

**STUDI TENTANG PENGGUNAAN PAKAN KOMERSIL YANG
DICAMPUR DENGAN BAKTERI *Bacillus coagulans*
TERHADAP PERFORMA *Litopenaeus vannamei***

(Skripsi)

Oleh

RATNA SURI



**JURUSAN PERIKANAN DAN KELAUTAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRACT

THE STUDY OF THE USE OF COMMERSIAL FEED COMBINED WITH *Bacillus coagulans* BACTERIUM ON PERFORMANCE OF *Litopenaeus vannamei*

By

Ratna Suri

In vaname shrimp cultivation, one of the problem that often arise is the high production costs in provision of feed. The use of probiotics is a viable alternative to reduce production costs. The probiotic that used in this research was Bacillus coagulans bacteria. This research was aimed to know the effect of the use of Bacillus coagulans bacteria in feed on weight growth, lenght growth, survival rate, feed conversion ratio, and water quality in cultivation on vaname shrimp. Post larvae 10 vaname shrimp as much as 25 pcs were placed in each aquariums with volume 50x40x40 cm for 30 days. The probiotics with dosage of treatment 30 ml/kg; 50 ml/kg; 70 ml/kg were combined in commercial feed with the protein content 32%. The shrimp feeding method that used in this research was blind feeding with 4 times feeding a day. The result showed that the best treatment was 70 ml/kg feed giving the significant effect on weight growth, length growth, and feed conversion ratio. The treatments didn't effect on SR however. The water quality such as DO, temperature, salinity, and was TAN still in the optimum value.

Keywords: Litopenaeus vannamei, Bacillus coagulans, Probiotics, Performance, Blind feeding.

ABSTRAK

STUDI TENTANG PENGGUNAAN PAKAN KOMERSIL YANG DICAMPUR DENGAN BAKTERI *Bacillus coagulans* TERHADAP PERFORMA *Litopenaeus vannamei*

Oleh

Ratna Suri

Dalam kegiatan budidaya udang vaname, permasalahan yang sering terjadi adalah tingginya biaya produksi pada penyediaan pakan. Penggunaan probiotik merupakan alternatif yang dapat dilakukan untuk menekan biaya produksi. Jenis probiotik yang digunakan pada penelitian ini adalah bakteri *Bacillus coagulans*. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh *Bacillus coagulans* pada pertumbuhan berat, pertumbuhan panjang, *Survival Rate*, *Feed Conversion Ratio* dan kualitas air pada budidaya udang vaname. Udang vaname ukuran *post larva* 10 sebanyak 25 ekor, ditebar pada masing-masing akuarium sebanyak 12 buah ukuran 50x40x40 cm selama 30 hari. Probiotik dengan dosis perlakuan 30 ml/kg; 50 ml/kg; dan 70 ml/kg dicampurkan kedalam pakan komersil yang memiliki kandungan protein 32%. Metode pemberian pakan pada udang yang dibudidayakan adalah *Blind feeding* dengan frekuensi pemberian pakan 4 kali sehari. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa perlakuan terbaik adalah 70 ml/kg pakan yang memberikan pengaruh signifikan pada pertumbuhan berat, pertumbuhan panjang, dan *feed conversion ratio*, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap *survival rate*. Pada parameter kualitas air nilai DO, suhu, salinitas dan TAN masih dalam kisaran nilai optimum.

Kata kunci: *Litopenaeus vanamei*, *Bacillus coagulans*, Probiotik, Performa, *Blind feeding*.

**STUDI TENTANG PENGGUNAAN PAKAN KOMERSIL YANG
DICAMPUR DENGAN BAKTERI *Bacillus coagulans*
TERHADAP PERFORMA *Litopenaeus vannamei***

Oleh

RATNA SURI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERIKANAN**

Pada

**Jurusan Perikanan Dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN PERIKANAN DAN KELAUTAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2017**

Judul Skripsi : **STUDI TENTANG PENGGUNAAN PAKAN KOMERSIL YANG DICAMPUR DENGAN BAKTERI *Bacillus coagulans* TERHADAP PERFORMA *Litopenaeus Vannamei***

Nama Mahasiswa : **Ratna Suri**

No. Pokok Mahasiswa : 1314111042

Program Studi : Budidaya Perairan

Fakultas : Pertanian

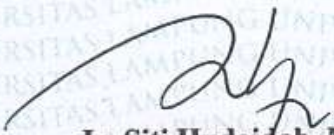
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Berta Putri, S.Si., M.Si.
NIP. 19810914 200812 2 002


Oktora Susanti, S.Pi., M.Si.
NIK 231511881001201

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan


Ir. Siti Hudaifah, M.Sc.
NIP 19640215 199603 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Berta Putri, S.Si., M.Si.

Sekretaris : Oktora Susanti, S.Pi., M.Si.

Penguji

Bukan Pembimbing : Deny Sapto C.U., S.Pi., M.Si.



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 07 Desember 2017

PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya, Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Sarjana/Ahli Madya) baik di Universitas Lampung maupun diperguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya yang sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi ini.

Bandar Lampung, Desember 2017

Yang membuat pernyataan



Ratna Suri

NPM. 1314111042

RIWAYAT HIDUP



Ratna suri dilahirkan pada tanggal 18 April 1995 di Sebarus, Liwa Kabupaten Lampung Barat. Penulis merupakan anak pertama dari lima bersaudara, putri dari bapak Yulitra Razi dan Ibu Marwati Mahzum.

Penulis menyelesaikan Sekolah Dasar di SDN 1 Sebarus dan lulus pada tahun 2007, kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMP N 1 Liwa dan lulus pada tahun 2010. Selanjutnya penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA N 1 Liwa dan lulus pada tahun 2013, dan terdaftar sebagai mahasiswi Program Studi Budidaya Perairan Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2013 melalui Jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Budidaya Perairan Unila (Hidrila) sebagai Anggota Bidang Pengabdian Masyarakat tahun 2014–2016 dan menjadi Staf Ahli Kementerian Pergerakan dan Pemberdayaan Wanita BEM U pada tahun 2015–2016. Penulis juga pernah menjadi Asisten Dosen mata kuliah Oceanografi Umum pada tahun 2014–2016, Asisten Dosen mata kuliah Ekologi Perairan pada tahun 2015–2016, Asisten Dosen mata kuliah Manajemen Kualitas Air pada tahun 2014–2015, Asisten Dosen mata kuliah Teknologi Produksi Udang pada tahun 2016–2017.

Pada awal Agustus 2016 penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Penelitian dan pengembangan Budidaya Air Tawar (BPPBAT) Cijeruk, Bogor Jawa Barat dengan judul “Pembenihan Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*)”. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di desa Sumber Baru kecamatan Seputih Banyak Kabupaten Lampung Tengah pada tahun 2017. Akhir tahun 2017, penulis menyelesaikan tugas akhirnya dengan menulis skripsi yang berjudul **“Studi Tentang Penggunaan Pakan Komersil yang dicampur dengan Bakteri *Bacillus coagulans* terhadap Performa *Litopenaeus vannamei*”**.

Kupersembahkan karya kecil ini untuk ayah dan ibu ku tercinta..

(Yulitra dan Marwati)

Terimakasih untuk setiap doa, semangat, kerja keras serta kasih sayang untukku.. Terimakasih sudah menjadi penyejuk hatiku, kehidupanku, malaikatku, dan pembangkit semangat disaat aku terpuruk sendirian..

Adik – Adik ku tersayang yang menjadi salah satu alasan mengapa aku harus sukses lebih awal 😊

(Sunarmi, Dya Lastari, David Cahyadi, dan Yenni Malinda)

Almamater Tercinta

Motto :

"I NAME IT, I GET IT"

(Ratna Suri)

"There's Not Second Chance"

(Ratna Suri)

**"Keberuntungan itu tidak ada, yang ada hanyalah
Buah (Hasil) dari Perjuangan dan Doa"**

(Ratna Suri)

**"Akan Lebih Baik Tampak Kecil dengan Kemampuan
Besar daripada Terlihat Besar dengan Kemampuan**

Minimalis." -----*(Ratna Suri)*

**"Jika dalam Sebuah Pertempuran di Medan Perang Hanya
Akan Ada Satu Orang yang Tersisa (selamat) dan Hidup,
maka Bagaimanapun Caranya Satu Orang Tersebut**

Adalah Aku !!". -----*(Ratna Suri)*

*Hanya Ada Dua Kekuatan di Dunia Ini, Kekuatan Pedang
dan Kekuatan Spirit. Pada Akhirnya, Kekuatan Pedang
Akan Selalu Kalah dengan Kekuatan Spirit.
(Napoleon Bonaparte)*

*Tidak ada seorang pun yang bisa menemanimu seumur
hidup, maka kamu harus terbiasa dengan "kesendirian".
Tidak ada seorang pun yang bisa membantumu seumur
hidup, maka kamu harus selalu berjuang.
(Jack Ma)*

*"Maka sesungguhnya bersama kesusahan itu ada
kemudahan. Sesungguhnya bersama dengan kesusahan
itu ada kemudahan"
(QS. Al-Insyira : 5)*

*Lupakan apa yang tak bisa kamu lakukan. Lakukan
saja apa yang mampu kamu lakukan, dan Tuhan akan
lakukan yang tak bisa kamu lakukan.
(Anonim)*

SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan hidayah Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Studi Tentang Penggunaan Pakan Komersil yang dicampur dengan Bakteri *Bacillus coagulans* terhadap Performa *Litopenaeus vannamei*”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Universitas Lampung.

Selama proses penyelesaian skripsi, penulis telah memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak. Maka dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayah dan Ibu tersayang atas semua doa, nasehat, semangat dan cinta kasihnya yang selalu mengiringi langkah putri kecilnya ini. Orang yang selalu mengajarku tentang kekuatan dan sabar dalam memperoleh keinginan.
2. Adik - adikku yang merupakan motivator dan belahan jiwaku.
3. Ibu Ir. Siti Hudaiah S.Pi., M.Si selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan.
4. Bapak Limin Santoso S.Pi., M.Si selaku Ketua Program Study Budidaya Perairan.
5. Ibu Berta Putri S.Si., M.Si., selaku pembimbing utama yang selalu memberikan motivasi dan membimbing dengan penuh kesabaran dari awal hingga selesainya penulisan skripsi ini.
6. Ibu Oktora Susanti S.Pi., M.Si., selaku pembimbing anggota yang telah membimbing dengan sabar dan semangat hingga skripsi ini menjadi lebih baik.
7. Bapak Deny Sapto Condro Utomo S.Pi., M.Si., selaku dosen Pembahas yang telah memberikan pengetahuan dan saran-saran yang membangun.
8. Bapak Dr. Supono S.Pi., M.Si., selaku Pembimbing Akademik yang selalu memberikan motivasi, jalan keluar disetiap masalah, dan semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga menjadi wisudawan.

9. Ibu Esti Harpeni, S.T., MAppSc., selaku dosen inspiratif yang selalu memberikan semangat serta masukan selama penulis menjadi mahasiswa.
10. Seluruh dosen serta staf dan karyawan Progam Studi Budidaya Perairan, Universitas Lampung.
11. Sahabat sekaligus saudara yang selalu hadir disetiap keadaan dalam empat tahun terakhir : Adek ucing (Mutiara Rahayu S.Pi) dan Umi gokong (Masna Mardiana S.Pi).
12. Sahabat-sahabat sujut yang menjadi saksi metamorfosa dari remaja hingga dewasa : Saputra Wijaya S.Pd., Putri Marliani S.Kom., Rizki Asri Dianita S.Pd., Weldi Saputra S.Kom., Yopita Sari S.Pd., Ahmad Irfan S.Ip.
13. Teman-teman yang membantu penelitian dari awal hingga selesai : Anrifal, Abi Wahyu, Rifki, Glenn, Arbi, Ais, Aji, Ari, Kurno, Enggi, Riki, Nia, Ida,Ika, Diah, Binti, Ema, Yeni, Rizka.
14. Teman seperjuangan angkatan 2013, Mita, Aida kecil, Wede, Arlin, Indri, Ayunov, Vanny, Mona, Winny, Regina, Wulan, Ute, Shinta, Juli, Atik, Mira, Desti, Tania, Gita, Dewi, Akbar, Adjie, Arga, Bibin, Deki, Evan, Iyan, dan Rio.
15. Teman bersenang-senang, Mamah Laras, Dokter Rani, Yuni Yunita, Shay Doni, Bay Boy, dan Dokter Faiq.
16. Teman lintas negara, Isal, Bimo, Anisa, Mami Bela, Muna, Diva, Nufus, Rizki, Ayu Yuliani, Maharani, dan Amelia Isti.
17. Adik-adik angkatan 2014-2015, terimakasih banyak atas doa dan semangatnya.
18. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Bandar Lampung, Desember 2017

Penulis

Ratna Suri

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
PERSEMBAHAN	v
SANWACANA	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	3
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Kerangka Pikir	3
1.5. Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Udang Vaname	6
2.2. Probiotik <i>Bacillus coagulans</i>	9
2.3. Pakan Udang	11
III. METODE PENELITIAN	13
3.1. Waktu dan Tempat	13
3.2. Alat dan Bahan	13
3.2.1. Alat Penelitian	13
3.2.2. Bahan Penelitian	13
3.3. Rancangan Penelitian	13
3.4. Prosedur Penelitian	14
3.4.1. Persiapan Kultur Bakteri	14
3.4.2. Pengamatan Ketahanan Lama Hidup Bakteri	15

3.4.3. Pelaksanaan Penelitian	15
3.4.4. Pengambilan Data	17
3.4.5. Analisis Data	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1. Pertumbuhan Berat Mutlak dan Laju Pertumbuhan Berat Harian	20
4.2. Pertumbuhan Panjang Mutlak dan Laju Pertumbuhan Panjang Harian	24
4.3. <i>Survival Rate</i>	27
4.4. FCR	29
4.5. Kualitas Air	31
V. KESIMPULAN	34
5.1. Kesimpulan	34
5.2. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	39

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Profil Bakteri <i>Bacillus coagulans</i>	11
2. Kualitas Air Pemeliharaan	14

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pikir Penelitian	5
2. Morfologi Udang Vaname	7
3. Siklus Hidup Udang Vaname	8
4. Bakteri <i>Bacillus coagulans</i>	10
5. Tata Letak Aquarium	15
6. Kultur Bakteri <i>Bacillus coagulans</i>	20
7. Pertumbuhan Berat Mutlak Udang Vaname	21
8. Pertumbuhan Berat Mutlak Udang Vaname	23
9. Laju Pertumbuhan Harian Udang Vaname	26
10. Laju Pertumbuhan Harian Udang Vaname	28
11. <i>Survival Rate</i>	30
12. <i>Feed Conversion Ratio</i>	32

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel	Halaman
1. Data Pertumbuhan Berat Mutlak	40
2. Perhitungan Statistik Pertumbuhan Berat Mutlak	41
3. Data Pertumbuhan Berat Harian	42
4. Perhitungan Statistik Laju Pertumbuhan Berat Harian	43
5. Data Pertumbuhan Panjang Mutlak	44
6. Perhitungan Statistik Pertumbuhan Panjang Mutlak	45
7. Data Laju Pertumbuhan Panjang Harian.....	46
8. Perhitungan Statistik Laju Pertumbuhan Panjang Harian.....	47
9. Data <i>Survival Rat</i>	48
10. Perhitungan Statistik <i>Survival Rate</i>	49
11. Data FCR	50
12. Perhitungan Statistik FCR.....	51
13. Alur flowchart Proses Penelitian	52
14. Dokumentasi Penelitian	53

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Udang merupakan salah satu komoditas utama dalam program industrialisasi perikanan. Pada tahun 2014 pemerintah berupaya meningkatkan produksi udang yaitu sebesar 200.000 ton dengan mengoptimalkan luas area tambak mencapai lebih dari 20.000 Ha (KKP, 2015). Udang vaname merupakan udang yang digemari masyarakat luas dan bernilai ekonomis. Keberadaan udang vaname di Indonesia melebihi produksi udang jenis lain karena produktivitasnya yang tinggi dan masa panen yang lebih cepat.

Permasalahan yang sering terjadi dalam budidaya udang vaname adalah kegagalan pada fase pemeliharaan *post larva* 10 – 15. Pada fase tersebut, udang mulai ditebar ke dalam tambak budidaya, sedangkan kemampuan untuk bertahan dan beradaptasi dengan lingkungan baru masih sangat rendah (Haliman dan Adijaya, 2005). Penurunan daya dukung tambak merupakan permasalahan yang juga mengakibatkan hasil budidaya menurun. Degradasi kualitas air tambak dapat memicu rekonstruksi pada bakteri patogen. Intensitas bakteri patogen yang semakin tinggi berpotensi sebagai penyebab rendahnya *survival rate*.

Pertumbuhan dan *survival rate* merupakan parameter utama keberhasilan suatu budidaya. Salah satu faktor penentu laju pertumbuhan dan *survival rate* dalam budidaya adalah pakan. Secara fisiologis, pakan yang dikonsumsi udang akan diproses dalam tubuh, kemudian unsur nutrisi dalam pakan tersebut akan diserap dan dimanfaatkan untuk membangun jaringan dan daging (Mun *et al.*, 2007). Komponen utama nutrisi yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan dan *survival rate* dalam suatu budidaya adalah protein.

Pakan yang berkualitas adalah pakan yang mengandung nutrisi penting dalam jumlah yang cukup, salah satunya protein. Dalam upaya penyediaan pakan yang berkualitas, para pembudidaya dihadapkan dengan permasalahan mahalannya harga

pakan. Kondisi tersebut memicu tingginya biaya produksi. Oleh karena itu, untuk menekan biaya produksi pakan diperlukan alternatif lain yang mudah diperoleh, harganya murah dan kebutuhan nutrisi pada udang tetap terpenuhi. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah penggunaan probiotik. Secara umum, aplikasi probiotik mampu meningkatkan kualitas pakan atau nilai nutrisi, meningkatkan ketahanan inang terhadap penyakit atau memperbaiki kualitas air. Menurut Halver (2002), selain dapat meningkatkan protein, penambahan probiotik dalam pakan juga dapat menghasilkan vitamin dan nutrisi lain seperti lemak.

Probiotik merupakan mikroba hidup yang memberikan keuntungan terhadap inang dengan cara memodifikasi komunitas mikroba tersebut (Verschuere *et al.*, 2000). Probiotik berfungsi sebagai imunostimulan, pemacu pertumbuhan, dan penyeimbang mikroorganisme dalam pencernaan (Khasani, 2007). Menurut Nengsih (2015) dalam kegiatan budidaya udang vaname peran probiotik juga sangat menguntungkan yaitu dapat memperbaiki kualitas air, meningkatkan laju pertumbuhan, dan *survival rate* selama pemeliharaan.

Bacillus coagulans merupakan bakteri *indigenous* dari tambak budidaya udang vaname. Menurut Endres *et al.* (2009), bakteri tersebut tidak bersifat patogen dan dapat digunakan untuk meningkatkan laju pertumbuhan. Bakteri *Bacillus coagulans* mengandung *Potassium glycerophosphate*, *Ca (chloride)*, *Sucrose*, *Sodium acetate*, *Thiamine HCL*, *Biotin*, *Pyridoxamine*, *DL-asparagine*, *Methionine*, *threonine*, *aspartic acid*, *DL-alanine*, *Glycine*, dan *glutamic acid*. Beberapa diantaranya berfungsi sebagai imunostimulan, melancarkan pencernaan, sumber nutrisi tambahan, vitamin, dan menyediakan sel-sel baru pada jaringan (Baker, 1955). Penggunaan bakteri *Bacillus coagulans* sebagai probiotik diharapkan dapat meningkatkan performa dan *Feed Conversion Ratio* udang vaname.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengkaji pengaruh *Bacillus coagulans* terhadap pertumbuhan, *survival rate*, *Feed Conversion Ratio*, dan kualitas air udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan adalah dapat memberikan informasi kepada pembudidaya bahwa performa udang vaname dapat ditingkatkan melalui pemberian probiotik *Bacillus coagulans*.

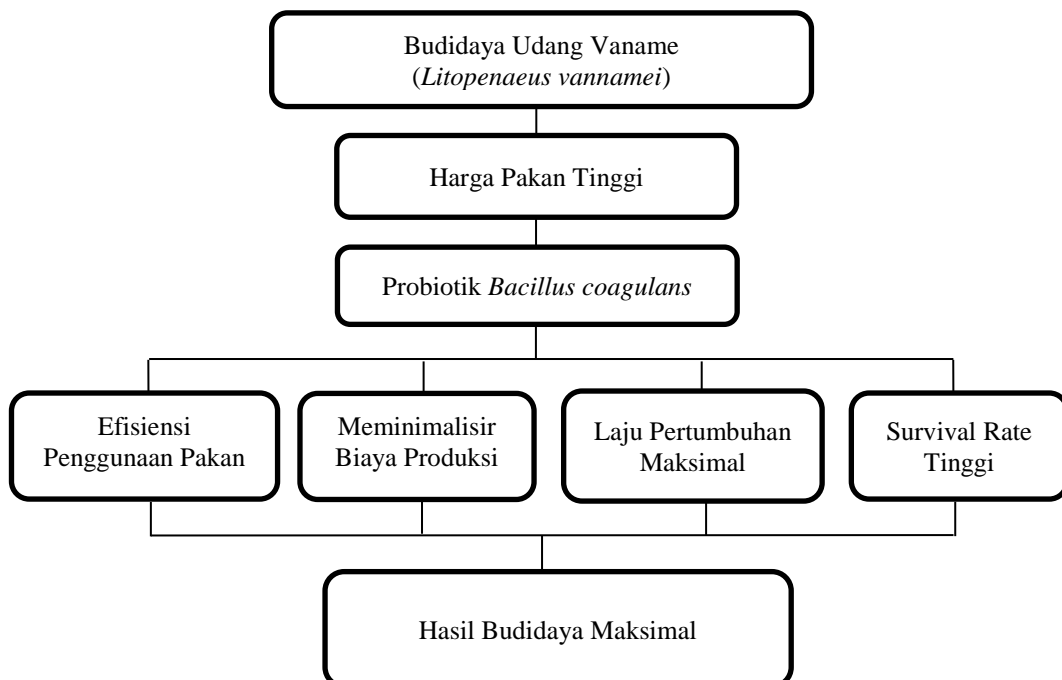
1.4. Kerangka Pikir Penelitian

Budidaya udang vaname merupakan suatu usaha pembesaran yang berpotensi mengalami hambatan dan kendala pada pelaksanaannya (Haliman dan Adijaya, 2005). Tidak terkontrolnya aspek-aspek teknis budidaya merupakan pemicu munculnya kendala pada budidaya tersebut (Bokau *et al.*, 2008). Pemerintah melakukan berbagai upaya untuk meningkatkan ekspor produk perikanan seperti mengoptimalkan produksi udang (KKP, 2015). Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memaksimalkan proses budidaya dan mengurangi kendala yang dihadapi para pembudidaya.

Hasil akhir dalam suatu budidaya merupakan salah satu parameter yang menentukan berhasil atau tidaknya kegiatan budidaya tersebut. Hasil akhir akan baik jika pertumbuhan dan *survival rate* selama pemeliharaan tinggi. Faktor penentu maksimalnya pertumbuhan dan *survival rate* udang selama pemeliharaan adalah pakan. Pakan yang digunakan juga harus merupakan pakan yang berkualitas dengan kandungan nutrisi (protein) yang tinggi. Protein merupakan nutrisi utama yang dibutuhkan pada pertumbuhan. Ketersediaan pakan yang berkualitas tentu harus diimbangi juga dengan biaya produksi yang tinggi. Hal tersebut menjadi kendala bagi para pembudidaya.

Dalam menghadapi permasalahan tersebut, upaya yang dapat dilakukan adalah mencari alternatif lain yang dapat menekan harga pakan tetapi tetap memiliki nutrisi yang cukup, contohnya penggunaan probiotik. Penggunaan probiotik sangat menguntungkan dalam suatu kegiatan budidaya. Probiotik yang dicampurkan kedalam pakan dapat meningkatkan nutrisi pada pakan tersebut dan memperbaiki sistem pencernaan udang yang dibudidayakan.

Bakteri probiotik yang digunakan adalah bakteri *Bacillus coagulans*. Menurut Widowati (2001), bakteri tersebut mengandung fitase yang merupakan enzim kelompok fosfatase dan mampu menghidrolisis asam fitat menjadi orto-fosfat anorganik dan ester fosfat dari mio-inisitol yang lebih rendah. Asam fitat adalah sejenis ester fosfat yang dapat mengikat protein dan mineral penting sehingga sulit diserap tubuh. Kemampuan yang terdapat pada *Bacillus coagulans* diharapkan dapat memberikan pengaruh baik selama pemeliharaan udang vaname. Kerangka pikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

1.5. Hipotesis

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian adalah:

$H_0 = \sigma = 0$, Pemberian probiotik *Bacillus coagulans* tidak berpengaruh pada pertumbuhan, *Survival Rate*, *Feed Conversion Ratio* dan kualitas air *Litopenaeus vannamei* pada selang kepercayaan 95%.

$H_1 = \sigma \neq 0$, Pemberian probiotik *Bacillus coagulans* berpengaruh pada pertumbuhan, *Survival Rate*, *Feed Conversion Ratio* dan kualitas air *Litopenaeus vannamei* pada selang kepercayaan 95%.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

2.1.1. Klasifikasi

Klasifikasi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) menurut Haliman dan Adijaya (2005) adalah sebagai berikut :

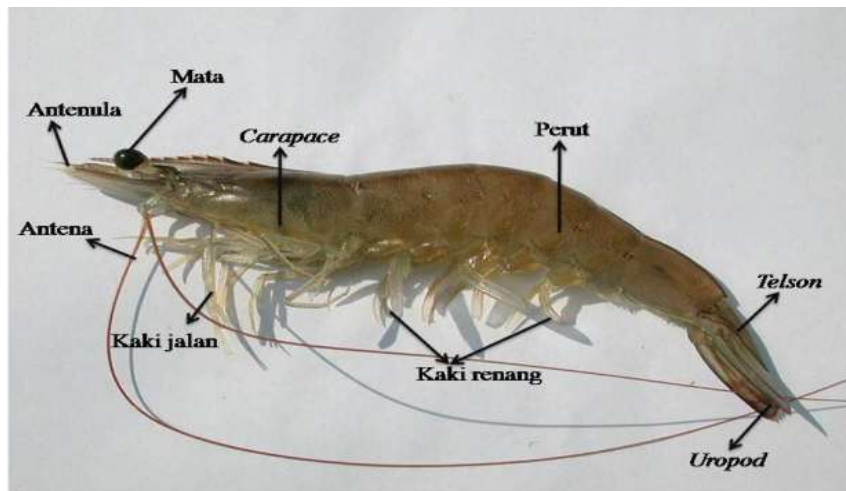
Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Malascostraca
Ordo	: Decapoda
Family	: Penaeidae
Genus	: <i>Litopenaeus</i>
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i>

2.1.2. Morfologi Udang Vaname

Udang vaname memiliki bentuk tubuh yang dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian kepala yang menyatu hingga bagian dada (*Cephalothorax*) dan bagian tubuh yang mencapai hingga ekor udang (*Abdomen*). Kepala udang vaname terdiri dari antenula, antena, mandibula, dan sepasang *maxillae*. Kepala udang vaname juga dilengkapi dengan 5 pasang kaki jalan (*periopod*) yang terdiri dari 2 pasang *maxillae* dan 3 pasang *maxiliped*. Bagian *abdomen* terdiri dari 6 ruas dan terdapat 6 pasang kaki renang (*pleopod*) serta sepasang *uropod* (mirip ekor) yang membentuk kipas bersama-sama *telson* (Wyban dan Sweeny, 2000).

Tubuh udang vaname dibentuk oleh dua cabang yaitu *exopodite* dan *endopodite*. Vaname memiliki tubuh yang berbuku - buku dan aktifitas berganti kulit atau *eksoskeleton* secara periodik. Pada kepala udang vaname terdapat antenula, antena, mata, kaki jalan dan *carapace*. Kemudian pada bagian tubuh udang

terdapat kaki renang, perut, *telson*, dan *uropod*. Morfologi udang vaname dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi Udang Vaname (dok. Pribadi, 2017).

2.1.3. Habitat dan Siklus Hidup

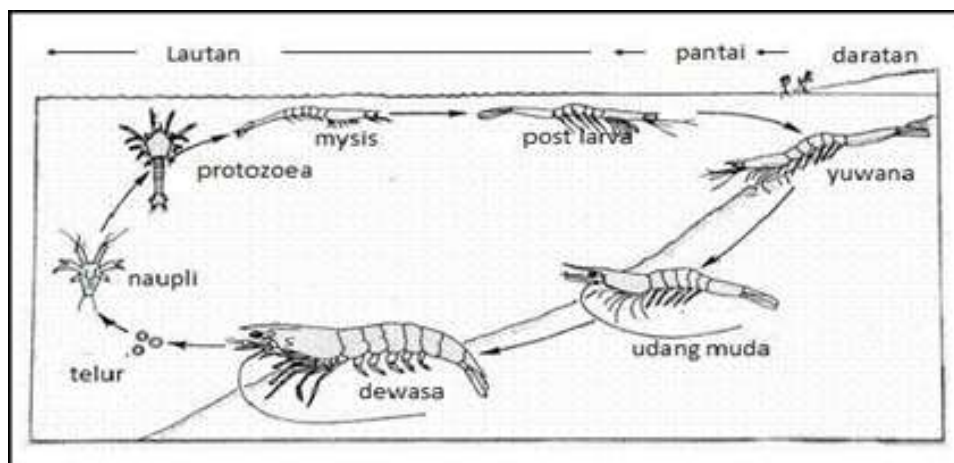
Udang vaname merupakan udang asli perairan Amerika Latin yang kondisi iklimnya subtropis. Habitat asli udang vaname berada pada kedalaman ± 70 m. Udang vaname bersifat nokturnal dan berkembangbiak secara seksual. Menurut Risaldi (2012), proses perkawinan pada udang ditandai dengan loncatan pada induk betina. Sepasang induk udang vaname berukuran 30 – 45 g dapat menghasilkan telur sebanyak 100.000 – 250.000 butir.

Udang vaname memiliki 5 stadia *naupli*, 3 stadia *zoea*, dan 3 stadia *mysis* sebelum menjadi *post larva*. Stadia *post larva* berkembang menjadi juvenil dan akhirnya menjadi dewasa. *Post larva* udang vaname di perairan bebas akan bermigrasi memasuki perairan estuaria untuk tumbuh dan kembali bermigrasi ke perairan asalnya pada saat matang gonad (Avault, 1996).

Stadia *zoea* terjadi pada usia 15 – 24 jam atau ukuran 1,05 – 3,30 mm. Pada stadia ini udang mengalami tiga kali *moulting*. Stadia *mysis* merupakan stadia benur yang sudah menyerupai udang dengan ciri-ciri munculnya ekor yang seperti kipas

(*europoda*) dan ekor (*telson*). Selanjutnya pada stadia *post larva* udang sudah menyerupai udang dewasa (Haliman dan Adijaya, 2005).

Siklus hidup udang vaname dimulai dari udang dewasa yang berkembang biak dengan cara bertelur. Kemudian telur beralih siklus menjadi *naupli*, *protozoa*, *mysis*, *post larva*, yuwana, udang muda, dan udang dewasa. Pada stadia *mysis*, benur sudah menyerupai udang dewasa namun alat gerak dan sistem pencernaan belum sempurna. Selanjutnya udang mencapai stadia *post larva*, dimana udang telah sudah menyerupai udang dewasa dan mulai berkembang menuju yuwana, udang muda, dan udang dewasa. Siklus hidup udang vaname dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Siklus Hidup Udang Vaname (Warsito, 2012)

Sifat biologis udang vaname, yaitu aktif pada kondisi gelap (*nocturnal*) dan dapat hidup pada kisaran salinitas yang luas (*euryhaline*) yaitu 2 – 40 ppt. Udang vaname akan mati jika terpapar suhu di bawah 15°C atau di atas 33°C selama 24 jam. Udang vaname bersifat kanibal, mencari makan melalui organ sensor, dan tipe pemakan lambat (Wyban dan Sweeny, 2000).

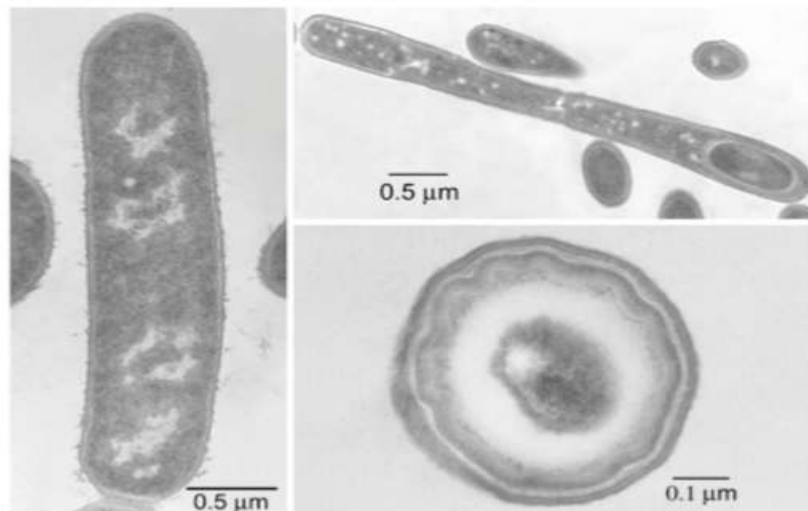
2.2. Probiotik *Bacillus coagulans*

Probiotik merupakan mikroba hidup yang memberikan keuntungan terhadap inang dengan cara memodifikasi komunitas mikroba, meningkatkan penggunaan pakan atau nilai nutrisi, meningkatkan ketahanan inang terhadap penyakit atau meningkatkan kualitas lingkungan (Verschuere *et al.*, 2000).

Bacillus coagulans merupakan mikroorganisme yang dapat membentuk asam laktat. Nama *coagulans* digunakan setelah terjadinya koagulasi pada kemasan susu terevaporasi (Hammer, 1915 dalam Fajri, 2016). Menurut Sanders *et al.* (2003), klasifikasi *B. coagulans* (*Lactobacillus sporogenes*) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Firmicutes
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Bacillales
Famili	: Bacillaceae
Genus	: <i>Bacillus</i>
Spesies	: <i>Bacillus coagulans</i>

European Food Safety Authority (EFSA) telah menambahkan *B. coagulans* ke dalam *Safety list* dan telah disetujui untuk tujuan veteriner berkategori *Generally Recognized as Safe* (GRAS) oleh U.S. Food and Drug Administration's Center for Veterinary Medicine, serta telah disepakati bahwa *B. coagulans* adalah mikroba yang dapat digunakan dalam pakan untuk produksi hewan budidaya. Bakteri ini digunakan sebagai probiotik dalam budidaya hewan seperti hewan ternak, unggas, dan udang (Endres *et al.*, 2009).



Gambar 4. Bakteri *Bacillus coagulans* (Mun Su Rhee *et al.*, 2011)

Bakteri *Bacillus coagulans* bersifat *selulolitik*, *proteolitik*, aerob, dan memiliki spora. Sifat *Bacillus coagulans* yaitu tumbuh dengan baik pada suhu 35 – 37°C, sedangkan dalam bentuk spora, tahan terhadap pasteurisasi dan mampu tumbuh pada larutan garam konsentrasi tinggi (>10 ppt) (Wizna *et al.*, 2013).

Bacillus coagulans merupakan bakteri gram positif yang bergerak aktif dan toleran terhadap lingkungan asam. Kemampuan *Bacillus coagulans* sama dengan biokatalis ideal yaitu dapat melakukan fermentasi biomassa lignoselulosa menjadi bahan bakar dan bahan kimia. Selanjutnya bakteri ini secara metabolik serbaguna, tumbuh dalam mineral minimum, memanfaatkan berbagai macam senyawa karbon sebagai sumber karbon dan energi. Profil bakteri *Bacillus coagulans* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Profil Bakteri *Bacillus coagulans*

No.	Profil	Ciri-ciri
1.	Gram	+ (menjadi - ketika fase stasioner)
2.	Bentuk	Batang
3.	Rentang suhu	30 – 55 °C (suhu optimal 50 °C)
4.	Katalase	+
5.	Pembentuk spora	+
6.	Motil	+
7.	Aerob / anaerob	Fakultatif

Sumber : (Vecchi dan Drago, 2006).

Keistimewaan *Bacillus coagulans* yaitu dapat menghasilkan asam laktat, tahan terhadap temperatur tinggi, toleransi terhadap lingkungan yang bersifat asam, tumbuh baik di usus halus, dapat menjaga keseimbangan flora usus, bersifat antagonis pada bakteri patogen, menghasilkan vitamin, membantu pencernaan, dan menghasilkan senyawa-senyawa anti penyakit. Kondisi yang baik untuk pertumbuhan *Bacillus coagulans* yaitu di bawah kondisi aerobik sampai anaerobik fakultatif, berukuran lebar 0,3 – 2,2 µm dan panjang 1,2 – 7 µm (Wizna *et al.*, 2013).

Menurut Gibson *et al.* (1997), *Bacillus coagulans* yang dicampurkan pada pakan akan menghasilkan suatu zat atau vitamin yang dapat meningkatkan nafsu makan melalui sintesis vitamin B. *Bacillus coagulans* juga dapat membantu daya cerna dan menekan pertumbuhan bakteri patogen dalam saluran pencernaan. Vitamin yang larut dalam air tersebut bertindak sebagai koenzim pada fungsi enzim, yang seringkali memerlukan jumlah jejak ion mineral tertentu untuk aktivasi (Halver, 2002).

2.3. Pakan Udang

Pakan merupakan salah satu faktor pembatas produksi dalam suatu kegiatan budidaya udang, terutama pada sistem intensif. Secara fisiologis, pakan akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan udang, sebagai sumber energi, gerak, dan reproduksi. Pakan yang dimakan udang akan diproses dalam tubuh, kemudian unsur nutrisi (gizi) yang terkandung dalam pakan akan diserap dan dimanfaatkan membangun jaringan dan daging sehingga terjadi pertumbuhan. Laju pertumbuhan udang sangat dipengaruhi oleh jenis dan kualitas pakan yang diberikan. Pakan yang berkualitas baik akan menghasilkan pertumbuhan dan efisiensi pakan yang tinggi (Bokau *et al.*, 2008).

Kualitas pakan dapat ditinjau melalui komponen nutrisi pada pakan tersebut. Komponen utama nutrisi yang berperan dalam proses pertumbuhan adalah protein. Protein merupakan komponen nutrisi utama yang dibutuhkan untuk

menunjang pertumbuhan dan *survival rate* udang. Menurut Wyban dan Sweeny (2000), pemberian pakan yang tepat baik kualitas maupun kuantitasnya dapat meningkatkan pertumbuhan yang optimum bagi udang.

Nutrisi yang tepat merupakan faktor penting dalam mendorong pertumbuhan normal dan mempertahankan kesehatan suatu organisme. Makanan buatan yang diproduksi dari berbagai bahan pakan merupakan sumber nutrisi utama dalam akuakultur intensif. Pakan olahan tidak hanya menyediakan nutrisi penting yang diperlukan untuk fungsi fisiologis normal tetapi dapat berfungsi sebagai media bagi kandungan nutrisi lainnya (Halver, 2002).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2017 selama 30 hari di Laboratorium Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan adalah akuarium kaca berukuran 50x40x40 cm sebanyak 12 akuarium, instalasi aerasi, timbangan digital, penggaris, baskom, DO meter, termometer, refraktrometer, tabung reaksi, tabung erlenmeyer, labu ukur, bunsen, aluminium foil, autoklaf, *laminary airflow*, *triangle spreader*, *hot plate stirrer*, jarum inokulan, spektrofotometer, *cuvvette*, *shaker*, *mikropipet*, *mikrotip*, inkubator, plastik tahan panas, *tissue*, kapas, kain kasa, dan alat tulis.

3.2.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah udang uji *Litopenaeus vannamei* ukuran *post larva* 10 sebanyak 300 ekor, pakan komersil protein 32%, air laut, air tawar, spritus, alkohol 70%, media Tryptone Soy Agar, media Tryptone Soy Broth, akuades, dan isolat *Bacillus coagulans*.

3.3. Rancangan Penelitian

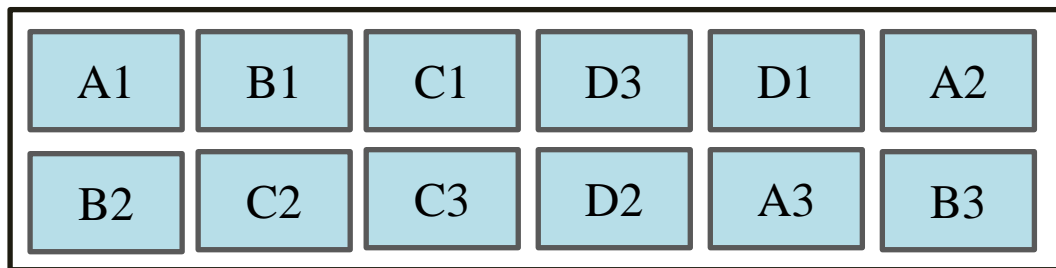
Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian kali ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan :

- a. Perlakuan A : Pakan komersil tanpa penambahan bakteri *Bacillus coagulans* (0 ml/kg pakan komersil).
- b. Perlakuan B : Pakan komersil dengan penambahan bakteri *Bacillus*

coagulans 30 ml/kg pakan komersil.

- c. Perlakuan C : Pakan komersil dengan penambahan bakteri *Bacillus coagulans* 50 ml/kg pakan komersil.
- d. Perlakuan D : Pakan komersil dengan penambahan bakteri *Bacillus coagulans* 70 ml/kg pakan komersil.

Penempatan akuarium yang akan digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.



Keterangan :

A1 : Perlakuan A ulangan 1
A2 : Perlakuan A ulangan 2
A3 : Perlakuan A ulangan 3
B1 : Perlakuan B ulangan 1
B2 : Perlakuan B ulangan 2
B3 : Perlakuan B ulangan 3

C1 : Perlakuan C ulangan 1
C2 : Perlakuan C ulangan 2
C3 : Perlakuan C ulangan 3
D1 : Perlakuan D ulangan 1
D2 : Perlakuan D ulangan 2
D3 : Perlakuan D ulangan 3

Gambar 2. Tata Letak Akuarium.

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1. Persiapan Kultur Bakteri

Tahap persiapan bakteri yang digunakan sebagai bakteri uji adalah sebagai berikut:

1. Bakteri *Bacillus coagulans* dikultur terlebih dahulu pada media miring TSA selama 24 jam, hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan biakan bakteri yang lebih muda.
2. Kemudian bakteri tersebut diinokulasi pada media cair TSB 70% air laut selama 24 jam.

3. Kepadatan koloni bakteri dihitung dengan metode *turbidity meter* hingga mencapai kepadatan 10^6 CFU/ml dan dilakukan pengukuran absorbansi spektrofotometer (panjang gelombang 625 nm).
4. Kepadatan koloni bakteri dihitung menggunakan persamaan Mc Farland :

$$Y = ax + b$$

Keterangan:

y : Kepadatan (CFU/ml)

a : $2,62 \times 10^9$

x : nilai absorbansi

b : $6,39 \times 10^7$

5. Biakan bakteri dalam media TSB sebanyak 100 ml dijadikan stok, kemudian dilakukan kultur massal ke dalam media yang terdiri atas campuran molase, urea, dan air setiap 3 hari sekali.

3.4.2. Pengamatan Ketahanan dan Lama Hidup Bakteri

Pengamatan bakteri yang dilakukan pada penelitian adalah sebagai berikut :

1. Biakan bakteri *Bacillus coagulans* yang telah dikultur masal diletakkan pada *shaker*
2. Bakteri *Bacillus coagulans* diamati setiap 3 jam sekali menggunakan spektrofotometer

3.4.3. Pelaksanaan Penelitian

a. Persiapan Wadah

Langkah persiapan wadah yang akan digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut :

1. Akuarium yang akan digunakan dicuci dan dikeringkan terlebih dahulu sehingga steril dari kotoran.
2. Akuarium ditambah air dengan salinitas 30 ppt sebanyak 25 l.

3. Akuarium yang telah berisi air dilengkapi dengan instalasi aerasi. Bagian atap akuarium ditutup dengan kain kasa untuk menghindari masuknya kotoran.

b. Pencampuran Bakteri *Bacillus coagulans* kedalam Pakan

Proses pencampuran bakteri *Bacillus coagulans* adalah sebagai berikut :

1. Bakteri *Bacillus coagulans* disemprotkan pada pakan komersil, kemudian diaduk hingga seluruh bagian terkena larutan Bakteri *Bacillus coagulans*.
2. Setelah seluruh bagian merata, pakan yang sudah dicampurkan dengan bakteri *Bacillus coagulans* dikering anginkan selama ± 3 jam.
3. Setelah kering pakan siap untuk digunakan.

c. Pemeliharaan dan Pemberian Pakan

Pemeliharaan udang vaname yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pemeliharaan udang vaname dilakukan selama 30 hari dengan padat tebar 1 ekor/l.
2. Pemberian pakan diberikan menggunakan metode *blind feeding*
3. Frekuensi pemberian pakan sebanyak 4 kali sehari yaitu pada pagi hari pukul 06.00 WIB, siang hari pada pukul 11.00 WIB, sore hari pukul 16.00, WIB dan pada malam hari pukul 21.00 WIB.

d. Sampling

Sampling yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sampling terhadap pertumbuhan udang vaname dilakukan 3 kali yaitu pada hari ke-10, hari ke-20, dan hari ke-30 penelitian.
2. Pada setiap sampling dilakukan pengukuran pertumbuhan berat udang, panjang udang dan *survival rate*.

e. Pengelolaan Kualitas Air

Pengelolaan kualitas air yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada saat pemeliharaan berlangsung dilakukan penyiponan setiap 3 hari sekali, 3 jam sebelum pemberian pakan dilakukan. Pengurangan air dilakukan sebanyak 40 – 50 %.
2. Pengukuran kualitas air seperti suhu, DO, salinitas dan TAN dilakukan pada awal, pertengahan, dan akhir pemeliharaan.

3.4.4. Pengambilan Data

a. Pertumbuhan Berat dan Panjang Mutlak

Pertumbuhan bobot mutlak adalah selisih berat total udang pada akhir pemeliharaan dan awal pemeliharaan. Menurut Effendi (1997), perhitungan berat mutlak dapat dihitung dengan rumus :

$$Wm = Wt - Wo$$

Keterangan :

Wm : Pertumbuhan berat mutlak (g)

Wt : Bobot rata - rata akhir (g)

Wo : Bobot rata - rata awal (g)

b. Laju Pertumbuhan Berat dan Panjang Harian

Menurut Effendi (1997), laju pertumbuhan harian dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$GR = \frac{Wt - Wo}{t}$$

Keterangan :

GR : *Growth Rate* (g/hari)

Wt : Bobot rata - rata pada hari ke - t (g)

Wo : Bobot rata - rata pada hari ke - o (g)

T : Waktu (hari)

c. *Survival Rate (SR)*

Menurut Effendi (1997), *Survival rate (SR)* dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$SR = \left(\frac{N_t}{N_o} \right) \times 100 \%$$

Keterangan :

SR : Kelangsungan hidup (%)

N_t : Jumlah udang akhir (ekor)

N_o : Jumlah udang awal (ekor)

d. *Feed Conversion Ratio (FCR)*

Feed Conversion Ratio merupakan perbandingan antara jumlah pakan yang diberikan dengan daging yang dihasilkan. Menurut Effendi (1997), *Feed Conversion Ratio (FCR)* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$FCR = \frac{F}{(W_t - W_o)}$$

Keterangan :

FCR : *Feed Conversion Ratio*

F : Jumlah Pakan yang diberikan selama masa pemeliharaan (kg)

W_t : Biomassa Akhir (kg)

W_o : Biomassa Awal (kg)

e. Kualitas Air

Kualitas air yang diamati yaitu DO menggunakan DO meter, suhu menggunakan termometer, salinitas menggunakan refraktometer, dan TAN menggunakan spektrofotometer.

3.4.5. Analisis Data

Data pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan berat harian, pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan panjang harian, *Survival Rate*, dan *Feed Conversion Ratio* udang vaname yang diperoleh dari penelitian, terlebih dahulu

diuji menggunakan uji normalitas dan homogenitas. Pada uji normalitas dan homogenitas data yang diperoleh normal dan homogen. Selanjutnya dilakukan uji parametrik ragam Anova pada selang kepercayaan 95%. Kemudian jika ditemukan pengaruh maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui perlakuan terbaik, sedangkan parameter kualitas air dianalisis secara deskriptif.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Penggunaan *Bacillus coagulans* sebagai probiotik memberikan pengaruh pada pertumbuhan berat, pertumbuhan panjang dan FCR selama pemeliharaan udang vaname. Hasil terbaik pada ketiga parameter tersebut diperoleh pada perlakuan 70 ml/kg, sedangkan pada parameter *survival rate* tidak ditemukan pengaruh dari perlakuan tersebut. Pada pengukuran kualitas air nilai DO, suhu, salinitas dan TAN berada dalam kisaran nilai optimum.

5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai perbandingan probiotik *Bacillus coagulans* dan probiotik jenis lain terhadap pertumbuhan, *survival rate*, imunitas, dan kualitas air pada pemeliharaan udang vaname.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsad, S., Ahmad. A, Atika. P.P, Betrina. M.V, Dhira. K.S, dan N.R. Buwono. 2017. Study kegiatan Budidaya Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Penerapan Sistem Pemeliharaan Berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 9(1): 1–14.
- Avault, J.W.1996. *Fundamental of Aquaculture a Step by Step Guide to Comercial Aquaculture*. AVA Publishing, USA.
- Baker, H., S.H. Hutner, dan H. Sobotka. 1955. Estimation of Folk Acid with a Thermophilic *Bacillus*. *From Department of Chemistry, Mount Sinai Hospital, and Haskins Laboratories*: 210–212.
- Bokau, J.M. Rietje, Wamiliana, dan Sutikno. 2008. Permodelan Program Linier untuk Optimasi Agroindustri Pakan Udang. *Jurnal Sains MIPA* 14(1): 59–64.
- Effendie, M.I. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta.
- Endres, J.R., A. Clewell, K.A. Jade, T. Farber, J. Hauswirth, dan A.G. Schauss. 2009. Safety Assesment of a Proprietary Prepaton of a Novel Probiotic, *Bacillus coagulans*, as a Food Ingredients. *Journal Food and Chemical Toxicology* 47: 1231–1238.
- Ferreira, N.C., C. Bonetti, dan W.Q. Seiffert. 2011. Hydrological and Water Quality Indices as management tools in marine shrimp culture. *Aquaculture* 318: 425–433.
- Gibson, G.R., J.M. Savendra, dan S. Macfarlane. 1997. *Probiotics 2: Applicatios and Practical Aspect*. Edited by. R. Fuller. Chapman dan Hall, France.
- Haliman, R.W. dan D. Adijaya, 2005. *Udang vannamei*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Halver, J.E. 2002. *Fish Nutrition*. Academic Press, Washington.
- Hammer, B.W. 1915. Bacteriological Studies on the Coagulation of Evaporated Milk. *Iowa Agriculture* 19: 119–131.

- Herawati, V.E. dan J. Hutabarat. 2015. Analisis Pertumbuhan, Kelulushidupan, dan Produksi Biomassa Larva Udang Vaname dengan Pemberian Pakan *Artemia sp.* Produk Lokal yang Diperkaya *Chaetoceros calcitrans* dan *Skeletonema costatum*. *Pena Akuatika* 12(1): 1–9.
- Irasema, E., L. Villaseñor, D. Voltolina, B. Gomez, F. Ascencio, I. Ángel, C. Córdova, J.M.A. Naranjo, dan O.O.Z. Armenta. 2015. Probiotic modulation of the gut bacterial community of juvenile *Litopenaeus vannamei* challenged with *Vibrio parahaemolyticus* CAIM 170. *Latin American Journal of Aquatic Research* 43(4): 766–775.
- Khasani, I. 2007. Aplikasi Probiotik Menuju Sistem Budidaya Perikanan Berkelanjutan. *Media Akuakultur* 2(2): 86–90.
- Kim, W., S. Bae, K. Park, S. Lee, W. Choi, S. Han, dan Y. Koh, 2011. Biochemical Characterization Of Digestive Enzymes In The Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Journal Of Asia Pasific Entomology* 14(1): 11–14.
- KKP. 2015. *Laporan Kinerja Kementerian Kelautan dan Perikanan Tahun 2015*. Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Mun, S.R., E.M. Brélan, X. Gary, D.R. Glavina, H. Dalin, D. Tice, L. Bruce, O. Goodwin, T. Chertkov, C. Brettin, C. Han, S. Detter, Pitluck, L.L. Miriam, P. Milind, O. Milind, H. Roberta, O.I. Roberta, dan K.T. Shanmugamet. 2011. Complete Genome Sequence of a thermotolerant sporogenic lactic acid bacterium, *Bacillus coagulans* strain 36D1. *Standards in Genomic Sciences* 5: 331–340.
- Nengsih, A.F. 2015. Pengaru Aplikasi Probiotik Terhadap Kualitas Air dan Pertumbuhan Udang *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Biosains* 1(1): 11–16.
- Nuhman. 2008. Pengaruh Prosentase Pakan terhadap Kelangsungan Hidup dan Laju Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Berkala Ilmiah Perikanan* 3(1): 35–39.
- Powedchagun, P. dan S. Rengpipat. 2011. Characterization of a probiotic *Bacillus* S11 bacterium of black tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Songklanakarin Journal of Science Education and Technology* 33(1): 1–8.

- Riani, H. R. Rostika, dan W. Lili. 2012. Efek Pengurangan Pakan Terhadap Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) PL-21 yang diberi Bioflok. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 3(3): 1–5.
- Ridlo, A. dan Subagiyo. 2013. Pertumbuhan, Rasio Konversi Pakan dan Kelulushidupan Udang *Litopenaeus vannamei* yang Diberi Pakan dengan Suplementasi Prebiotik FOS (Fruktooligosakarida). *Buletin Oseanografi Marina* 2(4): 1–8.
- Sanders, M.E., L. Morelli, dan T.A. Tompkins. 2003. Sporeformers as Human Probiotics: *Bacillus*, *Sporo lactobacillus*, and *Brevibacillus*. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2(3): 101–110.
- Standar Nasional Indonesia. 2006. *Produksi udang vaname (L. vannamei) di tambak dengan teknologi intensif*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta: SNI-01-7246-2006.
- Syafaat, M.N., A. Mansyur, dan S. Tonnek. 2012. Dinamika Kualitas Air pada Budidaya Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) Semi-Intensif dengan Teknik Pergiliran Pakan. *Forum Inovasi Teknologi Akuakultur* 1(1): 487–492.
- Vecchi, E.D. dan L. Drago. 2006. *Lactobacillus sporogens* or *Bacillus coagulans*: Misidentification or Mislabelling. *International Journal of Probiotics and Prebiotics* 1(1): 3–10.
- Verschuere, L., G. Rombaut, P. Sorgeloos, dan W. Verstraete. 2000. Probiotic Bacteria as Biological Control Agents in Aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology review* 64(2): 655–671.
- Wizna, A. Hafil, R. Yose, D. Abdi, dan P. Kompiang. 2013. *Bacillus coagulans* Potency of Forest Litter as Probiotik for Broiler. *Jurnal Peternakan Indonesia* 15(1): 75–80.
- Widowati, S. D. Andriani, E.I. Riyanti, P. Hararto, dan L. Sukarno. 2001. Karakterisasi Fitase dari *Bacillus coagulans*. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman*: 245–255.
- Wyban, J.A. dan J.N. Sweeney. 2000. *Intensive Shrimp Production Technology*. The Oceanic Institute, Honolulu Hawaii, USA.

Xincai, C. dan S. Yongquan. 2001. Shrimp culture. *China Internasional Training Course on Technology of Marineculture (Precious Fishes)* 1(1):107–113.

Yustianti, M.N. Ibrahim, dan Ruslaini. 2013. Pertumbuhan dan Sintasan Larva Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) melalui Substitusi Tepung Ikan dengan Tepung Usus Ayam. *Jurnal Mina Laut Indonesia* 1(1):93–103.