

Efektivitas Penggunaan Bakteri Untuk Perbaikan Kualitas Air Media Budi Daya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Super Intensif

(Effectiveness on the Use of Bacteria for Improvement of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Super Intensive Culture Media)

Lufisari Herdianti¹, Kadarwan Soewardi², Sigid Hariyadi²

(Diterima Juni 2015/Disetujui November 2015)

ABSTRAK

Kegiatan akuakultur di pesisir berpotensi menghasilkan limbah dan mencemari lingkungan perairan. Upaya untuk memperkecil pencemaran dilakukan dengan aplikasi bakteri pengurai yang menguntungkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas bakteri komersil SN®, SB®, dan kombinasi keduanya terhadap peningkatan kualitas air media budi daya super intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan yang bertujuan untuk menentukan waktu penambahan bakteri berdasarkan jumlah total koloni bakteri dan penelitian utama. Penelitian utama terdiri dari 4 perlakuan, yaitu (a) SN® 1 ml/l; (b) SB® 1 ml/l; (c) Kombinasi SN® 0,5 ml/l dan SB® 0,5 ml; dan (d) Kontrol. Masing-masing perlakuan mempunyai 3 ulangan. Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa SN® dan SB® mencapai jumlah maksimum koloni pada hari ke-2. Hasil penelitian pendahuluan ini digunakan sebagai dasar dalam penelitian utama. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan yang terbaik adalah penambahan kombinasi SN® dan SB® ke dalam media kultur udang vaname super intensif karena mampu menurunkan kadar ammonia-N, nitrit-N, dan COD masing-masing sebesar 96, 83, dan 42%.

Kata kunci: bakteri, kualitas air, super intensif

ABSTRACT

Aquaculture activities in coastal area potentially produced wastes which leads water pollution. In order to reduce pollution, the use of several bacteria is very promising. This study was aimed to determine the effectivity of commercial bacterial inoculants to reduce pollution in cultured water. Bacterial inoculant tested in this study was SN®, SB®, and the combination of both inoculants for water quality improvements in white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) super intensive culture media. This study was conducting in two steps, namely (i) preliminary study and (ii) primary study. The preliminary study was aimed to determine the time required to add bacteria based on the total number of bacterial colonies. The result showed that total colonies number of media treated with addition of SN® and SB® were reached maximum within 2 days. The result of primary study showed that the combination of SN® and SB® showed best effect in maintaining water quality of the culture media. This combination are proven reduces ammonia by 96%, nitrite-N by 83%, and COD by 42%.

Keywords: bacteria, super intensive, water quality

PENDAHULUAN

Udang merupakan salah satu komoditas ekspor sub sektor perikanan yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Di dunia, budi daya udang merupakan salah satu industri besar dengan estimasi produksi sebesar 1.090 juta ton/tahun (FAO 2000). Tingginya permintaan udang mendorong pembudidaya untuk meningkatkan produksi antara lain dengan penyempurnaan teknik budi daya. Budi daya udang vaname dengan pola super intensif merupakan sistem budi daya masa depan dengan antara lain padat tebar

yang tinggi dan produktivitas tinggi (Wasielisky *et al.* 2013). Konsekuensi sistem budi daya intensif adalah meningkatnya limbah akuakultur berupa bahan organik, sisa pakan, feses, peningkatan densitas fitoplankton, meningkatnya senyawa toksik seperti NH₃ dan H₂S (Sharmila *et al.* 1996), dan dapat meningkatkan penularan penyakit pada biota budi daya (Pattukumar *et al.* 2010).

Kualitas air yang baik menjadi prioritas utama dalam budi daya dengan pola super intensif. Salah satu usaha yang dilakukan untuk menciptakan kualitas air budi daya yang baik adalah dengan aplikasi bakteri. Penerapan mikroorganisme seperti bakteri menguntungkan mampu mendegradasi bahan organik, mereduksi penyakit, dan membantu mempercepat proses siklus nutrisi (Moriarty 1984). Selain itu, pemberian konsorsium bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi berpengaruh positif terhadap perbaikan kondisi kualitas air tambak, pertumbuhan, dan

¹ Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Perairan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

² Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

* Penulis Korespondensi: E-mail: luffiherdianti@gmail.com

produksi udang windu (Badjoeri & Widiyanto 2008). Foon (2004) menyatakan bahwa *Bacillus* spp. mampu menurunkan amonia dan meningkatkan kualitas air pada budi daya udang dan menghambat pertumbuhan *Vibrio* spp. (Devaraja *et al.* 2013). Jenis-jenis bakteri yang sering digunakan dalam media budi daya udang secara intensif antara lain adalah *Saccharomyces*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterococcus*, *Shewanella*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Carnobacterium*, *Aeromonas*, dan beberapa spesies lainnya (De Rodriganez *et al.* 2009). Prinsip penggunaan bakteri ini adalah untuk mengkonversi bahan organik menjadi *biological flocks* yang dapat dikonsumsi oleh udang vaname. Untuk mempercepat proses dekomposisi bahan organik, bakteri memerlukan karbon dan oksigen. Pada umumnya karbon diberikan dalam bentuk tetes (*molases*). Sedangkan oksigen terlarut berasal dari aerasi. Dalam penelitian ini bakteri yang digunakan adalah konsorsium *Nitrosomonas* sp., *Nitrobacter* sp., *Bacillus* sp., serta *Lactobacillus plantarum*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari–Maret 2015 di Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Tahap persiapan meliputi penyiapan sarana. Sarana yg disiapkan adalah tangki volume 19 l. Media budi daya yang digunakan adalah air asin (20–23 ppt) yang telah disaring dan disterilkan menggunakan kaporit dengan dosis 20 mg/l. Sebelum digunakan, air tersebut diaerasi selama 3 hari. Setiap tangki diisi dengan air asin sebanyak 15 l. Setelah terlihat adanya pertumbuhan fitoplankton, udang (PL₁₀) dimasukkan ke dalam media dengan kepadatan 15 ekor/tangki (Atjo 2013). Postlarva udang diadaptasikan selama 7 hari sebelum digunakan dalam penelitian pendahuluan, pakan yang diberikan adalah *pellet* dengan metode pemberian *blind feeding*.

Penelitian pendahuluan dilakukan selama 5 hari menggunakan PL₁₇. Tujuannya adalah untuk mengetahui waktu penambahan bakteri yang tepat. Perlakuan pada penelitian pendahuluan adalah penambahan SN®, SB®, dan Kontrol (Tabel 1). Masing-masing perlakuan diberikan 1 ml/l cairan yang mengandung konsorsium bakteri. Dalam perlakuan Kontrol tidak ada penambahan konsorsium bakteri.

Tabel 1 Perlakuan pada penelitian pendahuluan

Perlakuan	Keterangan
Kontrol	Tanpa perlakuan
SN®	Perlakuan penambahan 1 ml/l konsorsium bakteri <i>Nitrosomonas</i> sp., <i>Nitrobacter</i> sp., dan <i>Bacillus</i> sp.
SB®	Perlakuan penambahan 1 ml/l konsorsium bakteri <i>Lactobacillus plantarum</i> dan <i>Bacillus</i> sp.

Pertumbuhan total koloni bakteri diamati setiap hari selama 5 hari berturut-turut. Waktu puncak pertumbuhan bakteri yang didapatkan dari penelitian pendahuluan ini digunakan sebagai acuan dalam penambahan bakteri pada penelitian utama.

Penelitian utama dilakukan selama 42 hari. Umur postlarva udang vaname yang digunakan adalah PL₂₂. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (Widiharih 2001) dengan 4 perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah (i) SN® 1 ml/l, (ii) SB® 1 ml/l, (iii) SN® 0,5 ml/l dan SB® 0,5 ml/l, dan (iv) Kontrol (Tabel 2). Setiap perlakuan mempunyai 3 ulangan. Penambahan konsorsium bakteri waktunya disesuaikan dengan hasil penelitian pendahuluan untuk menjaga agar populasi bakteri pada media tetap optimal.

Parameter kualitas air (suhu, salinitas, pH, *dissolved oxygen*, kandungan NH₃, NO₂-N, NO₃-N, dan COD) diamati setiap 7 hari. Kandungan NH₃, NO₂-N diukur menggunakan spektrofotometer dengan metode (APHA 2012), sedangkan NO₃-N diukur menggunakan metode (APHA 2005). Amonia bebas dihitung dari nilai NH₃ menggunakan metode (Strickland & Parsone 1972) di mana keberadaanya dipengaruhi pH dan suhu saat pengambilan sampel air. Perkembangan koloni bakteri diamati teknik cawan tuang. Kemudian dihitung menggunakan *Quebec Colony Counter*. (Tabel 3). Parameter kelangsungan hidup udang, panjang udang, dan biomassa udang diamati pada akhir pengamatan dan digunakan sebagai data pendukung penelitian.

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dan deskriptif. Analisis statistik dilakukan pada parameter kualitas air (amonia bebas, nitrit-N, nitrat-N, dan COD), sedangkan analisis deskriptif dilakukan pada pH, suhu, salinitas, dan DO dan jumlah total koloni bakteri. Parameter kualitas air dianalisis menggunakan ANOVA, jika terdapat perbedaan nyata antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji jarak Duncan (Mattjik & Sumertajaya 2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Waktu Penambahan Bakteri

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa jumlah koloni bakteri SB® mencapai jumlah tertinggi pada hari ke-1 (2,8 x 10³ CFU/ml) kemudian menurun pada hari ke-2 menjadi 1,3 x 10³ CFU/ml. Konsorsium

Tabel 2 Perlakuan pada penelitian utama

Perlakuan	Label	Keterangan
Kontrol	Kontrol	Tanpa perlakuan
SN®	SN	Penambahan 1 ml/l konsorsium bakteri <i>Nitrosomonas</i> sp., <i>Nitrobacter</i> sp., dan <i>Bacillus</i> sp.
SB®	SB	Penambahan 1 ml/l konsorsium bakteri <i>Lactobacillus plantarum</i> dan <i>Bacillus</i> sp.
SN®+SB®	SN+SB	Perlakuan penambahan 0,5 ml/l SN® dan 0,5 ml/l SB®

bakteri SN® mencapai jumlah tertinggi pada hari ke-2 ($7,9 \times 10^2$ CFU/ml) kemudian turun pada hari ke-3 (Gambar 1). Dari hasil tersebut digunakan sebagai acuan waktu penambahan bakteri selama penelitian utama, di mana penambahan bakteri dilakukan setiap 2 hari sekali untuk menjaga populasi bakteri pada media.

Kualitas Air

Kisaran nilai pH, yaitu 6,0–8,5, suhu 27–29 °C, oksigen terlarut 4–6 mg/l, dan salinitas 20–23 ppt (Tabel 4). Kisaran ini masih termasuk dalam kategori normal untuk pertumbuhan udang vaname (Tabel 5). Peningkatan amonia pada semua perlakuan terjadi pada hari ke-14. Hal tersebut diduga karena bakteri yang diaplikasikan masih dalam masa adaptasi sehingga proses oksidasi ammonia-nitrogen belum optimal (Gambar 2). Semua perlakuan memberikan pengaruh pada penurunan amonia dan antar perlakuan menunjukkan beberapa perbedaan di mana perlakuan SN®, SB®, kombinasi SN® dan SB®, dan kontrol mampu menurunkan amonia sebesar 82, 97, 96, dan 82% ($p < 0,05$). Dari keempat perlakuan menunjukkan bahwa SN®, kombinasi SN® dan SB®, dan kontrol tidak menunjukkan perbedaan nyata. Penambahan SB® ke dalam media budi daya membuktikan bahwa perlakuan ini paling efektif dalam menurunkan senyawa amonia-nitrogen. Kehadiran bakteri *Nitrobacter* sp. dan *Nitrosomonas* sp. berpengaruh positif terhadap konsentrasi amonia-nitrogen dan oksigen terlarut (Browdy *et al.* 2001). Devaraja *et al.* (2013) mengemukakan bahwa *Bacillus* sp. tidak bersifat patogenik dan ia mampu menurunkan kandungan amonia-nitrogen. Selain itu, *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 (Karigar & Rao 2011).

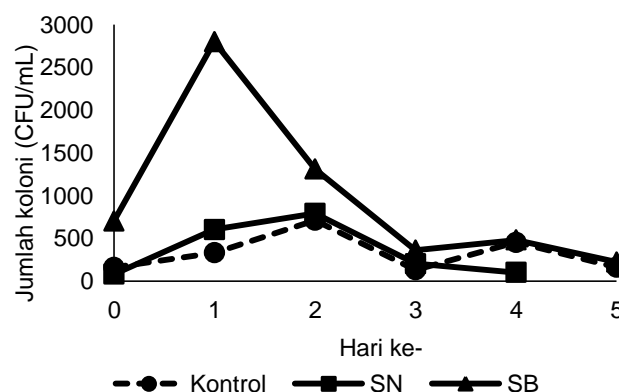
Penurunan senyawa nitrit-nitrogen terjadi setelah aplikasi bakteri pada semua perlakuan (Gambar 3). Perlakuan SN®, SB®, dan kombinasi SN® dan SB® mampu menurunkan kadar nitrit-nitrogen masing-masing sebesar 96, 96, dan 83% dalam waktu 7 hari. Meskipun dalam proses penurunan nitrit-nitrogen terdapat perbedaan pada setiap perlakuan, namun

perlakuan SN®, SB®, dan kombinasi SN® dan SB® tidak berbeda nyata ($p < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal tersebut diduga bahwa penambahan konsorsium bakteri pada awal pemeliharaan sudah mampu menurunkan kandungan nitrit-nitrogen dan menjaga konsentrasinya berada di bawah baku mutu.

Nitrat merupakan hasil akhir proses nitrifikasi. Nitrat merupakan senyawa yang dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhannya. Perubahan konsentrasi senyawa nitrat disajikan dalam Gambar 4. Konsentrasi nitrat selama pemeliharaan menunjukkan adanya peningkatan pada semua perlakuan. Keempat

Tabel 3 Parameter lingkungan selama penelitian

Parameter	Perlakuan			
	SN	SB	SN+SB	Kontrol
pH	6,0–8,5	6,0–8,0	6,0–8,5	7,0–8,5
Suhu (°C)	27–29	27–29	27–29	27–29
Oksigen terlarut (mg/l)	4–6	4–6	4–6	4–6
Salinitas (ppt)	20	20	23	20



Gambar 1 Pertumbuhan bakteri pada penelitian pendahuluan.

Tabel 4 Kisaran nilai optimum pada media budi daya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Parameter air	Satuan	Nilai optimum
pH	-	7,5–8,5
Suhu	(°C)	28,5–31,5
Oksigen terlarut	(mg/l)	3,5–7,0
Salinitas	(ppt)	15–25

Tabel 5 Parameter yang diukur selama penelitian (Strickland & Parson 1972; APHA 2005; APHA 2012)

Parameter	Satuan	Alat/metode
A. Fisika		
Suhu	°C	Thermometer/probe elektroda
Salinitas	ppt	Salino meter ATAGO
B. Kimia		
Oksigen terlarut	mg/l	DO-meter Lutron DO-5510/probe elektroda
pH	-	pH universal Merck
Amonia (NH ₃ ⁻)	mg/l	Persentase <i>unionized ammonia</i>
Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	Spektrofotometer/Brucine
Nitrit (NO ₂ -N)	mg/l	Spektrofotometer/Colorimetric
COD	mg/l	Spektrofotometer/Refluks tertutup
C. Biologi		
Jumlah total bakteri	CFU/ml	Quebec Colony Counter/Total Plate Count

perlakuan tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($p > 0,05$).

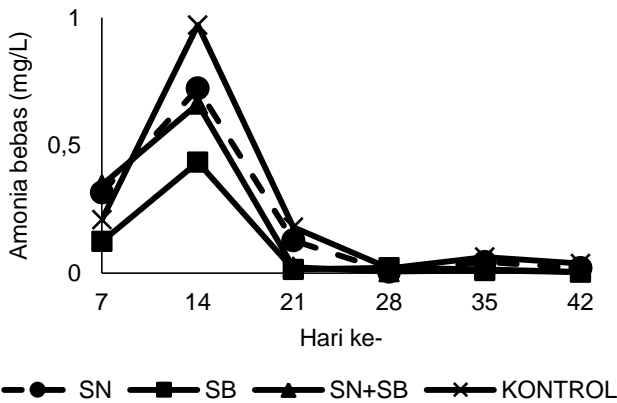
Dalam perlakuan SN®, *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobacter* sp. merupakan bakteri yang mengoksidasi amonia menjadi senyawa nitrit dan dirubah menjadi senyawa nitrat. Menurut Altschul *et al.* (1997) dalam Sombatjinda *et al.* (2011) bakteri pengoksidasi amonia terdiri dari lima genera, yaitu: *Nitrosomonas*, *Nitrosovibrio*, *Nitrosococcus*, *Nitrosolobus*, dan *Nitrospira*, sedangkan bakteri pengoksidasi nitrit terdiri dari tiga genera, yaitu: *Nitrobacter*, *Nitrococcus*, dan *Nitrospira*.

Perlakuan SB® yang merupakan bakteri asam laktat yang dapat menguraikan karbohidrat menjadi asam laktat. Asam laktat yang dihasilkan dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen. *Lactobacillus* menghasilkan enzim laktase yang memecah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa. Selanjutnya glukosa digunakan dalam proses fermentasi asam laktat untuk menghasilkan asam laktat dan energi (Martoharsono 2006).

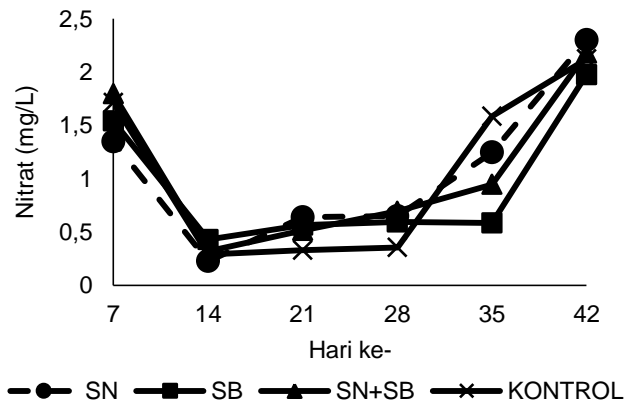
Asam laktat yang dihasilkan oleh *Lactobacillus plantarum* berpotensi untuk pembentukan probiotik. Probiotik didefinisikan sebagai mikroorganisme hidup yang memberikan manfaat untuk kesehatan apabila diberikan dalam jumlah yang cukup (Balcazar *et al.* 2008). Berdasarkan penelitian Rengpipat *et al.* (1998) dan Prabhu *et al.* (1999) probiotik mampu meningkatkan pertumbuhan udang dan memelihara kualitas air.

Kandungan bahan organik dapat diukur dengan parameter COD karena menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun yang sukar didegradasi secara biologis menjadi CO₂ dan H₂O. Perubahan nilai COD selama penelitian menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) dengan perlakuan kombinasi SN® dan SB® merupakan perlakuan terbaik karena mampu menurunkan COD hingga 56,5 mg/l (Gambar 5). Selain itu, kombinasi SN® dan SB® memberikan rata-rata nilai COD paling rendah dari ketiga perlakuan lainnya.

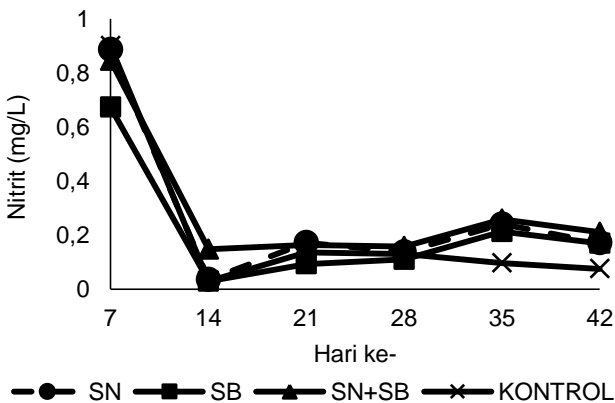
Perlakuan kombinasi SN® dan SB® sebagai perlakuan terbaik juga ditunjukkan dari tingkat kelangsungan hidup udang (Tabel 6) serta biomassa udang (Tabel 7). Perlakuan kombinasi SN® dan SB® memiliki tingkat kelangsungan hidup dan biomassa udang paling tinggi dari ketiga perlakuan lain. Tingkat kelangsungan hidup dan biomassa udang pada perlakuan SN® adalah 77,8% dan 91,90 g, SB® 80% dan 89,53 g, kombinasi SN® dan SB® 84,4% dan 102,47 g, serta kontrol adalah 64,44% dan 71,17 g. Tingkat kelangsungan hidup pada perlakuan kombinasi SN® dan SB® tinggi karena pada perlakuan tersebut memiliki kualitas air paling baik dari ketiga perlakuan lain. Dari hasil tersebut diketahui bahwa budi daya udang dengan kepadatan tinggi dapat



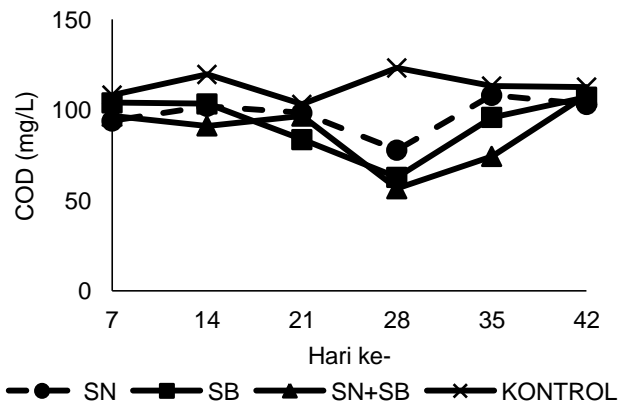
Gambar 2 Perubahan nitrat selama penelitian.



Gambar 4 Perubahan amonia selama penelitian.



Gambar 3 Perubahan COD selama penelitian.



Gambar 5 Perubahan nitrit selama penelitian.

Tabel 6 Tingkat kelangsungan hidup udang pada penelitian

Perlakuan	Ulangan	Populasi (ekor)		SR (%)	Rata-rata (%)
		Awal	Akhir		
SN	1	15	11	73,33	77,78
	2	15	12	80,00	
	3	15	12	80,00	
SB	1	15	12	80,00	80,00
	2	15	11	73,33	
	3	15	13	86,67	
SN+SB	1	15	14	93,33	84,44
	2	15	12	80,00	
	3	15	12	80,00	
Kontrol	1	15	10	66,67	64,44
	2	15	9	60,00	
	3	15	10	66,67	

Tabel 7 Biomassa udang pada penelitian

Perlakuan	Ulangan	Awal (PL 22)		Akhir (PL 64)		Rata-Rata biomassa (g)
		Rata-rata bobot/ekor (g)	Biomassa (g)	Rata-rata bobot/ekor (g)	Biomassa (g)	
SN	1	1,6	24	7,5	82,5	91,90
	2	1,5	22,5	7,8	93,6	
	3	1,6	24	8,3	99,6	
SB	1	1,6	24	7,4	88,8	89,53
	2	1,5	22,5	7,6	83,6	
	3	1,5	22,5	7,4	96,2	
SN+SB	1	1,5	22,5	7,9	110,6	102,47
	2	1,6	24	8,1	97,2	
	3	1,6	24	8,3	99,6	
Kontrol	1	1,5	22,5	7,3	73	71,17
	2	1,5	22,5	7,5	67,5	
	3	1,6	24	7,3	73	

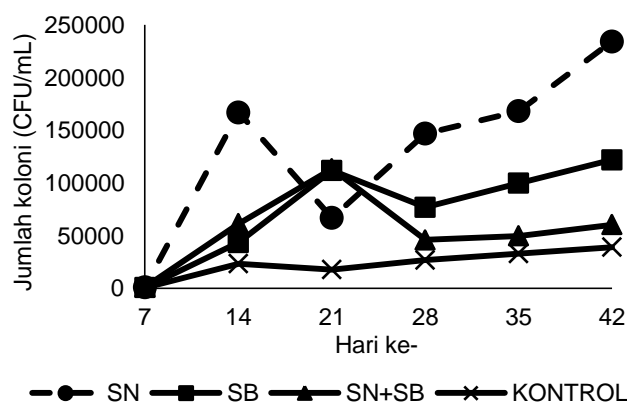
dilakukan apabila disertai dengan adanya pengelolaan kualitas air yang baik.

Kandungan bahan organik selama penelitian relatif tinggi. Kondisi ini tercermin dari tingginya nilai COD. Tingginya bahan organik dalam media juga tercermin dari jumlah total koloni bakteri yang relatif tinggi. Putra *et al.* (2014) menyebutkan bahwa terdapat hubungan positif antara total bahan organik dengan total bakteri. Sampai batas tertentu, semakin besar nilai bahan organik, semakin besar total bakteri. Bahan organik dimanfaatkan oleh bakteri sebagai sumber energi untuk pertumbuhannya.

Koloni Bakteri

Penambahan konsorsium bakteri mampu meningkatkan kualitas air pada media pemeliharaan. Pertumbuhan jumlah koloni bakteri selama penelitian disajikan pada Gambar 6. Pada akhir pengamatan bakteri SN® yang terdiri dari *Nitrobacter* sp., *Nitrosomonas* sp., dan *Bacillus* sp., memiliki jumlah total koloni paling banyak dari perlakuan lainnya, yaitu sebesar $2,5 \times 10^5$ CFU/ml. Sedangkan jumlah total koloni pada perlakuan SB®, Kombinasi SN® dan SB®, dan Kontrol masing-masing adalah $1,2 \times 10^5$, $6,0 \times 10^4$, dan $3,8 \times 10^4$ CFU/ml.

Pattukumar *et al.* 2010 menyatakan bahwa tingginya populasi bakteri menguntungkan dapat



Gambar 6 Perubahan jumlah koloni bakteri selama pengamatan.

menjaga kualitas air budi daya, mereduksi populasi *Vibrio* sp., menurunkan penyakit dan penyebab stres, serta mempercepat pertumbuhan dan meningkatkan *survival rate*. Perlakuan SN® memiliki jumlah total koloni tertinggi dari perlakuan lainnya, yaitu sebesar $2,5 \times 10^5$ CFU/ml. Menurut Moriarty (1984) *Bacillus* sp. dengan kepadatan 10^4 – 10^5 CFU/ml mampu mendesak populasi *Vibrio* sp. karena *Bacillus* sp. dapat memproduksi antibiotik yang mampu menghambat pertumbuhan *Vibrio* sp.

KESIMPULAN

Kombinasi konsorsium SN® (*Nitrosomonas* sp., *Nitrobacter* sp., dan *Bacillus* sp.) dan SB® (*Lactobacillus plantarum* dan *Bacillus* sp.) menunjukkan pengaruh terbaik dalam menjaga kualitas air tambak budi daya super intensif. Kombinasi Super-Nit® dan SuperBac® terbukti mampu menurunkan kadar amonia, nitrit, dan COD paling optimal dari ketiga perlakuan lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Altschul SF, Madden TL, Schaffer AA, Zhang J, Zhang Z, Miller W, Lipman DJ. 1997. Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database programs. *Nucleic Acids Research*. 25(7): 3389–3402. <http://doi.org/d8t8f7>
- [APHA] American Public Health Association. 2005. *Standard Method For The Examination Of Water And Waste Water. Water Pollution Control Federation*. Port City (US): APHA.
- [APHA] American Public Health Association. 2012. *Standard Method For The Examination Of Water And Waste Water. Water Pollution Control Federation*. Port City (US): APHA.
- Atjo H. 2013. Budi daya udang vaname supra-intensif Indonesia. Dipresentasikan pada Launching Budi Daya Udang Vaname Super Intensif Indonesia. Barru, 24 Okt 2013. MAI-SCI Sulawesi Selatan (ID). 4 hal.
- Badjoeri M, Widiyanto T. 2008. Penggunaan bakteri nitrifikasi untuk bioremediasi dan pengaruhnya terhadap konsentrasi amonia dan nitrit di tambak udang. *Oseanografi dan Limnologi di Indonesia*. 34(2): 261–278.
- Balcazar JL, Venderell D, de Blas I, Ruiz-Zarzuola I, Muzquiz JL, Girones O. 2008. Characterization of probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from intestinal microbiota of fish. *Aquaculture*. 278(1–4): 188–191. <http://doi.org/b4wwfx>
- Browdy CL, Bratvold D, Hopkins JS, Stokes AD, Sandifer PA. 2001. Emerging technologies for mitigation of environmental impact associated with shrimp aquaculture pond effluents. *Asian Fisheries Science*. 14: 255–265.
- De Rodriganez MAS, Diaz-Rosales P, Chabrillon M, Smidt H, Arijio S, Leon-Rubio JM, Alarcon FJ, Balebona MC, Morinigo MA, Cara JB, Moyano FJ. 2009. Effect of dietary administration of probiotics on growth and intestine functionality of juvenile Senegal sole (*Solea senegalensis*, Kaup (1858)). *Aquaculture Nutrition*. 15(2): 177–185. <http://doi.org/c424z2>
- 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.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2000. *Yearbook of fisheries statistics*. Rome (IT): FAO.
- Foon NGC. 2004. Effectiveness of *Bacillus* spp. on Ammonia reduction and Improvement of Water Quality in Shrimp Hatchery. [Thesis]. Serdang (MY): Universiti Putra Malaysia. hal.4
- Karigar CS, Rao SS. 2011. Role of microbial enzymes in bioremediation of pollutants: A review. *Enzyme Research*. 2011: 1–11. <http://doi.org/bt8kvp>
- Martoharsono S. 2006. *Biokimia 2*. Yogyakarta (ID): Gajah Mada University Press.
- Mattjik AA, Sumertajaya IM. 2006. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab Jilid 1. Edisi kedua*. Bogor (ID): IPB-Press. Hal.86.
- Moriarty DJW. 1984. Role of bacteria and meiofauna in the productivity of prawn aquaculture ponds. Proc.1st Internat.Conf. on the Culture of Penaeid Prawns/Shrimps, Dec. 4–7, Aquacul. Dept., California (US), pp: 47–64.
- Pattukumar V, Sahu MK, Murugan M, Sethubathi GV, Sivakumar K, Arul V. 2010. Population of *Vibrio parahaemolyticus* (pathogen) and *Bacillus* (beneficial bacteria) in *Penaeus monodon* (Fabricus 1798) culture. *Journal of Biological Sciences*.10(4): 142–150.
- Prabhu S, Lobelle-Rich PA, Levy LS. 1999. The FeLV-945 LTR confers a replicative advantage dependent on presence of tandem triplication. *Virology*. 263(2): 460–470. <http://doi.org/c226fq>
- Putra SJW, Nitisupardjo M, Widyorini N. 2014. Analisis hubungan bahan organik dengan total bakteri pada tambak udang intensif sistem bioflok di BBPBAP Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*. 3(3): 121–129.
- Rengpipat S, Phianphak W, Piyatiratitivorakul S, Menasveta P. 1998. Effect of probiotics on Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*) survival and growth. *Aquaculture*. 167(3–4): 301–313. <http://doi.org/b2m5fd>
- Sharmila R, Abraham TJ, Sundararaj J. 1996. Bacterial flora of semi-intensive pond reared *Penaeus indicus* and the environment. *Journal of Aquaculture in the Tropics*. 11: 193–203.
- Sombatjinda S, Boonapatcharoen N, Ruengjitchatchawalya M, Wantawin C, Withyachumnamkul B, Techkamjanaruk S. 2011. Dynamic of microbial communities in an Eathern shrimp pnd during the shrimp growing period.

- Environment and Natural Resources Research*. 1(1): 171–180. <http://doi.org/b2tn4w>
- Strickland JDH, Parson TR. 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Ottawa (CA): Fisheries Research Board of Canada.
- Wasielesky WJr, Froes C, Foes G, Krummenauer D, Lara G, Poersch L. 2013. Nursery of *Litopenaeus vannamei* reared in a biofloc system: the effect of stocking densities and compensatory growth. *Journal of Shellfish Research*. 32(3): 799–806. <http://doi.org/86b>
- Widiharih T. 2001. Analisis ragam multivariat untuk rancangan acak lengkap dengan pengamatan berulang. *Jurnal Matematika dan Komputer*. 4(3): 139–150.