

PATOGENISITAS BEBERAPA BAKTERI *Vibrio* YANG DIISOLASI DARI SEDIMEN TAMBAK TERHADAP UDANG WINDU, *Penaeus monodon*

Muliani^{*)}, Muharijadi Atmomarsono^{*)}, dan Nurhidayah^{*)}

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui tingkat patogenisitas beberapa bakteri *Vibrio* yang diisolasi dari sedimen tambak terhadap udang windu, *Penaeus monodon*. Penelitian dilakukan di Laboratorium Basah Balai Penelitian Perikanan Pantai yang meliputi beberapa tahapan kerja yaitu: (1) Isolasi dan identifikasi bakteri *Vibrio* dari sedimen tambak, (2) Perbanyakkan bakteri vibrio hasil identifikasi menggunakan *nutrient broth*, (3) Infeksi buatan dengan bakteri *V. alginolyticus*, *V. costicola*, *V. harveyi*, atau *V. mimicus* dengan kepadatan 10^2 , 10^4 , dan 10^6 cfu/mL ke dalam wadah pemeliharaan udang windu, dan (4). Pengamatan perkembangan populasi bakteri *Vibrio* dan mortalitas udang windu. Rancangan acak lengkap (RAL) dengan pola faktorial diaplikasikan dalam pengujian empat jenis *Vibrio* dan tiga kepadatan berbeda, masing-masing dengan tiga ulangan. Analisis statistik menunjukkan bahwa pada perendaman 24 jam *V. harveyi* dengan konsentrasi 10^6 cfu/mL menyebabkan kematian paling banyak ($P < 0,05$) dibandingkan perlakuan lainnya. Setelah perendaman 96 jam, kematian udang akibat perlakuan *V. harveyi* 10^4 cfu/mL tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan *V. harveyi* 10^6 cfu/mL dan *V. alginolyticus* 10^6 cfu/mL, namun berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa *V. harveyi* lebih patogen daripada *V. alginolyticus*, *V. costicola*, dan *V. mimicus*.

ABSTRACT: *Pathogenicity of vibrios isolated from pond sediments on tiger shrimp, Penaeus monodon. By: Muliani, Muharijadi Atmomarsono, and Nurhidayah.*

This experiment aimed to determini the pathogenecity of vibrios isolated from pond sediments on tiger shrimp, Penaeus monodon. This experiment was conducted in wet laboratory of the Research Institute for Coastal Fisheries including several activities i.e. (1) Isolation and identification of vibrios from pond sediments, (2) Cultivation the identified vibrios in nutrient broth medium, (3) Inoculation of 10^2 , 10^4 , and 10^6 cfu/mL of V. alginolyticus, V. costicola, V. harveyi, or V. mimicus separately in the shrimp culture media, and (4) Monitoring the population of inoculated vibrios (V. alginolyticus, V. costicola, V. harveyi, and V. mimicus) and mortality of tiger shrimp completely factorial randomized design was applied. Statistical analysis showed that mortality of the tiger shrimp after 24-h exposure with 10^6 cfu/mL of V. harveyi was significantly higher ($P < 0.05$) than those of the other treatments. After 96-h exposure, mortality of tiger shrimp in 10^4 cfu/mL of V. harveyi was not significantly different ($P > 0.05$) with that of 10^6 cfu/mL of V. harveyi or V. alginolyticus, but they were significantly different ($P < 0.05$) with the other treatments. These results showed that V. harveyi is the most pathogenic bacteria among the tested vibrios.

KEYWORDS : *Vibrio spp., pond sediment, pathogenicity, tiger shrimp*

PENDAHULUAN

Di antara beberapa permasalahan yang timbul dalam usaha budi daya udang windu adalah adanya serangan penyakit baik di panti benih maupun di tambak. Rukyani (1993) melaporkan bahwa akibat adanya serangan penyakit, hanya sekitar 40% dari seluruh areal pertambakan di Indonesia yang masih beroperasi, sehingga menimbulkan kerugian yang cukup besar. Selanjutnya dikatakan bahwa sekitar 150 milyar rupiah per tahun hilang dari areal pertambakan di Jawa Timur dan sekurang-kurangnya 300 milyar rupiah telah hilang per tahunnya dari seluruh areal pertambakan di Indonesia. Salah satu jenis penyakit yang cukup membahayakan udang

adalah vibriosis yang disebabkan oleh bakteri *Vibrio*. Masuknya bakteri *Vibrio* dalam usaha budi daya udang di tambak dapat berasal dari air laut dan benur yang digunakan. Boer *et al.* (1993) melaporkan bahwa induk yang berasal dari laut positif membawa bakteri bercahaya sehingga dapat menular pada benur (larva) dan bakteri tersebut akhirnya terbawa masuk ke tambak.

Bakteri *Vibrio* merupakan bakteri gram negatif yang berbentuk batang (*rods*), bersifat anaerobik fakultatif, katalase dan oksidase positif, dapat memfermentasi gula dan menguraikan nitrat (Lewis, 1973; Austin & Austin, 1993; Alsina & Blanch, 1994; Baumann *et al.*, 1994).

^{*)} Peneliti pada Balai Penelitian Perikanan Pantai

Jenis bakteri *Vibrio* yang ditemukan menyerang udang antara lain *V. harveyi* (Lightner, 1988 & 1992; Boer *et al.*, 1993; Jiravanichpaisal *et al.*, 1994; Atmomarsono *et al.*, 1995). Bakteri ini menyerang baik larva udang di panti-panti perbenihan maupun udang yang dibudidayakan di tambak. Penyakit yang ditimbulkan oleh bakteri ini dikenal dengan nama penyakit kunang-kunang atau penyakit udang menyala. Pada kondisi gelap, larva udang yang terserang *V. harveyi* akan bercahaya dalam tangki pemeliharaannya, sedangkan udang yang dipelihara di tambak tampak bercahaya jika air tambak diterpa angin. Selain *V. harveyi*, juga diidentifikasi jenis *Vibrio* lain yang menyerang udang di tambak, antara lain *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, dan *V. anguillarum* (Anderson *et al.*, 1988; Lightner *et al.*, 1992; Nash *et al.*, 1992; Partasasmita, 1993; Chen & Hanna, 1994; Abraham & Manley, 1995; Chanratchakool *et al.*, 1995). Udang yang terserang *Vibrio* biasanya menunjukkan gerakan yang lemah dan menyentak-nyentak, kulit karapas rusak dan berwarna coklat atau hitam, dan kadang-kadang berwarna merah di bagian ekor atau kaki renang (Rukyani, 1993).

Sedimen tambak merupakan salah satu media pertumbuhan bakteri, baik yang bermanfaat maupun yang merugikan. Pemberian pakan yang tidak terkontrol selama proses budi daya mengakibatkan akumulasi limbah organik di dasar tambak, sehingga menyebabkan terbentuknya lapisan anaerob yang menghasilkan H_2S dan bahan toksik lainnya (Anderson *et al.*, 1988). Akibatnya bakteri patogen (*Aeromonas* spp. dan *Vibrio* spp.), jamur, parasit dan virus mudah berkembang dan memungkinkan timbulnya penyakit pada udang (Austin, 1987; Lightner *et al.*, 1992; Nash *et al.*, 1992; Atmomarsono *et al.*, 1993; Madeali *et al.*, 1993; Muliani & Mangampa, 1993; Tompo *et al.*, 1993). Hasil isolasi dan identifikasi bakteri *Vibrio* spp. pada sedimen tambak mineral dan tambak tanah gambut ditemukan beberapa bakteri *Vibrio*, antara lain *Vibrio* sp., *V. alginolyticus*, *V. anguillarum*, *V. cholerae*, *V. costicola*, *V. harveyi*, *V. mimicus*, *V. nereis*, dan *V. tubiashii* (Muliani & Hanafi 1997; Muliani *et al.*, 1997). Keberadaan bakteri *Vibrio* spp. di dalam lingkungan tambak tidak akan menimbulkan penyakit, jika kualitas tanah dan air tambak dapat dipertahankan dan udang tidak dalam keadaan stres.

Tingkat patogenitas beberapa jenis bakteri *Vibrio* yang diisolasi dari air laut, udang dan air pemeliharaan larva udang telah banyak dilakukan (Lavilla-Pittago *et al.*, 1990; Karunasagar *et al.*, 1994; Prayitno & Latchford, 1995). Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui tingkat patogenitas beberapa jenis bakteri *Vibrio* spp. yang diisolasi dari sedimen tambak terhadap udang windu.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Basah Balai Penelitian Perikanan Pantai, dengan tahapan kerja sebagai berikut: Isolasi dan identifikasi bakteri *Vibrio* spp. dari sedimen tambak

Sedimen tambak diambil dengan menggunakan bor tanah berdiameter 10 cm yang di dalamnya dilengkapi dengan cincin-cincin pembatas. Sedimen dibawa ke Laboratorium Patologi Balai Penelitian Perikanan Pantai menggunakan botol sampel steril. Isolasi bakteri *Vibrio* dilakukan dengan cara mengambil 1 g sedimen yang kemudian diencerkan dengan menggunakan larutan air laut buatan (Muir & Owens, 1996). Setelah itu diinokulasikan satu mL ke dalam media TCBS (*Thiosulfate Citrate Bile Sucrose*) broth dalam *multiwell plate* 24 lubang (Muir & Owens, 1996) dan kemudian diinkubasi pada suhu 28°C selama 48 jam. Pemisahan koloni bakteri *Vibrio* dilakukan menggunakan TCBS agar dalam cawan petri, sedangkan uji karakterisasi untuk identifikasi spesies dilakukan berdasarkan metode yang dikemukakan oleh Austin (1991); Austin & Austin (1993); Alsina & Blanch (1994); Baumann *et al.*, 1994; Brock *et al.* (1994); Muir (1996a). Untuk menentukan spesies dari bakteri *Vibrio*, data hasil uji biokimia yang diperoleh diolah dengan menggunakan perangkat lunak *Fortran Computer Program* (Muir, 1996b). Isolat bakteri *Vibrio* spp. yang diperoleh diremajakan secara berkala untuk selanjutnya diuji patogenitasnya.

Perbanyakkan bakteri *Vibrio* spp.

Sebelum dilakukan perbanyakkan bakteri dalam *nutrient broth* untuk infeksi buatan ke dalam media pemeliharaan udang, dilakukan uji pendahuluan untuk pendugaan kepadatan bakteri dengan cara sebagai berikut yaitu isolat bakteri dari sedimen tambak ditumbuhkan pada media TCBS agar dalam cawan petri selama 48 jam pada suhu 28°C, kemudian diambil sebanyak 15 jarum ose dan ditumbuhkan pada *nutrient broth* volume 100 mL selama 48 jam pada suhu 28°C dengan tiga ulangan. Penghitungan populasi bakteri dalam *nutrient broth* dilakukan dengan cara pengenceran bertingkat (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , dan seterusnya), yaitu tiap 1 mL larutan bakteri diencerkan ke dalam 9 mL larutan garam fisiologis (Benson, 1985). Kemudian dari masing-masing pengenceran diambil 0,1 mL dan ditumbuhkan pada media TCBS agar dalam cawan petri selama 48 jam pada suhu 28°C. Setelah diketahui populasi bakteri dalam *nutrient broth*, maka volume suspensi bakteri dalam *nutrient broth* yang akan diinfeksi ke dalam media pemeliharaan udang windu dapat dihitung dengan menggunakan rumus pengenceran sebagai berikut:

$$N1V1 = N2V2$$

dengan :

N1 = Kepadatan populasi bakteri *Vibrio* dalam *nutrient broth*

V1 = Volume suspensi bakteri *Vibrio* dalam *nutrient broth* yang dibutuhkan

N2 = Kepadatan populasi bakteri yang dikehendaki

V2 = Volume media air dalam wadah pemeliharaan udang windu

Infeksi buatan bakteri *Vibrio* ke dalam wadah pemeliharaan udang windu

Stoples yang berkapasitas 3 L sebanyak 39 buah digunakan sebagai wadah penelitian. Setiap stoples diisi air laut bersalinitas 25 ppt sebanyak 2 L yang telah disterilkan dengan kaporit 150 mg/L dan dinetralsisir dengan Natrium Tiosulfat 75 mg/L. Pada setiap stoples ditebarkan 10 ekor udang windu PL 45 sebagai hewan uji. Infeksi bakteri terhadap benur windu dilakukan dengan cara perendaman (Hameed, 1995). Bakteri *V. alginolyticus*, *V. costicola*, *V. harveyi*, dan *V. mimicus* yang diisolasi dari sedimen tambak diuji patogenisitasnya terhadap udang windu dengan kepadatan 10^2 , 10^4 , dan 10^6 cfu/mL, masing-masing dengan tiga ulangan.

Pengamatan perkembangan populasi bakteri dan mortalitas udang windu, *P. monodon*

Perkembangan populasi bakteri *Vibrio* dalam air media pemeliharaan udang pada setiap perlakuan diamati setiap 24 jam hingga 96 jam perendaman. Sedangkan mortalitas udang windu diamati sejak diinfeksi dengan bakteri *Vibrio* hingga 96 jam perendaman. Data mortalitas udang yang diperoleh dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan bantuan perangkat lunak "Statistik versi 3".

HASIL DAN BAHASAN

Identifikasi Bakteri *Vibrio* pada Sedimen Tambak

Keempat jenis bakteri *Vibrio* spp. yang digunakan dalam penelitian ini merupakan bakteri yang diisolasi dari sedimen tambak udang. Hasil identifikasi secara biokimiawi menunjukkan bahwa keempat jenis bakteri tersebut adalah *V. alginolyticus*, *V. costicola*, *V. harveyi*, dan *V. mimicus*. Hasil uji biokimiawi dari masing-masing jenis bakteri *Vibrio* tersebut disajikan pada Tabel 1. Dari Tabel tersebut terlihat bahwa masing-masing jenis bakteri mempunyai sifat biokimiawi yang berbeda satu sama lain. Beberapa strain (galur) dari *V. harveyi* mampu mereduksi lisin

dan ornitin, tetapi tidak terhadap arginin, menghasilkan asam dari kellobiosa, glukosa, sukrosa dan dapat mereduksi nitrat dengan Voges-Proskauer (VP) negatif (Austin & Austin, 1993). Selanjutnya dikatakan bahwa di antara strain dari *V. alginolyticus* ada yang mampu menghasilkan H_2S , indol, ornitin dekarboksilase, dan Voges-Proskauer positif. Alsina & Blanch (1994) melaporkan bahwa beberapa strain *V. costicola* mampu memproduksi arginin, Voges-Proskauer positif dan mampu mereduksi nitrat, sedangkan strain *V. mimicus* beberapa di antaranya memproduksi lisin dan dapat tumbuh pada suhu $40^\circ C$ dengan indol positif tetapi Voges-Proskauer negatif, dan dapat mereduksi nitrat.

Uji perbanyakkan bakteri *Vibrio*

Hasil uji pendahuluan terhadap perbanyakkan bakteri *V. alginolyticus*, *V. costicola*, *V. harveyi*, dan *V. mimicus* menggunakan media *nutrient broth* 100 mL yang diinkubasi selama 48 jam pada suhu $28^\circ C$ masing-masing mencapai kepadatan 109, 109, 108, dan 109 cfu/mL. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi yang sama perkembangan populasi bakteri *V. harveyi* lebih lambat dibanding ketiga bakteri *Vibrio* lainnya.

Perkembangan populasi bakteri *Vibrio* dalam wadah pemeliharaan udang windu

Perkembangan bakteri *V. harveyi* dalam wadah pemeliharaan udang windu disajikan pada Gambar 1. Pada gambar tersebut terlihat bahwa pada 24 jam pertama dengan konsentrasi inokulum 10^2 cfu/mL, *V. harveyi* memperlihatkan perkembangan populasi yang lebih lambat ($5,5 \times 10^5$ cfu/mL) dibanding dengan ketiga jenis *vibrio* lainnya yaitu *V. alginolyticus* ($1,0 \times 10^6$ cfu/mL), *V. costicola* ($1,2 \times 10^6$ cfu/mL), dan *V. mimicus* ($1,0 \times 10^6$ cfu/mL). Dari gambar tersebut terlihat pula bahwa populasi bakteri meningkat pada hari pertama, tetapi cenderung menurun setelah hari ke dua dan ke tiga dan meningkat lagi pada hari ke empat. Hal ini sesuai dengan pendapat Atmomarsono *et al.* (1995) yang mengatakan bahwa pergantian air tambak yang menggunakan air tandon dianjurkan setelah air ditandon selama tiga hari. Hal ini disebabkan populasi bakteri akan menurun setelah tiga hari ditampung dalam petak tandon.

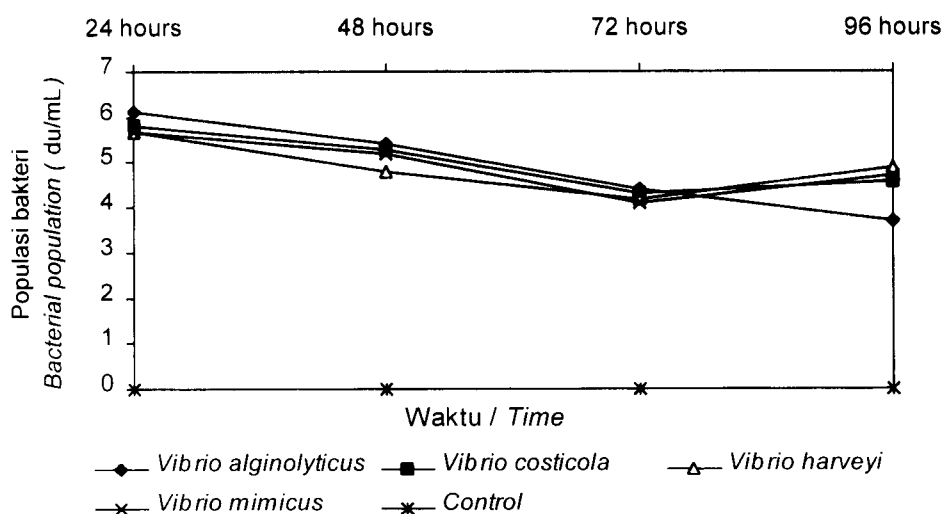
Mortalitas udang windu

Hasil pengamatan terhadap mortalitas udang windu yang diinfeksi dengan beberapa jenis bakteri *Vibrio* dapat dilihat pada Tabel 2. Pada Tabel tersebut terlihat bahwa pada perendaman 24 jam dengan kepadatan 10^2 dan 10^4 cfu/mL, keempat jenis bakteri belum menyebabkan kematian yang berbeda

Tabel 1. Hasil uji biokimiawi bakteri *Vibrio* yang digunakan sebagai bioindikator

Table 1. Biochemical test of vibrios used as bioindicator

Tes Biokimiawi (Biochemical test)	Jenis Bakteri (Kind of Bacteria)			
	<i>V. alginolyticus</i>	<i>V. costicola</i>	<i>V. Harveyi</i>	<i>V. mimicus</i>
Swarming	-	±	+	-
Luminescence	-	-	-	-
VP test	+	-	-	-
Arginine dihydrolase	-	+	-	-
Gas from glucose	-	-	-	-
Growth at 40°C	+	-	+	+
Lysine decarboxylase	+	-	+	+
Pigmentation	±	±	±	±
Amylase	+	-	+	+
Sucrose	+	+	+	-
Indole	-	-	-	-
Ornithine decarboxylase	+	-	+	+
Putriscine	-	-	-	-
Ethanol	-	-	-	-
Serine	+	-	-	-
Heptanoate	+	-	+	+
Xanthine	-	-	-	-
Aminobutyrate	-	-	-	-
L-Arabinose	-	-	-	-
D-Cellobiose	+	-	+	+
Glucuronate	±	±	±	±
Alfa-ketoglutarate	-	-	-	-
L-alanine	+	+	+	+
Leucine	+	+	-	+
Propionate	+	+	+	+



Gambar 1. Perkembangan populasi bakteri dalam wadah pemeliharaan udang windu *P. monodon* selama 96 jam

Figure 1. The growth of bacteria population of tiger shrimp *P. monodon* in cultured medium during 96 hours

($P > 0,05$) dengan kontrol. Tetapi pada kepadatan 10^6 cfu/mL *V. harveyi* telah menyebabkan kematian lebih banyak ($P < 0,05$) dibanding perlakuan yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa *V. harveyi* yang digunakan dalam penelitian ini lebih bersifat patogen dibanding dengan *V. alginolyticus*, *V. costicola*, dan *V. mimicus*. Uji patogenisitas bakteri *V. harveyi* terhadap udang windu dengan metode penyuntikan yang dilakukan oleh Jiravanichpaisal *et al.* (1994) menyebabkan kematian udang 80% setelah 24 jam.

Pada masa perendaman 48 jam dengan kepadatan 10^2 dan 10^4 , *V. alginolyticus*, *V. costicola*, dan *V. mimicus* belum menyebabkan kematian yang berbeda ($P > 0,05$), tetapi ketiganya nyata kurang patogen ($P < 0,05$) bila dibandingkan dengan *V. harveyi* pada kepadatan 10^6 cfu/mL yang telah mematikan 53,3% udang uji. Tingkat kematian udang tersebut masih relatif lebih rendah dibandingkan yang dilaporkan oleh Lavilla-Pitogo (1990) dan Prayitno & Latchford (1995) masing-masing sebesar 69,0% dan 51,5% dengan kepadatan bakteri 10^3 cfu/mL dan masa perendaman 48 jam. Hal ini menunjukkan bahwa dengan kepadatan 10^3 cfu/mL *Vibrio harveyi* sudah patogen terhadap udang windu, sementara ketiga jenis *Vibrio* lainnya belum tergolong patogen.

Seperti halnya pada masa perendaman 24 dan 48 jam, pada perendaman 72 jam *V. alginolyticus*, *V. costicola*, dan *V. mimicus* belum menyebabkan

kematian yang berbeda nyata ($P < 0,05$) untuk semua tingkat kepadatan. Pada kepadatan 10^4 cfu/mL, *V. harveyi* menyebabkan kematian yang lebih banyak ($P < 0,05$) dibandingkan dengan *V. alginolyticus* (10^2 cfu/mL), *V. costicola* (10^2 dan 10^4 cfu/mL), *V. harveyi* (10^2 cfu/mL), serta kontrol. Sedangkan kematian udang windu pada kepadatan *V. harveyi* 10^6 cfu/mL berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan lainnya, dengan kematian udang telah mencapai 93,3%.

Pada perendaman 96 jam, *V. alginolyticus* dengan kepadatan 10^6 cfu/mL, menyebabkan kematian sebesar 50%, sedangkan *V. harveyi* pada kepadatan 10^4 dan 10^6 cfu/mL telah menyebabkan kematian masing-masing sebesar 66,7% dan 100%. Karunasagar *et al.* (1994) mengemukakan bahwa pada kepadatan 10^6 cfu/mL, *V. harveyi* yang diisolasi dari air laut dan tangki pemeliharaan larva udang windu menyebabkan kematian terhadap *post larva* udang windu masing-masing sebesar 90% dan 100% setelah hari ke lima.

Secara statistik kematian udang uji oleh *V. alginolyticus* dengan kepadatan 10^6 cfu/mL dan *V. harveyi* dengan kepadatan 10^4 cfu/mL adalah tidak berbeda nyata ($P > 0,05$), sedangkan pada kepadatan yang sama, *V. harveyi* nyata lebih patogen ($P < 0,05$) dari pada *V. alginolyticus*, *V. costicola*, dan *V. mimicus*. Dua jenis *Vibrio* terakhir bahkan dapat dikatakan tidak patogen terhadap udang windu PL45

Tabel 2. Rata-rata tingkat kematian udang windu *P. monodon* selama 96 jam perendaman
Table 2. Average mortality rate (%) of tiger shrimp *P. monodon* during 96 hour incubation

Perlakuan Treatments	Awal penebaran (ekor) Stocking density (pcs)	Lama Perendaman (incubation time)			
		24 jam 24 hours	48 jam 48 hours	72 jam 72 hours	96 jam 96 hours
<i>V. alginolyticus</i>					
10^2 cfu/mL	30	0 (0.0 ^c)	2 (6.7 ^{bc})	2 (6.7 ^c)	3 (10.0 ^d)
10^4 cfu/mL	30	0 (0.0 ^c)	(3.3 ^c)	4 (13.3 ^{bc})	7 (23.3 ^{cd})
10^6 cfu/mL	30	2 (6.7 ^b)	5 (16.7 ^{bc})	9 (30.0 ^b)	15 (50.0 ^{bc})
<i>V. Costicola</i>					
10^2 cfu/mL	30	2 (6.7 ^b)	4 (13.3 ^b)	4 (13.3 ^{bc})	5 (16.7 ^{cd})
10^4 cfu/mL	30	0 (0.0 ^c)	0 (0.0 ^c)	2 (6.7 ^c)	5 (16.7 ^{cd})
10^6 cfu/mL	30	0 (0.0 ^c)	2 (6.7 ^c)	5 (16.7 ^c)	5 (16.7 ^{cd})
<i>V. harveyi</i>					
10^2 cfu/mL	30	1 (3.3 ^{bc})	2 (6.7 ^{bc})	3 (10.0 ^{bc})	4 (13.3 ^d)
10^4 cfu/mL	30	2 (6.7 ^b)	5 (20.0 ^b)	9 (30.0 ^b)	20 (66.7 ^{cd})
10^6 cfu/mL	30	0 (0.0 ^a)	16 (53.3 ^a)	28 (93.3 ^a)	30 (100 ^a)
<i>V. mimicus</i>					
10^2 cfu/mL	30	0 (0.0 ^c)	0 (0 ^c)	1 (3.3 ^c)	2 (6.7 ^d)
10^4 cfu/mL	30	0 (0.0 ^c)	0 (0 ^c)	1 (3.3 ^c)	4 (13.3 ^{cd})
10^6 cfu/mL	30	0 (0.0 ^c)	1 (3.3 ^c)	3 (10.0 ^{bc})	7 (23.3 ^{cd})
Kontrol (Control)	30	0 (0.0 ^c)	0 (0 ^c)	2 (6.7 ^c)	3 (10.0 ^c)

Angka dalam kolom diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)

Values in brackets followed by the same superscript in the same column are not significantly different ($P > 0.05$).

dalam perendaman selama 96 jam, dengan kematian yang ditimbulkannya tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dengan kontrol (Tabel 2).

KESIMPULAN

1. Dengan kepadatan bakteri dan masa perendaman yang sama didapatkan bahwa *V. harveyi* tergolong lebih patogen daripada *V. alginolyticus*, *V. costicola*, dan *V. mimicus*.
2. Tingkat kematian udang windu yang diinfeksi dengan *V. harveyi* 10^6 cfu/mL pada masa perendaman 24 jam lebih tinggi ($P<0,05$) daripada perlakuan yang lainnya.
3. *V. alginolyticus* patogen terhadap udang windu pada kepadatan 10^6 cfu/mL dengan masa perendaman 48 jam atau 10^4 cfu/mL dengan masa perendaman 96 jam.
4. *V. costicola* dan *V. mimicus* yang berasal dari sedimen tambak tergolong bakteri yang tidak patogen terhadap udang windu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada Sdri. Nurjanna dan Nurbaya atas bantuan mereka dalam pelaksanaan penelitian di Laboratorium Patologi Balai Penelitian Perikanan Pantai, Maros.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, T.J., and R. Manley. 1995. Luminous and nonluminous *Vibrio harveyi* associated with shell diseases in cultured *Penaeus indicus*. *J. Aqua. Trop.* (10):273-276.
- Alsina, M. and A.R. Blanch. 1994. A set of keys for biochemical identification of environmental *Vibrio* species. *J. Applied Bacteriology* (76):79-85.
- Anderson, I.G., M.N. Shamsuddin, M. Shariff, and G. Nash. 1988. Bacterial septicemia in juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*, cultured in Malaysian brackishwater ponds. *Asian Fisheries Science* 2:93-108.
- Atmomarsono, M., Muliani, dan S. Ismawati. 1995. Prospek penggunaan tandon pada budi daya udang windu. *Makalah disajikan pada Ekspose Hasil Penelitian di Instalasi Pengkajian Teknologi Pertanian Wonocolo, Surabaya Tanggal 3-4 Juli 1995*. 10 pp.
- Atmomarsono, M., M.I. Madeali, Muliani, dan A. Tompo. 1993. Kasus penyakit udang windu di Kabupaten Pinrang. *Dalam Hanafi, A., M. Atmomarsono, dan S. Ismawati (Eds). Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Budi Daya Pantai, Maros 16-19 Juli 1993*. p.35-40.
- Austin, B. 1987. *Marine Microbiology*. Cambridge University Press. Cambridge. 222 pp.
- Austin, B. 1991. *Methods in Aquatic Bacteriology*. John Wiley and Sons. Chichester. New York. Brisbane. Toronto. Singapore. 425 pp.
- Austin, B. and D. A. Austin. 1993. *Bacterial Fish Pathogens. Disease in Farmed and Wild Fish*. Second edition. New York. London. Toronto. Sydney. Tokyo. Singapore. 384 pp.
- Baumann, P., A. L. Furniss, and J. V. Lee. 1994. Facultative anaerobic gram negative rods. In J. G. Holt, N. R. Krieg, P. H. A. Sneath, J. T. Staley, and S. T. Wilkins (Eds.), *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Ninth Edition. The William and Wilkins, Baltimore, Maryland, USA. p.175-289.
- Benson, H. J. 1985. *Microbiological Applications: A Laboratory Manual in General Microbiology*. Fourth Edition. Wm. C. Brown Publishers. Dubuque, Iowa. 450 pp.
- Boer, D. R., Zafran, and T. Ahmad. 1993. Penanggulangan penyakit udang windu (*Penaeus monodon*) di panti benih. *Dalam Hanafi, A., M. Atmomarsono, dan S. Ismawati (Eds.), Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Maros. 16-19 Juli 1993*. p.9-12.
- Brock, T. D., M. T. Madigan, J.M. Martinko, and J. Parker. 1994. *Biology of Microorganism*. Seventh Edition. Prentice Hall International, Inc. 909pp.
- Chanratchakool, P., J. F. Turnbull, S. F. Smith, and C. Limsuwan. 1995. *Health Management in Shrimp Ponds. 2nd Edition*. Aquatic Animal Health Research Institute. Department of Fisheries. Kasetsart University Campus. Bangkok. 111 pp.
- Chen, D. and P. J. Hanna. 1994. Immunodetection of specific *Vibrio* bacteria attaching to tissue of the giant tiger prawn *Penaeus monodon*. *Dis. Aqua. Org.*, 20:159-162.
- Hameed, A.S.S. 1995. Susceptibility of three *Penaeus* sp. to a *Vibrio campbelli*-like bacterium. *J. World Aqua. Soc.*, 26 (3):315-319.
- Jiravanichpaisal, P. T., T. Miyasaki, and C. Limsuwan. 1994. Histopathology, biochemistry, and pathogenicity of *Vibrio harveyi* infecting black tiger prawn *Penaeus monodon*. *J. Aqua. Animal Health*, 6:27-33.
- Karunasagar, I., R. Pai, G.R. Malathi, and I. Karunasagar. 1994. Mass mortality of *Penaeus monodon* larvae due to antibiotic-resistant *Vibrio harveyi* infection. *Aquaculture* (128):203-209.
- Lavilla-Pitogo, C.R., C. L. Baticados, E.R. Cruz-Lacierda, and L. D. de la Pena. 1990. Occurrence of luminous bacterial disease of *Penaeus monodon* larvae in the Philippines. *Aquaculture* (91):1-13.
- Lewis, D. 1973. Predominant aerobic bacteria of fish and shellfish. Texas A & M University, *Sea Grant Publ.* No. 401.102pp.
- Lightner, D.V. 1988. *Vibrio* disease of penaeid shrimp. In Sindermann, C.J. and D.V. Lightner (Eds.), *Disease Diagnosis And Control In North American Marine Aquaculture. 2nd Edition*. Elsevier. Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo. p.42-47.

- Lightner, D.V., T.A. Bell, R.M. Redman, L.L. Mohley, J.M. Natividad, A. Rukyani, and A. Poernomo. 1992. A review of some major diseases of economic significant on penaeid prawns/shrimps of the Americas and Indopacific. In Shariff, I. N., R.P. Subasinghe, and R.J. Arthur (Eds.), *Diseases in Asian Aquaculture*. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila. Philippines. p.57-80.
- Madeali, M.I., M. Atmomarsono, A. Tompo, dan Muliani. 1993. Studi kasus penyebab kematian udang windu, *Penaeus monodon* di tambak intensif. *J. Penelitian Budidaya Pantai*, 9 (4):23-28.
- Muir, P. 1996a. *Media Used in Vibrio and Photobacterium Identification*. Department of Microbiology, Biomedical and Tropical Veterinary Sciences. James Cook University of North Queensland. Australia. 7 pp.
- Muir, P. 1996b. *Identification of Vibrio and Pseudomonas Bacteria*. Department of Microbiology, Biomedical and Tropical Veterinary Sciences. James Cook University of North Queensland. Australia. 6 pp.
- Muir, P. and L. Owens. 1996. *Sampling for Sulphur-Cycle Bacteria of Sediment*. Department of Microbiology, Biomedical and Tropical Veterinary Sciences. James Cook University of North Queensland. Australia. 7 pp.
- Muliani dan M. Mangampa. 1993. Identifikasi parasit pada budi daya udang, *Penaeus monodon*. Dalam Hanafi, A., M. Atmomarsono, dan S. Ismawati (Eds.). *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Maros 16-19 Juli 1993*. p.31-34.
- Muliani, M. Atmomarsono, M.I. Madeali, T. Ahmad, dan A. Hanafi. 1997. Kelimpahan dan komposisi jenis bakteri *Vibrio* pada sedimen tambak. *Laporan Hasil Penelitian*. Balai Penelitian Perikanan Pantai. 10 pp.
- Muliani dan A. Hanafi. 1997. Identifikasi dan karakterisasi organisme pada tambak tanah gambut. *Prosiding II Seminar Nasional Biologi XV*. Perhimpunan Biologi Indonesia Cabang Lampung dan Universitas Lampung. Bandar Lampung. p.470-475.
- Nash, G., C. Nithimathachoke, C. Tungmandi, A. Arkarjamorn, P. Prathampipat, and P. Ruamthaveesud. 1992. Vibriosis and its control in pond-reared *Penaeus monodon* in Thailand. In Shariff, I. N., R.P. Subasinghe, and R.J. Arthur (Eds.), *Diseases in Asian Aquaculture*. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila. Philippines. p.143-150.
- Partasasmita, S. 1993. Hama dan penyakit udang. *Warta Baliidita* 5(1):31-32.
- Prayitno, S.B. dan J.W. Latchford. 1995. Experimental infections of crustaceans with luminous bacteria related to *Photobacterium* and *Vibrio*. Effect of salinity and pH on infectiousity. *Aquaculture*, (135):105-112.
- Rukyani, A. 1993. Penanggulangan penyakit udang windu, *Penaeus monodon*. Dalam Hanafi, A., M. Atmomarsono, dan S. Ismawati (Eds.). *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Maros 16-19 Juli 1993*. p.1-8.
- Tompo, A., M. Atmomarsono, M.I. Madeali, dan Muliani, 1993. Prevalensi dan intensitas ektoparasit pada udang windu, *Penaeus monodon* di tambak Sulawesi Selatan. *J. Penel. Budidaya Pantai*. 9 (3):111-118.