

PENGARUH PEMBERIAN SUKROSA SEBAGAI SUMBER KARBON DAN PROBIOTIK TERHADAP DINAMIKA POPULASI BAKTERI DAN KUALITAS AIR MEDIA BUDIDAYA UDANG VANAME, *Litopenaeus vannamei*

Effect of Sucrose as Carbon Source and Probiotic Administrations on Bacterial Population Dynamic and Water Quality in White Shrimp, *Litopenaeus vannamei* Culture

Sukenda, P. Hadi dan E. Harris

*Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Institut Pertanian Bogor, Kampus Darmaga, Bogor 16680*

ABSTRACT

Disinfection and nutrient enrichment prior stocking of post larvae in the pond will be affected on the growth and composition of microbe. Attention should be taken to some factors related to deterministic and stochastic factors of aquaculture environment in order to develop microbe community. This study was performed to determine effect of sucrose and probiotic supplementation to shrimp culture pond on water quality profile and population dynamic on shrimp culture media. The treatments were supplementation of sucrose as carbon source, probiotic, and sucrose + probiotic into 25 L culture medium containing white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Shrimp were fed commercial diet containing 30% protein by 5% body weight every day. The result of study showed that bacterial population was increased by increasing time of shrimp rearing. Increased of bacterial population was contrary to DO value. Bacteria grew was heterotroph and vibrio that its intensity varied during experiment. Supplementation of sucrose supported proliferation of bacteria including heterotroph, probiotic and vibrio groups. Specifically, interaction between probiotic bacteria and vibrio was also found. The presence of probiotic bacteria showed a negative impact on vibrio population. Further, development of bacteria in general was also implicated to fluctuation of ammonia concentration in pond.

Keywords: carbon, sucrose, probiotic, white shrimp, *Litopenaeus vannamei*

ABSTRAK

Kegiatan disinfeksi dan pengkayaan nutrisi sebelum penebaran PL akan mempengaruhi pola pertumbuhan dan komposisi mikroba di tambak. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan komunitas mikroba adalah faktor-faktor *deterministic* dan *stochastic* masing-masing lingkungan budidaya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian bahan berkarbon (sukrosa) dan probiotik di tambak terhadap profil kualitas air serta dinamika populasi pada perairan budidaya. Pada penelitian ini dilakukan penambahan sumber karbon (sukrosa), penambahan probiotik dan penambahan sukrosa + probiotik pada masing-masing wadah yang berisi 25 liter air dan udang Vanamei, *Litopenaeus vannamei*. Pakan yang diberikan berupa pellet komersial dengan kadar protein 30% setiap hari sebanyak 5% dari biomassa awal. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa populasi bakteri pada media budidaya meningkat seiring dengan bertambahnya waktu pemeliharaan. Peningkatan jumlah populasi bakteri ini diikuti oleh semakin menurunnya nilai DO secara umum. Selain bakteri heterotrof, tumbuh juga bakteri golongan *Vibrio* dengan persentase kemunculan yang berbeda pada setiap perlakuan. Penambahan sukrosa dalam media budidaya mendukung proliferasi bakteri secara umum, heterotrof, probiotik dan golongan *Vibrio*. Secara spesifik, timbul juga interaksi antara bakteri probiotik dengan bakteri *Vibrio*. Tumbuhnya bakteri probiotik berimplikasi negatif terhadap populasi *Vibrio*. Selain itu pertumbuhan bakteri secara umum juga berimplikasi terhadap fluktuasi kadar amonia perairan.

Kata kunci : karbon, sukrosa, probiotik, udang vaname, *Litopenaeus vannamei*

PENDAHULUAN

Dalam budidaya ikan, kegiatan disinfeksi sebelum penebaran serta pengkayaan nutrisi perairan budidaya dan pemberian pakan akan mempengaruhi pola pertumbuhan dan komposisi mikroba didalamnya. Hal ini mengakibatkan pengendalian kondisi optimum komunitas mikroba pada sistem budidaya intensif menjadi sulit. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan komunitas mikroba adalah faktor-faktor *deterministic* dan *stochastic* masing-masing lingkungan budidaya yang berbeda (Verschuere *et al.*, 2000).

Faktor-faktor *deterministic* akan mempengaruhi perkembangan mikroba dalam sistem akuakultur seperti salinitas, suhu, oksigen dan jumlah serta kualitas pakan yang diberikan. Kombinasi dari faktor-faktor lingkungan tersebut akan membentuk suatu habitat terbatas yang akan menyeleksi relung mikroba yang mampu untuk hidup dan berproliferasi. Perkembangan komunitas mikroba dalam sistem akuakultur juga terpengaruh oleh faktor-faktor *stochastic*, yaitu kesempatan yang dimiliki oleh suatu organisme untuk berada dalam waktu dan saat yang tepat untuk masuk dan berproliferasi pada lingkungan yang mendukung (Moriarty, 1999).

Sudah banyak pihak yang mulai merasa perlu mengembangkan kontrol biologis berkaitan dengan munculnya degradasi kualitas perairan dan penyakit yang menjadi hambatan utama dalam produksi akuakultur. Munculnya strain-strain bakteri resisten antibiotik dan peraturan yang membatasi penggunaan antibiotik serta beberapa bahan kimia. Oleh karena itu diperlukan alternatif untuk mengatasi masalah tersebut.

Penambahan karbon untuk mendukung pertumbuhan bakteri *indigenous* perairan telah banyak dilakukan untuk mengurangi jumlah amonia dalam perairan dan berpotensi sebagai sumber protein alternatif. Namun masalah akan timbul saat konsumsi oksigen perairan akan meningkat dan bakteri patogen tumbuh sehingga dapat menginfeksi organisme budidaya. Untuk mengatasi masalah patogen tersebut telah dikembangkan beberapa bakteri probion

yang diintroduksi dalam perairan. Umumnya bakteri probion ini dimanfaatkan untuk mereduksi atau menghambat pertumbuhan beberapa bakteri patogen tertentu setelah sebelumnya diuji secara *in vitro* terlebih dahulu. Probiotik juga bermanfaat dalam bioremediasi lingkungan perairan budidaya.

Efektivitas dari penggunaan probiotik akan meningkat seiring dengan kemampuan hidup dan proliferasi probion tersebut pada lingkungan. Hal tersebut memungkinkan adanya ketidaksesuaian kondisi lingkungan yang cocok untuk bakteri hidup dengan lingkungan barunya. Munculnya beragam produk probiotik yang diproduksi secara massal memerlukan studi mengenai efektivitasnya berkaitan dengan faktor-faktor *deterministic* dan *stochastic*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian bahan berkarbon (sukrosa) dan probiotik dalam suatu lingkungan budidaya terhadap profil kualitas air serta dinamika populasi bakteri total dan *Vibrio* yang terdapat dalam perairan budidaya.

BAHAN DAN METODE

Pemeliharaan udang uji

Pemeliharaan udang uji dilakukan pada akuarium berukuran 50×35×40 cm³ yang diisi air laut sebanyak 25 liter dengan kepadatan 9 ekor/akuarium. Pakan sebanyak 1,25 gram diberikan setiap hari yang dibagi dalam 5 kali pemberian (pukul 07.00, 11.00, 15.00, 19.00, dan 22.00). Pakan yang diberikan berupa pelet komersil yang mengandung protein 30%. Pakan diberikan dalam jumlah yang sama selama 25 hari masa pemeliharaan.

Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Kontrol, tanpa pemberian sukrosa maupun probiotik
2. Penambahan karbon, penambahan sukrosa sebanyak 0,45 gram setiap hari pada media pemeliharaan.
3. Penambahan probiotik, penambahan probiotik sebanyak 5 ppm dilakukan setiap 4 hari kedalam media pemeliharaan.

Probiotik yang diberikan adalah *Bacillus* sp. yang telah dikultur dalam media SWC cair sehari sebelumnya.

4. Penambahan probiotik dan karbon, penambahan sukrosa sebesar 0,45 gram dilakukan setiap hari, sedangkan penambahan probiotik *Bacillus* sp. dilakukan setiap 4 hari dengan dosis 5 ppm

Penambahan karbon

Proses intesifikasi mikroba dilakukan dengan penambahan sukrosa (gula tebu) pada media pemeliharaan udang sesuai perhitungan yang dilakukan oleh Avnimelech (1999). Kontrol akumulasi nitrogen inorganik pada tambak didasarkan pada proses immobilisasi nitrogen oleh mikroba. Bakteri dan mikroorganisme lain menggunakan karbohidrat (gula, pati dan selulosa) sebagai makanan untuk menghasilkan energi dan tumbuh melalui pembentukan protein dan sel-sel baru (Avnimelech, 1999).

C organik \rightarrow CO₂ + energi + C yang terasimilasi dalam sel mikroba

Persentase karbon yang terasimilasi berkaitan dengan metabolisme karbon pakan sering diidefinisikan sebagai Efisiensi konversi mikroba (E) yang berkisar antara 40 – 60% (Paul dan van Veen, 1978; Gaudy dan Gaudy, 1980 dalam Avnimelech *et al.*, 1994). Selain karbon, bakteri juga memerlukan nitrogen sebagai penyusun utama protein. Bersama karbon, nitrogen inorganik akan diimmobilisasi menjadi sel-sel mikroba. Proses ini merupakan peristiwa mendasar yang terjadi hampir pada semua jenis bakteri.

Dari persamaan di atas, penambahan karbon yang diperlukan untuk menggeser nitrogen inorganik sehingga menjadi mikroba dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\Delta C_{mik} = \Delta CH \times \%C \times E$$

Keterangan ;

- ΔC_{mik} : jumlah karbon yang terasimilasi oleh mikroba
 %C : kandungan karbon dari bahan sumber karbon yang ditambahkan (biasanya 50%)
 E : efisiensi konversi mikroba.

Jumlah nitrogen yang diperlukan untuk pembentukan sel baru tergantung pada C/N rasio bakteri (bakteri heterotrof 4,3).

$$\begin{aligned} \Delta N &= \Delta C_{mik} / [C/N]_{mik} \\ &= (\Delta CH \times \%C \times E) / [C/N]_{mik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta CH &= \Delta N / \%C \times (E / [C/N]_{mik}) \\ &= \Delta N / 0,5 \times (0,5 / 4,3) \\ &= \Delta N / 0,05814 \end{aligned}$$

Keterangan:

- ΔN : jumlah nitrogen yang diperlukan untuk pembentukan sel baru
 ΔCH : jumlah sumber karbon yang harus ditambahkan

Secara umum, N yang masuk ke perairan dari sisa pakan, degradasi bakteri maupun ekskresi ikan adalah 50% dari nitrogen pakan.

$$\begin{aligned} \Delta CH &= \text{pakan} \times \%N \text{ pakan} \times \%N \text{ ekskresi} \\ &= \text{pakan} \times 0,0465 \times 0,5 / 0,05814 \\ &= \text{pakan} \times 0,3999 \end{aligned}$$

Asumsi:

1. Kadar protein Pakan 30%
2. Efisiensi konversi mikroba 50%
3. jumlah karbon dalam sumber karbon 50%
4. C/N rasio bakteri heterotrof (target) 4,3

Dengan demikian sukrosa yang diberikan adalah 0,399 kali jumlah pakan. Sebelum diberikan, sukrosa dilarutkan dalam air laut terlebih dahulu untuk meratakan distribusinya.

Pembuatan dan pemberian probiotik

Bakteri probiotik diperoleh dari isolat murni bakteri *Bacillus* sp. yang biasa digunakan pada tambak udang vannamei intensif. Sebanyak 2 ose bakteri probiotik dibiakkan dalam 25 ml SWC cair dan diinkubasi selama 24 jam pada inkubator goyang (25 °C). Sebelum dimasukkan ke media pemeliharaan, probiotik sebanyak 5 ppm diencerkan terlebih dahulu menggunakan air media pemeliharaan agar distribusinya lebih merata. Dosis yang diberikan dari awal sampai akhir penelitian adalah sama.

Inokulasi dan penghitungan bakteri

Pengambilan sampel air untuk inokulasi bakteri total dan golongan *Vibrio* dilakukan setiap 4 hari sesaat sebelum pemberian probiotik. Air sampel diambil dari badan air dengan sedikit pengadukan secara perlahan menggunakan botol film. Setelah itu dilakukan pengenceran berseri dan bakteri diinokulasi secara duplo pada pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} dan 10^{-4} . Sedangkan inokulasi bakteri golongan *Vibrio* dilakukan pada pengenceran 10^{-1} dan 10^{-2} . Hasil inokulasi dari pengenceran sampel pertama digunakan sebagai acuan pengenceran pada pengambilan sampel selanjutnya.

Pengamatan udang uji dan kualitas air

Selama masa pemeliharaan dilakukan pengumpulan data berkaitan dengan profil bakteri (bakteri total dan golongan *Vibrio*), kualitas air (TAN dan amonia nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$), DO, pH, suhu dan salinitas) serta beberapa parameter penunjang lain seperti tingkat kelangsungan hidup dan *Food Conversion Ratio* (FCR). Pengambilan sampel air dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel air untuk pemeriksaan bakteri yaitu setiap 4 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

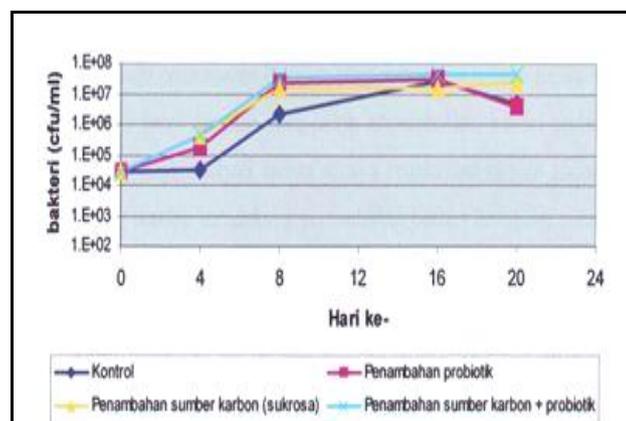
Dinamika populasi bakteri total

Jumlah total bakteri heterotropik yang hidup pada kolom air cenderung meningkat dengan semakin bertambahnya waktu pemeliharaan. Berdasarkan analisa ragam

pada selang kepercayaan 95%, laju pertumbuhan semua perlakuan berbeda nyata dengan kontrol. Populasi bakteri masing-masing perlakuan pada awal pemeliharaan hampir sama yaitu berkisar pada level 2×10^4 cfu/ml dan terus mengalami pertumbuhan hingga mencapai kisaran 4×10^7 cfu/ml.

Dari uji BNJ diketahui bahwa pertumbuhan bakteri pada kontrol dan perlakuan penambahan probiotik tidak berbeda secara nyata ($P > 0.05$). Pertumbuhan bakteri pada perlakuan penambahan karbon dan kombinasi penambahan karbon dan probiotik relative lebih cepat yang ditandai dengan kelimpahannya yang lebih besar daripada kontrol dan perlakuan penambahan probiotik ($P > 0.05$). Tidak dijumpai perbedaan yang signifikan antara perlakuan penambahan karbon dan kombinasi penambahan karbon dan probiotik.

Proses pengambilan sampel dilakukan dengan mengaduk media terlebih dahulu untuk mensuspensikan endapan yang terdapat di dasar akuarium. Hal ini perlu diperhatikan karena jumlah bakteri pada sedimen biasanya lebih tinggi daripada badan air (Widiyanto, 2005). Hal ini diakibatkan oleh kandungan nutrisi yang lebih tinggi di dasar wadah budidaya akibat akumulasi bahan organik sisa pakan dan metabolisme ikan. Kandungan bakteri heterotropik pada badan air tambak sistem intensif dengan produksi 4,9 – 5,8 ton/hektar berkisar antara $1,8 \times 10^4$ cfu/ml sampai $6,3 \times 10^4$ cfu/ml. Sedangkan kandungan bakteri heterotrofik pada sedimen mencapai $1,2 \times 10^6$ cfu/ml (Devaraja dalam Widiyanto, 2005).



Gambar 1. Dinamika populasi bakteri total pada beberapa perlakuan selama penelitian

Secara umum, peningkatan jumlah biomassa bakteri dalam sistem budidaya dapat dilakukan dengan pemberian bahan berkarbon. Walaupun begitu, pemberian probiotik saja dalam sistem budidaya juga berpotensi meningkatkan biomassa bakteri di perairan ($P > 0.05$). Peningkatan tersebut diperoleh selain dari penambahan massa bakteri probion juga diduga akibat reaksi yang timbul antara bakteri probion dengan bakteri asli perairan di media budidaya. Interaksi yang muncul memungkinkan timbulnya proliferasi bakteri asli tertentu sebagai akibat respon dari interaksi tersebut.

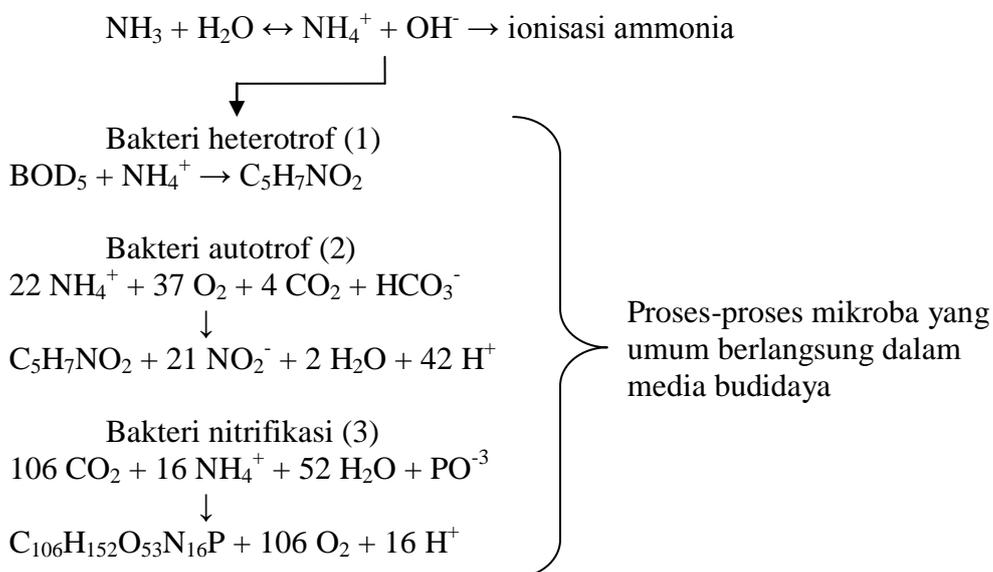
Tanpa pemberian probion, peningkatan jumlah bakteri juga dapat diperoleh dengan penambahan sumber karbon tertentu saja, dalam hal ini sukrosa. Laju penambahan biomassa secara signifikan lebih besar daripada hanya menambahkan bakteri probiotik saja ($P > 0.05$). Hal tersebut terjadi diduga akibat adanya pengkayaan nutrisi (karbon) yang mampu mendukung pertumbuhan bakteri heterotrof secara umum untuk berproliferasi. Organisme akuatik biasanya mengeluarkan limbah metaboliknya dalam bentuk amonia. Penambahan bahan berkarbon pada badan perairan dapat mendukung biosintesis protein mikroba. Proses tersebut biasanya terjadi setelah terkonversinya amonia menjadi amonium sebelum akhirnya diasimilasi bersama

dengan karbon oleh bakteri dalam proses pembentukan sel barunya.

Dengan penambahan probiotik dan karbon, kedua keuntungan di atas secara bersama-sama dapat didapatkan dalam suatu pemeliharaan organisme akuatik. Penambahan karbon tidak mengganggu pertumbuhan dari bakteri probiotik, bahkan cenderung mendukung terbukti dengan peningkatan biomassa bakteri yang signifikan. Dengan demikian dapat diketahui bahwa penambahan probiotik dan karbon pada suatu media budidaya dapat mempercepat tumbuhnya bakteri total secara umum. Jika tidak dimanfaatkan oleh udang, biomassa mikroba ini dapat meningkatkan kandungan bahan organik dan mempercepat proses sedimentasi pada dasar kolam.

Nilai TAN ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$) cenderung stabil dengan fluktuasi kecil terbentuk karena adanya asimilasi nitrogen anorganik tersebut oleh bakteri. Amonia merupakan limbah nitrogenik utama yang diekskresikan oleh udang dan kebanyakan organisme akuatik lainnya. Sebagian besar nitrogen dari protein pakan akan diubah menjadi amonia.

Di dalam perairan, karena pengaruh suhu dan pH, amonia akan terionisasi menjadi NH_4^+ , salah satu bentuk nitrogen anorganik yang paling banyak dimanfaatkan oleh bakteri heterotrof dan nitrifikasi.



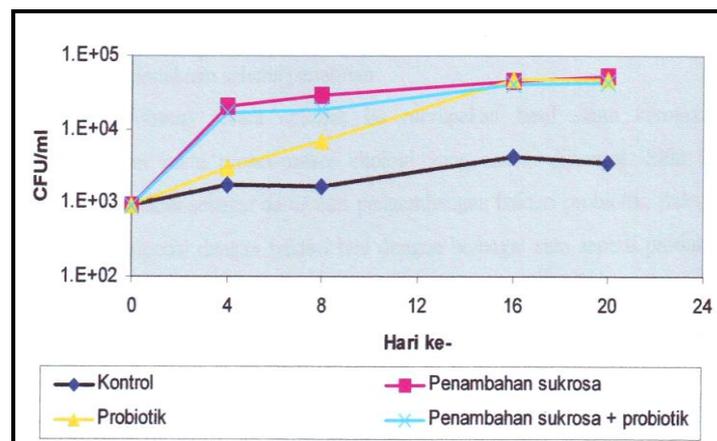
Proses-proses mikrobial yang berlangsung akan menggeser persamaan kesetimbangan NH_3 dan NH_4^+ ke kanan yang berdampak pada pengurangan jumlah amonia. Terjadinya proses pengurangan ini akan mengimbangi proses penambahan amonia setiap harinya akibat pemberian pakan dan metabolisme udang. Proses ini akan menjaga amonia sehingga stabil pada level rendah dan akan mendorong terjadinya pengkayaan mikroba dalam lingkungan budidaya.

Dinamika populasi bakteri *Vibrio*

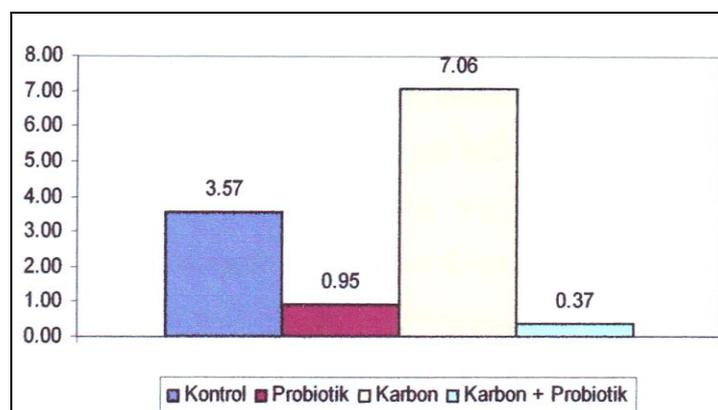
Populasi bakteri golongan *Vibrio* mengalami pertumbuhan yang signifikan pada semua perlakuan. Bakteri tersebut ikut berkembang seiring dengan bertambahnya waktu. Pada selang kepercayaan 95%, bakteri golongan *Vibrio* pada perlakuan karbon

mengalami laju pertumbuhan yang paling besar.

Secara umum, penambahan karbon dan probiotik ataupun kombinasi keduanya dapat memicu tumbuhnya bakteri golongan *Vibrio*. Hal yang perlu diperhatikan adalah bahwa penambahan karbon dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri golongan *Vibrio*, meskipun dikombinasikan dengan bakteri probiotik *Bacillus* sp. Namun dengan penambahan probiotik dihasilkan penghambatan spesifik terhadap bakteri jenis *Vibrio* hijau. Pada penelitian ini hanya ditemukan bakteri *Vibrio* kuning dan hijau yang tidak berpendar, namun tidak ditemukan bakteri golongan *Vibrio* yang berpendar. Bakteri *Vibrio* hijau hanya ditemukan pada pengambilan sampel ke-4 dan 5 pada semua perlakuan termasuk kontrol.



Gambar 2. Dinamika populasi bakteri golongan *Vibrio* dalam beberapa perlakuan selama Penelitian



Gambar 3. Profil penghambatan spesifik bakteri golongan *Vibrio* hijau pada perlakuan selama Penelitian

Penghambatan secara spesifik ini merupakan hasil kompetisi mikroba dalam proses-proses ekologi yang umum dijumpai. Sifat ini seringkali digunakan sebagai dasar pengembangan bakteri probiotik. Bakteri tersebut berkompetisi dengan bakteri lain dengan berbagai cara seperti produksi senyawa inhibitor, pengelmbangan kemampurn mengikat Fe atau senyawa kimia tertentu untuk memperoleh energi (Veschuere *et al.*, 2000). Beberapa strain *Bacillus* mampu menghasilkan senyawa antibiotik yang menghambat pertumbuhan bakteri *Vibrio*. Dengan meningkatnya laju mortalitas *Vibrio*, populasi bakteri lain dapat meningkat sehingga mampu menggeser dominasi *Vibrio* (Moriarty, 1999).

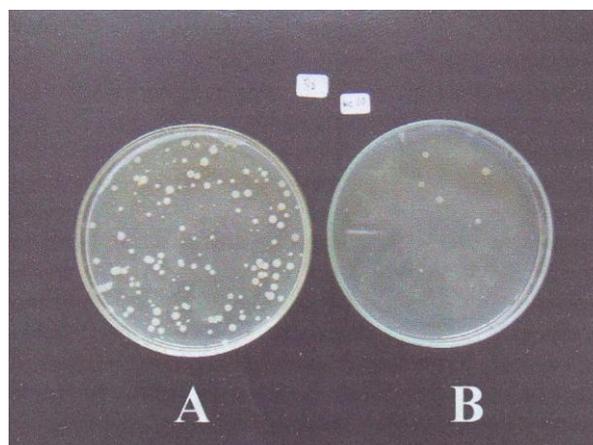
Tumbuhnya *Vibrio* pada kegiatan intensifikasi mikroba seperti ini harus tetap diperhatikan walaupun yang bukan termasuk golongan *Vibrio* berpendar. Hal tersebut berkaitan dengan dekatnya hubungan antara probiotik yang digunakan dengan bakteri patogen yang pada lingkungan budidaya. Pada lingkungan budidaya yang kompleks, memungkinkan terjadinya transfer gen bukan hanya gen resistensi tapi juga kemampuan patogenitas lewat R plasmid dan transposons. Karena memungkinkannya R plasmid ini dalam metransfer gen antar bakteri yang berbeda dalam grup Gram negatif, akan berbahaya bagi para pelaku budidaya untuk menggunakan bakteri seperti *Vibrio* atau *Pseudomonas* sebagai Probiotik.

Hal yang perlu diperhatikan dalam teknik intensifikasi mikroba adalah dominasi

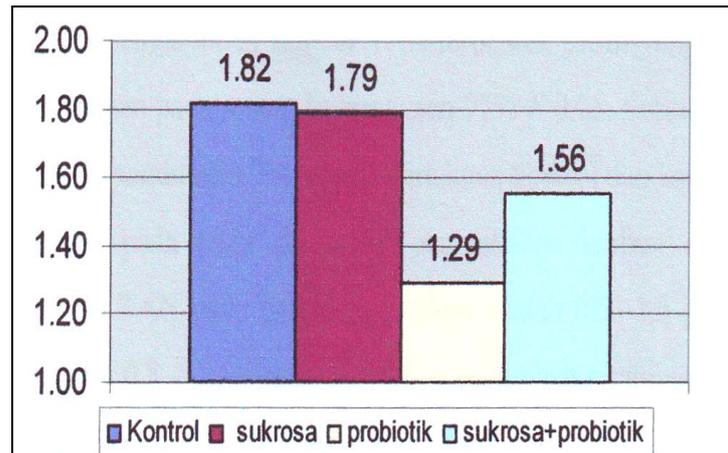
jenis bakteri awal perairan dan jenis bakteri probion yang digunakan. Pengkayaan bahan organik sumber karbon dalam perairan juga dapat meningkatkan potensi tumbuhnya bakteri-bakteri patogen. Bahkan pemberian probion juga dapat memicu tumbuhnya bakteri patogen jika terdapat kedekatan hubungan taksonomi antara bakteri probion dengan bakteri patogen yang terdapat pada lingkungan budidaya. Dalam prakteknya, sterilisasi awal akan sangat membantu menekan peluang munculnya bakteri patogen dalam lingkungan budidaya. Setelah itu pengkayaan bakteri probion yang bermanfaat dapat dilakukan untuk menciptakan dominasi populasi bakteri yang diinginkan. Hal tersebut dapat meminimalkan tumbuhnya bakteri patogen saat dilakukan pengkayaan bahan sumber karbon (sukrosa molase) dalam praktek selanjutnya. Metode ini diduga efektif pada sistem budidaya tanpa pergantian air (*zero water exchange*).

Persentase kemunculan bakteri golongan *Vibrio* selama penelitian

Persentase kemunculan *Vibrio* memiliki selama penelitian cenderung menurun seiring dengan pertambahan waktu. Dengan demikian, laju perumbuhan populasi bakteri lainnya memiliki kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan laju pertumbuhan bakteri *Vibrio*. Rata-rata kemunculan paling tinggi ditemukan pada kontrol yang mencapai 1,82% (Gambar 5).



Gambar 4. Bakteri golongan *Vibrio* kuning (A) dan hijau (B) yang tumbuh pada saat penelitian



Gambar 5. Persentase rata-rata kemunculan bakteri golongan *Vibrio* selama penelitian

Pertumbuhan suatu jenis bakteri dalam lingkungan budidaya dipengaruhi oleh komposisi nutrisi dan bakteri yang terdapat dalam perairan. Beberapa jenis bakteri ada yang memerlukan kondisi lingkungan tertentu untuk tumbuh dan berkembang. Beberapa jenis bakteri lain bahkan berperan sebagai kompetitor bagi jenis bakteri yang lain. Rendahnya persentase kemunculan bakteri golongan *Vibrio* pada perlakuan penambahan probiotik sangat mungkin dipengaruhi oleh kinerja bakteri probiotik. Keberadaan bakteri *Vibrio* dalam media budidaya dapat tereduksi oleh enzim atau senyawa kimia yang dikeluarkan oleh bakteri probiotik atau kalah dalam kompetisi pemanfaatan nutrisi.

Secara umum, penambahan nutrisi seperti sukrosa dapat mendukung pertumbuhan semua jenis bakteri termasuk *Vibrio*. Namun karena kemampuan asimilasi dan proliferasi yang berbeda antar bakteri, maka akan terbentuk kompetisi dan stratifikasi populasi bakteri. Hal tersebut dapat dilihat pada perlakuan penambahan sukrosa yang mampu meningkatkan persentase kemunculan bakteri *Vibrio*. Akan tetapi persentase tersebut cenderung menurun setelah penambahan probiotik (perlakuan penambahan probiotik). Pada kontrol, persentase bakteri *Vibrio* ditemukan paling tinggi karena terbatasnya nutrisi (terutama karbon) sehingga menyebabkan terhambatnya pertumbuhan beberapa jenis bakteri heterotrof. Kondisi ini mengakibatkan tingginya persentase bakteri *Vibrio* dalam komposisi bakteri total.

Kualitas air pemeliharaan

Dari data pengambilan sampel TAN terbentuk profil yang tidak berbeda nyata antar perlakuan pada selang kepercayaan 95%. Perlakuan kontrol dan penambahan karbon cenderung lebih tinggi dari pada perlakuan penambahan karbon atau karbon probiotik. Kisaran TAN pada perlakuan karbon adalah 0,5 – 1,5 ppm, sedangkan pada perlakuan karbon + probiotik mencapai 0,8 – 1,55 ppm dan perlakuan penambahan probiotik berkisar antara 0,98 – 2,32 ppm serta kontrol antara 1,38 – 2,7 ppm (Gambar 6).

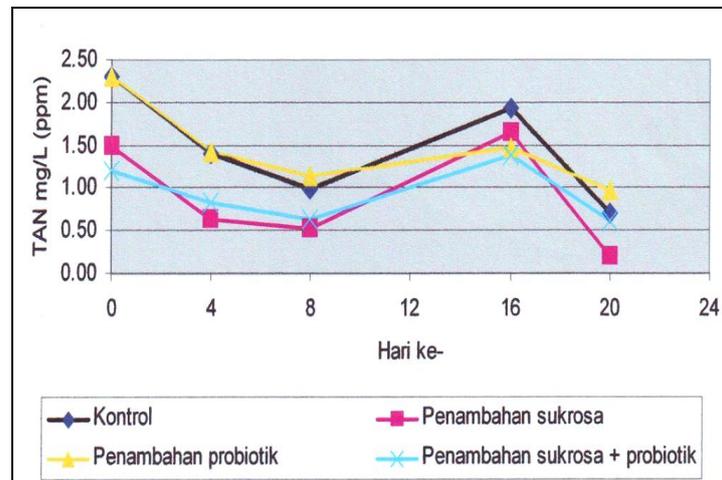
Perlakuan penambahan karbon dan perlakuan penambahan karbon + probiotik cenderung menghasilkan konsentrasi TAN yang lebih kecil jika dibandingkan dengan perlakuan lain. Hal tersebut sejalan dengan lebih besarnya populasi bakteri yang tumbuh pada perlakuan tersebut. Dari grafik 6 terlihat bahwa pengendalian nitrogen inorganik dapat dilakukan dengan memanipulasi C/N rasio perairan melalui penambahan bahan organik sumber karbon. Perhitungan yang lebih cermat perlu dilakukan untuk penentuan banyaknya bahan organik yang harus ditambahkan. Tidak signifikannya laju penurunan amonia antar perlakuan mengindikasikan bahwa dosis bahan organik yang ditambahkan (0,399 kali jumlah pakan yang diberikan) masih kurang. Kurangnya sumber karbon dalam perairan dapat menghambat laju pertumbuhan bakteri secara umum.

Sedangkan dari data pemeriksaan NH_3 diketahui bahwa kisaran NH_3 pada perlakuan penambahan karbon dan perlakuan penambahan karbon + probiotik relatif lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lain. Pada perlakuan penambahan karbon, NH_3 dicapai pada kisaran 0,0096 – 0,029 ppm, sedangkan pada perlakuan penambahan karbon + probiotik sebesar 0,00922 – 0,02 ppm. Pada perlakuan penambahan probiotik, NH_3 berada pada kisaran 0,0068 – 0,04, sedangkan kontrol pada kisaran 0,018 – 0,03 ppm (Gambar 7).

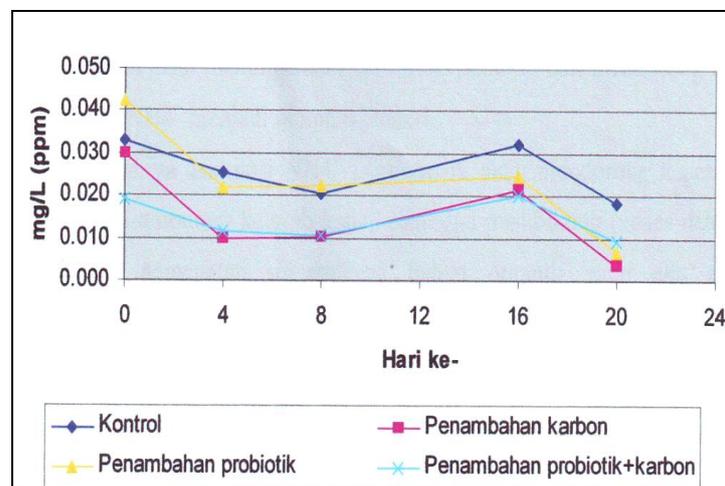
Nitrogen merupakan bahan yang dibutuhkan oleh bakteri terutama untuk proses sintesis asam amino dan nukleotida. Sumber nitrogen dapat berasal dari sumber

organik dan anorganik. Sumber bahan organik yang biasanya diperoleh oleh bakteri dalam sistem budidaya adalah sisa pakan dan hasil metabolit udang. Protein yang terdapat dalam sisa pakan akan didekomposisi oleh bakteri menggunakan enzim protease menjadi asam amino-asam amino yang akhirnya diasimilasi ke dalam sel bakteri.

Penambahan karbon ternyata dapat meningkatkan asimilasi N oleh bakteri yang berimplikasi pada pengurangan jumlah TAN. Nilai total amonia nitrogen (TAN) menggambarkan jumlah total nitrogen yang berada dalam bentuk NH_3 (tidak terionisasi) dan NH_4^+ (terionisasi). Secara umum, nilai TAN ini akan berkurang jika terdapat asimilasi NH_3 atau NH_4^+ oleh bakteri.



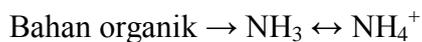
Gambar 6. Profil TAN pada beberapa perlakuan selama penelitian



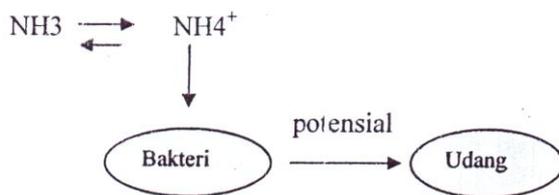
Gambar 7. Profil amonia pada beberapa perlakuan selama penelitian

Kebanyakan bakteri cenderung memanfaatkan ammonia dalam bentuk NH_4^+ daripada NH_3 . Hal tersebut berkaitan dengan fisiologis metabolik bakteri. Sukrosa yang dilarutkan dalam perairan akan meningkatkan C/N rasio perairan dan mendorong terjadinya immobilisasi NH_4^+ menjadi biomassa bakteri.

Terjadinya asimilasi NH_4^+ perairan ini akan mendorong kesetimbangan reaksi amonia-amonium ke arah kanan sehingga mendukung proses detoksifikasi amonia dan percepatan mineralisasi bahan organik pada media pemeliharaan.



Kecenderungan terjadinya pengurangan TAN yang berimplikasi juga pada pengurangan amonia disertai dengan peningkatan jumlah biomass bakteri memberikan peluang terjadinya bioremediasi lingkungan dan penyediaan sumber nutrisi alternatif untuk udang.

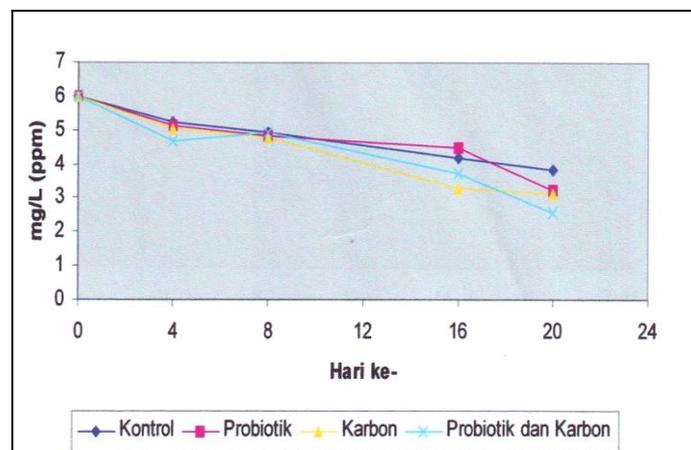


Gambar 8. Immobilisasi N menjadi sel bakteri dan potensinya sebagai sumber nutrisi alternatif untuk udang

Secara statistik, tidak ada perbedaan yang signifikan antara perlakuan dan kontrol berkaitan dengan profil rata-rata penurunan DO yang terjadi secara linier ini. Namun DO pada perlakuan penambahan probiotik + karbon dan penambahan probiotik cenderung lebih rendah perlakuan penambahan karbon dan kontrol. Kisaran DO pada kontrol adalah 2,59 – 5,06 ppm, sedangkan pada perlakuan penambahan probiotik berkisar antara 2,9 – 6,10 ppm dan antara 3,14 – 4,87 ppm pada perlakuan penambahan karbon. Kandungan DO pada perlakuan penambahan karbon + probiotik berkisar antara 2,17 – 4,9 ppm. Profil DO yang terbentuk selama penelitian ini tersaji pada gambar 9.

Kandungan DO pada semua perlakuan cenderung menurun dari kisaran 4 – 6 ppm pada awal pemeliharaan menjadi 2 – 3 ppm pada akhir penelitian. Turunnya nilai DO ini diduga berkaitan dengan semakin meningkatnya proses-proses mikroba yang terjadi pada akhir pemeliharaan. Populasi bakteri yang semakin melimpah menyebabkan terjadinya ekstensifikasi pemanfaatan oksigen terlarut dalam perairan.

Nilai pH perairan pada semua perlakuan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu pemeliharaan. Secara statistik, rata-rata pH pada semua perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada selang kepercayaan 95 %. Penurunan ini diduga akibat kerja bakteri. Proses respirasi dan dekomposisi bahan organik oleh mikroba menghasilkan banyak CO_2 yang akan mengakibatkan perairan menjadi lebih asam.



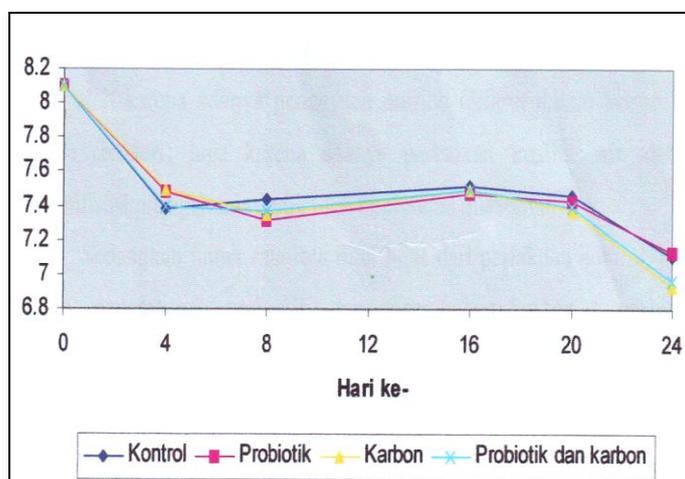
Gambar 9. Profil DO pada beberapa perlakuan selama penelitian

Pertumbuhan mutlak, FCR dan SR

Tingkat pertumbuhan mutlak terbaik pada penelitian ini diperoleh pada perlakuan penambahan karbon + probiotik yang mencapai 0,97 gram./hari (Tabel 1). Keragaman tingkat pertumbuhan antar perlakuan mengindikasikan adanya variasi asupan nutrisi yang diterima oleh udang. Tingginya tingkat pertumbuhan pada perlakuan karbon + probiotik diduga akibat pemanfaatan populasi bakteri yang melimpah sebagai sumber nutrisi alternatif oleh udang. Perlakuan penambahan karbon dan probiotik atau kombinasi keduanya dapat meningkatkan tingkat pertumbuhan lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Hal

tersebut terjadi diduga akibat pengkayaan nutrisi terlarut dalam bentuk *single cell protein* (bakteri) dan perbaikan kualitas air akibat adanya immobilisasi nitrogen inorganik oleh komunitas mikroba.

Nilai FCR udang biasanya dipengaruhi oleh kualitas air dan makanannya. Perbedaan nilai FCR yang tercatat selama penelitian kemungkinan juga disebabkan oleh kedua faktor tersebut. Penambahan karbon dan probiotik secara umum telah berdampak positif terhadap kualitas air dan tersedianya sumber nutrisi alternatif. Sedangkan Survival rate (SR) udang selama penelitian pada semua perlakuan masih tinggi dengan kisaran rata-rata 96,30 – 100%.



Gambar 10. Nilai pH pada beberapa perlakuan selama penelitian

Tabel 1. Pertumbuhan mutlak rata-rata udang vaname, *Litopenaeus vannamei* selama penelitian

Perlakuan	Pertumbuhan mutlak rata-rata (g/hari)
Kontrol	0,75 ± 0,12
Penambahan karbon	0,87 ± 0,16
Penambahan probiotik	0,86 ± 0,06
Penambahan karbon + probiotik	0,97 ± 0,06

Tabel 2. Nilai rata-rata FCR udang vaname, *Litopenaeus vannamei* selama penelitian

Perlakuan	FCR
Kontrol	1,70 ± 0,26
Penambahan karbon	1,46 ± 0,27
Penambahan probiotik	1,45 ± 0,10
Penambahan karbon+ probiotik	1,30 ± 0,08

KESIMPULAN

Pemberian karbon dan probiotik maupun kombinasinya dapat meningkatkan jumlah populasi bakteri total yang mencapai 10^7 cfu/ml. Sedangkan bakteri golongan *Vibrio* hanya mencapai $10^3 - 10^4$ cfu/ml. Peningkatan jumlah populasi bakteri total ini juga diikuti oleh semakin rendahnya nilai *Food Conversion Ratio* (FCR) dan semakin tingginya tingkat pertumbuhan mutlak udang vannamei, *Vannamei litopenaeus*. Hal ini mengindikasikan adanya pemanfaatan populasi bakteri yang tumbuh sebagai sumber nutrisi tambahan. Total amonia nitrogen (TAN), NH_3 , DO dan pH juga semakin rendah seiring dengan penambahan jumlah bakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- Avnimelech, Y., Kochva. M., M., Mokady, S., 1994. Development of controlled intensive aquaculture systems with a limited water exchange and adjusted carbon to nitrogen ratio. *Bamidgeh*, 46: 119 – 131.
- Avnimelech, Y. 1999. Carbon / Nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 176: 227 – 235
- Moriarty D. J. W. 1999. Microbial biosystem; *New Frontiers' in*: Bell C. R. Rrylinsky M., Johnson GP (Editor). *Proceeding of the 8th International Symposium on Microbial Ecology*. Canada.
- Verschuere L., Rombaut G., Sorgeloos P., Verstraete W. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 655 – 671.
- Widiyanto, T. 2005. Seleksi bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi untuk bioremediasi di tambak udang. *Disertasi Sekolah Pascasarjana*. Institut Pertanian Bogor.