenis bakteri yang didapat dari identifikasi bakteri didapatkan 4 macam bakteri yaitu *Bacillus* sp., *Serratia* sp., *Bacillus* sp., *Aeromonas* sp.

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL	i
JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
KATA PENGANTAR	vi
RINGKASAN	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Hipotesis	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Tempat dan Waktu Penelitian	3
TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ikan Patin (<i>Pangasius hypophthalmus</i>)	4
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Patin	4
2.1.2 Habitat Ikan Patin	5
2.2 Tanaman Kangkung	5
2.3 Sistem Akuaponik	6
2.4 Identifikasi Bakteri	7
2.4.1 Hasil Uji Biokimia	7
a. <i>Bacillus</i> sp.	7
b. <i>Serratia</i> sp.	8
c. <i>Aeromonas</i> sp.	9
d. <i>Bacillus</i> sp.	9
2.4.2 Pengertian Bakteri	10
2.4.3 Ciri - Ciri Bakteri	11
2.4.4 Teknik Pewarnaan	11
2.4.5 Pembiakan dan Isolasi Kultur Murni	12
2.5 Proses Nitrifikasi	13
2.6 Kualitas Air	13
2.6.1 Suhu	13
2.6.2 Oksigen Terlarut (DO)	14
2.6.3 Derajat Keasaman (pH)	14
2.6.4 Amonia	15
2.6.5 Nitrat	15

METODE DAN TEKNIK PENGAMBILAN DATA

3.1 Materi Penelitian	16
3.1.1 Alat Penelitian	16
3.1.2 Bahan Penelitian	17
3.2 Metode Penelitian	17
3.3 Rancangan Penelitian	18
3.4 Prosedur Penelitian	20
3.4.1 Pengambilan sampel bakteri pada media akuaponik	20
3.4.2 Sterilisasi	20
3.4.3 Pembuatan larutan Na fisiologi	21
3.4.4 Pembuatan media tumbuh bakteri	21
3.4.5 Pengenceran	22
3.4.6 Penanaman	22
3.4.7 Perhitungan <i>Total Plate Count</i> (TPC)	23
3.4.8 Isolasi	23
3.4.9 Uji Gram	23
3.4.10 Uji biokimia	24
3.5 Parameter Uji	25
3.5.1 Parameter Utama	25
3.5.2 Parameter Penunjang	25
a. Suhu	25
b. pH	26
c. DO	26
d. Amonia	27
e. Nitrat	27
3.6 Analisis Data	28

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi bakteri	29
4.1.1 Hasil penanaman	29
4.1.2 Pertumbuhan dan Perhitungan jumlah bakteri	30
4.1.3 Pengamatan bakteri secara makroskopis	34
4.1.4 Pengamatan bakteri secara mikroskopis	35
4.2 Hasil pengamatan kualitas air	38
a. Suhu	38
b. Oksigen terlarut (DO)	39
c. Derajat keasaman (pH)	40
d. Amonia	40
e. Nitrat	41

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42

DAFTAR PUSTAKA	43
-----------------------------	----

LAMPIRAN	48
-----------------------	----

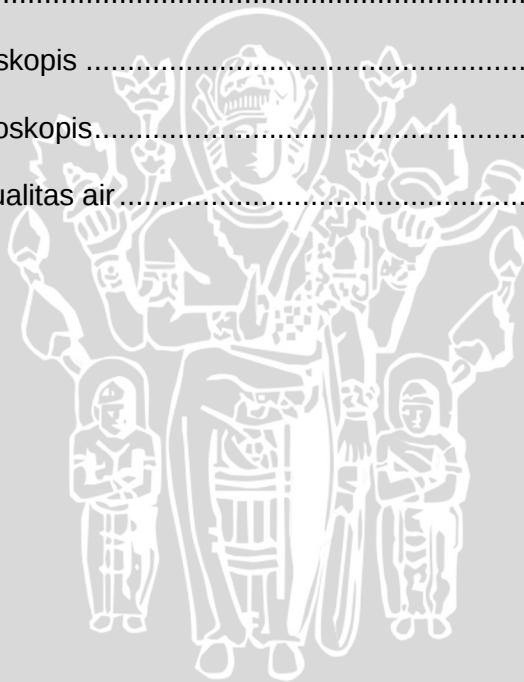
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan patin (<i>Pangasius hypophthalmus</i>)	4
2. Tanaman kangkung air (<i>Ipomea aquatica</i>).....	5
3. <i>Bacillus</i> sp.	7
4. <i>Serratia</i> sp.	8
5. <i>Aeromonas</i> sp.....	9
6. <i>Bacillus</i> sp.	10
7. Rancangan kontruksi akuaponik	19
8. Denah percobaan	19
9. Pertumbuhan bakteri selama pemeliharaan.....	31
10. Hubungan Total Bakteri Dengan Jumlah Tanaman.....	33



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pewarnaan bakteri gram positif dan gram negatif	12
2. Alat yang digunakan pada saat penelitian	16
3. Bahan yang digunakan pada saat penelitian.....	17
4. Larutan Baku Amonium	27
5. Larutan Pembanding Nitrat	28
6. Jumlah Total Bakteri	30
7. Sidik ragam.....	32
8. Uji BNT	32
9. Pengamatan Makroskopis	34
10. Pengamatan mikroskopis.....	36
8. Hasil pengukuran kualitas air	38



DAFTAR LAMPIRAN

Tabel	Halaman
1. Gambar Alat Penelitian.....	48
2. Gambar Bahan Penelitian.....	50
3. Prosedur Uji Biokimia.....	51
4. Hasil Penanaman Bakteri	53
5. Data Kepadatan Bakteri.....	54
6. Pengamatan Makroskopis	57
7. Pengamatan Mikroskopis.....	59
8. Uji Kualitas Air	65



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Akuakultur saat ini lebih diarahkan pada budidaya yang intensif. Intensif pada budidaya melalui peningkatan padat penebaran yang tinggi dapat menimbulkan masalah pada kualitas air, walaupun ikan memakan sebagian besar pakan yang diberikan tetapi persentase terbesar dari pakan yang dimakan menjadi feses. Usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan diatas adalah dengan mengaplikasikan sistem resirkulasi akuakultur dengan teknik filtrasi dalam budidaya ikan. Sistem resirkulasi akuakultur telah digunakan sejak tahun 1990, merupakan teknik budidaya baru di industri perikanan (Iskandar *et al.*, 2013).

Ikan patin termasuk komoditas ikan yang banyak diminati dan produksinya mengalami peningkatan secara signifikan selama beberapa tahun terakhir yaitu 36.755 Ton pada tahun 2007 menjadi 229.267 Ton pada tahun 2011. Untuk mencapai produksi tersebut dibutuhkan produksi benih yang sesuai dengan permintaan. Mengingat produksi benih ikan patin masih tergolong kurang dibandingkan dengan jumlah permintaannya dan potensi pembenihan ikan patin masih dapat dikembangkan maka perlu diupayakan suatu strategi yang efektif dalam pengembangannya (Imawan, 2014).

Sistem akuaponik 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 dilahan yang sempit, sehingga akuaponik merupakan salah satu

teknologi hemat lahan dan air yang dapat dikombinasikan dengan berbagai tanaman sayuran (Nugroho *et al.*, 2012).

Kualitas air merupakan faktor yang sangat penting dalam pemeliharaan ikan, karena akan menentukan hasil yang diperoleh. Kondisi kualitas air juga berperan dalam menekan terjadinya peningkatan perkembangan bakteri dan bakteri parasit di dalam media pemeliharaan. Sebagai tempat hidup ikan, kualitas air sangat dipengaruhi oleh faktor faktor fisika dan kimia air seperti suhu, oksigen terlarut, pH, dan amonia (Nugroho *et al.*, 2013).

Penyerapan amonia berbeda-beda dari setiap tanaman, sehingga pada penelitian ini digunakan tanaman kangkung yang efektif menyerap kelebihan unsur hara dalam air dan untuk mengetahui efektifitasnya. Kangkung (*Ipomoea aquatica*) juga termasuk tanaman dengan akar yang tidak terlalu kuat yang merupakan salah satu syarat untuk dipelihara dalam sistem akuaponik dengan menggunakan sistem filter yang sederhana jumlah rumpun yang digunakan juga dibuat berbeda (Dauhan, 2014).

1.2 Rumusan Masalah

Pada budidaya ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) menggunakan sistem akuaponik dengan jumlah tanaman yang berbeda, perlu diketahui peranan penting dalam penggunaan sistem akuaponik yang membantu menjaga kualitas air terutama dalam mengubah amonia menjadi nitrat dengan bantuan oksigen dan bakteri yang terjadi pada media budidaya. Berdasarkan hal tersebut maka timbul pertanyaan : Berapa banyak kelimpahan dan jenis - jenis bakteri apa saja yang terdapat pada budidaya ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dalam sistem akuaponik dengan penggunaan jumlah tanaman yang berbeda ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan dan jenis - jenis bakteri apa saja yang terdapat pada budidaya ikan patin (*Pangasius*

hypophthalmus) dalam sistem akuaponik dengan penggunaan jumlah tanaman yang berbeda.

1.4 Hipotesis

H_0 : Diduga pemberian jumlah tanaman yang berbeda tidak berpengaruh terhadap jenis dan kelimpahan bakteri pada pemeliharaan ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan menggunakan sistem akuaponik.

H_1 : Diduga pemberian jumlah tanaman yang berbeda berpengaruh terhadap jenis dan kelimpahan bakteri pada pemeliharaan ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan menggunakan sistem akuaponik.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk menginformasikan kelimpahan dan jenis - jenis bakteri yang terdapat pada pemeliharaan ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan menggunakan sistem akuaponik.

1.6 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Reproduksi Ikan, Laboratorium Penyakit dan Kesehatan Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya serta Laboratorium Penguji UPT Pengembangan Budidaya Air Payau Bangil Jawa Timur pada bulan 11 Juli – 15 Agustus 2016.

TINJAUAN PUSTAKA

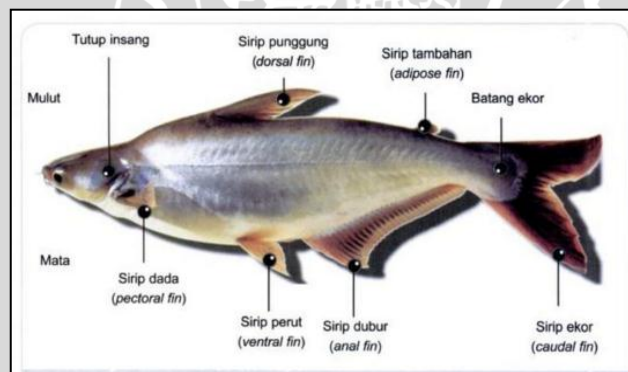
2.1 Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Patin

Berdasarkan klasifikasinya, morfologi ikan patin dapat dilihat pada Gambar

1. menurut Mahyuddin (2010), sebagai berikut :

Filum	: Chordata
Kelas	: Pisces
Sub Kelas	: Teleostei
Ordo	: Ostariophysi
Sub Ordo	: Siluroidea
Famili	: Pangasidae
Genus	: Pangasius
Spesies	: <i>Pangasius hypophthalmus</i>



Gambar 1. Ikan Patin Siam (*P. hypophthalmus*) (Mahyuddin, 2010).

Secara fisik, ikan patin mudah dikenali. ikan patin memiliki bentuk memanjang, licin, dan tidak bersisik. Punggungnya mengkilat dan berwarna biru keabu-abuan. Berkepala kecil dengan mulut berada pada ujung kepala bawah. Ciri khusus pada patin adalah berkumis dan ekor bercagak. Ikan ini memiliki patil di bagian punggungnya yang berupa jari-jari keras pada sirip punggung dan sirip dadanya (Saparinto dan Susiana, 2014).

2.1.2 Habitat Ikan Patin

Di habitat asalnya patin bermigrasi melebihi ratusan kilometer di antara habitat pembiakannya di hulu sungai dan mencari makan di hilir sungai. *P. hypophthalmus* memakan alga, tumbuh-tumbuhan, zooplankton dan serangga, memakan buah, krustasia dan ikan kecil. *P. hypophthalmus* biasanya hidup di pH 6.5-7.5 dan suhu 22-26 °C (FAO, 2012).

Patin adalah ikan sungai, muara-muara, dan danau. Larva patin dapat hidup pada perairan sampai 5 ppt. Patin dikenal sebagai hewan nokturnal, yakni hewan yang aktif pada malam hari dan sebagai hewan dasar tampak dari bentuk mulutnya yang agak ke bawah. Ikan ini juga suka bersembunyi di liang-liang di tepi sungai. Benih ikan patin di alam biasanya bergerombol dan sesekali muncul di permukaan air untuk menghirup oksigen langsung dari udara pada saat menjelang fajar (Ghufran dan Kordi, 2010).

2.2 Tanaman Kangkung

Morfologi tanaman kangkung dapat dilihat pada Gambar 2. tumbuhan kangkung menurut Rukmana (1994), diklasifikasikan ke dalam :

Divisi : Spermatophyta
Sub Divisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledoneae
Famili : Convolvulaceae
Spesies : *Ipomea aquatica*



Gambar 2. Kangkung Air (Rukmana, 1994).

Kangkung merupakan tanaman berbatang basah yang membelit dan merambat dengan akar-akarnya. Daun tebal seperti kulit, dan berdaging banyak. Getah daun berasa sangat pahit. Bunga mempunyai payung tambahan (Agromedia, 2008).

Kangkung air (*Ipomoea aquatica*) adalah tumbuhan akuatik yang sering digunakan orang sebagai sayuran. Kangkung merupakan sayuran atau tanaman yang mudah hidup baik daerah tropis maupun sub tropis. Habitat alami kangkung air adalah di perairan yang tergenang. Kangkung biasanya tumbuh liar (secara alami) di sawah atau rawa-rawa, parit sungai. Selain dijadikan sayuran kangkung bisa juga dimanfaatkan sebagai pakan alami ikan. Sayuran kangkung dijadikan sebagai media untuk mengembangkan pakan alami larva ikan (Dwirastina dan Husna, 2014).

2.3 Sistem Akuaponik

Teknologi akuaponik merupakan gabungan teknologi akuakultur dengan teknologi *hydroponic* dalam satu sistem untuk mengoptimalkan fungsi air 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 (Nugroho *et al.*, 2012).

Akuaponik merupakan salah satu cara mengurangi pencemaran air yang dihasilkan oleh budidaya ikan dan juga menjadi salah satu alternatif mengurangi jumlah pemakaian air yang dipakai oleh sistem budidaya. Teknologi akuaponik merupakan alternatif yang dapat diterapkan dalam rangka pemecahan keterbatasan air. Disamping itu teknologi akuaponik juga mempunyai keuntungan lainnya berupa pemasukan tambahan dari hasil tanaman yang akan memperbesar keuntungan para peternak ikan (Putra *et al.*, 2013).

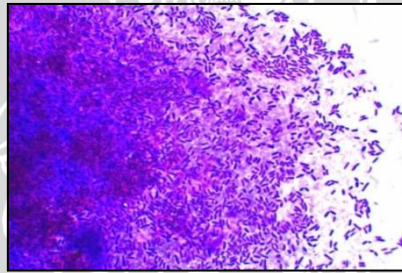
2.4 Identifikasi Bakteri

2.4.1 Hasil Uji Biokimia

a. *Bacillus* sp.

Klasifikasi *Bacillus* sp. menurut Garity et al. (2004), dapat dilihat pada Gambar 3. sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Filum : Firmicutes
Kelas : Bacilli
Ordo : Bacillales
Famili : Bacillaceae
Genus : *Bacillus* sp.



Gambar 3. *Bacillus* sp.
(Perbesaran 1000 kali)

Pada pengamatan mikroskopis *Bacillus* sp. sampel A adalah bakteri gram positif yang dimana berwarna ungu berbentuk batang. Hal ini sependapat dengan Schilinger (1990), genus *bacillus* merupakan bakteri yang sangat baik digunakan sebagai agen biokontrol. bakteri ini merupakan bakteri gram positif berbentuk batang.

Seperti halnya *Bacillus* sp. merupakan bakteri gram positif, berbentuk batang tunggal atau rantai, bersifat aerob, metabolisme respiratif. *Bacillus* biasanya terdapat di tanah, air dan makanan. Genus ini memiliki kemampuan membentuk endospora di dalam selnya (Slepecky, 2006).

b. *Serratia* sp.

Klasifikasi *Serratia* sp. menurut Garity *et al.* (2004), dapat dilihat pada Gambar 4. sebagai berikut:

Kingdom : Bakteri
Filum : Enterobacteriaceae
Kelas : Enterobacteriales
Ordo : Enterobacteriales
Famili : Enterobacteriaceae
Genus : *Serratia* sp.



Gambar 4. *Serratia* sp.
(Perbesaran 1000 kali)

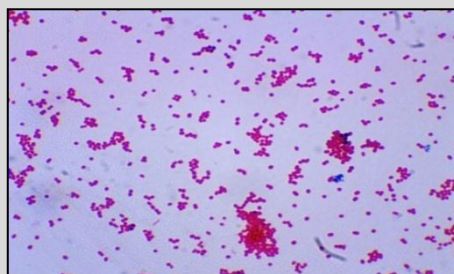
Pada pengamatan mikroskopis pada bakteri *Serratia* sp. sampel B didapatkan hasil yaitu bakteri gram negatif yang berwarna merah, berbentuk coccus (bulat). Hal ini sependapat dengan Kamble (2012), *Serratia* adalah gram negatif. Pada pengamatan makroskopis bentuk koloni pada agar yang cembung, melingkar dengan seluruh pinggiran.

Menurut Li (2005), *Serratia* adalah genus Gram negatif, anaerob, bakteri berbentuk bulat dari keluarga Enterobacteriaceae. *Serratia* adalah organisme dengan beragam habitat termasuk air, tanah, tanaman, mamalia kecil, dan manusia. spesies *Serratia* pada isolasi strain FS14 yang ditemukan pada pertumbuhan tanaman.

c. ***Aeromonas* sp.**

Klasifikasi *Aeromonas* sp. menurut Garity *et al.* (2004), dapat dilihat pada Gambar 5. sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Filum : Betaproteobacteria
Kelas : Gammaproteobacteria
Ordo : Aeromonadales
Famili : Aeromonadaceae
Genus : *Aeromonas* sp.



Gambar 5. *Aeromonas* sp.
(Perbesaran 1000 kali)

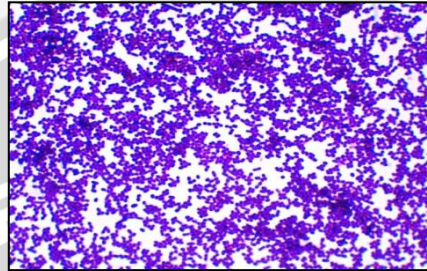
Pada pengamatan mikroskopis tersebut diketahui bahwa *Aeromonas* sp. sampel C merupakan bakteri gram negatif berwarna merah dan berbentuk batang. Hal ini sependapat dengan Snowper (1989), *Aeromonas* sp. adalah oksidase positif, gram negatif berbentuk batang. *Aeromonas* sp. ditemukan di air tawar dan payau, air limbah, tanah, dan bahan makanan.

Menurut Vally *et al.* (2004), spesies *Aeromonas* telah ditemukan di berbagai lingkungan perairan, termasuk danau, sungai, mata air, air hujan, kolam renang, dan air laut, air keran dan tanah. *Aeromonas* biasanya ditemukan di luka infeksi pada umumnya biasanya menginfeksi di kulit ikan.

d. ***Bacillus* sp.**

Klasifikasi *Bacillus* sp. menurut Garity *et al.* (2004), dapat dilihat pada Gambar 6. sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Kelas : Bacilli
Ordo : Bacillales
Famili : Bacillaceae
Genus : *Bacillus* sp.



Gambar 6. *Bacillus* sp.
(Perbesaran 1000 kali)

Pengamatan mikroskopis pada *Bacillus* sp. sampel D adalah bakteri gram positif yang berwarna ungu berbentuk batang. Hal ini seperti pendapat dari Soeka *et al.* (2011), *Bacillus* sp. adalah bakteri berbentuk batang gram positif. *Bacillus* sp. adalah mikroorganisme tanah membentuk spora yang memberikan kontribusi untuk siklus nutrisi dan memiliki aktivitas anti jamur.

Bacillus sp. merupakan bakteri gram positif, berbentuk batang dengan panjang antara 1,5 μm sampai 3 μm dan lebar antara 0,6 μm sampai 0,8 μm . Bakteri ini berbentuk batang silindris atau elips dan terdapat pada sentral atau parasentral. Suhu maksimum pertumbuhannya adalah 50 – 55 $^{\circ}\text{C}$ dan suhu minimumnya 15 $^{\circ}\text{C}$ (Mao *et al.*, 1992).

2.4.2 Pengertian Bakteri

Nama bakteri berasal dari kata “*bakterion*” (bahasa Yunani) yang berarti tongkat atau batang. Sejalan dengan pertambahnya pengetahuan, sekarang bakteri digunakan untuk mikroorganisme bersel satu, berkembang biak dengan pembelahan diri, serta memiliki ukuran mikron sehingga hanya tampak dengan mikroskop (Puspitasari *et al.*, 2012).

Bakteri pada ikan dapat dijumpai pada permukaan tubuh eksternal dan saluran pencernaan. Sebagian bakteri bersifat patogen, sedangkan sejumlah bakteri lainnya menguntungkan bagi ikan karena membantu pencernaan, mensintesa vitamin serta mendekomposisi materi organik di perairan (Yulvizar, 2013).

2.4.3 Ciri - Ciri Bakteri

Menurut Adam (1992), kelimpahan bakteri yang terdapat di alam dapat dibedakan berdasarkan bentuknya. Bentuk morfologi bakteri dapat dibagi menjadi 3 antara lain bentuk basil (batang), bentuk *coccus* (bulat) dan bentuk *spiril* (spiral). Bakteri berbentuk basil memiliki bentuk seperti tongkat pendek, agak silindris. Bentuk basil meliputi sebagian besar bentuk bakteri. Bentuk *coccus* adalah bentuk bakteri yang seperti bola-bola kecil. Kederadaan bakteri dengan bentuk *coccus* tidak sebanyak basil. Bakteri dengan bentuk *spiril* adalah bakteri yang berbentuk seperti spiral atau panjang bengkok-bengkok. Golongan bakteri ini tidak banyak bila dibandingkan dengan basil dan *coccus*.

Bakteri memiliki bentuk dasar bulat, batang dan lengkung. Bentuk bakteri juga dapat dipengaruhi oleh umur dan syarat pertumbuhan tertentu. Bakteri dapat mengalami *involuti*, yaitu perubahan bentuk yang disebabkan faktor makanan, suhu dan lingkungan yang kurang menguntungkan bagi bakteri. Selain itu dapat mengalami *pleomorfi*, yaitu bentuk yang bermacam-macam dan teratur walaupun ditumbuhkan pada syarat pertumbuhan yang sesuai. Umumnya bakteri memiliki ukuran 0,5-10 μ (Sumarsih, 2003).

2.4.4 Teknik Pewarnaan

Mikroorganisme yang ada di alam ini mempunyai morfologi, struktur dan sifat-sifat yang khas, begitu pula dengan bakteri. Berbagai macam tipe morfologi bakteri (kokus, basil, spiral, dan sebagainya) dapat dibedakan dengan menggunakan pewarnaan gram. Pewarnaan Gram adalah teknik yang cepat

untuk melihat adanya bakteri dalam sampel dan untuk menggolongkan bakteri tersebut sebagai Gram positif atau Gram negatif, berdasarkan sifat-sifat kimiawi dan fisik dinding selnya. Jika bakteri tetap berwarna ungu diakhir pewarnaan, berarti bakteri tersebut bersifat Gram positif, tetapi bila setelah diberi larutan pemucat (alkohol atau etanol) berubah warna menjadi merah maka bakteri tersebut bersifat Gram negatif (Rachmawati, 2009).

Menurut Pelczar dan Chan (2005), larutan yang biasa digunakan dalam pewarnaan dapat dilihat pada Tabel 1. dibawah ini.

Tabel 1. Pewarnaan Bakteri Gram Positif dan Gram Negatif

Larutan dan urutan penggunaannya	Reaksi dan Tampang Bakteri	
	Gram Positif	Gram Negatif
1 Ungu Kristal (UK)	Sel berwarna ungu	Sel berwarna ungu
2 Larutan yodium (Y)	Kompleks UK-Y terbentuk di dalam sel, sel tetap berwarna ungu	Komplek UK-Y terbentuk di dalam sel, sel berwarna ungu
3 Alkohol	Dinding sel mengalami dehidrasi, pori-pori menciut, daya rembes dinding sel dan membran menurun, UK-Y tak dapat ke luar dari sel, sel tetap ungu	Lipid terekstraksi dari dinding sel, pori-pori mengembang, kompleks UK-Y keluar dari sel, sel menjadi tak berwarna
4 Safranin	Sel tak terpengaruh, tetap ungu	Sel menyerap zat pewarna ini, menjadi merah

2.4.5 Pembiakan dan Isolasi Kultur Murni

Isolasi bakteri dari permukaan luar menggunakan swab steril yang diusapkan dengan satu arah pada permukaan luar spons. Swab steril yang telah diusapkan pada permukaan sampel dimasukkan kedalam tabung pengenceran yang steril dan divorteks. Setiap koloni bakteri yang tumbuh dipisahkan berdasarkan warna, ukuran dan bentuk koloni, serta dimurnikan dengan menggunakan media yang sama (Wahl, 1994).

Menurut Pelczar dan Chan (1986), mikroorganisme dibiakkan di laboratorium pada bahan nutrien yang disebut media. Banyak sekali media yang tersedia, macamnya yang dipakai bergantung kepada banyak faktor, salah satu diantaranya ialah macam mikroorganisme yang akan ditumbuhkan. Bahan yang diinokulasikan pada media itu disebut inokulum. Melalui inokulasi media nutrien agar dengan metode cawan gores atau metode cawan tuang. Setelah inkubasi, sel-sel mikroba itu memperbanyak diri sedemikian cepatnya sehingga di dalam waktu 18 sampai 24 jam terbentuklah masa sel yang dapat dilihat dan dinamakan koloni.

2.5 Proses Nitrifikasi

Nitrifikasi merupakan suatu proses oksidasi yang dilakukan oleh sekelompok jasad renik atau bakteri dan berlangsung dalam dua tahap yaitu nitrifikasi dan denitrifikasi. Proses nitrifikasi berlangsung dari amonia yang diubah menjadi nitrit dan melibatkan bakteri *Nitrosomonas* (Effendi, 2003).

Nitrifikasi memberikan kontribusi yang besar dalam mengkonversi amonia menjadi nitrit dan nitrat. Walaupun bakteri nitrifikasi tidak efisien dalam mengkonversi amonia, namun jumlahnya yang banyak akan mempengaruhi perubahan nitrat (Alexander, 1999).

2.6 Kualitas Air

2.6.1 Suhu

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan air laut (*altitude*), waktu dalam satu hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman air. Proses suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air. Setiap spesies 20 ikan memiliki kisaran suhu optimum untuk pertumbuhan. Pada suhu yang optimum ikan tumbuh lebih cepat, memiliki efisiensi pakan yang lebih baik, dan relatif lebih tahan dari serangan penyakit (Masser *et al.*, 1999).

Suhu akan mempengaruhi proses fisiologi dalam tubuh udang, dimana setiap peningkatan suhu sebesar 10°C akan menyebabkan peningkatan reaksi biokimia dalam tubuh sebesar 2 kali. Udang memiliki kisaran suhu yang sangat luas dengan batas bawah sebesar 15°C dan batas atas sebesar 35°C sampai 40°C dalam rentang waktu yang singkat. Suhu optimum berkisar $24 - 32^{\circ}\text{C}$ (Van Wyk dan Scarpa, 1999).

2.6.2 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut merupakan faktor yang menentukan dalam budidaya perikanan intensif dan keberhasilan serta kegagalan pemeliharaan ikan sering tergantung pada kemampuan untuk mengatasi masalah oksigen terlarut yang rendah. Kadar oksigen berkurang dengan semakin meningkatnya suhu, ketinggian, dan berkurangnya tekanan atmosfer (Jeffries dan Mills, 1996).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kandungan DO air dalam media akuaponik lebih tinggi dibandingkan media bukan akuaponik. Meskipun begitu, hasil menunjukkan bahwa penggunaan sistem akuaponik pada level 5% berpengaruh secara nyata terhadap kondisi oksigen terlarut di dalam air media budidaya (Nugroho *et al.*, 2012).

2.6.3 Derajat Keasaman / pH

Konsentrasi ion hidrogen merupakan parameter kualitas air yang penting. Konsentrasi ion hidrogen tersebut dinyatakan dengan pH. pH rendah mengindikasikan konsentrasi hidrogen yang tinggi, sedangkan pH tinggi mengindikasikan konsentrasi hidrogen yang rendah. Nilai pH berkisar antara 0 – 14. Air disebut asam jika $\text{pH} < 7$, netral jika $\text{pH} = 7$, dan basa/alkali jika $\text{pH} > 7$ (Van Wyk dan Scarpa, 1999).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kandungan pH air dalam media akuaponik lebih rendah dibandingkan media bukan akuaponik. Meskipun begitu, hasil menunjukkan bahwa penggunaan sistem akuaponik pada level 5%

berpengaruh secara nyata terhadap kondisi pH di dalam air media budidaya (Nugroho *et al.*, 2012).

2.6.4 Amonia

Amonia merupakan produk akhir utama penguraian protein pada ikan. Ikan akan mencerna protein dalam pakan dan mengekskresikan amonia melalui insang dan feses. Amonia pada lingkungan budidaya juga berasal dari proses dekomposisi bahan organik seperti sisa pakan, alga mati dan tumbuhan akuatik. Terdapat 2 bentuk amonia di air, yaitu yang terionisasi (amonium) dan yang tidak terionisasi (amonia). Amonia yang tidak terionisasi berbahaya bagi organisme akuatik, karena bersifat toksik (Masser *et al.*, 1999).

Konsentrasi amonia yang tinggi di dalam air akan mempengaruhi ikan dan mengurangi konsentrasi ion di dalam tubuh. Amonia juga meningkatkan kebutuhan oksigen di jaringan, merusak insang, dan mengurangi kemampuan darah untuk mengangkut oksigen (Boyd, 1982).

2.6.5 Nitrat

Nitrat merupakan produk akhir dari proses nitrifikasi, dimana dengan bantuan bakteri *Nitrobacter* nitrit akan diubah menjadi nitrat yang bersifat tidak toksik. Nitrat akan bersifat toksik pada konsentrasi di atas 300 ppm, tetapi pada konsentrasi 200 ppm akan mempengaruhi pertumbuhan serta daya tahan ikan terhadap penyakit (Van Wyk dan Scarpa, 1999).

Zat hara nitrat diperlukan dan berpengaruh terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan hidup fitoplankton dan mikroorganisme lainnya sebagai sumber bahan makanannya. Sumber utama pengkayaan zat hara nitrat diantaranya erosi, limbah pemukiman, terjadi karena peningkatan aktivitas manusia disekitar wilayah tersebut (Simanjuntak, 2012).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Alat Penelitian

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada

Tabel 2. serta gambar dapat dilihat pada Lampiran 1. yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. Alat yang digunakan pada saat penelitian

Alat	Fungsi
Timbangan digital	Sebagai alat untuk menimbang NaCl, KCl, MgSO ₄ , dan NA dengan ketelitian 10 ²
Lemari pendingin	Sebagai wadah penyimpanan bahan penelitian
Autoclaf	Sebagai alat untuk mensterilisasi alat dan bahan yang hendak digunakan
Inkubator	Sebagai wadah menumbuhkan bakteri pada suhu ruang
Laminar Air Flow	Sebagai tempat pengkulturan bakteri dalam keadaan steril
Oven	Sebagai alat untuk mengeringkan alat setelah disterilisasi
Hot plate	Sebagai alat pemanas media NA
Washing bottle	Sebagai tempat menyimpan akuades
Sprayer	Sebagai tempat untuk menyimpan alkohol 70 %
Cawan petri	Sebagai wadah pengkulturan bakteri
Jarum osse	Sebagai alat untuk menggoreskan bakteri pada media NA
Erlenmeyer	Sebagai wadah dari media NA
Gelas ukur	Sebagai alat untuk mengukur volume larutan
Spatula	Sebagai alat untuk menghomogenkan larutan
Gunting	Sebagai alat untuk memotong bahan
Pipet volume	Sebagai alat untuk mengambil larutan
Vortex	Sebagai alat untuk menghomogenkan larutan
Bunsen	Sebagai alat sterilisasi
Korek gas	Sebagai alat untuk menyalakan Bunsen
Tabung reaksi	Sebagai tempat media TSA
Hantally counter	Untuk membantu menghitung kelimpahan bakteri
Mikropipet	Sebagai alat mengambil sampel dalam skala kecil

3.1.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 3. serta gambar dapat dilihat pada Lampiran 2. sebagai berikut:

Tabel 3. Bahan yang digunakan saat penelitian

Bahan	Fungsi
Substrat Pada Media Tumbuh Tanaman	Sebagai bahan yang hendak diidentifikasi bakteri yang tumbuh
Alkohol 70%	Sebagai bahan pengkondisian aseptis pada tangan
NA (<i>Nutrient Agar</i>)	Sebagai bahan tumbuh bakteri dalam bentuk agar
TSA	Sebagai bahan tumbuh bakteri
Akuades	Sebagai bahan sterilisasi awal dan pelarut dalam ekstraksi
NaCl	Sebagai bahan untuk membuat media air laut
<i>Spirtus</i>	Sebagai bahan bakar dari bunsen
KCl	Sebagai bahan untuk membuat media air laut
MgSO ₄	Sebagai bahan untuk membuat media air laut
Alumunium Foil	Sebagai bahan untuk menutup ujung tabung reaksi dan Erlenmeyer pada saat disterilkan
Kapas	Sebagai bahan untuk menutup tabung reaksi
Tali kasur	Sebagai bahan untuk mengikat kertas bekas pada saat proses sterilisasi
<i>Tissue</i>	Sebagai bahan untuk membersihkan alat yang telah digunakan
Kertas label	Sebagai penanda sampel yang diuji
Plastik	Sebagai pembungkus media yang sudah steril
Kertas bekas	Sebagai bahan untuk membungkus alat yang hendak disterilkan

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Menurut Huda (2014), 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.

Menurut Nursalam dan Efendi (2008), metode eksperimental adalah suatu metode penyajian pembelajaran dimana peserta didik melakukan eksperimen dengan mengalami dan membuktikan sendiri sesuatu yang dipelajarinya. Tujuan metode pembelajaran eksperimen adalah meningkatkan kemampuan peserta didik untuk dapat belajar mandiri dan memecahkan masalah. Tindak lanjut dari

metode eksperimen adalah mendiskusikan berbagai masalah yang ditemukan selama eksperimen dan menyiapkan kembali peralatan yang digunakan dalam keadaan rapi dan bersih.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian merupakan gambaran umum dari penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti untuk mencapai tujuan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Menurut Hanafiah (2013), Rancangan Acak Lengkap (RAL) merupakan rancangan yang paling sederhana jika dibandingkan dengan rancangan-rancangan lainnya. Dalam rancangan ini tidak terdapat lokal kontrol, sehingga sumber keragaman yang diamati hanya perlakuan dengan galat. Adapun model rancangan acak lengkap yang secara umum dinyatakan dalam model matematika sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

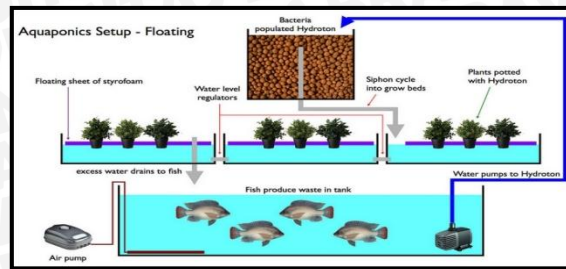
Y_{ij} = Respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke-I dan ulangan ke-j

μ = Nilai tengah umum

T_i = Pengaruh perlakuan ke-j

ε_{ij} = Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Desain konstruksi sistem akuaponik mencontoh dari beberapa sumber, dan dalam rancangan penelitian ini menggunakan ruang *green house* dengan nampan sebagai tempat tanam untuk tumbuhan hidroponiknya. Terdapat satu tingkat nampan untuk menanam tanaman dengan perbandingan 10 tanaman kangkung, 20 tanaman kangkung dan 30 tanaman kangkung, dapat dilihat pada Gambar 7. sebagai berikut :



Gambar 7. Rancangan Konstruksi Sistem Akuaponik (Hanifah, 2013).

Adapun sebagai perlakuan dalam penelitian ini adalah komposisi tanaman yang berbeda dalam pemeliharaan dengan sistem resirkulasi sebagai berikut:

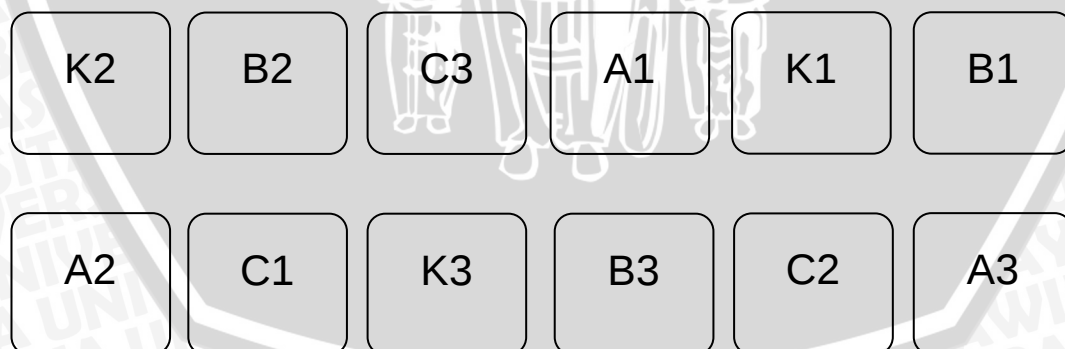
Perlakuan K : Tidak menggunakan tanaman

Perlakuan A :Sistem akuaponik dengan menggunakan jumlah tanaman kangkung 10 batang dengan luasan antar tanaman 6 Cm.

Perlakuan B :Sistem akuaponik dengan menggunakan jumlah tanaman kangkung 20 batang dengan luasan antar tanaman 4 Cm.

Perlakuan C :Sistem akuaponik dengan menggunakan jumlah tanaman kangkung 30 batang dengan luasan antar tanaman 2 Cm.

Dalam penelitian terdapat 3 perlakuan dan 1 kontrol dengan masing-masing perlakuan terdapat 3 kali ulangan. Denah percobaan dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Denah Percobaan

Keterangan :

K : Kontrol

A, B, C: Perlakuan

1,2,3 : Ulangan

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pengambilan Sampel Bakteri pada Media Akuaponik

Sampel yang diambil berasal dari media akuaponik dari sistem budidaya ikan patin dan budidaya kangkung air. Sampel diambil langsung di air wadah budidaya. dilakukan pengambilan sampel sebanyak 3 kali yaitu awal pemeliharaan, tengah pemeliharaan dan akhir pemeliharaan. Sampel akan diuji di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya dan BPAP Bangil Pasuruan.

3.4.2 Sterilisasi

Sterilisasi merupakan upaya pemusnahan bakteri-bakteri yang tidak diinginkan. Proses sterilisasi dilakukan dengan metode sebagai berikut:

1. Alat-alat yang akan disterilisasi dibungkus dengan menggunakan kertas koran, kemudian diikat menggunakan benang.
2. Alat yang telah dibungkus kertas koran dimasukkan ke dalam autoklaf dan ditutup rapat secara diagonal.
3. Saklar dinyalakan, kemudian tombol sirine yang berwarna merah pada autoklaf diputar sampai batas lampu yang berwarna merah.
4. Ditunggu 15 menit, setelah mencapai suhu 121°C alarm akan berbunyi lalu dimatikan.
5. Ditunggu beberapa saat sampai termometer dan manometer menunjukkan angka 0.
6. Saklar listrik dimatikan dan dibuka tutup autoklaf.
7. Alat dan bahan yang sudah disterilisasi diambil dan disimpan.

Menurut Kismiyati, (2009), metode yang lazim digunakan untuk mensterilkan media adalah menggunakan *autoclave*, dengan menggunakan uap bertekanan untuk menaikkan suhu media yang disterilkan sampai suatu taraf yang mematikan semua bentuk kehidupan. Sterilisasi media dengan *autoclave*

menggunakan suhu 121 °C pada tekanan uap 1 atm selama 15-20 menit. Pada penelitian ini sebelum dilakukan sterilisasi dengan *autoclave*, alat dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan sisa kotoran dan debu.

3.4.3 Pembuatan Larutan Na fisiologis

Langkah yang harus dilakukan untuk membuat larutan Na fisiologis adalah dengan cara 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 *aluminium foil* untuk disterilisasi. Menurut Yuswantina *et al.* (2012), larutan fisiologis (NaCl 0,9%) dibuat dengan cara terlebih dahulu menimbang sejumlah 0,9 g NaCl kemudian dilarutkan dalam akuades sampai mencapai volume 100 mL.

3.4.4 Pembuatan Media Tumbuh Bakteri

Media tumbuh bakteri yang digunakan pada penelitian ini adalah media TSA. Langkah yang dilakukan untuk membuat media tumbuh bakteri adalah terlebih dahulu ditimbang 10 g TSA lalu dicampurkan dengan akuades sebanyak 250 mL. Selanjutnya dihomogenkan dengan spatula dan dibungkus dengan kapas dan *aluminium foil* untuk selanjutnya dilakukan sterilisasi dengan *autoclave* selama 15-20 menit. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya kontaminan yang masuk ke dalam media hidup bakteri. Setelah diperoleh media yang telah dipanaskan dan steril, media tersebut dibagi ke dalam 12 cawan petri yang tersedia dimana untuk 1 cawan petri biasanya dapat diisi dengan 20 mL media agar (Kusuma *et al.*, 2014).

3.4.5 Pengenceran

Pengenceran suspensi bakteri dari sampel atau sumber isolat dari lingkungan dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan kuantitas bakteri dalam jumlah terhitung. Selain untuk mendapatkan kuantitas bakteri yang dapat dihitung, pengenceran suspensi bakteri dari sampel atau sumber isolat alam juga diperlukan dalam rangka memudahkan dalam pengamatan koloni bakteri, terutama dalam kegiatan pemurnian isolat bakteri.

Langkah awal yang dilakukan saat pengenceran adalah setiap tabung reaksi terlebih dahulu diisi dengan 9 mL Na fisiologis. Selanjutnya sampel bakteri yang telah dicampur dengan akuades diambil 1 mL dan dimasukkan pada salah satu tabung reaksi. Tabung reaksi ini kemudian dihomogenkan dengan *vortex mixer* dan didapatkan pengenceran 10^{-1} . Kemudian, dari pengenceran 10^{-1} ini diambil 1 mL menggunakan *mikropipet bluetip* steril kemudian dimasukkan pada tabung reaksi kedua yang berisi 9 mL Na fisiologis dan dihomogenkan sehingga didapatkan pengenceran 10^{-2} . Demikian selanjutnya sampai didapatkan pengenceran sampai 10^{-5} .

3.4.6 Penanaman

Bakteri yang terdapat pada sampel diinokulasi pada media dengan metode tuang. Metode tuang dilakukan dengan cara menghomogenkan sampel pada pengenceran 10^{-5} 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 33°C di dalam inkubator selama 1x24 jam. Isolat bakteri menunjukkan bentuk yang berbeda-beda seperti warna dan bentuk koloni bakteri. Semua dilakukan secara aseptik dan dilakukan di dalam inkubator agar tidak terjadi kontaminasi.

3.4.7 Perhitungan *Total Plate Count* (TPC)

Perhitungan bakteri dilakukan dengan menerapkan metode 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.

3.4.8 Isolasi

Bakteri pada media tumbuh yang sudah ditanam akan dilakukan isolasi. Proses isolasi atau pemisahan serta pemurnian isolat bakteri ini mengacu pada Setyati dan Subagiyo (2012), bahwa pemisahan dan pemurnian isolate 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 ataukah 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.

3.4.9 Uji Gram (Pewarnaan)

Pewarnaan gram bertujuan untuk mengetahui bakteri tersebut termasuk bakteri gram positif (+) atau gram negatif (-) dan mengetahui bentuk morfologinya. Hal ini sesuai dengan pendapat Samsundari (2006), 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 warna merah dan bakteri gram positif

ditunjukkan warna ungu. Perbedaan warna tersebut disebabkan karena bakteri gram negatif tidak dapat menahan zat warna yang telah diberikan.

Langkah pertama yang dilakukan adalah disiapkan objek glass, kemudian diambil bakteri murni dengan ose dan digoreskan membentuk persegi setipis mungkin. Hasil goresan yang tipis difiksasi diatas bunsen, kemudian hasil fiksasi tersebut ditetesi dengan Kristal ungu dan dibiarkan selama 1,5 menit setelah itu dibilas dengan air mengalir. Hasil tersebut ditetesi lagi dengan cairan lugol, dibiarkan selama 3 menit dan dibilas dengan air. Tahap selanjutnya ditetesi safranin, dibiarkan selama 1 menit dan dibilas dengan air mengalir. Preparat tersebut siap diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 1000x yang sebelumnya ditambahkan *immersion oil* yang bertujuan untuk memperjelas pengamatan.

3.4.10 Uji Biokimia

Identifikasi bakteri pada penelitian ini dengan menggunakan tes KIT BBL CRYSTAL™. Dari hasil pewarnaan diketahui bakteri tersebut termasuk bakteri gram positif atau gram negatif maka reagent yang digunakan berbeda. Reagent BBL™ CRYSTAL™ Entrentic/NF digunakan pada bakteri gram negatif, sedangkan reagent BBL™ CRYSTAL™ GB ID digunakan pada bakteri gram positif. Bakteri gram negatif tedapat tambahan perlakuan yaitu uji indol dan uji oksidase. Kemudian dilakukan inkubasi selama 24 jam dan dilakukan pembacaan. Pembacaan dilakukan dengan mencocokkan warna dengan standart warna dari BBL CRYSTAL™. Hasil pembacaan biokimia tersebut akan didapatkan kode untuk mendapatkan jenis bakteri tersebut. Kode dimasukkan kedalam aplikasi BBL CRYSTAL™ di komputer dan didapatkan hasil.

3.5 Parameter Uji

3.5.1 Parameter Utama

Parameter utama yang diamati dalam penelitian ini adalah jenis dan kelimpahan bakteri yang terdapat pada masing-masing akuaponik yang digunakan sebagai perlakuan filtrasi pemeliharaan ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). Diamati perbandingan jenis dan kelimpahan bakteri pada awal pemeliharaan, tengah pemeliharaan dan akhir pemeliharaan.

3.5.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang yang diamati dalam penelitian ini adalah kualitas air. Kualitas air merupakan parameter penunjang kehidupan ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) maupun bagi bakteri yang terdapat di media pemeliharaan. Adapun pengukuran kualitas air yang dilakukan berupa suhu, DO, pH, amonia dan nitrat.

a. Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter fisika yang diamati dalam penelitian ini sebagai parameter penunjang. Pada penelitian ini pengukuran suhu dilakukan menggunakan termometer yang berfungsi sebagai alat untuk mengukur suhu. Sebelumnya termometer yang akan digunakan telah dipasang pada masing-masing toples dengan tujuan untuk mempermudah pengamatan. Suhu media pemeliharaan telah diatur menggunakan *heater* akuarium sehingga didapatkan suhu yang diinginkan. Cara mengetahui suhu media pemeliharaan dengan melihat skala yang ditunjukkan pada termometer. Pengukuran suhu dilakukan setiap hari pada pukul 06.00 WIB dan pukul 14.30 WIB.

Suhu air diukur dengan menggunakan thermometer yaitu dengan cara mencelupkan sampai $\frac{3}{4}$ panjang thermometer ke dalam air. Dusahakan agar tubuh tidak menyentuh thermometer karena suhu tubuh dapat mempengaruhi suhu thermometer. Setelah itu didiamkan beberapa menit sampai dapat

dipastikan tanda petunjuk skala berada dalam kondisi tidak bergerak. Kemudian menentukan nilai suhu yang ditunjukkan pada termometer (Armita, 2011).

b. pH

pH atau derajat keasaman merupakan tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Kadar pH dalam suatu perairan dapat diukur menggunakan pH meter. Langkah yang dilakukan dalam penggunaan pH meter adalah dengan menyiapkan sampel air yang akan diukur kadar pH nya. Kemudian ditekan tombol *on* pada pH meter. Dimasukkan elektroda pada air sampel yang akan diukur kadar pH nya. Selanjutnya akan muncul angka pada layar dan ditunggu sampai stabil. Kemudian ditekan tombol *hold* dan dicatat hasilnya. Pengukuran suhu dilakukan setiap hari pada pukul 06.00 WIB dan pukul 14.30 WIB.

Menurut Prayitno (2006), pengukuran pH adalah sesuatu yang penting, karena banyak reaksi kimia dan biokimia yang penting terjadi pada tingkat pH tertentu atau dalam kisaran pH yang sempit. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter. Caranya adalah dengan memasukkan elektroda thermometer ke dalam air ± 30 cm dari atas permukaan air.

c. DO

Oksigen terlarut (*Disolved oxygen* = DO) merupakan faktor pembatas dari kelangsungan hidup organisme perairan. DO yang kurang ataupun DO yang berlebihan akan menghambat pertumbuhan biota perairan. Alat yang digunakan untuk mengukur DO adalah DO meter. Langkah pengukuran DO meter adalah dengan cara menekan tombol ON kemudian DO meter dimasukkan ke dalam perairan dan dilihat nilai yang muncul pada DO meter kemudian dicatat hasilnya dalam satuan ppm. Pengukuran DO dilakukan setiap hari pada pukul 06.00 WIB dan pukul 14.30 WIB.

Menurut Syamsurisal (2011), parameter oksigen terlarut diukur dengan cara menurunkan alat DO meter hingga masuk ke badan air. Prinsip kerjanya

adalah menggunakan probe oksigen yang terdiri dari katoda dan anoda yang direndam dalam larutan elektrolit. Pada alat DO meter, probe ini biasanya menggunakan katoda perak (Ag) dan anoda timbal (Pb). Secara keseluruhan, elektroda ini dilapisi dengan membrane plastik yang bersifat semi permeabel terhadap oksigen. Setelah itu ditunggu sampai terdapat angka pada layar. Setelah muncul angka pada layar kemudian dicatat hasil dari pengukuran DO dalam satuan ppm.

d. Amonia

Amonia atau NH_3 adalah salah satu senyawa nitrogen hasil dari transformasi N-organik melalui proses nitrifikasi. Amonia bersifat racun, tidak berwarna, dapat menyebabkan karat pada bahan dan memiliki bau yang tajam dan has. Menurut Patiandela (2013), analisis kadar amonia dilakukan pengukuran menggunakan spektrofotometer. Prinsip dari metode ini adalah amonia di campur dengan larutan asam sulfat, kemudian direaksikan dengan fenol dan natrium hipoklorit dalam suasana basa, membentuk senyawa kompleks indofenol yang berwarna biru. Intensitas warna biru yang terbentuk diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 630 nm.

Tabel 4. Larutan Baku Amonium

Larutan Induk Amonium (μl)	Kadar Amonium (mg/L)
0	0,0
250	0,5
500	1,0
1000	2,0
2000	4,0

Sumber : (SNI, 1990)

e. Nitrat

Oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat dibantu dengan bakteri *Nitrosomonas* yang menggunakan NH_4^+ sebagai sumber energi dan *Nitrobacter* yang menggunakan NO_2^- (nitrit) sebagai sumber energinya. Pengukuran nitrat dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer. Namun, dalam penelitian ini

analisis nitrat dilakukan dengan menggunakan *tes kit* nitrat dengan mencocokkan warna sampel pada kotak standar.

Tabel 5. Larutan Pembanding Nitrat

Nitrat-nitrogen (mg/l)	Larutan standar nitrat-nitrogen (ml)
0.00	0,00
0,05	1,00
0,10	2,00
0,25	5,00
0,50	10,00
0,75	15,00
1,00	20,00

Sumber : (Boyd, 1977)

3.6 Analisis Data

Data yang telah diperoleh saat penelitian dianalisis secara statistik dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan analisis keragaman (ANOVA). Apabila dari data sidik ragam diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (*significant*) atau dengan hasil yang berbeda nyata (*highly significant*) ($F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$) maka untuk membandingkan nilai antar perlakuan dilanjutkan dengan menggunakan uji Tukey/Beda Nyata Terkecil (BNT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi bakteri

4.1.1 Hasil Penanaman

Pada pengamatan ini pengenceran dilakukan sampai dengan 10^{-5} dengan media TSA. Hasil dari pengenceran yang ada di 10^{-5} akan ditanam pada media yang telah disiapkan. Penanaman bakteri menggunakan metode sebar yaitu dilakukan penuangan sampel sebanyak 0,1 mL yang telah diambil menggunakan *mikropipet* ke cawan yang telah berisi media kemudian dihaluskan dengan digoyangkan membentuk angka delapan. Setelah dilakukan penanaman, bakteri yang ada di dalam cawan diinkubasi didalam inkubator. Hal ini dikarenakan media nutrisi agar merupakan media yang sudah teruji secara klinis baik untuk pertumbuhan bakteri, sehingga proses metabolisme bakteri berlangsung optimal. Dokumentasi penanaman bakteri dapat di lihat pada Lampiran 4. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ganjar (2006), menyatakan bahwa kandungan yang kompleks dalam media dapat menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menguraikan komponen-komponen sederhana yang dapat diserap sel dan digunakan untuk sintesis sel dan energi.

Darmayasa (2008), Tahap pertama dilakukan adalah mengisolasi bakteri pendegradasi lipid dengan menggunakan metode seri pengenceran (*Plating Method*) yang dilakukan dengan mengambil sebanyak 10 mL *sample* dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang berisi 90 mL larutan fisiologis sehingga didapat pengenceran 10^{-1} , untuk mendapatkan pengenceran 10^{-2} dilakukan dengan mengambil 1 mL dari pengenceran 10^{-1} dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 mL larutan fisiologis, demikian seterusnya sampai dibuat pengenceran 10^{-5} . Masing-masing seri pengenceran diambil 1 mL dimasukkan

kedalam cawan Petri yang telah berisi media. Lalu diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 30 °C.

Bidang mikrobiologi untuk menumbuhkan dan mempelajari sifat-sifat mikroorganisme diperlukan suatu media sebagai tempat pertumbuhan mikroorganisme. Media pertumbuhan harus memenuhi persyaratan nutrisi yang dibutuhkan oleh suatu mikroorganisme. Nutrisi yang dibutuhkan mikroorganisme untuk pertumbuhannya meliputi karbon, nitrogen, unsur *non* logam seperti sulfur dan fosfor, unsur logam seperti Ca, Zn, Na, K, Cu, Mn, Mg, dan Fe, vitamin, air, dan energi (Cappucino *et al.*, 2014).

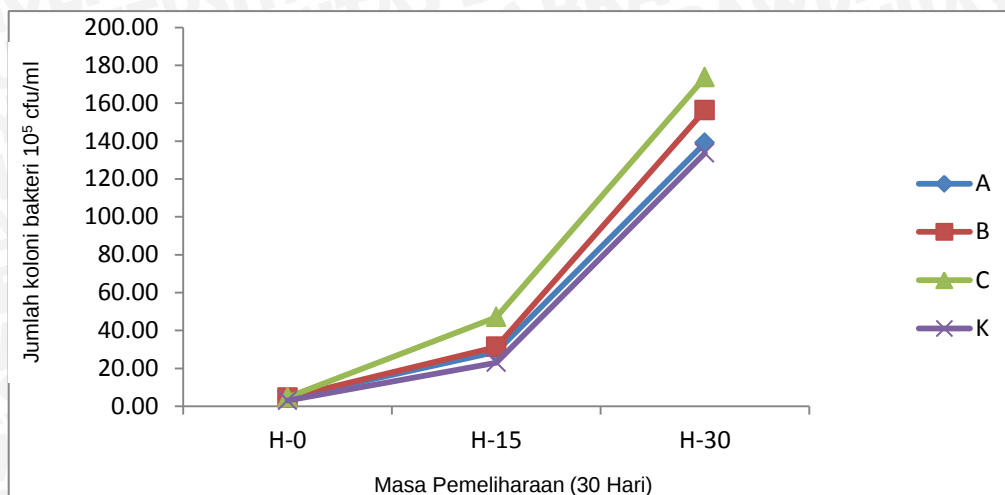
4.1.2 Pertumbuhan dan Perhitungan Jumlah Total Bakteri

Pengamatan jumlah total bakteri dalam media budidaya ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) menggunakan sistem akuaponik didapatkan hasil sebagai berikut yang tersaji pada Tabel 6. sebagai berikut :

Tabel 6. Jumlah Total Bakteri

Perlakuan	Ulangan	H-0	H-15	H-30	Pertumbuhan Mutlak
A	1	3×10^5	24×10^5	138×10^5	$135,00 \times 10^5$
	2	4×10^5	32×10^5	142×10^5	$138,00 \times 10^5$
	3	6×10^5	30×10^5	137×10^5	$131,00 \times 10^5$
B	1	2×10^5	37×10^5	162×10^5	$160,00 \times 10^5$
	2	3×10^5	31×10^5	158×10^5	$155,00 \times 10^5$
	3	5×10^5	26×10^5	149×10^5	$144,00 \times 10^5$
C	1	8×10^5	44×10^5	168×10^5	$160,00 \times 10^5$
	2	4×10^5	51×10^5	188×10^5	$184,00 \times 10^5$
	3	2×10^5	46×10^5	165×10^5	$163,00 \times 10^5$
K	1	3×10^5	22×10^5	129×10^5	$126,00 \times 10^5$
	2	4×10^5	18×10^5	134×10^5	$130,00 \times 10^5$
	3	2×10^5	29×10^5	138×10^5	$136,00 \times 10^5$

Berdasarkan hasil Tabel 6. dapat diketahui perlakuan C memiliki jumlah pertumbuhan mutlak bakteri terbesar $184,00 \times 10^5$ Cfu/mL, sedangkan pertumbuhan mutlak bakteri terendah pada kontrol sebesar $126,00 \times 10^5$ Cfu/mL. Lebih jelasnya hasil pengamatan jumlah total bakteri dapat dilihat pada Gambar 9. sebagai berikut :



Gambar 9. Pertumbuhan Jumlah Total Bakteri Selama Pemeliharaan

Pertumbuhan bakteri selama pemeliharaan pada data Gambar 9. diatas dapat disimpulkan bahwa dari awal pemeliharaan sampai akhir pemeliharaan terjadi peningkatan terhadap koloni bakteri. Tabel pertumbuhan bakteri dapat dilihat pada Lampiran 4. dapat disimpulkan bahwa data yang diperoleh meliputi dari perlakuan A (10 kangkung) didapatkan hasil pertumbuhan paling besar pada ulangan 2 sebesar $138,00 \times 10^5$ Cfu/mL dan didapatkan hasil paling kecil pada ulangan 3 sebesar $131,00 \times 10^5$ Cfu/mL, sedangkan pada perlakuan B (20 kangkung) didapatkan hasil pertumbuhan paling besar pada ulangan 1 sebesar $160,00 \times 10^5$ Cfu/mL dan didapatkan hasil pertumbuhan paling rendah pada ulangan 3 sebesar $144,00 \times 10^5$ Cfu/mL, pada perlakuan C (30 kangkung) didapatkan hasil pertumbuhan paling besar pada ulangan 2 sebesar $184,00 \times 10^5$ Cfu/mL, sedangkan didapatkan hasil terendah pada ulangan 1 sebesar $160,00 \times 10^5$ Cfu/mL dan pada perlakuan kontrol didapatkan hasil laju pertumbuhan terbesar pada ulangan 3 sebesar $136,00 \times 10^5$ Cfu/mL, sedangkan didapatkan perlakuan paling rendah pada ulangan 1 sebesar $126,00 \times 10^5$ Cfu/mL.

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh perlakuan kepadatan bakteri terhadap jumlah kepadatan tanaman maka dilakukan perhitungan sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 7. sebagai berikut :

Tabel 7. Sidik Ragam Penelitian

SK	db	JK	KT	F hitung	F5%	F1%
P	3	2816,33	938,78	13,62 ^{xy}	4,07	7,59
A	8	551,33	68,92			
T	11	3367,67				

^{xy}: Berpengaruh sangat nyata

Berdasarkan dari analisis keragaman pada Tabel 7. mengenai amonia diperoleh F hitung sebesar 13,62 dimana nilai F hitung lebih besar dari F tabel 5% dan lebih kecil dari F tabel 1% yang berarti bahwa perlakuan kepadatan bakteri pada budidaya sistem akuaponik memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap jumlah tanaman.

Selanjutnya untuk mengetahui hasil sidik ragam, dilakukan perhitungan pengaruh perbedaan terkecil dan terbesar menggunakan perhitungan uji beda nyata terkecil (BNT) pada Tabel 8. sebagai berikut :

Tabel 8. Uji BNT

PERLAKUAN	K	A	B	C	NOTASI
	130,67	134,67	153,00	169,00	
K 130,67	0,00				a
A 134,67	4,00 ^{ns}	0,00			a
B 153,00	22,33*	18,33*	0,00		b
C 169,00	38,33**	34,33**	16,00*	0,00	c

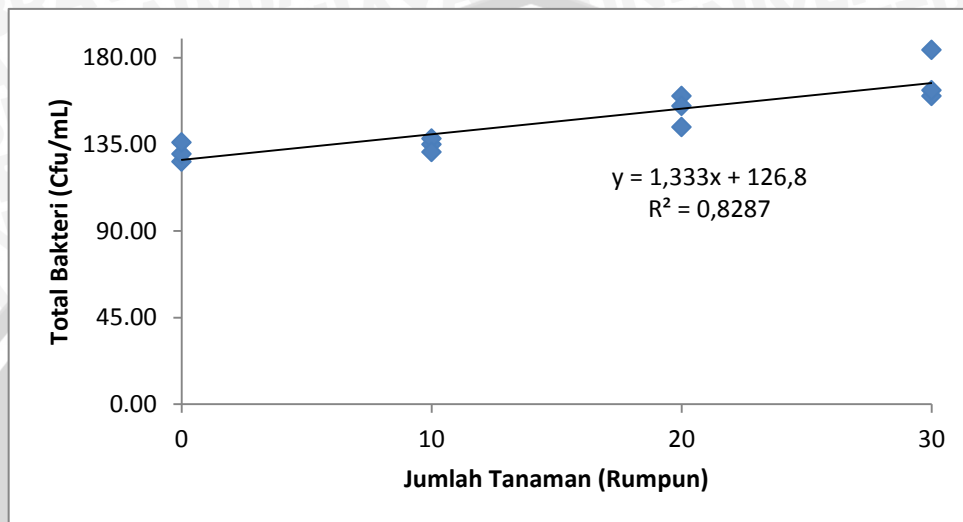
ns : Tidak berbeda nyata

* : Berbeda nyata

** : Berbeda sangat nyata

Pada Tabel uji BNT diatas dapat disimpulkan bahwa dari perlakuan A terhadap K itu tidak berbeda nyata karena hasil nya di bawah dari BNT 1% dan BNT 5% dan diberikan notasi a. Pada perlakuan B terhadap K dan B terhadap A mendapatkan hasil berbeda nyata karena hasil nya diantara BNT 1% dan BNT 5% dan diberikan notasi b. Pada perlakuan C terhadap K, C terhadap A mendapatkan hasil berbeda sangat nyata karena diatas range BNT 1% dan perlakuan C terhadap B mendapatkan hasil berbeda nyata karena hasil diantara range 1% dan BNT 5% dan diberikan notasi c, selanjutnya dilakukan perhitungan

polynomial orthogonal untuk mendapatkan kurva regresi dan mengetahui bagaimana bentuk hubungan antara kelimpahan bakteri pada budidaya ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) menggunakan sistem akuaponik dengan jumlah tanaman yang berbeda seperti yang disajikan pada Gambar 10. sebagai berikut :



Gambar 10. Hubungan Total Bakteri Pada Media Budidaya Terhadap Jumlah Tanaman yang Berbeda

Berdasarkan Gambar 10. diatas dapat dilihat bahwa hubungan jumlah tanaman yang berbeda terhadap kelimpahan bakteri pada media budidaya menggunakan sistem akuaponik. Membentuk pola linear dengan persamaan $Y = 126,8 + 133x$ dengan R^2 0,8287. Hubungan tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak kepadatan tanaman pada perlakuan, maka jumlah total bakteri pada budidaya semakin meningkat. Perhitungan sidik ragam, uji BNT serta polinomial orthogonal secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 5.

Pada media akuaponik budidaya ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) semakin lama masa pemeliharaan dan semakin banyak tanaman kangkung maka semakin besar jumlah kepadatan bakteri yang terdapat di dalam media pemeliharaan. Hal ini sesuai dengan pendapat Dauhan, (2014), sistem akuaponik dapat menyerap air dari 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 melalui proses nitrifikasi. Penyerapan amonia berbeda-beda dari setiap tanaman, sehingga pada penelitian ini digunakan tanaman kangkung yang efektif menyerap kelebihan unsur hara dalam air dan untuk mengetahui efektifitasnya.

Hartini *et al.* (2013), mengemukakan bahwa bakteri fotosintetik selain dapat melakukan fotosintesis juga menggunakan amonia sebagai sumber nitrogen untuk proses dekomposisi bahan organik dan pertumbuhannya. Penurunan amonia ini juga disebabkan karena adanya proses nitrifikasi yang dilakukan oleh bakteri *nitrosomonas* dan *nitrobacter* yang mengubah amonia menjadi nitrit dan nitrat, serta proses denitrifikasi yang mengubah nitrat kembali menjadi gas nitrogen. Peningkatan oksigen terlarut media juga akan meningkatkan proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan kemudian menjadi nitrat dengan demikian kadar amonia menjadi rendah.

4.1.3 Pengamatan Bakteri Secara Makroskopis

Berdasarkan pengamatan bakteri secara makroskopis didapatkan hasil pengamatan sampel untuk mengetahui karakteristik dari setiap koloni baik warna, bentuk, dan ukuran koloni, dapat dilihat pada Lampiran 6. serta Tabel 9. seperti dibawah ini :

Tabel 9. Pengamatan Makroskopis

Perlakuan	Bentuk Koloni	Warna Koloni	Tepi Margin	Elevasi	Permukaan Koloni	Ukuran
A	Circular	Putih Susu	<i>Entire</i>	<i>Raised</i>	Halus Mengkilap	<i>Small</i>
B	Irregular	Putih Susu	<i>Lobed</i>	<i>Raised</i>	Halus Mengkilap	<i>Small</i>
C	Irregular	Putih Susu	<i>Wavy</i>	<i>Flat</i>	Halus Mengkilap	<i>Moderate</i>
D	Circular	Putih Susu	<i>Entire</i>	<i>Convex</i>	Halus Mengkilap	<i>Small</i>

Pada pengamatan makroskopis yang telah dilakukan didapatkan hasil bakteri yang memiliki ciri makroskopis yang berbeda. Perbedaan morfologi makroskopis tersebut diduga karena adanya perbedaan antara organisme bakteri. Morfologi yang bentuknya seperti *Irregular* (tidak beraturan), warna koloni seperti warna putih susu tepi margin seperti *wavy* (berlekung), *elevasi* seperti *flat* (datar), permukaan koloni seperti halus mengkilap, dan ukuran seperti *moderate* (sedang). Hal ini sesuai dengan pendapat Holt *et al.* (1994), karakteristik bakteri secara morfologi dapat diamati secara *makroskopis* (mata telanjang) dan *mikroskopik* (menggunakan mikroskop). Secara visual dapat diamati karakteristik dari koloni bakteri asam laktat meliputi : bentuk koloni, elevasi, bentuk tepi, struktur dalam, pertumbuhan pada media miring, dan motilitas.

Menurut Jutono *et al.* (1980), struktur makroskopis yang diamati meliputi bentuk koloni, warna koloni, bentuktepi koloni. Bakteri ditumbuhkan pada medium agar TSA dan pengamatan morfologi koloni dilakukan setelah kultur diinkubasi pada suhu 37 °C selama 18-24jam.

Menurut Fitri (2011), pengamatan tentang karakteristik morfologi koloni bakteri perlu dilakukan, agar mempermudah dalam proses identifikasi jenis bakteri. Ciri morfologi koloni bakteri dan biakan murni maka dapat dilakukan proses identifikasi jenis-jenis mikroorganisme, namun untuk memperoleh hasil identifikasi yang sempurna maka harus dilanjutkan dengan uji biokimia.

4.1.4 Pengamatan Bakteri Secara Mikroskopis

Berdasarkan hasil penelitian bakteri secara mikroskopis dilakukan dengan menggunakan mikroskop. Pengamatan mikroskopis dilakukan setelah dilakukan pengamatan pewarnaan gram pada isolat bakteri. Pengamatan mikroskopis menggunakan mikroskop dengan perbesaran 1000x, hasil uji biokimia dapat dilihat pada Lampiran 7. dan dapat dilihat pada Tabel 10. seperti dibawah ini :

Tabel 10. Pengamatan mikroskopis

Kode Isolat	Hasil Pewarnaan	Hasil Gram	Bentuk
A	Ungu	Positif	Bacillus
B	Merah	Negatif	Coccus
C	Merah	Negatif	Bacillus
D	Ungu	Positif	Bacillus

Pada Tabel diatas dapat disimpulkan bahwa hasil dari isolat A mendapatkan hasil pewarnan gram berwarna ungu dengan hasil gram positif berbentuk *basillus* (batang). Pada isolat B mendapatkan hasil pewarnaan gram berwarna merah dengan hasil gram negatif berbentuk *coccus* (bulat). Pada isolat C mendapatkan hasil pewarnaan gram berwarna merah dengan hasil gram negatif berbentuk *bacillus*. Pada isolat D mendapatkan hasil pewarnaan gram berwarna ungu dengan hasil gram positif berbentuk *bacillus*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nugroho (2013), struktur mikroskopis yang diamati meliputi bentuk sel dan formasi koloni sel, serta reaksi-reaksi pewarnaan. Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop dengan pembesaran 1000x. Pengamatan bentuk sel dan koloni bakteri dilakukan dengan pewarnaan Gram. Pewarnaan Gram juga digunakan untuk mengetahui bakteri tersebut termasuk Gram positif atau Gram negatif.

Pengamatan mikroskopis dilakukan uji biokim untuk mengetahui karakteristik lebih spesifik. Uji biokimia bertujuan untuk mengetahui genus bakteri yang diperoleh selama penelitian ditunjukkan dengan kode positif dan negatif yang dapat dilihat pada Lampiran 7. Uji biokimia bertujuan untuk mengetahui genus dari bakteri yang tumbuh pada media budidaya ikan patin dalam pemeliharaan akuaponik, karena untuk mengetahui karakteristik bakteri sampai dengan spesies diperlukan dengan adanya uji karakteristik DNA dan RNA. Hasil kode Uji biokimia selanjutnya disalin ke dalam software pada komputer untuk mengetahui jenis dan karakteristik mikroorganisme. Hasil dari uji biokimia dari

software komputer didapatkan bakteri dari genus *Bacillus* sp., *Serratia* sp., *Aeromonas* sp. dan *Bacillus* sp.

Aeromonas sp. dikenal sebagai bakteri patogen dan berbahaya di dalam suatu perairan. Bakteri ini biasanya menyerang ikan yang sedang mengalami stres, yang dikarenakan padat tebar yang terlalu tinggi dalam media pemeliharaan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ulfiana *et al.* (2012), salah satu mikroorganisme yang digolongkan dalam bakteri patogen adalah bakteri *Aeromonas* sp. karena mampu menyebabkan penyakit pada kondisi tertentu diantaranya perubahan kondisi lingkungan, stress dan kondisi inang yang telah terinfeksi oleh parasit. Bakteri ini dapat menginfeksi melalui permukaan tubuh yang luka atau insang kemudian masuk ke dalam pembuluh darah dan organ dalam lainnya.

Bacillus sp. merupakan bakteri yang baik dalam perairan. Bakteri ini biasanya ikut serta dalam memperbaiki perairan dan proses nitrifikasi. *Bacillus* sp. tumbuh dalam kondisi perairan yang cukup baik, sehingga jika suatu perairan tersebut terdapat jenis bakteri ini maka perairan tersebut termasuk perairan yang tidak tercemar. Hal ini sesuai pendapat dari Claus dan Berkeley (1986), *Bacillus* sp. merupakan salah satu anggota genus *bacillus* yang mampu memproduksi berbagai macam zat anti mikroba, spesies ini dapat memproduksi lebih dari 24 jenis antibiotik, seperti substilin, ericin, mersacidin, sublancin dan subtilisin. Spesies ini juga mampu memproduksi berbagai macam enzim ekstraseluler seperti protease, lipase, amilase, nuklease dan fosfatase. Sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki bahan organik di perairan. Agen bioremediasi yang baik yaitu dapat memperbanyak diri dengan cepat dan memiliki kemampuan enzimatik yang baik. *Bacillus* diketahui tidak bersifat patogen baik terhadap tumbuhan, hewan dan manusia karena memiliki toksisitas yang rendah.

Serratia sp. adalah bakteri yang biasanya ditemukan pada tanaman. Hal ini sesuai karena didalam media akuaponik pada budidaya ikan patin juga terdapat budidaya tanaman kangkung sebagai agen bioremediasi. Bakteri ini juga berperan penting dalam memperbaiki kondisi perairan. Hal ini sesuai pernyataan dari Li *et al.* (2015), *Serratia* adalah genus gram negatif anaerob, berbentuk batang dari enterobacteria. *Serratia* biasanya ditemukan pada tanah, tanaman, mamalia kecil dan manusia. *Serratia* banyak ditemukan pada tanaman dalam memproduksi senyawa tertentu seperti oligosakarida lipokitin. *Serratia* tidak bersifat pathogen karena mereka memproduksi berbagai macam senyawa anti mikroba.

4.2 Hasil Pengamatan Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamati untuk membuktikan hubungan antara parameter utama yaitu kepadatan bakteri dan jenis bakteri dengan parameter penunjang berupa kualitas air. adapun hasil pada Lampiran 8. dan Tabel 11. seperti berikut :

Tabel 11. Hasil Pengukuran Kualitas Air

Parameter	Hasil		
	Hari ke-0	Hari ke-15	Hari ke-30
Suhu (°C)	25 - 29	26 - 31	26 - 30
DO (mg/L)	6,79 - 7,28	6,83 - 7,58	6,73 - 7,28
pH	7,3 - 8,1	7,5 - 7,9	7,2 - 8,3
Amonia (NH ₄ ⁺) (mg/L)	0,0018 - 0,0441	0,0561 - 0,863	0,1285 - 0,1708
Nitrat (NO ₃ ⁻) (mg/L)	0,5033 - 1,7842	0,7879 - 1,2019	1,3055 - 3,8284

Berdasarkan data Tabel diatas dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi perubahan yang signifikan pada suhu, pH, DO, amonia dan Nitrat. kandungan pH berkisar antara 7,4 - 8,2, suhu berkisar antara 28 - 31°C, kandungan oksigen terlarut berkisar antara 6,9 - 7,2 mg/L.

a. Suhu

Berdasarkan data tabel diatas dapat disimpulkan dari akuarium perlakuan A, B, C, dan K berkisar antara 28 - 30 °C. Dari semua perlakuan suhu paling tinggi pada perlakuan kontrol, suhu di media akuaponik sangatlah stabil, hal ini sama dengan pernyataan Lay (1994), mikroorganisme dapat tumbuh pada suhu yang optimum. Mikroorganisme yang mempunyai suhu optimum diantara 0 °C-20 °C disebut *psikrofil*. Mikroorganisme yang tumbuh cepat pada kisaran suhu 20 °C-50 °C disebut *mesofil*, sedangkan mikroorganisme yang tumbuh pada kisaran suhu 50 °C-100 °C disebut *termofil*. Beberapa mikroorganisme dapat bertahan pada suhu tinggi meskipun pada suhu tersebut tidak dapat tumbuh. Kelompok bakteri ini disebut *thermorudik*. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sebagian besar bakteri yang tumbuh pada *biofilter* termasuk jenis bakteri *mesofil* karena mampu tumbuh baik pada kisaran suhu 20 °C-50 °C.

Menurut Soeka *et al.* (2011), *Bacillus sp.* merupakan mikroorganisme yang potensial digunakan sebagai sumber enzim, karena bersifat termofilik yang dapat hidup pada suhu tinggi 50 - 60 °C. Berdasarkan suhu pertumbuhannya digolongkan lima kelompok yaitu psikofil suhu 20 - 45 °C, termofil 45 - 65 °C, termofil ekstrim 65 - 85 °C dan hipertermofil 85 - 100 °C.

b. Oksigen Terlarut (DO)

Berdasarkan data tabel diatas dapat didimpulkan dari akuarium perlakuan A, B, C, dan K berkisar antara 6,9 - 7,2 mg/L. Menurut Lay (1994), mikroorganisme seringkali dipilah menjadi 5 kelompok berdasarkan kebutuhan oksigen (O₂) yaitu aerob obligat, anaerob obligat, anaerob fakultatif, anaerob aerotoleran dan mikroaerofil. Mikroorganisme yang membutuhkan oksigen untuk hidupnya disebut aerob obilgat atau aerob. Kelompok mikroorganisme yang tidak dapat hidup bila ada oksigen disebut anaerob obligat atau anaerob.

Menurut Hartini *et al.* (2013), penurunan amonia ini juga disebabkan karena adanya proses nitrifikasi yang dilakukan oleh bakteri nitrifikasi yang mengubah amonia menjadi nitrit dan nitrat. Peningkatan oksigen terlarut media juga akan meningkatkan proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan kemudian menjadi nitrat dengan demikian kadar amonia menjadi rendah.

c. Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan data tabel diatas dapat didimpulkan dari akuarium perlakuan A, B, C, dan K berkisar antara 7,4 - 8,2. Nilai pH minimum dan maksimum untuk pertumbuhan kebanyakan spesies bakteri adalah 4 dan 9. Pengaruh pH terhadap pertumbuhan bakteri berkaitan dengan aktivitas enzim. Enzim ini dibutuhkan oleh beberapa bakteri untuk mengkatalis reaksi-reaksi yang berhubungan dengan pertumbuhan bakteri (Pelczar dan Chan, 2005).

Menurut Herdianti *et al.* (2015), *Bacillus* sp. mempunyai keunggulan lain, yaitu bahwa ia dapat tumbuh pada rentang pH, suhu, salinitas, dan mampu mensekresikan enzim ekstraselular seperti protease, amilase, dan lipase yang membantu dapat mempercepat proses degradasi bahan organik pada ekosistem perairan.

d. Amonia

Berdasarkan data tabel diatas dapat didimpulkan dari akuarium perlakuan A, B, C, dan K berkisar antara 0,0018 - 0,1587 mg/L. Amonia juga merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan organisme. Amonia yang dikeluarkan oleh ikan di dalam air akan membentuk kesetimbangan dengan ion amonium. Amonia dalam bentuk ion amonium akan mengalami proses mikrobial oleh bakteri heterotrofik yang menyerap amonium menjadi biomassa bakteri dengan adanya bahan organik (molase). Bakteri bisa menyerap sampai 50% dari jumlah amonium yang terlarut dalam air (Montoya dan Velasco, 2000).

Menurut Hartini *et al.* (2013), mengemukakan bahwa bakteri fotosintetik selain dapat melakukan fotosintesis juga menggunakan amonia sebagai sumber nitrogen untuk proses dekomposisi bahan organik dan pertumbuhannya. Penurunan amonia ini juga disebabkan karena adanya proses nitrifikasi yang dilakukan oleh bakteri nitrifikasi yang mengubah amonia menjadi nitrit dan nitrat, serta proses denitrifikasi yang mengubah nitrat kembali menjadi gas nitrogen.

e. Nitrat

Berdasarkan data tabel diatas dapat disimpulkan dari akuarium perlakuan A, B, C, dan K berkisar antara 0,5033 - 3,8284 mg/L. Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Batas nitrat yang diperbolehkan dalam air adalah 50 ppm (Yuliastuti, 2006).

Menurut Hartini *et al.* (2013), mikroorganisme probiotik dapat mengoksidasi amonia sehingga jumlah amonia dalam media pemeliharaan berkurang. Media perlakuan yang diberi probiotik menunjukkan bahwa nitrat yang dihasilkan melalui proses nitrifikasi lebih tinggi dari pada kadar nitrat pada perlakuan kontrol. Nitrat dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kesuburan perairan. Bakteri fotosintetik yang terkandung dalam probiotik memerlukan senyawa nitrat (NO_3) untuk sintesis protein dan asam-asam nukleat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Kelimpahan Bakteri Pada Media Budidaya Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Menggunakan Sistem Akuaponik Dengan Jumlah Tanaman Kangkung (*Ipomea aquatica*) Yang Berbeda dapat disimpulkan. Total kepadatan yang diperoleh hasil yang didapatkan rata-rata terbesar pada perlakuan C sebesar $184,00 \times 10^5$ CfU/mL. Sedangkan hasil yang didapat rata-rata terkecil pada perlakuan K sebesar $126,00 \times 10^5$ CfU/mL. Sedangkan dari jenis - jenis bakteri yang didapat dari identifikasi bakteri didapatkan 4 macam bakteri yaitu *Bacillus* sp., *Serratia* sp., *Bacillus* sp., *Aeromonas* sp.

5.2 Saran

Hasil dari penelitian Identifikasi Bakteri pada Media Budidaya Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Menggunakan Sistem Akuaponik dengan Jumlah 30 rumpun tanaman kangkung dengan jumlah bakteri yang melimpah dan berbeda-beda jenis bakteri. Sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kepadatan dan keragaman bakteri lebih banyak lagi dengan komposisi tanaman lebih banyak dengan umur yang berbeda - beda.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, S. 1992. Dasar - Dasar Mikrobiologi dan Parasitologi untuk Perawat. Penerbit Buku Kedokteran EGC: Jakarta. 115 hlm.
- Agromedia. 2008. Buku Pintar Tanaman Obat. Jakarta. Agromedia Pustaka. 336 hlm.
- Alexander, M. 1999. Introduction to soil microbiology. 2 Edition. John Wiley and Sons. Cornell University. New York.
- Armita, D. 2011. Analisis perbandingan kualitas air di daerah budidaya rumput laut dengan daerah tidak ada budidaya rumput laut, di dusun Malelaya, Desa Punaga, Kecamatan Mangarombang, Kabupaten Takalar. Skripsi. Universitas Hasanuddin: Makassar. 62 hlm.
- Boyd, C. E. M. dan Husna. 2014. Inventariasi Jenis-Jenis Infusoria dengan Media Kangkung Rawa/Air. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2014. Pusat Penelitian Pengolahan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan. Palembang.
- Cappucino, J. G. dan N. Sherman. 1987. Microbiology A Laboratory Manual. California. Menko Park The Benjamin/ Cummins Publishing Company. Menlo Park. California.
- Claus, D. dan R. C. W. Berkeley. 1986. Genus *Bacillus*. Di dalam: Sneath PHA et al., eds. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. 2 (36) : 142-144.
- Darmayasa, I. B. G. 2008. Isolasi Identifikasi Bakteri Pendegradasian Lipid (Lemak) pada Beberapa Tempat Pembuangan Limbah dan Estuari Dan Denpasar. *Jurnal Bumi Lestari*. 8 (2).
- Dauhan, R. E. S., Efendi, E. dan Suparmono. 2014. Efektifitas Sistem Akuaponik Dalam Mereduksi Konsentrasi Amonia Pada Sistem Budidaya Ikan. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 3 (1).
- Dwirastina, M. dan Husnah. 2014. Inventarisasi Jenis-Jenis Infusoria dengan Media Kangkung Rawa/Air. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2014. ISBN. Palembang.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelola Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. 258 hal.
- FAO. 2012. Prosiding Seminar Pengajian Zon Timur. KOLEJ KOMUNITI. 165 hlm.
- Fitri, L. dan Y. Yasmin. 2011. Isolasi dan Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Kitinolitik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*. 3 (2) : 20-25.
- Ganjar. 2006. "Alternative vegetable nutrient source for microbial growth". *International Journal of Biosciences (IJB)*, 2 (5):47-51.

- Garrity, G. M., Bell, J. A. and T. G. Lilburn. 2004. Taxonomic Outline of the Prokaryotes; *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Second Edition. Springer : New York. 401 hlm.
- Ghufron, H. M. dan K. Kordi. 2010. Budidaya Ikan Patin di Kolam Terpal. Yogyakarta. LILY PUBLISER.
- Hanafiah, K. A. 2013. Rancangan Percobaaan: Teori dan Aplikasi Edisi 3. PT. Raja Grafindo Prasada. Jakarta. 259 hlm.
- Hartini, S., Sasanti, D. S. dan H. F. Taqwa. 2013. Kualitas Air Kelangsungan Hidup Pertumbuhan Benih Ikan Gabus (*Chana striata*) Yang Dipelihara Dalam Media Dengan Penambahan Probiotik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. **1** (2) : 192-202.
- Herdianti, L., Soewardi, K. dan S. Hariyadi. 2015. Efektifitas Penggunaan Bakteri Untuk Perbaikan Kualitas Air Media Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Super Intensif. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*. **20** (3) : 265-271.
- Holt, J.G., Kreig, N. R., Sneath, P. H. A., Stanley, J. T. and S. T. Williams. 1994. *Bergey's of determinative Bacteriology*. Ad ke-9. Baltimore: Lippincott Willians & Wilkins.
- 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.
- Ilmawan, T. Y. 2014. Strategi Pengembangan Pembenihan Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) di Kecamatan Ciampea Kabupaten Bogor. *Jurnal Manajemen Perikanan dan Kelautan* **1** (1) : 1-13.
- Iskandar, P., Mulyadi., Pamungkas, A. N. dan Rusliadi. 2013. Peningkatan Kapasitas Produksi Akuakultur Pada Pemeliharaan Ikan Selaes (*Ompok sp*) Sistem Akuaponik. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. **18** (1) : 1-10.
- Jeffries, M. dan D. Mills. 1996. Freshwater ecology, principles, and applications. John Willey and Sons, Chicester, UK.
- Jutono, S. J., Hartadi, S., Kabirun, S., Suhadi, D. dan Soesanto. 1980. *Pedoman Praktikum Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta: Fakultas Pertanian UGM.
- Kamble, K. D. dan V. D. Hiwarale. 2012. Prodigiosin Production from *Serratia marcescens* Strains Obtained from Farm Soil. *International Journal of Ironmental Sciences*. **3** (1).
- Kismiyati. 2009. *Infestasi ektoparasit (Argulus jopanicus) pada ikan mas koki (Carasius auratus) dan upaya pengendaliannya dengan ikan Sumatra*. Disertasi. Universitas Airlangga: Surabaya. 30 hlm.
- Kusuma, G. A., S. N. J. Longdong dan R. A. Tumbol. 2014. *Uji daya hambat dari ekstrak tanaman pacar air (Impatiens balsamica L) terhadap pertumbuhan bakteri Aeromonas hydrophila*. Skripsi. UNSRAT: Manado. 8 hlm.

- Lay, B. W. 1994. Analisis Mikroba di Laboratorium. Raja Grafindo Persada: Jakarta. 168 hlm.
- Li, P., Kwok, A. H. Y., Jiang, J., Ran, T., Xu D., Wang, W. and F. C. Leung. 2015. Comparative Genome Analyses of *Serratia marcescens* FS14 Reveals Its High Antagonistic Potential. *Journal Pone*. PLOS ONE.
- Mahyuddin, K. 2010. Panduan Lengkap Agribisnis Patin. Jakarta. Penebar Swadaya. 212 hlm.
- Mao, W., Pan, R. and D. Freedman. 1992. *High Production of Alkaline Protease by Bacillus licheniformis in a Fed-Batch Fermentation Using a Syntetic Medium*. *J of Industrial Microbiology*. Vol **11**:1-6.
- Masser, M. P., James, R., and M. L. Thomas. 1999. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems, Management of Recirculating Systems. *Southern Regional Aquaculture Center*. No. 452.
- Montoya, R. and M. Velasco. 2000. Role Of Bacteria On Nitritational And Management Strategis In Aquaculture System. *The Advocated*, April 2000. P. 35-36.
- Mulyani, T. G., Fibrianto H. Y., Budipitojo, T. dan A. Indrawati. 2014. Studi Sistem Respirasi dan Kajian Mikrobiologis Lumba-Lumba Hidung Botol Indo Pasifik (*Tursiops aduncus*) dari Perairan Laut Jawa. *Acta Veterinaria Indonesiana*. Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Hadjah Mada, Yogyakarta. **2** (1): 7 - 11.
- 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.
- Nugroho, A., Pambudi, T. L., Chilmawati, D. dan C. H. A. Haditomo. 2012. Aplikasi Teknologi Aquaponik Budidaya Ikan Air Tawar Untuk Optimalisasi Kapasitas Produksi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. *Jurnal Saintek Perikaan*. **8** (1).
- Nursalam dan F. Efendi. 2008. Pendidikan dalam Keperawatan. Salemba Medika: Jakarta.
- Patiyandela, R. 2013. *Kadar NH₃ dan CH₄ Serta CO₂ dari peternakan broiler pada kondisi lingkungan dan manajemen peternakan yang berbeda di kabupaten bogor*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor: Bogor. 64 hlm.
- Pelczar dan Chan. 2005. Dasar-Dasar Mikrobiologi. Universitas Indonesia. Jakarta. 88 hal 443.
- Pelczar, M. J. dan E. C. S. Chan. 1986. Dasar-dasar Mikrobiologi. Universitas Indonesia : Jakarta.
- Prayitno, H. 2006. *Pengaruh pasokan Llimbah tekstil PT. Batik Keris Sukoharjo terhadap perubahan suhu, pH, DO, BOD, NO₃, Ca, Mg dan plankton di*

sungai Perlung Surakarta. Skripsi. Universitas Sebelas Maret: Surakarta. 75 hlm.

Puspitasari, D. R., Shovitri, M. dan D. N. Kuswyasari. 2012. Isolasi dan Karakteristik Bakteri Aerob Proteolitik dari Tangki Septik. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). JURNAL SAINS DAN SENI ITS. **1** (1).

Putra, I., Mulyadi., Pamungkas, A. N. dan Rusliadi. 2013. Peningkatan Kapasitas Produksi Akuakultur Pada Pemeliharaan Ikan Selais (*Ompok* sp) Sistem Akuaponik. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. **18** (1).

Rachmawati, A. Y. 2009. *Pengaruh perlakuan matriconditioning plus bakterisida sintesis atau nabati untuk Mengendalikan hawar daun bakteri (Xanthomonas oryzae pv. oryzae) terbawa benih serta meningkatkan viabilitas dan vigor benih padi (Oryza sativa L.)*. Skripsi. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Rukmana, R. 1994. Kangkung. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. Kanisius. 45 hlm.

Setyati, W. A. dan Subagiyo. 2012. Isolasi dan seleksi bakteri penghasil enzim ekstraseluler (proteolitik, amilolitik, lipolitik dan selulolitik) yang berasal dari sedimen kawasan mangrove. *Jurnal Ilmu Kelautan*. **17** (3). 168 hlm.

Saparinto, C. dan R. Susiana. 2014. Panduan Lengkap Budidaya Ikan dan Sayuran Dengan Sistem Akuaponik. Yogyakarta.

Schillinger, U. 1990. Bacteriocins of lactic acid bacteria. *Biotechnol. Food Quality*. p. 55-74.

Simanjuntak, M. 2012. Kualitas air laut ditinjau dari aspek zat hara, oksigen terlarut dan pH di perairan banggai, Sulawesi. Penelitian Oseanografi-LIPI. Jakarta. *Jurnal Ilmu Teknologi Kelautan Tropis*, **4** (2) : 290 - 303.

Slepecky, A. R. dan E. H. Hemphill. 2006. The Genus *Bacillus* Nonmedical. *Prokaryotes*. **4** : 530-562.

Snowper, P. D., Ruef, C. Kuritza, P. A. dan C. S. Edberg. 1989. *Aeromonas hydrophila* Infection Associated with the Use of Medicinal Leeches. *Journal of Clinical Microbiology*. **27** (6) : 1 hlm.

Soeka, S. Y., Rahayu, H. S., Setianingrum, N. dan E. Naiola. 2011. Kemampuan *Bacillus licheniformis* dalam Memproduksi Enzim Protoase yang Bersifat Alkalin dan Termofilik. *Media Litbang Kesehatan*. **21** (2).

Sumarsih, S. 2003. Mikrobiologi Dasar. Universitas Pembangunan Nasional Veteran: Yogyakarta.

Syamsurisal. 2011. *Studi Beberapa Indeks Komunitas Makrozoenthos di Hutan Mnagrove Kelurahan Coppo Kabupaten Baru*. Skripsi. Universitas Hasanuddin: Makassar. 49 hlm.

- Trisna, D. E., Sasanti, A. D. dan Muslim. 2013. Populasi Bakteri Kualitas Air Media Pemeliharaan dan Histologi Benih Ikan Gabus (*Chana striata*) yang Biberi Pakan Berprobiotik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. **1**(1) 90-102.
- Ulfiana, R., Mahasri, G. dan H. Suprpto. 2012. Tingkat Kejadian Aeromonas pada Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) Terinfeksi *Myxobolus koi* pada Derajat Infeksi yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. **4** (2).
- Vally, H., Whittle, A., Cameron, S., Dowse, K. G. and T. Watson. 2004. Outbreak of *Aeromonas hydrophila* Wound Infections Associated with Mud Football. Major Article : 38.
- Van Wyk, P. and J. Scarpa. 1999. Water Quality Requirements and Management. Di dalam: Van Wyk P, Davis-Hodgkins R, Laramore K L, Main J, Mountain, Scarpa J. Farming Marine Shrimp in Recirculating freshwater systems. http://www.hboi.edu/aqua/training_pubs.html [7 Maret 2016].
- Yulvizar. 2013. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Probiotik pada *Rastrelliger* sp. Biospecies. Syiah Kuala University. Indonesia. **6** (2) : 1-7.
- Yuliastuti, S. 2006. Analisa nitrat dalam air dengan menggunakan nitrat test kit. *Temu Teknis Nasional Tenaga Fungsional Pertanian*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan: Bogor. 259-260.
- Yuswantina, R., O. Yulianta dan E. F. Utami. 2012. Efek pemberian perasan buah jambu merah (*Psidium guajava* Linn.) terhadap pengaruh ulserogenik asetosal pada tikus putih jantan galur wistar. *Skripsi*. Sekolah Tinggi = Kesehatan Ungaran: Ungaran. 10 hlm.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Alat Penelitian



Media Akuaponik



Steroform



Nampan



Botol Sprayer



Nampan



Kabel Roll



Lemari Pendingin



Autoklaf



Inkubator



Oven



Hot Plate



Laminary Air Flow



Cawan Petri



Washing Bottle



Jarum Ose

Lampiran 1 (Lanjutan)



Vortex



Erlenmeyer



Bunsen



Colony Counter



Beaker Glass



Tabung Reaksi



Mikroskop



Rak Tabung Reaksi



Blue Tip



Bola Hisap



Korek Gas



Spatula



Pipet Volume



Mikropipet Bluetip



Gelas Ukur



Destruktor



Botol Film



Gunting

Lampiran 2. Gambar Bahan Penelitian



Alkohol 70%



TSA



Akuades



Alumunium Foil



Tisu



Spiritus



Kertas Label



Plastik Warp



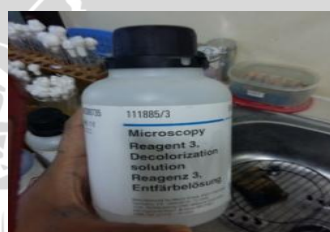
Crystal Violet



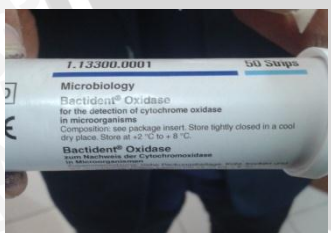
Lugol



Safranin



Alkohol 80%



Oxidase Strips



Uji Indol



BBL Crystal/ Uji Katalase

Lampiran 3. Prosedur Uji Biokimia

- **Identifikasi Gram**
KOH 3% → Jika **kental** maka gram negatif (-)
→ Jika **tidak kental** maka gram positif (+)
- **Katalase**, dengan tetes katalase (menggunakan tusuk gigi)
→ Jika **terbentuk gelembung** maka positif (+)
→ Jika **tidak ada gelembung** maka negatif (-)
- **Oksidase**, menggunakan kertas oksidase (tetramethyl → sensitif)
→ Jika berubah menjadi **warna ungu** dalam 10-30 detik maka positif (+)
→ Jika warna kertas **tetap / timbul warna kuning** maka negatif (-)
- **TSIA** (ditusuk dan digores), dibaca dari atas ke bawah / **dari gores ke tusuk**

K/K atau K/NC, A/A, K/A

- Miring : A, acid berwarna kuning ; K, alkaline berwarna merah
Tegak : A, acid berwarna kuning ; K, alkaline berwarna merah ; NC, tidak ada perubahan
- **H₂S**
Positif (+), jika **timbul warna hitam** dari bagian tegak (bagian tegak yang tertutup H₂S pasti acid (asam) berwarna kuning
Negatif (-), jika **tidak timbul warna hitam**
- **Gas**
Positif (+), jika **terbentuk gelembung**
Negatif (-), jika **tidak ada gelembung**

• O/F Parafin cair steril

	Yang ditutup parafin	Yang tidak ditutup parafin
Fermentatif (F)	Kuning	Kuning
Oksidatif (O)	Hijau	Kuning
No reaksi (-)	Hijau	Hijau

- Jika gram positif (+) maka reaksi TSIA = K/A atau A/A, maka fermentatif
Jika gram negatif (-) maka reaksi TSIA = K/K atau K/NC, maka bisa oksidatif (O) atau No reaksi (NR/-)

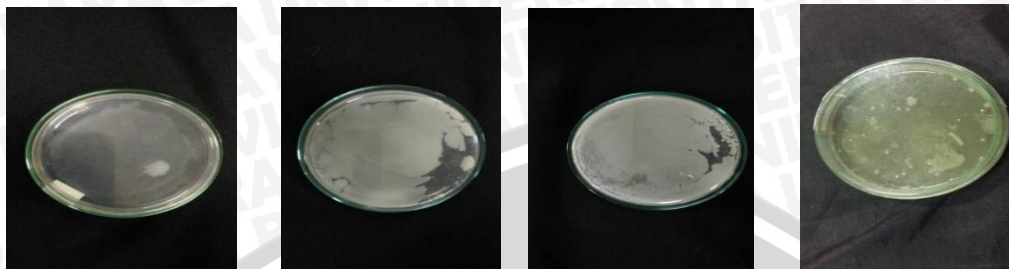
- **Fermentasi Karbohidrat (gula-gula)** dengan cara ditusuk
→ Jika warna berubah **kuning** maka positif (+)
→ Jika warna **gelap atau tetap orange** maka negatif (-)
- **Nitrate reduction** (teteskan reagen A (α Naphthylamine 0,5%), reagen B (sulfanilic acid) @ 5 tetes)
→ Jika warna **merah** maka positif (+)
→ Jika warna **tetap bening** maka negatif (-)
- **Gelatin** (disimpan ± 15 menit dengan suhu 5°C dalam refrigerator)
→ Jika **cair** maka positif (+)
→ Jika **mengental** maka negatif (-)
- **Methyl red (MR)** (dengan meneteskan reagen MR pada media MRVP yang telah dibagi menjadi 2 tabung)
→ Jika berwarna **merah** maka positif (+)
→ Jika berwarna **kuning** maka negatif (-)
- **Voges proskauer (VP)** (dengan meneteskan contoh uji reagen α naphtol dan reagen KOH 40% dengan perbandingan 1:1/2:1/4 lalu dikocok atau didiamkan selama 10 menit)
→ Jika berwarna **merah** maka positif (+)

Lampiran 3. (Lanjutan)

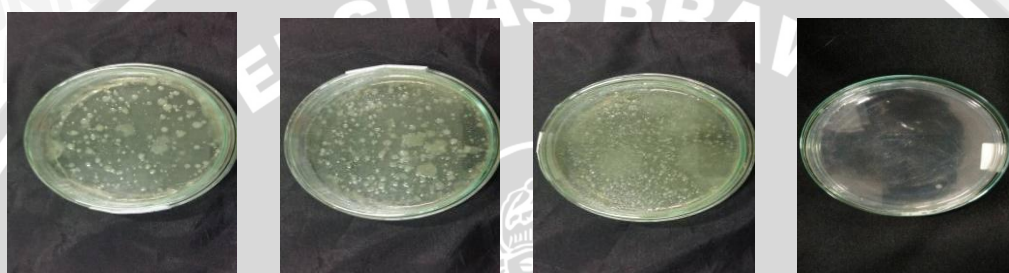
- **Malonate** (hijau cair)
 - Jika berwarna **biru** maka positif (+)
 - Jika berwarna **hijau atau menjadi kuning** maka negatif (-)
- **Arginin dehydrolysis** (pembentukan amonia (NH_3) berwarna peach tegak ditutup parafin dengan cara ditusuk)
 - Jika berwarna **merah** maka positif (+)
 - Jika **tidak ada perubahan** maka negatif (-)
- **MIO** (motility indole ornithin) (ungu tegak dengan cara ditusuk)
 - **Motility**
 - Jika gerak dari **tusukan melebar** dan bagian atas media tumbuh bakteri maka motil positif (+)
 - Jika masih **terlihat bekas tusukan** maka motil negatif (-)
 - **Ornithin**
 - Jika berwarna **ungu tua** maka positif (+)
 - Jika **ada kuning** maka negatif (-)
 - **Indol**, dengan meneteskan reagen Kovacs
 - Jika **ada cincin merah** maka positif (+)
 - Jika **tidak ada perubahan** maka negatif (-)
- **Phenylalanine Deaminase** (berwarna putih dan miring, dilakukan dengan menambahkan reagen FeCl_3 10% sebanyak 4-5 tetes lalu didiamkan selama 1-5 menit)
 - Jika berwarna **hijau** maka positif (+)
 - Jika **tetap/tidak ada perubahan warna** maka negatif (-)
- **Christensen's urease** (berwarna peach dan agak miring dengan diberi perlakuan digores)
 - Jika berwarna **pink** maka positif (+)
 - Jika berwarna **kuning** maka negatif (-)
- **Simmon's citrate** (berwarna hijau dan agak miring diberi perlakuan digores)
 - Jika berwarna **biru** maka positif (+)
 - Jika tetap **hijau** maka negatif (-)
- **Lysine Iron Agar (LIA)**, (berwarna ungu tegak miring diberi perlakuan ditusuk dan digores)
 - Jika tetap **ungu** maka positif (+)
 - Jika berwarna **kuning** maka negatif (-)
- **Arginin HCl** (semi solid dan ada parafin)
 - Jika berwarna **pink** maka positif (+)
 - Jika **tetap atau kuning** maka negatif (-)
- **TSB**
 - Jika berwarna **keruh** maka positif (+) / Growth (G)
 - Jika **jernih** maka negatif (-) / No Growth (NG)
- **Motility**
 - Jika gerak dari tusukan **melebar dan bagian atas media tumbuh bakteri** maka motil positif (+)
 - Jika masih **terlihat bekas tusukan** maka motil negatif (-)
- **Indole**
 - Jika terdapat **cincin merah** maka positif (+)
 - Jika **tetap/tidak terdapat perubahan** maka negatif (-)

Lampiran 4. Hasil Penanaman Bakteri

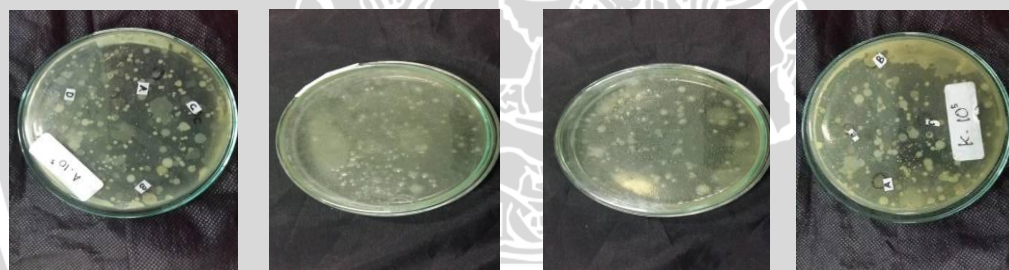
A. Sampel Bakteri Hari Ke 0 Pemeliharaan



B. Sampel Bakteri Hari Ke 15 Pemeliharaan



C. Sampel Bakteri Hari Ke 30 Pemeliharaan



Keterangan :

- A : 10 Batang Kangkung
- B : 20 Batang Kangkung
- C : 30 Batang Kangkung
- K : Kontrol

Lampiran 5. Data Kepadatan Bakteri

Perlakuan	Ulangan	H-0	H-15	H-30	Pertumbuhan Mutlak
A	1	3×10^5	24×10^5	138×10^5	$135,00 \times 10^5$
	2	4×10^5	32×10^5	142×10^5	$138,00 \times 10^5$
	3	6×10^5	30×10^5	137×10^5	$131,00 \times 10^5$
B	1	2×10^5	37×10^5	162×10^5	$160,00 \times 10^5$
	2	3×10^5	31×10^5	158×10^5	$155,00 \times 10^5$
	3	5×10^5	26×10^5	149×10^5	$144,00 \times 10^5$
C	1	8×10^5	44×10^5	168×10^5	$160,00 \times 10^5$
	2	4×10^5	51×10^5	188×10^5	$184,00 \times 10^5$
	3	2×10^5	46×10^5	165×10^5	$163,00 \times 10^5$
K	1	3×10^5	22×10^5	129×10^5	$126,00 \times 10^5$
	2	4×10^5	18×10^5	134×10^5	$130,00 \times 10^5$
	3	2×10^5	29×10^5	138×10^5	$136,00 \times 10^5$

Data Jumlah Rata- Rata Pengamatan Kepadatan Bakteri

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	X $\pm$ SD
	1	2	3			
K	126,00	130,00	136,00	392,00	130,67	5,03
A	135,00	138,00	131,00	404,00	134,67	3,51
B	160,00	155,00	144,00	459,00	153,00	8,19
C	160,00	184,00	163,00	507,00	169,00	13,08
Total				1762,00		

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK):

$$FK = \frac{G^2}{n} = \frac{1762,2^2}{3 \times 4} = 258,78$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= (K_1)^2 + (K_2)^2 + (K_3)^2 + (A_1)^2 + (A_2)^2 + (A_3)^2 + \dots + (C_3)^2 - FK \\ &= (126,00)^2 + (130,00)^2 + (136,00)^2 + (135,00)^2 + (138,00)^2 + \\ &\quad (131,00)^2 + \dots + (163,00)^2 - 258,78 \\ &= 261,83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Perlakuan} &= \frac{(\sum A)^2 + (\sum B)^2 + (\sum C)^2 + (\sum D)^2}{3} - FK \\ &= \frac{(163216,00)^2 + (210681,00)^2 + (257049,00)^2 + (153664,00)^2}{3} - 258,78 \\ &= 261,28 \end{aligned}$$

$$JK \text{ Acak} = JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan} = 261,83 - 261,28 = 0,55$$

$$\begin{aligned} \text{Derajat Bebas (db) Total} &= (t) \times (r) - 1 = (4) \times (3) - 1 = 11 \\ \text{db Perlakuan} &= (t) - 1 = (4) - 1 = 3 \\ \text{db Acak} &= \text{db Total} - \text{db Perlakuan} = 11 - 3 = 8 \end{aligned}$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT) Perlakuan} = \frac{JK \text{ Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} = \frac{261,28}{3} = 87,10$$

$$KT \text{ Acak} = \frac{JK \text{ Acak}}{db \text{ acak}} = \frac{0,55}{8} = 0,06875$$

Analisa Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F hitung	F5%	F1%
P	3	2816,33	938,78	13,62 ^{xy}	4,07	7,59
A	8	551,33	68,92			
T	11	3367,67				

Keterangan ^{xy} : berbeda sangat nyata

$$F \text{ Hitung} = \frac{KT \text{ Perlakuan}}{KT \text{ Acak}} = \frac{938,78}{68,92} = 13,62$$

Karena didapatkan hasil nilai F Hitung yang lebih besar dari F tabel 5% tetapi lebih kecil dari F tabel 1% maka dilanjutkan ke Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Menghitung Nilai BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2 \text{ KT acak}}{\mu}} = \sqrt{\frac{2 (68,92)}{3}} = 6,778$$

$$\text{BNT } 5\% = t \text{ tabel } 5\% (\text{db acak}) \times SED = 2,306 \times 6,778 = 15,6300$$

$$\text{BNT } 1\% = t \text{ tabel } 1\% (\text{db acak}) \times SED = 3,355 \times 6,778 = 22,7401$$

PERLAKUAN		K	A	B	C	NOTASI
		130,67	134,67	153,00	169,00	
K	130,67	0,00				a
A	134,67	4,00 ^{ns}	0,00			a
B	153,00	22,33*	18,33*	0,00		b
C	169,00	38,33**	34,33**	16,00*	0,00	c

Keterangan : ns: Tidak berbeda nyata ** :Berbeda sangat nyata

* : Berbeda nyata

Perhitungan Uji Polinomial Orthogonal

PERLAKUAN	TOTAL	LINIER	KUADRATIK	KUBIK
K	392,0000	-3	1	-1
A	404,0000	-1	-1	3
B	459,0000	1	-1	-3
C	507,0000	3	1	1
Q		400	36	-50
hasil kuadrat ci		20	4	20
KR		60	12	60
JK regresi		2666,67	108,00	41,67
total JK regresi		2816,33		

Analisis Sidik Ragam Regresi

SK	db	JK	KT	FH	f5%	f1%
Perlakuan	3				4,07	7,59

Linier	1	2666,67	2666,67	38,69	4,07	7,59
Kuadrat	1	108,00	108,00	1,57	4,07	7,59
Kubik	1	41,67	41,67	0,60	4,07	7,59
Acak	8	551,33	68,92		4,07	7,59
Total	11					

Keterangan **: berbeda sangat nyata

Menghitung R Square (R²)

$$R^2 \text{ Linear} = \frac{\text{JK Regresi Linier}}{\text{JK Regresi Linier} + \text{JK Regresi Acak}} = \frac{2666,67}{2666,67 + 551,33} = 0,8287$$

Lampiran 5. (lanjutan)

$$R^2 \text{ Kuadrat} = \frac{\text{JK Regresi Kuadrat}}{\text{JK Regresi Kuadrat} + \text{JK Regresi Acak}} = \frac{108,00}{108,00 + 551,33} = 0,1638$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{\text{JK Regresi Kubik}}{\text{JK Regresi Kubik} + \text{JK Regresi Acak}} = \frac{41,67}{41,67 + 551,33} = 0,0703$$

Persamaan regresi linear yang diperoleh $y = 126,83 - 1,33$ dengan perhitungan sebagai berikut :

	x	y	xy	x^2
	0,00	126,00	0,00	0,00
	0,00	130,00	0,00	0,00
	0,00	136,00	0,00	0,00
	10,00	135,00	1350,00	100,00
	10,00	138,00	1380,00	100,00
	10,00	131,00	1310,00	100,00
	20,00	160,00	3200,00	400,00
	20,00	155,00	3100,00	400,00
	20,00	144,00	2880,00	400,00
	30,00	160,00	4800,00	900,00
	30,00	184,00	5520,00	900,00
	30,00	163,00	4890,00	900,00
Total	$\sum x = 180,00$	$\sum y = 1762,00$	$\sum xy = 28430,00$	$\sum x^2 = 4200,00$
Rata-rata	X = 27,69	Y = 271,08		

Mencari Persamaan :

$$b_0 = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{(n)(\sum x^2) - (\sum x)^2} = \frac{(1762,00)(4200,00) - (18000)(28430,00)}{(12)(4200,00) - (18000)^2}$$

$$= \frac{(7400400) - (5117400)}{(50400) - (32400)}$$

$$= \frac{(228300)}{18000}$$

$$= 126,83$$

$$b_1 = \frac{(n)x(\sum xy) - (\sum x)x(\sum y)}{(n)x(\sum x^2) - (\sum x)^2} = \frac{(12)x(28430,00) - (180,00)x(1762,00)}{(12)x(4200,00) - (18000)^2}$$

$$= \frac{(341160) - (317160)}{(50400) - (32400)}$$

$$= \frac{(24000)}{(18000)}$$

$$= 1,33$$

Persamaan regresi linier adalah $y = b_0 + b_1.x$ sehingga didapatkan persamaan $y = 126,83 - 1,33x$

Mencari titik y untuk menentukan arah kurva :

Untuk $x = 0$ maka $y = 126,83 - 1,33(0)$

$$= 0$$

$x = 10$ maka $y = 126,83 - 1,33(10)$

$$= 1255$$

$x = 20$ maka $y = 126,83 - 1,33(20)$

$$= 3373,67$$

$x = 30$ maka $y = 126,83 - 1,33(30)$

$$= 3765$$

Lampiran 6. Pengamatan Makroskopis

Har i ke-	Perlaku an	Pengul angan	Bentuk Koloni	Warna Koloni	Tepi Margi n	Elevasi	Permuka an Koloni	Ukura n
0	10 Kangkun g	A1	<i>Circular</i>	Putih Susu	<i>Entire</i>	<i>Raised</i>	Halus Mengkilap	<i>Small</i>
		A2	<i>Irregular</i>	Putih	<i>Lobed</i>	<i>Raised</i>	Halus	<i>Small</i>

15	20 Kangkun g	A3	Irregular	Susu Putih	Wavy	Flat	Mengkilap Halus	Moderate
		B1	Irregular	Susu Putih	Wavy	Flat	Mengkilap Halus	Small
		B2	Irregular	Putih	Wavy	Flat	Halus Mengkilap	Moderate
	30 kangkun g	B3	Circular	Putih	Wavy	Convex	Halus Mengkilap	Small
		C1	Circular	Susu Putih	Entire	Raised	Halus Mengkilap	Small
		C2	Irregular	Susu Putih	Lobed	Raised	Halus Mengkilap	Small
	Kontrol	C3	Irregular	Putih	Wavy	Flat	Halus Mengkilap	Moderate
		K1	Circular	Susu Putih	Wavy	Convex	Halus Mengkilap	Small
		K2	Irregular	Susu Putih	Wavy	Flat	Halus Mengkilap	Moderate
	10 Kangkun g	K3	Circular	Putih	Wavy	Convex	Halus Mengkilap	Small
		A1	Circular	Susu Putih	Entire	Raised	Halus Mengkilap	Small
		A2	Irregular	Putih	Lobed	Raised	Halus Mengkilap	Small
	20 Kangkun g	A3	Irregular	Susu Putih	Wavy	Flat	Halus Mengkilap	Moderate
		B1	Irregular	Susu Putih	Wavy	Flat	Halus Mengkilap	Small
		B2	Irregular	Putih	Wavy	Flat	Halus Mengkilap	Moderate
30 kangkun g	B3	Circular	Putih	Wavy	Convex	Halus Mengkilap	Small	
	C1	Circular	Susu Putih	Entire	Raised	Halus Mengkilap	Small	
	C2	Irregular	Susu Putih	Lobed	Raised	Halus Mengkilap	Small	
Kontrol	C3	Irregular	Putih	Wavy	Flat	Halus Mengkilap	Moderate	
	K1	Circular	Susu Putih	Wavy	Convex	Halus Mengkilap	Small	
	K2	Irregular	Susu Putih	Wavy	Flat	Halus Mengkilap	Moderate	

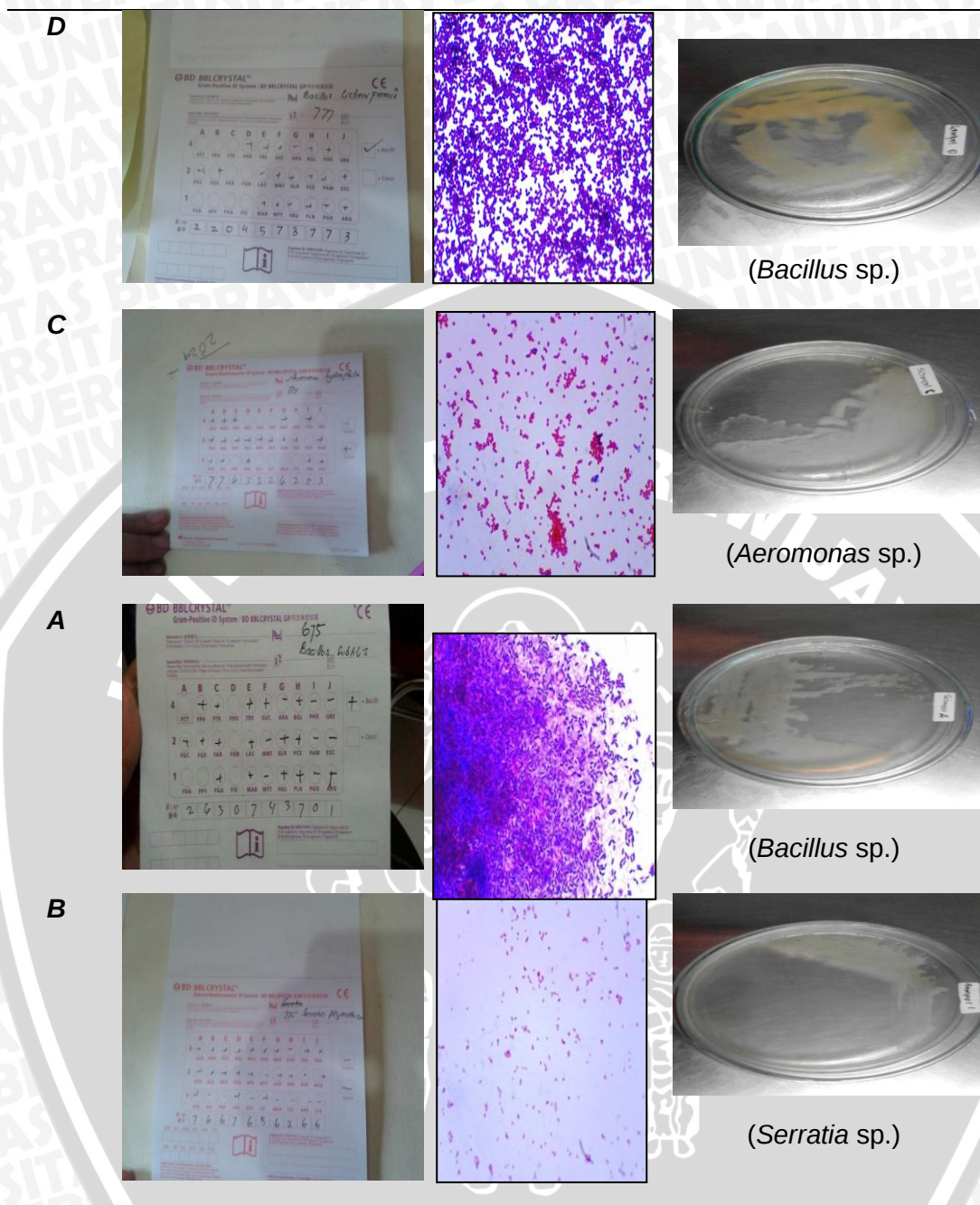
Lampiran 6. (Lanjutan)

30	10 Kangkun g	K3	<i>Circular</i>	Putih	Wavy	Convex	Halus Mengkilap	<i>Small</i>
		A1	<i>Circular</i>	Susu Putih	<i>Entire</i>	<i>Raised</i>	Mengkilap Halus	<i>Small</i>
		A2	<i>Irregular</i>	Putih	<i>Lobed</i>	<i>Raised</i>	Halus Mengkilap	<i>Small</i>

20 Kangkuning	A3	<i>Irregular</i>	Putih Susu	<i>Wavy</i>	<i>Flat</i>	Halus Mengkilap	<i>Moderate</i>
	B1	<i>Irregular</i>	Putih Susu	<i>Wavy</i>	<i>Flat</i>	Halus Mengkilap	<i>Moderate</i>
	B2	<i>Circular</i>	Putih Susu	<i>Wavy</i>	<i>Convex</i>	Halus Mengkilap	<i>Small</i>
30 kangkuning	B3	<i>Circular</i>	Putih Susu	<i>Wavy</i>	<i>Convex</i>	Halus Mengkilap	<i>Small</i>
	C1	<i>Circular</i>	Putih Susu	<i>Entire</i>	<i>Raised</i>	Halus Mengkilap	<i>Small</i>
	C2	<i>Irregular</i>	Putih Susu	<i>Lobed</i>	<i>Raised</i>	Halus Mengkilap	<i>Small</i>
Kontrol	C3	<i>Irregular</i>	Putih Susu	<i>Wavy</i>	<i>Flat</i>	Halus Mengkilap	<i>Moderate</i>
	K1	<i>Circular</i>	Putih Susu	<i>Wavy</i>	<i>Convex</i>	Halus Mengkilap	<i>Small</i>
	K2	<i>Irregular</i>	Putih Susu	<i>Wavy</i>	<i>Flat</i>	Halus Mengkilap	<i>Moderate</i>
	K3	<i>Circular</i>	Putih Susu	<i>Wavy</i>	<i>Convex</i>	Halus Mengkilap	<i>Small</i>

Lampiran 7. Pengamatan Mikroskopis

Kode	Dokumentasi Hasil Uji Biokim	Pewarnaan Gram	Isolat Bakteri
------	------------------------------	----------------	----------------



Lampiran 7. (Lanjutan)

Hasil Uji Gram Positif *Bacillus substillis* dan *Bacillus licheniformis*

No. Kolom	Uji Biokimia	Kode	Hasil Pemeriksaan
-----------	--------------	------	-------------------

			<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Bacillus licheniformis</i>
4A	Fluorescent Negatif Control	FCT	-	-
2A	Glucoside β	FGC	+	+
1A	Valine	FVA	-	-
4B	Phenylalanine	FPH	-	+
2B	Glucoside α	FGS	+	+
1B	pyroglutamic acid	FPY	-	-
4C	tryptophan	FTR	-	+
2C	arginine	FAR	-	+
1C	Acetyl glucosaminide	FGA	-	+
4D	phosphate	FHO	+	-
2D	glucuronide	FGN	-	-
1D	isoleucine	FIS	-	-
4E	Trehalose	TRE	+	+
2E	Lactose	LAC	-	+
1E	Methyl & glucoside	MAB	+	+
4F	Sucrose	SUC	+	+
2F	Mannitol	MNT	+	-
1F	Maltotriose	MTT	+	-
4G	Arabinose	ARA	-	-
2G	Glycerol	GLR	+	+
1G	Fructose	FRU	+	+
4H	Nitrophenyl glucoside	BGL	+	+
2H	Nitrophenyl cellobioside	PCE	+	+
1H	Proline & Leucine nitroanilide	PLN	+	+
4I	Nitrophenyl phosphate	PHO	+	-
2I	Nitrophenyl maltoside	PAM	+	-
1I	Nitrophenyl galactoside	PGO	+	-
4J	Urea	URE	-	-
2J	Esculin	ESC	+	-
1J	Arginine	ARG	+	+
KODE			2-2-0-4-5-7- 3-7-7-3	2-6-3-0-7-4- 3-7-0-1

Hasil Uji Gram Negatif *Serratia plymutica* dan *Aeromonas hydrophila*

No. Kolom	Uji Biokimia	Kode	Hasil Pemeriksaan <i>Serratia plymutica</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i>
--------------	--------------	------	---	---------------------------------

4A	Fluorescent Negatif Control	FCT	+	+
2A	Glucoside β	FGC	+	+
1A	Valine	FVA	+	+
4B	Phenylalanine	FPH	+	-
2B	Glucoside α	FGS	+	-
1B	pyroglutamic acid	FPY	+	-
4C	tryptophan	FTR	+	+
2C	arginine	FAR	-	-
1C	Acetyl glucosaminide	FGA	+	+
4D	phosphate	FHO	+	-
2D	glucuronide	FGN	+	+
1D	isoleucine	FIS	+	+
4E	Trehalose	TRE	+	+
2E	Lactose	LAC	+	+
1E	Methyl & glucoside	MAB	+	+
4F	Sucrose	SUC	-	+
2F	Mannitol	MNT	+	+
1F	Maltotriose	MTT	+	+
4G	Arabinose	ARA	+	-
2G	Glycerol	GLR	+	+
1G	Fructose	FRU	+	+
4H	Nitrophenyl glucoside	BGL	-	+
2H	Nitrophenyl cellobioside	PCE	-	-
1H	Proline & Leucine nitroanilide	PLN	+	+
4I	Nitrophenyl phosphate	PHO	-	-
2I	Nitrophenyl maltoside	PAM	+	-
1I	Nitrophenyl galactoside	PGO	-	-
4J	Urea	URE	-	-
2J	Esculin	ESC	-	+
1J	Arginine	ARG	-	+
	Uji Indool		-	+
	Uji Oksidase		-	+
KODE			7-6-6-7-6-5-6-2-6-6	7-7-6-3-2-2-6-2-5-3

Lampiran 7. (Lanjutan)



LABORATORIUM PENGUJI
UNIT PELAKSANA TEKNIS PENGEMBANGAN BUDIDAYA AIR PAYAU BANGIL
DINAS PERIKANAN DAN KELAUTAN PROVINSI JAWA TIMUR
 Jl. Perikanan Kallanyar No. 746 PO. BOX 6 Bangil - Pasuruan
 Telp./Fax. (0343) 741654. E-mail: pbap_bangil@yahoo.co.id

ASLI

LAPORAN HASIL UJI



LAPORAN HASIL UJI

Report of Analysis

No.: 1462/LHU/UPT-PBAP/VIII/2016

Nama Pelanggan : Alfiola Pramudiya

Customer Name

Pejabat yang dihubungi : -

Contact Person

Alamat : Malang

Address

Jenis Sampel : Biakan Murni Bakteri

Type of sample (s)

No. Sampel : 775 (Sampel H)

No. Sample

Tanggal Penerimaan : 02-08-2016

Received Date

No.FPPS: 168/FPPS/UPT-PBAP/VIII/2016

Tanggal Pengujian: 03 s/d 05 -08-2016

Date of Analysis

NO	PARAMETER Parameters	SATUAN Units	HASIL Test Result	Batas Syarat	SPESIFIKASI METODE Method Specification
			775		
1.	Jenis Bakteri	-	Serratia plymuthica	-	BD BBL Crystal

Catatan : 1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk sampel yang diterima.

Note

These analytical results are only valid for the accept sample.

2. Laporan Hasil Uji ini terdiri dari 1 (satu) lembar asli (stempel **ASLI**).This Report of Analysis only 1 (one) page original (**ORIGINAL** sign).3. Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan, kecuali secara lengkap oleh Manajer Administrasi atas seijin Manajer Puncak (stempel **COPY**).The Report of Analysis shall not be reproduced (copied) except the completed one by Administration Manager with written permission of the Top Manager (**COPY** sign).

Bangil, 05 Agustus 2016

An. Kepala UPT-PBAP Bangil

Manajer Teknis

Technical Manager

AIR PAYAU BANGIL

JAWA TIMUR

WIRWIN SUMATI, S.Pi

**ASLI****LABORATORIUM PENGUJI****UNIT PELAKSANA TEKNIS PENGEMBANGAN BUDIDAYA AIR PAYAU BANGIL**
DINAS PERIKANAN DAN KELAUTAN PROVINSI JAWA TIMURJl. Perikanan Kalianyar No. 746 PO. BOX 6 Bangil - Pasuruan
Telp./Fax. (0343) 741654. E-mail: pbap_bangil@yahoo.co.id**LAPORAN HASIL UJI**

Report of Analysis



**Lampiran 8. Uji Kualitas Air
Data Pengamatan harian pH
Perlakuan**

Hari	K1		K2		K3		A1		A2		A3	
	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
1	6.4	7.2	6.8	7.1	6.3	7.5	8.1	7.9	7.2	7.1	6.8	6.9
2	7.6	7.1	6.5	6.3	7.9	8.1	7.9	7.8	6.8	7.4	6.9	7.4
3	6.8	6.5	6.8	7.1	6.4	7.8	6.5	6.9	6.4	6.9	7.9	7.5
4	6.5	7.2	6.2	6.5	7.6	7.8	6.8	7.7	7.4	7.8	6.5	7.8
5	7.4	6.2	6	6.7	6.8	8.2	6.2	7.6	6.5	6.9	6.8	8.2
6	6.3	8	6.9	6.9	7.9	8.2	6	7.8	6.5	7.8	6.2	7.8
7	7.1	7.3	7.3	7.9	6.4	6.7	6.9	7.1	6.8	6.8	6	8.1
8	6.5	7.3	6.4	6.4	7.6	6.9	7.3	7.8	7.1	7.1	6.9	8.1
9	6.7	6.4	7.1	7.6	6.8	6.8	6.4	6.8	7.2	7.8	7.3	7.8
10	6.9	7.1	6.8	6.8	6.8	7.6	7.1	7.8	7.2	7.2	6.4	8.2
11	6.7	6.8	5.9	6.5	7.2	7.3	6.8	7.1	6.8	7.9	7.1	7.9
12	7.3	5.9	6.2	7.4	7.6	5.9	5.9	7.8	7.5	7.8	6.8	7.8
13	6.9	6.2	6.5	6	7.2	5.7	6.2	7.2	7.8	7.3	5.9	8.1
14	6.6	7.5	6.8	6.9	7.6	6.7	7.3	7.5	7.2	6.8	6.2	6.7
15	6.5	7.6	6.9	7.3	7.6	7.3	6.4	7.8	7.8	7.2	6.5	7.5
16	6.4	7.3	6.8	6.4	6.3	7.5	7.1	7.1	7.1	6.9	6.4	7.8
17	6.5	7.9	6.9	7.1	7.2	7.2	6.8	7.9	8.1	7.1	6.5	7.6
18	6.8	6.4	6.7	6.8	6.4	7.2	6.4	7.8	7.8	7.2	6.8	7.3
19	6.2	7.6	7.3	5.9	7.6	7.9	7.6	7.1	8.2	7.6	6.4	5.9
20	6	6.8	6.9	7.2	6.8	7.4	6.8	7.2	7.9	7.3	7.6	5.7
21	6.9	6.5	6.6	7.5	6.5	7.6	6.5	7.8	7.8	5.9	6.8	6.7
22	7.3	7.4	6.5	6.8	7.4	6.8	7.4	7.7	8.1	5.7	6.5	7.3
23	6.4	6.3	6.4	6.9	6.3	7.9	6.3	7.6	6.8	6.7	7.4	6.9
24	7.1	7.1	6.5	6.8	7.1	6.4	7.1	7.8	7.1	7.3	6.3	7.6
25	6.8	6.5	6.8	6.9	6.5	6.5	6.5	6.8	7.1	6.8	7.1	7.1
26	5.9	6.7	6.2	6.7	6.7	6.8	6.7	7.6	7.2	6.4	6.5	7.5
27	6.2	6.9	6.5	7.3	6.9	6.2	6.9	7.3	6.9	7.6	6.7	6.5
28	6.5	7.6	6.4	7.4	6.6	6.4	7.3	5.9	6.4	7.2	6.9	7.4
29	6.5	7.1	7.1	7.1	6.5	7.1	6.9	7.2	7.2	7.9	7.1	6.3
30	6.8	7.5	7.8	6.8	6.4	7.5	6.8	6.8	7.4	6.8	6.9	7.1

Lampiran 8. (Lanjutan)
Perlakuan

Hari	B1		B2		B3		C1		C2		C3	
	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
1	7.1	6.8	6.8	7.2	6.4	7.2	6.4	7.2	7.9	7.8	7.6	8.9
2	6.5	6.8	7.1	7.1	7.6	7.8	7.9	6.5	7.1	7.2	7.1	7.8
3	7.1	6.5	6.4	7.9	6.8	7.2	7.6	6.2	6.5	7.9	6.8	8.1
4	6.8	6.8	7.6	6.2	6.5	6	7.3	7.5	6.8	6.9	5.9	8.9
5	6.5	7.2	7.2	7.5	7.4	6.9	5.9	7.6	6.2	7.2	6.2	7.8
6	7.4	7.8	7.6	7.6	6.3	7.3	5.7	7.3	6	7.9	6.4	7.2
7	6.3	6.9	6.7	7.3	7.1	6.4	6.7	7.9	6.9	6.4	7.6	7.9
8	7.1	7.3	6.9	7.9	6.5	7.1	7.3	6.4	7.3	7.6	6.8	7.9
9	6.5	6.4	6.8	6.4	6.7	7.3	6.8	7.6	6.4	7.2	6.5	7.9
10	7.5	7.1	7.6	7.6	6.9	6.9	6.4	7.9	7.1	7.4	7.4	8.9
11	6.5	6.8	7.3	6.8	7.8	6.9	7.6	7.8	6.8	6.5	6.3	6.4
12	6.4	5.9	5.9	6.5	8.2	7.4	7.2	8.1	5.9	6.8	7.1	7.2
13	6.5	6.2	5.7	6.9	8.2	6.8	7.9	6.7	6.2	6.2	6.5	7.3
14	6.8	6.8	6.7	6.8	8.2	6.4	6.8	6.7	7.3	6	6.7	6.7
15	6.7	7.7	7.3	6.7	7.9	7.6	6.4	7.2	6.8	6.9	6.9	6.9
16	6.4	7.3	6.8	6.4	7.9	6.8	6.5	7.1	7.1	7.3	6.8	6.8
17	5.9	6.8	6.4	7.5	8.9	6.5	6.4	7.3	7.4	6.4	6.8	7.6
18	6.2	7.8	7.6	7.4	7.1	7.4	6.5	7.8	6.4	7.1	7.2	7.3
19	6.5	7.6	7.2	6.9	7.3	6.3	6.8	8.2	7.6	6.8	7.2	5.9
20	6.8	6.8	7.9	6.5	7.1	7.1	7.3	7.8	6.8	5.9	6.4	5.7
21	6.5	7.3	6.8	6.8	7.2	6.5	7.9	8.1	7.1	6.2	6.5	6.7
22	6.8	7.4	7.2	6.7	6.7	6.7	6.4	8.1	7.4	7.1	7.2	7.3
23	6.2	7.5	6.4	7.2	6.9	7.5	6.5	7.8	6.3	5.9	7.9	7.1
24	6	7.1	6.5	7.2	6.8	6.4	7.4	8.2	7.1	6.2	7.4	7.3
25	6.9	7.5	7.4	7.9	7.6	6.5	6.3	7.9	6.5	6.5	6.9	6.9
26	7.3	7.1	6.3	7.9	7.3	7.5	7.1	7.8	6.7	6.8	7.2	8.2
27	6.8	6.9	7.1	7.9	5.9	7.4	6.5	8.1	6.9	7.2	7.9	8.2
28	7.2	7.8	6.5	7.8	5.7	6	7.9	7.8	7.2	7.8	6.4	7.8
29	7.4	7.5	6.9	7.4	6.7	6.9	7.9	7.8	7.9	7.2	6.5	7.2
30	7.3	7.4	6.4	7.5	7.3	7.2	7.5	6.4	7.3	6.8	6.4	7.4

Jumlah rata – rata pH pada pagi hari

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
K	6.7	6.7	7.0	20.33	6.78
A	6.8	7.2	6.7	20.81	6.94
B	6.7	6.9	7.2	20.79	6.93
C	7.0	6.9	6.9	20.74	6.91
Total				82.67	

Lampiran 8. (Lanjutan)

Jumlah rata – rata pH pada sore hari

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
K	7.0	6.9	7.2	21.06	7.02
A	7.4	7.1	7.4	21.90	7.30
B	7.1	7.2	6.9	21.20	7.07
C	7.5	6.9	7.4	21.86	7.29
Total				86.02	

Data Pengamatan Harian Suhu

Perlakuan

Hari	K1		K2		K3		A1		A2		A3	
	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
1	25	32	28	27.5	27	31	27	27	29	30	28	30
2	25	28	28	28	27	31	27	26	27	31	28	31
3	26	29.5	27	30	26	30	28	27	29.5	32	27	29
4	27	31	29	29.5	27.5	31	28	29	28	29	27.5	30
5	26	30	29	31	28	27.5	26	28	28	32	28.5	31
6	28	29.5	28.5	30	26	28	27	28	28	31	28	31
7	28	31	28	31	27	27	29	31	27	27.5	28	30
8	27	30	28	28	27.5	29	28	30	27	28	27	31
9	27	31	27	31	26.5	28	28	32	28	30	26	29
10	28	28	29	30	28	29	28	29	26	31	27	30
11	28	31	28	32	28	29	28	29	27	29	26	31
12	27	30	29	31	29.5	28	28	31	28	30	28	31
13	27.5	32	29	30	27.5	30	27	29.5	27	31	28	30
14	28	31	28	29.5	28	29	27	30	29	31	27	31
15	27	29	28	29	28.5	31	28	31	27	30	27	29.5
16	29	28	26	30	28	30	28	29	28	27	31	29
17	28	31	28	31	27	31	28	30	29	29	28	28
18	29	30	28	28	29.5	31	27	29	27	31	27	31
19	29	32	27	31	26	30	28	31	26	30	28	28
20	28	29	27	30	28	31	28	28	28	29	28	30
21	28	30	28	32	29	29	27	31	28	31	27	29.5
22	28	29.5	26	29	28	30	27.5	30	27	29.5	27.5	31
23	28	31	27	30	27	31	28	32	27	29	28	30
24	27.5	30	26	29.5	27	30	28	31	28	28	27	31
25	27.5	28	28	29	26	31	27	29	28	29	29	28
26	28	29.5	26	31	27	28	26	29	26	29	28	26
27	28	32	27	28	29	31	27	30	27	30	26	28
28	27.5	31	26	31	28	30	26	31	28	31	27	28
29	28	30	28	30	29	29	28	32	28.5	31	28	31
30	28	32	28	28	28	29.5	28	31	28	31	27	30

Lampiran 8. (Lanjutan)

Perlakuan

Hari	B1		B2		B3		C1		C2		C3	
	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
1	28	31	26	29	27	30	28	31	27	32	28	30
2	27	29	27	29.5	27	31	26	31	29	28	28	31
3	27	30	26	30	27	30	28	30	28.5	32	27	28
4	28	31	28	27.5	30	29	31	31	28	29.5	28	27
5	28	31	28	28	29.5	28	30	29.5	28	30	26	29
6	27	30	27	27	29	28	31	28	27	31	27	28
7	27.5	30	27	26	30	28	28	28	29	30	26	29
8	28	31	28	27	29.5	28	31	30	28	31	28	30
9	26	29	28	26	31	27.5	30	29.5	29	28	28	29.5
10	27	30	26	28	30	27.5	32	31	29	31	27	30
11	28	31	27	28	28	28	29.5	29	28	30	27	28
12	26	31	26	27	30	28	31	30	28	32	28	29
13	28	30	28	27	29.5	26.5	30	31	28	29	26	31
14	27	31	28	28	31	28	31	31	27	30	26	31
15	27.5	29.5	27	29	31	27	30	30	27	31	27	30
16	31	28	29.5	27	29.5	27.5	29.5	27	28	30	27	31
17	30	28	30	28	30	27.5	30	27	28	30	29	31
18	27	30	28	31	27	30	28	29.5	28	30	28.5	32
19	27	29.5	26.5	30	28	31	28	31	28	31	28	29.5
20	28	31	28	31	28	32	26.5	30	27	28	28	30
21	28	30	26.5	31	27.5	31	27	31	27	31	27	29.5
22	27	31	27	30	28	30	27	28	28	30	29	31
23	27.5	28	28	31	27	31	27	31	28	30	28	30
24	29	31	28	29.5	27	29.5	27.5	29.5	27	32	28	28
25	28	30	28	30	28	30	27.5	30	27	31	28	29.5
26	27.5	31	27.5	30	28	31	28	31	28	30	28	29.5
27	27.5	31	28	31	27	32	27	32	28	28	27.5	31
28	28	30	27	30	27.5	29	28	29	27	30	27.5	30
29	28	30	29.5	28	30	27	27.5	28	30	27.5	30	27
30	27	31	29	28	31	26	30	28	28	30	27	29

Jumlah rata –rata suhu pada pagi hari

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
K	27.5	27.7	27.6	82.8	27.6
A	27.5	27.6	27.6	82.7	27.6
B	27.7	27.6	28.8	84.0	28.0
C	28.8	27.9	27.6	84.3	28.1
Total				333.9	

Lampiran 8. (Lanjutan)

Jumlah rata –rata suhu pada sore hari

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
K	30.2	29.8	29.7	89.7	29.9
A	29.7	29.9	29.8	89.35	29.8
B	30.1	28.8	29.0	87.85	29.3
C	29.7	30.1	29.6	89.45	29.8
Total				356.35	

**Data Pengamatan Harian Oksigen Terlarut
Perlakuan**

Hari	K1		K2		K3		A1		A2		A3	
	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
1	6.88	7.44	7.05	7.02	7.28	7.21	7.28	7.02	7.28	7.43	7.28	6.97
2	6.79	6.89	7.13	7.44	7.13	7.32	6.79	7.44	7.13	7.21	6.79	7.02
3	6.88	7.21	6.85	7.18	6.88	7.44	7.05	7.21	6.79	6.89	7.13	7.67
4	6.88	7.32	7.05	7.02	6.79	6.89	7.13	7.67	6.88	7.21	6.85	7.93
5	7.28	7.21	6.85	7.93	6.88	7.21	6.85	7.93	6.88	7.32	7.05	7.12
6	6.79	7.67	6.85	7.12	6.88	7.32	7.05	7.12	6.88	6.89	7.05	6.97
7	6.79	7.67	6.85	7.02	7.28	7.21	6.85	6.97	6.88	6.89	7.05	7.02
8	7.44	6.79	6.89	7.13	7.13	7.12	7.03	7.67	6.79	7.02	6.85	7.44
9	7.93	6.85	7.21	7.13	6.85	6.97	7.03	7.93	6.88	7.44	7.05	7.12
10	7.02	7.03	7.32	6.88	7.28	7.02	6.85	7.02	6.88	6.89	7.05	6.97
11	7.44	7.03	7.21	7.05	7.13	7.32	6.79	7.44	7.13	7.21	6.79	7.02
12	7.12	7.03	7.67	6.79	7.05	7.18	7.13	7.05	7.03	7.02	7.44	6.79
13	6.85	7.93	6.88	7.32	7.03	7.21	6.88	7.12	7.03	7.18	6.88	7.44
14	7.05	7.12	6.88	6.89	7.13	7.67	6.79	6.97	7.03	7.02	6.79	6.89
15	6.85	6.97	6.88	6.89	6.85	7.93	6.85	7.02	7.03	7.93	6.88	7.21
16	7.03	7.67	6.79	7.02	7.05	7.02	7.28	7.44	6.85	7.12	6.88	7.32
17	7.03	7.93	6.88	7.44	7.13	7.44	6.79	6.89	7.13	7.02	7.28	7.21
18	6.85	7.02	6.88	6.89	7.03	7.02	7.03	7.44	6.88	7.93	6.85	7.12
19	6.79	7.44	7.13	7.21	7.28	7.21	7.28	7.02	7.28	7.43	7.28	6.97
20	7.13	7.05	7.03	7.02	6.13	7.32	6.79	7.44	7.13	7.21	6.79	7.02
21	6.88	7.12	7.03	7.18	7.05	7.18	7.13	7.05	7.03	7.02	7.44	6.79
22	7.05	7.93	7.32	7.18	6.85	6.97	7.03	7.93	7.13	7.44	7.93	6.85
23	6.79	7.12	7.03	7.93	6.28	7.02	7.03	7.12	7.03	7.18	7.02	7.03
24	6.85	7.02	6.85	7.12	7.13	7.02	6.79	7.12	7.03	7.21	6.88	6.97
25	7.28	7.44	6.13	6.97	6.85	7.44	6.85	6.97	6.85	7.67	7.03	7.02
26	7.13	7.12	7.03	7.02	7.05	7.12	7.28	7.02	6.88	7.93	6.85	7.67
27	6.85	6.97	6.88	7.44	6.88	7.21	6.85	6.97	6.88	6.89	7.05	7.02
28	7.28	7.18	7.28	7.43	6.88	7.67	6.85	7.12	6.88	6.89	7.93	7.02
29	7.13	7.67	6.79	6.97	6.89	7.93	7.13	6.97	6.88	6.89	7.93	7.44
30	6.85	7.93	6.85	7.02	6.88	6.89	7.05	7.02	7.28	7.21	7.93	7.18

**Lampiran 8. (Lanjutan)
Perlakuan**

Hari	B1		B2		B3		C1		C2		C3	
	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
1	7.28	7.21	7.28	7.18	7.05	7.12	7.28	7.44	7.05	7.02	6.79	6.89
2	6.89	7.32	6.89	7.02	7.05	6.97	7.28	7.44	6.85	7.93	6.88	7.21
3	6.79	7.21	7.03	7.12	6.79	7.02	6.89	7.32	6.85	7.12	6.88	7.32
4	6.85	7.32	7.03	6.97	7.44	6.79	6.89	7.02	6.85	7.02	7.28	7.21
5	6.88	6.89	7.05	7.02	7.13	6.97	7.28	7.03	6.85	6.97	7.03	7.93
6	7.28	7.21	7.28	7.44	6.88	7.44	7.05	6.85	6.85	6.97	6.97	7.03
7	6.88	6.89	7.05	6.89	7.05	7.18	7.13	7.05	7.03	7.02	7.44	6.79
8	6.85	6.97	7.03	7.93	6.85	6.97	7.03	7.93	7.13	7.44	7.93	6.85
9	7.28	7.02	7.03	7.12	7.28	7.02	7.03	7.12	7.03	7.18	7.02	7.03
10	7.28	7.44	7.03	7.21	7.93	6.88	7.44	7.05	7.21	7.13	7.44	6.79
11	6.89	7.32	6.85	6.97	6.89	7.02	7.02	7.28	7.32	6.88	7.12	7.05
12	6.89	7.02	6.88	7.67	7.21	7.44	7.44	6.79	7.21	7.05	6.97	7.13
13	7.05	7.21	7.05	7.93	7.32	7.18	7.12	7.05	7.67	6.79	7.02	6.85
14	7.13	7.67	6.79	7.12	7.03	7.93	6.88	7.13	7.93	6.88	6.44	7.05
15	6.85	7.93	6.85	7.02	6.85	7.12	6.88	7.13	7.03	7.67	6.34	7.03
16	7.05	7.12	7.28	7.44	7.13	6.97	7.28	7.03	7.03	7.93	6.44	7.03
17	6.85	6.97	7.13	7.12	7.03	7.02	6.79	7.13	7.03	7.12	6.17	7.03
18	6.88	7.67	6.85	6.97	6.88	7.44	7.05	6.85	6.85	6.97	6.27	7.03
19	7.28	7.21	7.28	7.18	7.28	7.43	7.28	6.97	6.89	7.13	6.28	7.44
20	6.89	7.32	6.89	7.02	6.65	7.21	7.28	7.02	7.05	7.03	6.34	6.89
21	6.89	7.02	7.02	7.28	6.72	7.93	6.79	7.44	6.85	7.13	6.88	7.21
22	7.21	7.44	7.44	6.79	6.34	7.12	6.88	7.18	7.05	6.85	6.88	7.32
23	7.32	7.18	7.12	7.05	6.54	6.97	6.85	7.02	6.85	7.05	7.28	7.21
24	7.03	7.21	6.88	7.21	6.38	7.02	6.55	7.93	6.17	7.13	6.79	7.67
25	6.85	7.67	7.03	7.67	6.58	7.02	6.45	7.93	6.23	7.44	7.03	7.21
26	6.88	7.93	6.85	7.93	6.75	7.44	6.15	7.12	6.89	7.32	6.85	6.97
27	6.88	7.13	7.05	7.18	6.55	7.18	6.85	7.02	6.89	7.02	6.88	7.67
28	7.21	7.13	7.93	7.02	6.15	7.02	7.28	7.44	7.05	7.21	7.05	7.93
29	7.21	7.12	7.93	7.93	6.85	7.93	7.13	7.12	6.65	7.67	6.79	7.12
30	7.21	7.02	7.93	7.12	6.85	7.12	6.85	6.97	6.24	7.93	6.85	7.02

Jumlah rata –rata oksigen terlarut pada pagi hari

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
K	7.03	6.98	6.96	21	6.99
A	6.98	6.99	7.13	21.1	7.04
B	7.02	7.12	6.91	21.1	7.02
C	7.00	6.95	6.88	20.8	6.94
Total				84	

Lampiran 8. (Lanjutan)

Jumlah rata – rata oksigen terlarut pada sore hari

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
K	7.29	7.16	7.25	21.7	7.23
A	7.24	7.22	7.14	21.6	7.20
B	7.26	7.25	7.20	21.7	7.24
C	7.19	7.20	7.16	21.6	7.19
Total				86.6	

Data Nilai Amonia (mg/L) Selama Penelitian

	H1	H-10	H-20	H-30	Rerata
K1	0.0320	0.0561	0.1285	0.1527	0.0923
K2	0.0259	0.0682	0.1406	0.1708	0.1014
K3	0.0245	0.0863	0.1285	0.1587	0.0953
A1	0.0018	0.0742	0.1406	0.1587	0.0938
A2	0.0259	0.0803	0.1104	0.1466	0.0908
A3	0.0441	0.0682	0.0984	0.1527	0.0908
B1	0.0078	0.0742	0.0984	0.1587	0.0848
B2	0.0320	0.0622	0.0863	0.1587	0.0848
B3	0.0259	0.0742	0.1225	0.1527	0.0938
C1	0.0018	0.0622	0.1044	0.1587	0.0818
C2	0.0441	0.0682	0.1104	0.1346	0.0893
C3	0.0078	0.0742	0.0863	0.1285	0.0742

Data Jumlah Rata- Rata Pengamatan Amonia Selama Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	$\bar{x} \pm sd$
	1	2	3			
K	0.0923	0.1013	0.0953	0.2890	0.0963	± 0.0046
A	0.0938	0.0908	0.0908	0.2754	0.0918	± 0.0017
B	0.0847	0.0847	0.0938	0.2634	0.0878	± 0.0052
C	0.0817	0.0893	0.0742	0.2453	0.0817	± 0.0075
Total				1.0732		

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK):

$$FK = \frac{G^2}{n} = \frac{1.0732^2}{3 \times 4} = 0,09599$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= (K_1)^2 + (K_2)^2 + (K_3)^2 + (A_1)^2 + (A_2)^2 + (A_3)^2 + \dots + (C_3)^2 - FK \\ &= (0.0923)^2 + (0.1013)^2 + (0.0953)^2 + (0.0938)^2 + (0.0908)^2 + \\ &\quad (0.0908)^2 + \dots + (0.0742)^2 - 0,09599 \\ &= 0,00056 \end{aligned}$$

$$JK \text{ Perlakuan} = \frac{(\sum A)^2 + (\sum B)^2 + (\sum C)^2 + (\sum D)^2}{3} - FK$$

$$= \frac{(0.0963)^2 + (0.0918)^2 + (0.0878)^2 + (0.0817)^2}{3} - 0,09599$$

$$= 0,00035$$

$$JK \text{ Acak} = JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan} = 0,00056 - 0,00035 = 0,00022$$

$$\text{Derajat Bebas (db) Total} = (t) \cdot (r) - 1 = (4) \cdot (3) - 1 = 11$$

Lampiran 8. (Lanjutan)

$$\text{db Perlakuan} = (t) - 1 = (4) - 1 = 3$$

$$\text{db Acak} = \text{db Total} - \text{db Perlakuan} = 11 - 3 = 8$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT) Perlakuan} = \frac{JK \text{ Perlakuan}}{db \text{ Perlakuan}} = \frac{0,00035}{3} = 0.000115008$$

$$KT \text{ Acak} = \frac{JK \text{ Acak}}{db \text{ acak}} = \frac{0,00022}{8} = 2.71239E-05$$

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F1%
Perlakuan	3	0.000345	0.000115008	4.24009*	4.07	7.59
Acak	8	0.000217	2.71239E-05			
Total	11	0.000562				

Keterangan * : berbeda nyata

$$F \text{ Hitung} = \frac{KT \text{ Perlakuan}}{KT \text{ Acak}} = \frac{0.000115008}{2.71239E-05} = 4.24009$$

Karena didapatkan hasil nilai F Hitung yang lebih besar dari F tabel 5% tetapi lebih kecil dari F tabel 1% maka dilanjutkan ke Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Menghitung Nilai BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2 \cdot KT \text{ acak}}{\mu}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (2.71239E-05)}{3}} = 0,00425$$

$$\text{BNT 5\%} = t \text{ tabel 5\% (db acak)} \times SED = 2,306 \times 0,00425 = 0,0098$$

$$\text{BNT 1\%} = t \text{ tabel 1\% (db acak)} \times SED = 3,355 \times 0,00425 = 0,0143$$

Perlakuan	Rerata	K	A	B	C	Notasi
		0.0964	0.0918	0.0878	0.0818	
K	0.0964	0.0000				a
A	0.0918	0.0045 ^{ns}	0.0000			a
B	0.0878	0.0085 ^{ns}	0.0040 ^{ns}	0.0000		a
C	0.0818	0.0146**	0.0101*	0.0060 ^{ns}	0.0000	b

Keterangan : ns: Tidak berbeda nyata ** :Berbeda sangat nyata

* : Berbeda nyata

Perhitungan Uji Polinomial Orthogonal

Perlakuan	Total	Perbandingan (Ci)
-----------	-------	-------------------

		Linier	Kuadratik	Kubik
K	0.2891	-3	1	-1
A	0.2755	-1	-1	3
B	0.2634	1	-1	-3
C	0.2453	3	1	1
$Q = \sum C_i T_i$		-0.143325062	-0.004526055	-0.007543424
$K\mu = (\sum C_i^2) \cdot \mu$		60	12	60
JK regresi= $Q^2 / K\mu$		0.000342368	1.7071E-06	9.48388E-07

Analisis Sidik Ragam Regresi

Sumber Ragam	Db	JK	KT	FH	F5%	F1%
Perlakuan	3	0.000345				
Linear	1	0.000342	0.0003423	12.6224**	4.07	7.59
Kuadratik	1	0.000001	0.0000017	0.0629		
Kubik	1	0.0000009	0.0000009	0.0350		
Acak	8	0.000216	0.0000271			
Total	11	0.000562				

Keterangan **: berbeda sangat nyata

Menghitung R Square (R^2)

$$R^2 \text{ Linear} = \frac{\text{JK Regresi Linier}}{\text{JK Regresi Linier} + \text{JK Regresi Acak}} = \frac{0.00034236}{0.00000170 + 0.00021699} = 0.612071889$$

$$R^2 \text{ Kuadratik} = \frac{\text{JK Regresi Kuadratik}}{\text{JK Regresi Kuadratik} + \text{JK Regresi Acak}} = \frac{0.00000170}{0.00000170 + 0.00021699} = 0.007805724$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{\text{JK Regresi Kubik}}{\text{JK Regresi Kubik} + \text{JK Regresi Acak}} = \frac{0.00000094}{0.00000094 + 0.00021699} = 0.00435161$$

Dari perhitungan regresi didapatkan bahwa regresi linear bernilai lebih besar dibandingkan dengan regresi kuadratik dan regresi kubik. Persamaan regresi linear yang diperoleh adalah $y = 0,0966 - 0,0005x$ dengan perhitungan sebagai berikut.

x	y	xy	x^2
0	0.0923	0	0
0	0.1013	0	0
0	0.0953	0	0
10	0.0938	0.9380	100
10	0.0908	0.9080	100
10	0.0908	0.9080	100
20	0.0847	1.6940	400
20	0.0847	1.6940	400
20	0.0938	1.8760	400

30	0.0817	2.4510	900
30	0.0893	2.6790	900
30	0.0742	2.2260	900
$\Sigma x = 180$	$\Sigma y = 1.0727$	$\Sigma xy = 15.3740$	$\Sigma x^2 = 4200$
$\bar{x} = 15$	$\bar{y} = 0.0894$		

Mencari b1

$$b_1 = \frac{\Sigma xy - \frac{\Sigma x \cdot \Sigma y}{n}}{\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}} = \frac{15.3740 - \frac{180 \cdot 1.0727}{12}}{4200 - \frac{(180)^2}{12}} = \frac{-0,7165}{1,500} = -0.000477$$

Mencari b0

$$\begin{aligned} b_0 &= \bar{y} - b_1 \cdot \bar{x} \\ &= 0.08944 - (-0.00048 \cdot 15) \\ &= 0.0966 \end{aligned}$$

Persamaan regresi linier adalah $y = b_0 + b_1 \cdot x$ sehingga didapatkan persamaan $y = 0.0966 - 0.00048x$

Mencari titik y untuk menentukan arah kurva :

$$\begin{aligned} \text{Untuk } x = 0 \text{ maka } y &= 0.0966 - 0.00048(0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x = 10 \text{ maka } y &= 0.0966 - 0.00048(10) \\ &= 0,0918 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X = 20 \text{ maka } y &= 0.0966 - 0.00048(20) \\ &= 0.087 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X = 30 \text{ maka } y &= 0.0966 - 0.00048(30) \\ &= 0.0822 \end{aligned}$$

Data Nilai Nitrat Selama Penelitian

Perlakuan	H1	H-10	H-20	H-30	Rerata
K1	0.7491	0.7491	1.9653	3.6861	1.7874
K2	0.4645	1.1502	1.9782	3.8284	1.8553
K3	0.6068	0.9561	2.0817	3.2462	1.7227
A1	0.5033	1.2796	1.9782	2.8192	1.6451
A2	0.5421	1.0208	2.2499	3.0392	1.7130
A3	0.5292	1.1502	2.5087	3.0909	1.8197
B1	1.2278	0.9820	1.6548	2.6510	1.6289
B2	1.0855	0.7879	1.6160	2.7933	1.5707
B3	1.3572	1.1502	1.5772	2.7286	1.7033
C1	1.3313	1.2019	2.0170	1.4736	1.5060

C2	1.7842	0.9432	2.1723	1.6548	1.6386
C3	1.4348	1.3960	1.9006	1.3055	1.5092

Data Jumlah Rata- Rata Pengamatan Nitrat Selama Penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	$\bar{x} \pm sd$
	1	2	3			
K	1.7874	1.8553	1.7227	5.3654	1.7885	± 0.0663
A	1.6451	1.7130	1.8197	5.1778	1.7259	± 0.0880
B	1.6289	1.5707	1.7033	4.9029	1.6343	± 0.0665
C	1.5060	1.6386	1.5092	4.6538	1.5513	± 0.0756
Total				20.1000	6.7000	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK):

$$FK = \frac{G^2}{n} = \frac{20.1000^2}{3 \times 4} = 33,6672$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= (K_1)^2 + (K_2)^2 + (K_3)^2 + (A_1)^2 + (A_2)^2 + (A_3)^2 + \dots + (C_3)^2 - FK \\ &= (1.7874)^2 + (1.8553)^2 + (1.7227)^2 + (1.6451)^2 + (1.7130)^2 + \\ &\quad (1.8197)^2 + \dots + (1.5092)^2 - 33,6672 \\ &= 0.1419 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Perlakuan} &= \frac{(\sum A)^2 + (\sum B)^2 + (\sum C)^2 + (\sum D)^2}{3} - FK \\ &= \frac{(5.3654)^2 + (5.1778)^2 + (4.9029)^2 + (4.6538)^2}{3} - 33,6672 \\ &= 0.0973 \end{aligned}$$

$$JK \text{ Acak} = JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan} = 0.1419 - 0.0973 = 0,0446$$

$$\begin{aligned} \text{Derajat Bebas (db) Total} &= (t) \times (r) - 1 = (4) \times (3) - 1 = 11 \\ \text{db Perlakuan} &= (t) - 1 = (4) - 1 = 3 \\ \text{db Acak} &= \text{db Total} - \text{db Perlakuan} = 11 - 3 = 8 \end{aligned}$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT) Perlakuan} = \frac{JK \text{ Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} = \frac{0.0973}{3} = 0.0325$$

$$KT \text{ Acak} = \frac{JK \text{ Acak}}{\text{db acak}} = \frac{0,0446}{8} = 0,0056$$

Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hit	F5%	F1%
Perlakuan	3	0.0973	0.032435316	5.822239245	4.07	7.59
Acak	8	0.0446	0.005570935			
Total	11	0.1419				

Keterangan : * : berbeda nyata

$$F \text{ Hitung} = \frac{KT \text{ Perlakuan}}{KT \text{ Acak}} = \frac{0.032435316}{0.005570935} = 5.83$$

Karena didapatkan hasil nilai F Hitung yang lebih besar dari F tabel 5% tetapi lebih kecil dari F tabel 1% maka dilanjutkan ke Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Menghitung Nilai BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2 \text{ KT acak}}{\mu}} = \sqrt{\frac{2 (0.005570935)}{3}} = 0,061$$

$$\text{BNT 5\%} = t \text{ tabel 5\% (db acak)} \times SED = 2,306 \times 0,061 = 0,1405$$

$$\text{BNT 1\%} = t \text{ tabel 1\% (db acak)} \times SED = 3,355 \times 0,061 = 0,2045$$

PERLAKUAN		C	B	A	K	NOTASI
	Rerata	1.5513	1.6343	1.7259	1.7885	
C	1.5513	0.0000				a
B	1.6343	0.0830 ^{ns}	0.0000			a
A	1.7259	0.1747*	0.0916 ^{ns}	0.0000		b
K	1.7885	0.2372**	0.1542*	0.0625 ^{ns}	0.0000	C

Keterangan : ^{ns} : tidak berbeda nyata * : berbeda nyata

** : berbeda sangat nyata

Perhitungan Uji Polinomial Orthogonal

PERLAKUAN	TOTAL	LINIER	KUADRATIK	KUBIK
K	5.3654	-3	1	-1
A	5.1778	-1	-1	3
B	4.9029	1	-1	-3
C	4.6538	3	1	1
Q= $\sum C_i T_i$		-2.4097	-0.0615	0.1131
K μ = $(\sum C_i^2) \cdot \mu$		60	12	60
JK regresi = $Q^2 / K\mu$		0.0968	0.0003	0.0002

Analisis Sidik Ragam Regresi

Sumber Ragam	Db	JK	KT	FH	F5%	F1%
Perlakuan	3				4.07	7.59
Linear	1	0.0968	0.0967776	17.37187**	4.07	7.59
Kuadratik	1	0.0003	0.0003152	0.056577	4.07	7.59
Kubik	1	0.0002	0.0002132	0.038269	4.07	7.59
Acak	8	0.0446	0.0055709		4.07	7.59
Total	11					

Keterangan ** : berbeda sangat nyata

Menghitung R Square (R^2)

$$R^2 \text{ Linear} = \frac{\text{JK Regresi Linier}}{\text{JK Regresi Linier} + \text{JK Regresi Acak}} = \frac{0.0968}{0.0968 + 0.0446} = 0.6845$$

$$R^2 \text{ Kuadratitk} = \frac{\text{JK Regresi Kuadratitk}}{\text{JK Regresi Kuadratitk} + \text{JK Regresi Acak}} = \frac{0.0003}{0.0003 + 0.0446} = 0.0070$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{\text{JK Regresi Kubik}}{\text{JK Regresi Kubik} + \text{JK Regresi Acak}} = \frac{0.0002}{0.0002 + 0.0446} = 0.0048$$

Dari perhitungan regresi didapatkan bahwa regresi linear bernilai lebih besar dibandingkan dengan regresi kuadratitk dan regresi kubik. Persamaan regresi linear yang diperoleh adalah $y = 1.795 - 0.008x$ dengan perhitungan sebagai berikut.

x	y	xy	x ²
0	1.7874	0	0
0	1.8553	0	0
0	1.7227	0	0
10	1.6451	16.4510	100
10	1.7130	17.1300	100
10	1.8197	18.1970	100
20	1.6289	32.5780	400
20	1.5707	31.4140	400
20	1.7033	34.0660	400
30	1.5060	45.1800	900
30	1.6386	49.1580	900
30	1.5092	45.2760	900
$\Sigma x = 180$	$\Sigma y = 20.0999$	$\Sigma xy = 289.4500$	$\Sigma x^2 = 4200$
$\bar{x} = 15.00$	$\bar{y} = 1.6750$		

Lampiran 8. (Lanjutan)

Mencari b_1

$$b_1 = \frac{\Sigma xy - \frac{\Sigma x \Sigma y}{n}}{\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}} = \frac{289.4500 - \frac{180 \cdot 20.0999}{12}}{4200 - \frac{(180)^2}{12}} = \frac{-12.0485}{1,500} = -0.0080$$

Mencari b_0

$$b_0 = y - b_1 \cdot x$$

$$= 1,675 - (-0.0080.15)$$

$$= 1,795$$

Persamaan regresi linier adalah $y = b_0 + b_1.x$ sehingga didapatkan persamaan $y = 1,795 - 0.0080x$

Mencari titik y untuk menentukan arah kurva :

$$\text{Untuk } x = 0 \text{ maka } y = 1,795 - 0.0080(0)$$

$$= 0$$

$$x = 10 \text{ maka } y = 1,795 - 0.0080 (10)$$

$$= 1,715$$

$$X = 20 \text{ maka } y = 1,795 - 0.0080 (20)$$

$$= 1,635$$

$$X = 30 \text{ maka } y = 1,795 - 0.0080 (30)$$

$$= 1,555$$

