

Total Bakteri dan Kelimpahan *Vibrio* pada Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Sistem Resirkulasi Tertutup dengan Padat Tebar Berbeda

Bagus Anjasmara^{a*}, Pande Gde Sasmita Julyantoro^a, Endang Wulandari Suryaningtyas^a

^a Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Badung, Bali-Indonesia

* Penulis koresponden. Tel.: +62-896-665-716-56

Alamat e-mail: bagusanjasmara73@yahoo.co.id

Diterima (received) 8 Agustus 2018; disetujui (accepted) 9 September 2018

Abstract

Microbial management is one of the successful keys on shrimp farming, especially with high density culture system. This study aimed to investigate on the abundance of total bacteria and *Vibrios* in vannamei shrimp culture using closed recirculation system with different high stocking densities. This study used an experimental method with complete randomized design factorial in a closed recirculation system equipped by bio-filters, protein skimmer, and using artificial feed with addition of probiotic. 9 ponds were used for this experiment including 3 control ponds (K) with 200 ind/m² stocking density, 3 ponds I (P1) and 3 ponds II (P2) with 500 ind/m² and 750 ind/m² stocking density, respectively. Those 3 ponds with similar stocking density represented as three times of replication. After 60 days culture period, the average total bacteria and abundance of *Vibrios* collected from culture water of K, P1, and P2 ponds were $1,2 \times 10^4$, $1,6 \times 10^5$, and $2,1 \times 10^4$ CFU/mL of total bacteria and $1,2 \times 10^3$, $2,8 \times 10^3$, and $3,7 \times 10^2$ CFU/mL of *Vibrio*. Moreover, at the end of experiment, the average total bacteria and abundance of *Vibrio* collected from shrimp body of K, P1, and P2 ponds were $2,7 \times 10^6$, $1,6 \times 10^6$, and $4,9 \times 10^4$ CFU/mL of total bacteria and $2,0 \times 10^3$, $1,4 \times 10^3$, and $8,5 \times 10^2$ CFU/mL of *Vibrio*. The statistical test of ANOVA showed that there were not significant differences ($p < 0,05$) of total bacteria and *Vibrio* abundance both on the culture water and shrimp body between different shrimp stocking densities.

Keywords: *Microbes; Recirculating Aquaculture System*

Abstrak

Manajemen pengelolaan mikroba perairan menjadi salah satu kunci sukses pemeliharaan udang terutama dengan padat penebaran yang tinggi. Tujuan penelitian ini untuk melihat total bakteri dan kelimpahan *Vibrio* yang tumbuh pada budidaya udang vannamei sistem resirkulasi tertutup dengan padat tebar berbeda. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap faktorial (RALF) dan dilakukan di kolam sistem resirkulasi tertutup yang dilengkapi dengan bio-filter, protein skimmer, dan penambahan probiotik pada pakan serta air budidaya. Penelitian ini menggunakan 9 kolam yaitu 3 kolam Kontrol (K) 200 ekor/m², 3 kolam I (P1) 500 ekor/m² dan 3 kolam II (P2) 750 ekor/m². Pada masing – masing kolam, sampel untuk perhitungan kelimpahan bakteri di ambil dari air dan tubuh udang. Setelah 60 hari periode kultur, rata – rata total bakteri dan kelimpahan *Vibrio* pada air budidaya di kolam K, P1, dan P2 yaitu $1,2 \times 10^4$, $1,6 \times 10^5$, dan $2,1 \times 10^4$ CFU/mL dan $1,2 \times 10^3$, $2,8 \times 10^3$, dan $3,7 \times 10^2$ CFU/mL. Pada akhir eksperimen, rata – rata total bakteri dan kelimpahan *Vibrio* pada tubuh udang di kolam K, P1, dan P2 yaitu $2,7 \times 10^6$, $1,6 \times 10^6$, dan $4,9 \times 10^4$ CFU/mL dan $2,0 \times 10^3$, $1,4 \times 10^3$, dan $8,5 \times 10^2$ CFU/mL. Uji statistik ANOVA menunjukkan bahwa kelimpahan total dan bakteri baik pada air budidaya maupun tubuh udang tidak berbeda secara signifikan ($p < 0,05$) pada padat penebaran yang berbeda.

Kata Kunci: *Mikroba; Resirkulasi*

1. Pendahuluan

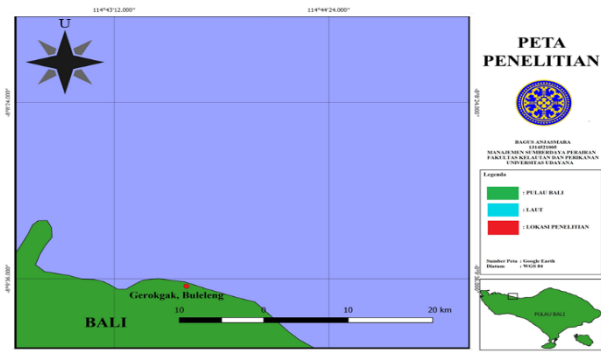
Udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) adalah salah satu spesies udang yang saat ini banyak dikembangkan oleh para pembudidaya udang di Indonesia. Udang vannamei merupakan udang introduksi yang resmi diperkenalkan di Indonesia pada tahun 2001 melalui Surat Keputusan (SK) Menteri Kelautan dan Perikanan RI No.41/2001 dengan tujuan meningkatkan produksi udang Indonesia (Subyakto, 2009). Kehadiran varietas udang vannamei ini mampu menopang kebangkitan usaha budidaya udang di Indonesia serta membuat investasi di bidang budidaya udang memiliki potensi yang baik untuk dikembangkan. Peningkatan produksi udang pada kenyataannya tidak diimbangi peningkatan ekspor udang. Permintaan ekspor udang Indonesia mengalami penurunan karena tidak memenuhi standar mutu negara konsumen, diantaranya bebas bakteri patogen, antibiotik, dan pengawet. Sehingga diperlukan suatu sistem budidaya yang bisa memenuhi standar tersebut. sistem intensifikasi untuk meningkatkan produksi umumnya memiliki permasalahan timbulnya penyakit di area budidaya. Penyakit yang ditimbulkan oleh bakteri, virus, dan jamur dapat terjadi apabila terjadi ketidakseimbangan antara inang, patogen, dan lingkungan (Zonneveld *et al.*, 1991).

Manajemen pengelolaan mikroba perairan menjadi salah satu kunci sukses pemeliharaan udang pada tebar tinggi. Salah satu jenis pengelolaan mikroba adalah dengan penerapan aplikasi bakteri probiotik yang mampu memberikan efek menguntungkan kesehatan udang vannamei dengan menggunakan sistem RAS (*Recirculating Aquaculture System*) yang memanfaatkan kembali air yang sudah digunakan dengan mengalirkan air secara kontinyu untuk selanjutnya air tersebut dikembalikan ke kolam budidaya (Pande *et al.*, 2015). Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh padat tebar berbeda terhadap total bakteri dan kelimpahan *Vibrio* pada budidaya udang vannamei sistem resirkulasi tertutup.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - Maret 2018 di tambak udang vannamei yang berlokasi di Gerokgak, Buleleng Bali dan Laboratorium Ilmu Perikanan Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Udayana Bali. Lokasi tambak udang vannamei tertera pada peta berikut (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2 Alat dan Bahan

Alat – alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi: erlenmeyer, cawan petri, batang pengaduk, timbangan analitik, sendok, autoklaf, *hotplate*, *magnetic stirrer*, mikropipet, mikro tip, vortex, tabung reaksi, inkubator, api bunsen, *hocky stick steril*, *easy effendorf*, dan oven. Sedangkan bahan – bahannya meliputi: udang vannamei, air budidaya, NA, TCBS, aquades, botol sampel, sarung tangan, aluminium foil, plastik sampel, kapas, spiritus, dan NaCl. Alat – alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi: erlenmeyer, cawan petri, batang pengaduk, timbangan analitik, sendok, autoklaf, *hotplate*, *magnetic stirrer*, mikropipet, mikro tip, vortex, tabung reaksi, inkubator, api bunsen, *hocky stick steril*, *easy effendorf*, dan oven. Sedangkan bahan – bahannya meliputi: udang vannamei, air budidaya, NA, TCBS, aquades, botol sampel, sarung tangan, aluminium foil, plastik sampel, kapas, spiritus, dan NaCl.

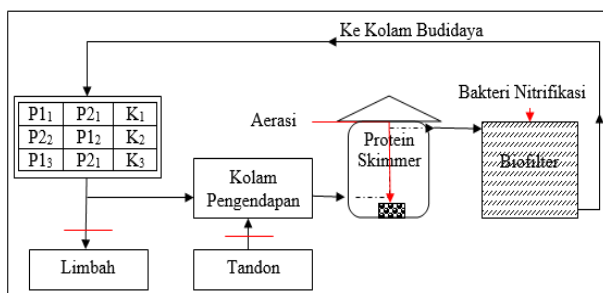
2.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap faktorial (RALF). Penelitian dilakukan di tambak sistem tertutup yang dilengkapi dengan bio-filter dan protein skimmer. Probiotik ditambahkan ke dalam pakan sebagai perlakuan. Sampel penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah udang vannamei umur 40 hari (berat udang 1 gr). Kolam

pada penelitian ini memiliki volume air 49.000 liter yang terdiri dari sembilan kolam yaitu :

- K_{1,2,3} : Kolam kontrol dengan kepadatan 200 ekor/m². K₂ dan K₃ merupakan kolam ulangan K₁
- P_{1,2,3} : Kolam perlakuan pertama dengan kepadatan 500 ekor/m². P₁₂ dan P₁₃ merupakan kolam ulangan dari P₁₁
- P_{2,2,3} : Kolam perlakuan kedua dengan kepadatan 750 ekor/m². P₂₂ dan P₂₃ merupakan kolam ulangan dari P₂₁

Penempatan kolam perlakuan menyesuaikan dengan kondisi di tambak. Masing – masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali (Gambar 2).



Gambar 2. Alur Resirkulasi Penelitian

Dosis probiotik yang diberikan melalui oral (pakan) dan air budidaya adalah 0.05 ppm. Probiotik pada kolam K diberikan secara oral pada pakan, sedangkan pada P1 dan P2 diberikan melalui air budidaya. Pemeliharaan udang vannamei dilakukan selama 60 hari periode kultur.

2.4 Analisis Data

Penyajian data bakteri yang diisolasi dari tubuh udang vannamei dan air budidaya dihubungkan dengan padat penebaran yang berbeda dan penambahan probiotik. Perbedaan antar kolam akan di uji secara statistik menggunakan *One Way Anova* serta *Post Hoc Tukey*.

3. Hasil

3.1 Total Bakteri dan Kelimpahan *Vibrio* pada Air Budidaya dan Tubuh Udang

Jumlah total bakteri tertinggi pada air budidaya terdapat di kolam P2 dengan rata – rata $2,1 \times 10^5$ CFU/ml dan terendah di kolam K dengan rata – rata $1,2 \times 10^4$ CFU/ml. Sedangkan total bakteri tertinggi pada tubuh udang terdapat di kolam K dengan rata – rata $2,7 \times 10^6$ CFU/ml dan terendah di kolam P2 dengan rata – rata $4,9 \times 10^4$ CFU/ml. Kelimpahan *Vibrio* tertinggi pada air budidaya terdapat di kolam P1 dengan rata – rata $2,8 \times 10^3$ CFU/ml dan terendah di kolam P2 dengan rata – rata $3,7 \times 10^2$ CFU/ml. Sedangkan kelimpahan *Vibrio* tertinggi pada tubuh udang terdapat di kolam K dengan rata – rata $2,0 \times 10^3$ CFU/ml dan terendah di kolam P2 dengan rata – rata $8,5 \times 10^2$ CFU/ml. Berdasarkan uji statistik dengan analisis ANOVA tidak berbeda signifikan ($p > 0,05$) antar semua kolam (Tabel 1).

Tabel 1

Total Bakteri dan Kelimpahan *Vibrio* pada Air Budidaya dan Tubuh Udang

Kolam	Minggu Ke-	Total Bakteri pada Air (CFU/ml)	Total Bakteri pada Udang (CFU/ml)	Total <i>Vibrio</i> pada Air (CFU/ml)	Total <i>Vibrio</i> pada Udang (CFU/ml)
K	1	$2,1 \times 10^4$	$2,3 \times 10^5$	$6,0 \times 10^2^*$	$0,4 \times 10^3$
	2	$7,9 \times 10^3$	$6,9 \times 10^6^*$	$8,7 \times 10^2$	$6,0 \times 10^3$
	3	$9,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^6^*$	$2,4 \times 10^3$	$5,2 \times 10^3$
Rata-rata		$1,2 \times 10^4$	$2,7 \times 10^6$	$1,2 \times 10^3$	$2,0 \times 10^3$
P1	1	$3,8 \times 10^3$	$1,5 \times 10^5$	$1,7 \times 10^3$	$4,7 \times 10^2$
	2	$4,7 \times 10^5^*$	$4,0 \times 10^6^*$	$5,7 \times 10^3$	$1,7 \times 10^3$
	3	$5,1 \times 10^3$	$7,4 \times 10^5^*$	$1,0 \times 10^3$	$2,2 \times 10^3$
Rata-rata		$1,6 \times 10^5$	$1,6 \times 10^6$	$2,8 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$
P2	1	$3,0 \times 10^3$	$8,1 \times 10^4$	$3,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$
	2	$6,4 \times 10^5^*$	$2,6 \times 10^4$	$8,0 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$
	3	$6,1 \times 10^3$	$4,2 \times 10^4$	$3,0 \times 10^3$	$6,5 \times 10^2$
Rata-rata		$2,1 \times 10^5$	$4,9 \times 10^4$	$3,7 \times 10^2$	$8,5 \times 10^2$

*Notasi statistik menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan

Tabel 2

Perbandingan Kelimpahan *Vibrio* dan Total Bakteri pada Air Budidaya dan Tubuh Udang

Kolam	Kelimpahan <i>Vibrio</i> (CFU/ml)		Total Bakteri (CFU/ml)		Persentase TV/TB Air (%)	Persentase TV/TB Udang (%)
	Air	Udang	Air	Udang		
K	$1,2 \times 10^3$	$2,0 \times 10^3$	$1,2 \times 10^4$	$2,7 \times 10^6$	10,21	0,07
P1	$2,8 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$	$1,6 \times 10^5$	$1,6 \times 10^6$	1,68	0,08
P2	$3,7 \times 10^2$	$8,5 \times 10^2$	$2,1 \times 10^5$	$4,9 \times 10^4$	0,17	1,71

3.2 Perbandingan Kelimpahan *Vibrio* dan Total Bakteri pada Air Budidaya dan Tubuh Udang

Perbandingan bakteri pada air budidaya yang tertinggi pada kolam K dengan rata – rata persentase 10,21% diikuti oleh kolam P1 dan P2 dengan rata – rata persentase 1,68% dan 0,17%. Sedangkan pada tubuh udang yang tertinggi pada kolam P2 dengan rata – rata persentase 1,71% diikuti oleh kolam P1 dan K dengan rata – rata persentase 0,08% dan 0,07% (Tabel 2).

3.3 Parameter Kualitas Air

Kisaran rata – rata parameter suhu yaitu 27,5 - 27,9°C. Rata – rata parameter DO yaitu 3,74 - 4,28 ppm. Rata – rata parameter pH yaitu 6,81 – 6,92. Rata – rata parameter salinitas yaitu 36,3 – 36,6 ppt. Rata – rata parameter ammonia rata - yaitu 0,04 - 0,05 ppm dan rata – rata parameter nitrit yaitu 0,04 - 0,05 ppm.

Tabel 3

Rata – rata Nilai Parameter Kualitas Air

Kolam	Suhu (°C)	DO (ppm)	pH	Salinitas (ppt)	NH ₃ (ppm)	NO ₂ (ppm)
K	27,5	4,28	6,81	36,6	0,05	0,05
P1	27,7	4,18	6,92	36,6	0,04	0,05
P2	27,9	3,74	6,83	36,3	0,04	0,04

4. Pembahasan

4.1 Total Bakteri dan Kelimpahan *Vibrio* pada Air Budidaya

umlah total bakteri tertinggi pada air budidaya di kolam P2 diduga karena padat penebaran yang lebih tinggi (750 ekor/m²) sehingga akumulasi nutrisi pada kolam P2 jumlahnya tinggi. Nutrien dibutuhkan oleh bakteri untuk kehidupan dan pertumbuhannya (Waluyo, 2007). Sedangkan jumlah total bakteri tertinggi pada tubuh udang di kolam K diduga karena padat penebaran K yang

paling rendah dan adanya penambahan probiotik pada pakan secara oral yang terus – menerus. Bakteri yang dicampurkan pada pakan yang tidak termakan akan terlepas dari air budidaya (Wulandari, 2013) dan bakteri yang terdapat dalam air budidaya dapat menempel pada pakan dan eksoskeleton udang. Bakteri yang masuk ke pencernaan udang melalui enzim yang dihasilkan bakteri pengurai yang ikut termakan dapat meningkatkan keseimbangan mikroba dalam usus dan juga berperan dalam memproduksi enzim pencernaan eksogen protease, amilase dan lipase (Siti, 2011).

Kelimpahan *Vibrio* pada air budidaya dan tubuh udang pada masing-masing kolam masih dalam batas normal pemeliharaan udang vannamei. Hal ini sesuai dengan pernyataan Taslihan *et al* (2004), ambang batas maksimal keberadaan bakteri *Vibrio* sp. dalam air adalah 10⁴ CFU/ml dan jika ambang batas ini dilampaui maka kematian massal udang budidaya dalam tambak dapat terjadi. Jika populasi *Vibrio* tinggi dan tidak dapat ditekan akan menyebabkan kondisi yang beresiko. Sesuai dengan pernyataan Supito *et al* (2008) yang mengemukakan bahwa dominansi dan kelimpahan bakteri *Vibrio* yang tidak stabil pada tambak menunjukkan kondisi yang beresiko terhadap masalah kesehatan udang. Keberadaan probiotik (*Bacillus megaterium*) juga berperan dalam menekan jumlah kelimpahan *Vibrio* pada air budidaya. Isramilda (2007) menjelaskan bahwa hasil karakteristik zat antimikroba yang dihasilkan *Bacillus megaterium* berupa bakteriosin berupa senyawa polipeptida yang disintesis melalui ribosom. Sedangkan pada tubuh udang, keberadaan probiotik (*Bacillus megaterium*) dalam saluran pencernaan dapat meningkatkan keseimbangan mikroba dalam saluran pencernaan sehingga meningkatkan penyerapan pakan serta menekan jumlah patogen dalam saluran pencernaan (Praditia, 2009). Namun, berdasarkan uji statistik dengan analisis ANOVA dan

dilanjutkan dengan Post Hoc Tukey tidak berbeda signifikan ($p < 0,05$) antar semua kolam.

4.2 Perbandingan Total Bakteri dan Kelimpahan *Vibrio* pada Tubuh Udang

Hasil total bakteri selalu lebih tinggi dibandingkan dengan kelimpahan *Vibrio* pada air budidaya dan tubuh udang. Hal ini diduga karena bakteri probiotik (*Bacillus megaterium*) yang diberikan pada air budidaya dan pakan berhasil memberikan efek yang positif dalam menekan populasi *Vibrio*. Susana (2017) yang mengemukakan bakteri *Bacillus* sp. yang diuji dengan bakteri patogen (*Vibrio alginolyticus*, *Aeromonas hydrophila* dan *Pseudomonas* sp) membentuk hambatan, bakteri tersebut menghasilkan produk antibiotik. Balca'zar dan Rojas-Luna (2007) menunjukkan bahwa *Bacillus* menghasilkan senyawa antimikroba terhadap jenis-jenis *Vibrio* patogen yang meliputi *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio parahaemolyticus* dan *Vibrio harveyi*. Sedangkan pada tubuh udang, bakteri probiotik diduga melakukan kompetisi ruang pada eksoskeleton dan saluran pencernaan udang. Bakteri probiotik memproduksi senyawa – senyawa anti mikroba patogen atau melalui kompetisi nutrisi dan tempat pelekatan di dinding intestinum, merubah metabolisme bakteri dengan meningkatkan atau menurunkan aktivitas enzim, dan menstimulasi imunitas melalui peningkatan kadar antibodi atau aktivitas makrofag (Nopitawati, 2010).

Persentase perbandingan bakteri yang tertinggi pada air budidaya terdapat di kolam K dan pada tubuh udang di kolam P2 dikarenakan total bakteri lebih sedikit dibandingkan dengan kolam lainnya. Persentase perbandingan bakteri di atas 1% sudah termasuk rentan dalam budidaya udang vannamei. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tashlihan *et al* (2004), bahwa persentase perbandingan bakteri *Vibrio* dan bakteri umum diperairan yang aman yaitu maksimal 1% untuk mencegah kematian massal pada udang akibat penyakit vibriosis.

4.3 Pengaruh Kualitas Air Terhadap Keberhasilan Sistem Budidaya Tertutup

Hasil rata – rata parameter suhu masih sesuai dengan nilai optimum dan toleransi untuk kehidupan udang vannamei. Haliman, *et al* (2005) menjelaskan suhu optimum pertumbuhan udang

antara 26 – 32°C. Hasil rata – rata parameter DO berada dalam nilai optimum untuk budidaya udang vannamei. Nilai DO optimum pada budidaya udang vannamei yaitu > 3 mg/L (SNI, 2006). Hasil DO pada masing-masing kolam mengindikasikan adanya bakteri pada air budidaya yang turut memanfaatkan oksigen. Beristain *et al.*, (2005) yang menyatakan bakteri aerobik akan menggunakan oksigen dalam media budidaya untuk proses dekomposisi bahan organik.

Hasil rata – rata parameter pH yaitu 6,81 - 6,92 dimana hasil tersebut hampir mendekati nilai optimum terhadap budidaya udang vannamei. Nilai pH optimum pada budidaya udang vannamei yaitu 7,0 – 8,5 (BBPBAP, 2017). Perubahan pH sangat mempengaruhi stabilitas mikroba di kolam pemeliharaan, karena pH juga merupakan faktor yang menyebabkan stres pada beberapa organisme budidaya termasuk bakteri probiotik yang ditambahkan pada air budidaya dan pakan. Fluktuasi pH yang cenderung turun juga terlihat pada setiap masing-masing perlakuan dikarenakan padat tebar yang tinggi dan penambahan bakteri yang juga berperan dalam mengakomodasi nilai pH, akan tetapi penurunannya tidak terjadi secara spontan dan tidak mempengaruhi produksi udang. Menurut Wayan *et al* (2010), kondisi pH 4 – 6 tidak mempengaruhi kelulushidupan kehidupan, tetapi hanya menghambat pertumbuhan. Namun demikian, nilai pH pada masing – masing kolam masih dalam batas toleransi pemeliharaan udang vannamei yaitu pH 6 – 9.

Hasil rata – rata parameter salinitas yaitu 36,3 - 36,6 ppt. Nilai optimum salinitas pada budidaya udang vannamei yaitu 15 – 25 ppt (SNI, 2006). Namun demikian, nilai tersebut masih dalam batas toleransi pemeliharaan udang vannamei yaitu salinitas 5 – 40 ppt.

Hasil rata – rata parameter amonia berada dalam nilai optimum pemeliharaan budidaya udang vannamei. Menurut Adiwijaya (2003), nilai ambang batas kandungan amonia pada budidaya udang vannamei berkisar antara $< 0,1$ ppm. Amonia merupakan produk akhir dari hasil metabolisme protein. Menurut Crab *et al* (2007) bahwa amonia bersifat toksik terhadap udang pada tingkat konsentrasi yang tinggi, batas maksimum konsentrasi amonia diperairan adalah 1,5 ppm. Tetapi pemberian bakteri probiotik mampu menurunkan kadar konsentrasi amonia

(Wulandari, 2013). Menurut Devaraja *et al.* (2013) bahwa *Bacillus* sp. mampu menurunkan kandungan amonia perairan.

Hasil rata – rata parameter berada dalam nilai optimum. Adiwijaya *et al* (2003) mengemukakan bahwa kandungan nitrit yang dapat ditoleransi oleh udang vannamei berkisar < 0,05 ppm. Nitrit pada darah udang menghalangi gas oksigen oleh hemocyanin, dengan demikian mengurangi nafsu makan dan kesehatan udang karena gangguan transfer oksigen dalam darah (Rahmat, 2011).

5. Simpulan

Kelimpahan *Vibrio* pada air budidaya dan tubuh udang masih dalam batas normal pemeliharaan udang vannamei dan berdasarkan uji statistik dengan analisis ANOVA dan dilanjutkan dengan Post Hoc Tukey tidak berbeda signifikan ($p > 0,05$) antar semua kolam.

Ucapan Terimakasih

Allah SWT atas karunianya. Kedua orang tua dan adik – adik penulis yang selalu memberi dukungan serta doa. Petani budidaya udang vannamei. *Best-Partner* penelitian ini, tim bakteri, dan JJS yang telah membantu.

Daftar Pustaka

- Adiwijaya, D., Sapto, P. R., Sutikno, E., Sugeng., & Subiyanto. (2003). *Budidaya Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) Sistem Tertutup yang Ramah Lingkungan*. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jepara, Indonesia: Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara.
- Balcazar, J. L., deBlas, I., Ruizzarzuella, I., Cunningham, D., Vandrell, D., & Muzquiz, J. L. (2007). A review: The Role of Prebiotics in Aquaculture. *Veterinary Microbiology*, **114** (2007), 173-178.
- BBPBAP Jepara. (2017). *Budidaya Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei)*. Jepara, Indonesia: Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau, Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.
- Beristain, B. T. (2005). *Organic matter decomposition in simulated aquaculture ponds*. Thesis. Wageningen, Netherlands: Fish Culture and Fisheries Group, Wageningen Institute of Animal Science, Wageningen University.
- Crab, R., Y. Avnimelech., Defoirdt, T., Bossier, P., & Verstraete, W. (2007). Nitrogen Removal Techniques in Aquaculture for Sustainable Production. *Aquaculture*. **270**, 1-14.
- Devaraja, T., Banerjee, S., Yusoff, F., Shariff, M., & Khatoon, H. (2013). A holistic approach for selection of *Bacillus* sp. as a bioremediator for shrimp postlarvae culture. *Turkish Journal of Biology*. **37**, 92 - 100.
- Haliman, R. W. & Adijaya, D. (2005). *Udang Vannamei*. Jakarta, Indonesia: Penebar Swadaya.
- Isramilda. (2007). *Karakterisasi zat antimikrob penghambat pertumbuhan Vibrio harveyi dan E. Coli dari Bacillus sp. asal tambak udang*. Tesis. Bogor, Indonesia: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Nopitawati, T. (2010). *Seleksi Bakteri Probiotik dari Saluran Pencernaan untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Udang Vaname Litopenaeus vannamei*. Tesis. Bogor, Indonesia: Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Pande. G. S. J., Fatin, M. I. L., Ace, V. B. F, Uday, K., Yufeng, N., Peter, B., & Defroidt, T. 2015. Isolation of AHL-degrading Bacteria From Micro-algal Cultures and Their Impact on Algal Growth and on Virulence of *Vibrio campbellii* to Prawn Larvae. *Applied Microbiology and Biotechnology*, **99**(24), 10805-10813.
- Praditia, F. P. (2009). *Pengaruh Pemberian Bakteri Probiotik Melalui Pakan terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Udang Windu Penaeus monodon*. Skripsi. Bogor, Indonesia: Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Siti, A. (2011). Kualitas Lingkungan dan Aktivitas Enzim Pencernaan Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Pada Berbagai Konsentrasi Probiotik Bioremediasi – *Bacillus* sp. *Jurnal Fish scientiae*, **1**(2), 161-178.
- Subyakto, S. (2009). Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Semi Intensif Dengan Metode Resirkulasi Tertutup Untuk Menghindari Serangan Virus. *Berkala Ilmiah Perikanan*, **3**(1), 1-7.
- Supito, D. A. Maskar, J., & Damang, S. (2008). Teknik Budidaya Udang Windu Intensif Dengan Green Water System Melalui Penggunaan Pupuk Nitrat Dan Penambahan Sumber Karbon. *Media Budidaya Air Payau*, **7**, 38-53.
- Susana, M. (2017). *Isolasi Dan Karakteristik Bakteri Heterotrofik Pada Perairan Laut Kawasan Pemukiman Dan Perairan Bersalinitas Rendah Di Kelurahan Purnama Dumai Provinsi Riau*. Skripsi. Pekanbaru, Indonesia: Universitas Riau.
- Taslihan, A., Ani, W., Retna, H., & Astuti, S. M. (2004). *Pengendalian Penyakit Pada Budidaya Ikan Air Payau*. Jepara, Indonesia: Balai Besar Budidaya Air Payau Jepara.
- Waluyo, L. (2007). *Mikrobiologi Umum Edisi Revisi*. Malang, Indonesia: UMM Press.
- Wayan, A. E., Kamaludin, A., Januar, P. M., Chaerudin, K. (2010). *Budidaya Udang Putih (Litopenaeus vannamei)*. Jakarta, Indonesia : CV. Mulia Indah.

- Wulandari, D. (2013). *Pengaruh Pemberian Probiotik terhadap Penurunan Bahan Organik dalam Air Media Pertumbuhan udang vannamei (Litopenaeus vannamei) di BBPBAP Jepara*. Skripsi. Semarang, Indonesia: IKIP PGRI Semarang.
- Zonneveld, N., Huisman, E. A., & Boon, J. H. (1991). *Budidaya Ikan*. Jakarta, Indonesia: Gramedia Jakarta.