



## INOVASI TEKNOLOGI BUDIDAYA UDANG VANAME TANPA PERGANTIAN AIR MELALUI MANIPULASI RASIO C:N MENGGUNAKAN MOLASE SEBAGAI SUMBER KARBON ORGANIK

**Pohan Panjaitan**

Faculty of Animal Husbandry, Universitas HKBP Nommensen, Jalan Sutomo No 4 Medan

✉ [pohanpanjaitan@yahoo.com](mailto:pohanpanjaitan@yahoo.com)

### Article Info

#### Article History

Received : 28-08-2025

Revised : 13-09-2025

Accepted : 13-09-2025

Kata Kunci : Nitrogen tak organik, bakteri heterotrofik, model budidaya udang tanpa pertukaran air, , molase, tingkat rasio C:N.

Keywords: Inorganic nitrogen, heterotrophic bacteria, shrimp culture model without water exchange, , molasses, C:N ratio level

### Abstrak

Salah satu kendala utama pengembangan budidaya intensif adalah akumulasi nitrogen anorganik beracun yang harus dijaga sangat rendah dengan pertukaran air yang sering atau daur ulang air melalui biofilter. Studi ini menjelaskan metode lain untuk menghilangkan nitrogen anorganik menggunakan populasi bakteri heterotrofik yang ditambah dengan penambahan zat karbon, molase, untuk meningkatkan rasio umpan C:N di bawah kondisi laboratorium. Tujuan utama studi laboratorium adalah untuk mengetahui korelasi tingkat rasio C:N dengan kadar amonia, nitrit, oksigen terlarut, pH dan pertumbuhan udang dalam budidaya udang *Penaeus monodon* dengan Zero Water Exchange Model (ZWEM) menggunakan molase sebagai sumber karbon. Ditemukan bahwa penambahan tetes tebu pada tambak udang dengan ZWEM berperan dalam menghilangkan amonia dan nitrit. Selain itu, pemberian molase pada tangki laboratorium meningkatkan pertumbuhan dan persentase pertambahan berat udang serta meningkatkan populasi bakteri heterotrof. Avnimelecch, 1999 melaporkan bahwa pertumbuhan ikan di kolam yang diberi perlakuan dengan rasio C : N =16,6 : 1 secara signifikan lebih tinggi daripada ikan yang dibudidayakan di kolam yang diberi perlakuan dengan rasio C : N 11,1 : 1. Juga McIntonsh (2000) telah menumbuhkan udang putih berhasil di tambak dengan zero water exchange model usibg grain-based petelet ( 18 % protein) dengan rasio C : N 20,0 : 1.

One of the main obstacles to development of intensive aquaculture is the accumulation of toxic inorganic nitrogen which should be kept very low by frequent water exchange or recycling of the water through a biofilter. This study describes another method of removing inorganic nitrogen using heterotrophic bacteria population of which was augmented by the addition of a carbonaceous substance, molasses, to increase the feed C:N ratio under laboratory condition. The principal aim of laboratory study was to establish correlation C:N ratio level with levels of ammonia, nitrite, dissolved oxygen, pH and shrimp growth in *Penaeus monodon* shrimp culture with Zero Water Exchange Model (ZWEM) using molasses as carbon resource. It was found that addition of molasses to shrimp farming with ZWEM had role in removing ammonia and nitrite. Also, application of molasses to laboratory tanks increased the growth and percentage weight gain of shrimps and increased the population of heterotrophic bacteria. Avnimelecch, 1999 reported that the growth of fish

---

*in pond treated with carbon : nitrogen ratio of 16.6 :1 was significantly higher than those grown in ponds treated with carbon : nitrogen ratio of 11.1 : 1. Also McIntosh (2000) has grown white shrimps successfully in ponds with zero waters exchange model using grain-based pellet ( 18 % protein) with C : N ratio of 20.0 : 1*

---

## PENDAHULUAN

Umumnya pertukaran air secara rutin dilakukan untuk mengurangi konsentrasi amonia, nitrit dan bahan organik serta mencegah ledakan pertumbuhan alga dalam budidaya udang secara intensif. Perlu diketahui bahwa umumnya unit tambak udang di Indonesia, airnya yang tercemar dengan limbah dari unit tambak lain yang sudah memiliki kualitas rendah (Csavas, 1994) dan mengandung parasit serta mikroorganisme patogen lainnya (Csavas, 1994; Landesman, 1994).

Selanjutnya, air di unit tambak budidaya udang tidak dapat dibuang lagi sembarangan ke perairan umum atau sungai karena sudah ada peraturan lingkungan yang melarang pembuangan ke lingkungan (Avnimelech, 1999). Dengan demikian, budidaya udang di Indonesia ini sudah seharusnya menggunakan sistem tertutup tanpa pergantian air. Namun, masalah utama yang dihadapi oleh industri budidaya udang dengan sistem tanpa pergantian air adalah eutrofikasi yang cepat di unit tambak, akibat dari peningkatan konsentrasi nutrisi (amonia dan nitrit) dan bahan organik selama periode budidaya (Thakur dan Lin, 2003).

Bakteri heterotrofik dalam sistem akuakultur dapat menggunakan nitrogen dalam sisa-sisa pakan, feses dan urine yang selanjutnya akan dikenal sebagai nitrogen dalam detritus (Wheeler dan Kirchman 1986). Penambahan monosakarida seperti glukosa dapat meningkatkan penerapan  $\text{NH}_4^+$  oleh bakteri heterotrofik di perairan laut (Hoch et al. 1994). Penambahan bahan karbon dapat mengurangi nitrogen tak organik dalam wadah percobaan ikan (Avnimelech, 1999), sekaligus menghasilkan protein sel tunggal untuk ikan (Avnimelech dan Mokady 1988; Avnimelech et al., 1989), mengurangi biaya pakan dan pemompaan air (Avnimelech et al., 1992; 1994; Kochba et al., 1994; Avnimelech, 1999), sumber bahan karbon yang digunakan di unit tambak dapat berupa sorgum dan tepung terigu (Avnimelech et al., 1994).

Goldman et al.(1987) melaporkan bahwa tidak ada ditemukan nitrogen tak organik pada substrat yang memiliki level C : N ratio lebih dari 10,0 : 1. Selanjutnya Tezuka (1990) melaporkan bahwa regenerasi nitrogen meningkat dengan menurunnya level C : N rasio pada substrat organik. Sebaliknya tidak ada ditemukan regenerasi ammonia pada substrat dengan level C : N ratio lebih besar dari 15,0 : 1.

Lebih lanjut, memanipulasi rasio C : N adalah metode paling efektif untuk pengendalian nitrogen tak organik dalam sistem akuakultur (Avnimelech, 1999). Penambahan bahan karbon secara efektif memperkecil konsentrasi nitrogen tak organik dan menghasilkan protein sel tunggal dalam sistem akuakultur jika sumber karbon yang tersedia memiliki rasio C : N lebih tinggi dari 15,0 :1 (Avnimelech, 1992 ; Avnimelech, 1994). Avnimelech, 1999 melaporkan bahwa pertumbuhan ikan di kolam yang diberi perlakuan dengan rasio C : N = 16,6 : 1 secara signifikan lebih tinggi daripada ikan yang dibudidayakan di kolam yang diberi perlakuan dengan rasio C : N= 11,1 : 1. Juga McIntosh

(2000) telah menumbuhkan udang putih berhasil di tambak dengan sistem tanpa pergantian air menggunakan pakan dari biji-bijian. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara ilmiah pengaruh level C : N ratio terhadap parameter kualitas air dan parameter biologi pertumbuhan udang vaname dengan sistem budidaya udang tanpa pergantian air dengan menggunakan molasses sebagai sumber karbon organik

## **METODE PENELITIAN**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan selama dua bulan yaitu mulai Agustus sampai dengan September 2025 di panti benih udang daerah Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Serdang Bedagai Propinsi Sumatera Utara.

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan selama penelitian ini antara lain : tanki berupa bahan fiberglas dilengkapi dengan peralatan aerasi berkapasitas 160 berbentuk ova sebagai wadah pemeliharaan udang, alat pemeriksa kualitas air Horiba Model U-10, timbangan digital dan alat tulis dan lain-lain termasuk laptop. Air diaerasi dengan batu aerasi dan dipupuk dua minggu sebelum penebaran udang untuk menumbuhkan fitoplankton.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metoda eksperimental dengan menggunakan model Rancangan Acak Lengkap. Ada lima perlakuan yang diuji dalam penelitian anrlain: (1) perlakuan tanpa menggunakan molase dengan rasio C:N = 6,5 :1; (2) perlakuan menggunakan molase dengan level rasio C:N = 15,0 : 1 ; (3) perlakuan menggunakan molase dengan level rasio C:N = 17,5 : 1; (4) perlakuan menggunakan molase dengan level rasio C:N = 20,0 : 1 dan (5) perlakuan menggunakan molase dengan level rasio C:N = 22,5 : 1. Setiap perlakuan memiliki tiga ulangan dan alokasi tanki untuk setiap perlakuan diacak . Tanki diaerasi dengan tiga aerator yang digantung di kolom air. Volume tanki 160 liter dipertahankan konstan dengan menambahkan 2 liter air tawar (air ledeng) setiap minggu untuk mengganti air yang hilang akibat penguapan.

Setiap tanki ditebar dengan 4 ekor udang atau setara dengan kepadatan udang 30 ekor m<sup>-2</sup> (Allan dan Manguire, 1992). Rata-rata bobot individu pada saat penebaran adalah 5,014 ± 0,336 gram dan udang diberi pakan udang komersial (Taiwan Company Product) dengan kandungan protein kasar 38 %. Laju pemberian pakan yang diterapkan dalam percobaan adalah 5 % dari berat badan per hari selama penelitian (sesuai rekomendasi perusahaan pakan) dan jumlah molase yang diberikan pada setiap tanki disesuaikan dengan perlakuan (tingkat rasio pakan C:N) dan tingkat pakan harian. Pakan udang diberikan ke setiap tanki dua kali sehari (50 % dari total pakan yang diberikan kan pada pukul 08.00 dan 18.00) seperti yang dilakukan di kolam budidaya ikan oleh Avnimelech et al. (1992) sedangkan molasses diaplikasikan sekali sehari pada pukul 08.00 pagi.

Tingkat rasio C:N pakan dihitung dengan membagi total input karbon dengan total input nitrogen yang digunakan dalam budidaya udang (Avnimelech et al., 1989; Avnimelech et al., 1992a; Avnimelech et al., 1994; Kochba et al., 1994; Avnimelech, 1999). Sumber karbon utama budidaya udang berasal dari pakan dan molases, sedangkan sumber nitrogen utama adalah pakan. Selanjutnya kandungan nitrogen pakan ditentukan dengan asumsi bahwa 30% protein pakan mengandung 4,65% nitrogen (Avnimelech, 1999). Oleh

karena itu, kandungan nitrogen pakan dengan protein lebih dari 30% dihitung dengan konversi asumsi tersebut sedangkan kandungan karbon pakan dan molases yang digunakan pada penelitian ini adalah masing-masing 38,5% dan 29,71%.

### **Pengukuran dan Analisis Kualitas Air**

Salinitas, suhu, pH dan oksigen terlarut dalam air diukur menggunakan alat pengukur kualitas air Horiba (Model U-10). Sebelum pengukuran parameter kualitas air tersebut, alat pengukur kualitas air Horiba dikalibrasi secara manual seperti yang dijelaskan dalam buku petunjuk. Konsentrasi amoniak, nitrit dan nitrat dalam air diukur secara fotometrik menggunakan Palintest Photometer, berdasarkan metode indofenol, metode diazotisasi, dan metode reduksi/diazotisasi kadmium untuk amoniak, nitrit dan nitrat.

Jumlah bakteri heterotrof ditentukan dengan menghitung koloni yang tumbuh pada cawan berisi media Tryptone Soya Agar (TSA) dengan 10 % NaCl (Johnsen et al., 1993). Sebelum bakteri ditumbuhkan di media agar, pengenceran serial dibuat dalam larutan garam fisiologis yang terdiri dari 9 % NaCl (Sohier dan Bianchi, 1985). Jumlah bakteri dinyatakan dalam unit pembentuk koloni per ml air (CFU ml<sup>-1</sup>) (Smith, 1998).

### **Tingkat Kelangsungan Hidup Udang, Pertumbuhan dan Rasio Konversi Pakan**

Penelitian dilakukan selama delapan minggu. Setiap dua minggu dilakukan penimbangan berat badan total udang (W) untuk setiap wadah percobaan. Demikian juga, jumlah udang hidup (N) di setiap tangki dihitung. Selanjutnya dicatat jumlah pakan yang digunakan pada setiap tangki (Wf). Rata-rata bobot badan (Wa) dihitung dengan membagi W dengan N. Rata-rata keseluruhan nilai sintasan (%), laju pertumbuhan udang (gram/hari), persentase penambahan bobot (%), dan rasio konversi pakan (FCR) ditentukan oleh persamaan berikut di bawah ini seperti yang digunakan dalam studi akuakultur umum (Balazs, 1973; Bages dan Sloane, 1981; Tseng et al., 1998).

(Tidak - Nt)

Percobaan budidaya udang di tanki fiberglass dilakukan selama delapan minggu.

Setiap dua minggu dilakukan penimbangan berat badan total udang untuk setiap wadah percobaan. Demikian pula, jumlah udang hidup (N) di setiap tangki dihitung. Selanjutnya dihitung jumlah pakan yang digunakan pada setiap tangki (Wf). Rata-rata bobot badan (Wa) dihitung dengan membagi W dengan N. Tingkat kelangsungan hidup udang (%), laju pertumbuhan udang (gram per hari) dan rasio konversi pakan (FCR) ditentukan dengan rumus di bawah ini seperti yang digunakan dalam studi akuakultur umum (Tseng et al., 1998).

1. Tingkat Kelangsungan Hidup (%) =  $\{(N_0 - N_t) \div N_0\} \times 100\%$
2. Pertumbuhan ( gram/hari) =  $(W_t - W_0) \div t$
3. Rasio Konversi Pakan (FCR) =  $(\sum W_f) \div \Delta W$

Dimana  $N_0$  dan  $N_t$  adalah jumlah udang yang dibudidayakan pada setiap tangki pada waktu awal ( $t_0$ ) dan waktu  $t$ ;  $W_t$  dan  $W_0$  adalah rata-rata berat badan udang pada waktu awal dan waktu  $t$ ,  $t$  adalah periode waktu pemeliharaan udang,  $\sum W_f$  adalah jumlah total pakan yang digunakan pada setiap tangki, dan  $\Delta W$  adalah penambahan dari total berat udang di setiap tangki untuk waktu  $t$  pemeliharaan.

### **Analisis Data**

Data dianalisis dengan menggunakan analisis sisik ragam Uji sidik ragam menunjukkan bahwa koefisien keragaman sidik ragam diperoleh lebih kecil dari 5 %. Dengan demikian uji nilai rata-rata perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) (Steel and Torrie, 1980)

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pengaruh Perlakuan yang Berbeda pada Konsentrasi Nitrogen Tak Organik**

Level rasio C:N pakan berpengaruh nyata terhadap konsentrasi amoniak dan nitrit seperti terlihat dalam Tabel 1. Konsentrasi amoniak dan nitrit pada percobaan menurun secara nyata seiring dengan peningkatan level rasio C:N pakan kecuali kadar amoniak pada perlakuan level rasio C : N = 17,5 : 1 lebih tinggi secara nyata dibandingkan dengan perlakuan level rasio C : N = 17,5 : 1 dan tidak terdapat perbedaan yang nyata pada konsentrasi amonia dan nitrit antara perlakuan level rasio C : N = 20,0 : 1 dan perlakuan level rasio C : N = 22,5 : 1.

Hasil ini menggambarkan bahwa penambahan molase sebagai sumber karbon jelas memiliki peran dalam reduksi nitrogen tak organik melalui pertumbuhan bakteri karena jumlah bakteri meningkat sebagai respons terhadap level rasio C:N yang cenderung menurun. Karena hasil analisis menunjukkan konsentrasi amonia dan nitrit memiliki hubungan negatif dengan jumlah bakteri. Hasil penelitian ini sesuai dengan yang ditemukan oleh beberapa peneliti sebelumnya (Tezuka, 1990; Hoch et al., 1994) yang menemukan bahwa penambahan karbon mengurangi nitrogen tak organik karena meningkatnya serapan  $\text{NH}_4^+$  oleh bakteri. Juga dilaporkan sebelumnya bahwa kolam tanpa pertukaran air yang menggunakan karbon memungkinkan untuk mengontrol akumulasi nitrogen tak organik melalui rasio karbon terhadap nitrogen yang seimbang dari pakan (Avnimelech et al., 1989; 1992; 1994; Avnimelech, 1998; 1999). Selanjutnya Stuart et al. (2009) memelihara udang windu *Penaeus monodon* dalam model tanpa pertukaran air menggunakan sumber karbon harian (tepung tapioka) untuk menumbuhkan komunitas mikroba dan meningkatkan kualitas air.

Beberapa penelitian sebelumnya juga membuktikan bahwa rasio karbon dan nitrogen jelas mempengaruhi tingkat serapan  $\text{NH}_4^+$  dan nitrogen tak organik oleh bakteri dalam sistem akuakultur (Avnimelech et al., 1992, 1994; Hoch dan Kirchman, 1995; Kochva et al., 1994; Avnimelech, 1999 ; Montoya et al., 2002), dalam eksperimen Oseanografi (Findlay, 1989; Kirchman et al., 2000), dan dalam Ekologi Laut (Middleboe et al., 1995). Selanjutnya, Goldman et al. (1987) tidak menemukan nitrogen tak organik pada substrat organik yang memiliki tingkat rasio C : N lebih tinggi dari 10,0 : 1. Demikian pula, Tezuka (1990) melaporkan bahwa jumlah nitrogen yang diregenerasi meningkat dengan penurunan level rasio C:N substrat organik dan tidak ada amonia yang teregenerasi ketika level rasio C:N substrat organik lebih dari 15,0 :1.

### **Pengaruh Perlakuan yang Berbeda pada Konsentrasi Oksigen Terlarut**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa level C:N rasio pakan berpengaruh nyata terhadap konsentrasi oksigen terlarut ( dapat dilihat dalam Tabel 1. Analisis statistik lebih lanjut menunjukkan bahwa nilai oksigen terlarut air menurun secara signifikan dengan meningkatnya rasio C:N pakan ( $P < 0,05$ ). Konsentrasi oksigen terlarut dalam percobaan

cenderung menurun selama masa penelitian. Penjelasan untuk hasil ini dapat disebabkan karena peningkatan kadar rasio C:N pakan dalam tangki pemeliharaan udang merangsang pertumbuhan bakteri yang pada gilirannya membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya, selanjutnya terjadi penurunan konsentrasi oksigen terlarut dengan meningkatnya rasio C:N pakan. Penjelasan ini dapat didukung oleh hasil penelitian ini yang membuktikan bahwa konsentrasi oksigen terlarut pada penelitian memiliki korelasi negatif yang signifikan dengan jumlah heterotrofik (Sun et al., 2001). Telah diamati sebelumnya bahwa bakteri memberikan kontribusi sebanyak 77% dari total konsumsi oksigen di kolam ikan (Olah et al., 1987). Demikian pula, Visscher dan Duerr (1991) menemukan bahwa populasi mikroba mengkonsumsi oksigen terlarut tingkat tinggi di tambak udang.

### Pengaruh Perlakuan yang Berbeda Terhadap Jumlah Bakteri Heterotrof

Penelitian ini menemukan bahwa kadar rasio C:N pakan berpengaruh signifikan ( $P < 0,05$ ) terhadap jumlah total bakteri heterotrof seperti terlihat dalam Tabel 1. Terjadi peningkatan jumlah total bakteri heterotrof yang signifikan dengan peningkatan kadar rasio C:N pakan ( $P < 0,05$ ). Terlihat dengan jelas bahwa bakteri membutuhkan karbon dari molase untuk memperbanyak sel mereka. Azzam dkk. (1983) menetapkan dengan baik bahwa karbon seperti glukosa digunakan oleh bakteri alami. Selanjutnya, penambahan glukosa meningkatkan jumlah bakteri heterotrofik dalam air (Parsons et al., 1981; Middleboe et al., 1995). Demikian pula, beberapa peneliti sebelumnya (Avnimelech et al., 1992; 1994; Kochva et al., 1994; Avnimelech, 1999) yang menemukan bahwa jumlah bakteri heterotrofik meningkat sebagai respons terhadap peningkatan rasio C:N. Moriarty (1986) juga menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah bakteri sebagai akibat dari peningkatan karbon dalam masukan pakan budidaya udang penaeid.

**Tabel 1. Pengaruh Level Rasio C:N Pakan Terhadap Beberapa Parameter Kualitas Air Pada Percobaan Pemeliharaan Udang dengan Sistem Pemeliharaan Tanpa Pergantian Air Menggunakan Molasses Sebagai Sumber Karbon Organik. Nilai adalah Rata-Rata dan Standard Deviasi dari Tiga Ulangan pada Akhir Periode Percobaan Delapan Minggu**

Parameter Kualitas Air	Perlakuan	Rata - Raya		Standard Deviasi
1. Ammonia (mg/litre)	1. Tanpa Molasses dengan C:N Rasio = 6.5	1.1059	□	0.0152 <sup>a</sup>
	2. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 15.0	0.3483	□	0.0488 <sup>b</sup>
	3. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 17.5	0.9205	□	0.0376 <sup>c</sup>
	4. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 20.0	0.0839	□	0.0177 <sup>d</sup>
	5. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 22.5	0.0870	□	0.0078 <sup>d</sup>
2. Nitrite (mg/litre)	1. Tanpa Molasses dengan C:N Rasio = 6.5	45.0736	□	0.0341 <sup>a</sup>
	2. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 15.0	2.8622	□	0.0221 <sup>b</sup>
	3. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 17.5	0.1441	□	0.0400 <sup>c</sup>
	4. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 20.0	0.0776	□	0.0133 <sup>d</sup>
	5. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 22.5	0.0490	□	0.0035 <sup>d</sup>
3. Oksigen Terlarut (mg/litre)	1. Tanpa Molasses dengan C:N Rasio = 6.5	5.510	□	0.04 <sup>a</sup>
	2. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 15.0	4.980	□	0.040 <sup>b</sup>
	3. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 17.5	4.790	□	0.120 <sup>c</sup>
	4. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 20.0	4.280	□	0.200 <sup>d</sup>
	5. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 22.5	4.140	□	0.040 <sup>e</sup>
4. Jumlah Bakteri (CFU/ml)	1. Tanpa Molasses dengan C:N Rasio = 6.5	2.31 X10 <sup>9</sup>	□	1.48 X10 <sup>8 a</sup>
	2. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 15.0	8.48 X10 <sup>9</sup>	□	5.49 X10 <sup>8 b</sup>
	3. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 17.5	1.09 X10 <sup>10</sup>	□	3.26 X10 <sup>8 c</sup>
	4. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 20.0	1.27 X10 <sup>10</sup>	□	4.40 X10 <sup>8 d</sup>

5.pH	5. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 22.5	1.74 X10 <sup>10</sup>	□	6.00 X10 <sup>8 e</sup>
	1. Tanpa Molasses dengan C:N Rasio = 6.5	7.21	□	0.05 <sup>a</sup>
	2. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 15.0	8.16	□	0.04 <sup>b</sup>
	3. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 17.5	8.01	□	0.04 <sup>c</sup>
	4. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 20.0	7.86	□	0.03 <sup>e</sup>
	5. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 22.5	7.73	□	0.06 <sup>e</sup>

Nilai pada setiap Parameter Kualitas Air dalam Kolom yang Sama Diikuti dengan Superskrip yang Berbeda Nyata ( $p < 0,05$ ).

### Pengaruh Perlakuan yang Berbeda Terhadap Kadar pH.

Level rasio C:N pakan berpengaruh nyata terhadap nilai pH terlihat pada Tabel 1. Terjadi penurunan nilai pH yang signifikan dengan peningkatan kadar rasio C:N pakan ( $P < 0,05$ ). Selanjutnya, tingkat pH dalam percobaan menurun dengan waktu percobaan. Hal ini dapat disebabkan karena bakteri perombak bahan organik dapat meningkatkan kadar karbon tak organik (CO<sub>2</sub>) air dan selanjutnya menurunkan nilai pH. Pendapat ini sesuai dengan laporan yang didokumentasikan oleh (Boyd, 1995; Ritvo et al., 1998) yang melaporkan bahwa pH biasanya menurun karena potensi redoks menurun akibat aktivitas mikroba. Dapat dilaporkan bahwa pH terendah terdapat pada perlakuan tanpa molasses dengan C:N rasio pakan 6.5 : 1. Kejadian ini kemungkinan besar terkait akibat dengan adanya akumulasi nitrit dalam air media pemeliharaan udang. Terdapat 45,0736 ppm nitrit pada akhir penelitian pada perlakuan tanpa molasses dengan C:N rasio pakan 6.5 : 1. Telah dinyatakan bahwa mengoksidasi setiap mol amonia menjadi nitrit melepaskan dua ion hidrogen yang akhirnya menurunkan pH (Hargreaves, 1998). Juga Tacon et al. (2002) melaporkan bahwa peningkatan nitrit menyebabkan penurunan pH pada budidaya udang.

**Tabel 2. Pengaruh Level Rasio C:N Pakan Terhadap Beberapa Parameter Biologi Pertumbuhan Udang Vaname Menggunakan Molasses Pada Percobaan Pemeliharaan Udang dengan Sistem Pemeliharaan Tanpa Pergantian**

Parameter Biologi Pertumbuhab Udang	Perlakuan	Rata - Raya		Standard Deviasi
1. Prosentasi Kelangsungan Hidup Udang (%)	1. Tanpa menggunakan molasses dengan C:N Rasio = 6.5	83.33	±	7.63 <sup>a</sup>
	2. Menggunakan molasses dengan C:N Ratio = 15.0	100.00	±	0.00 <sup>b</sup>
	3. Menggunakan molasses dengan C:N Ratio = 17.5	100.00	±	0.00 <sup>b</sup>
	4. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 20.0	100.00	±	0.00 <sup>b</sup>
	5. Menggunakan molasses dengan C:N Ratio = 22.5	100.00	±	0.00 <sup>b</sup>
2. Pertumbuhan Udang (gram/hari)	1. Tanpa menggunakan molasses dengan C:N Rasio = 6.5	0.133	±	0.035 <sup>a</sup>
	2. Menggunakan Molasses dengan C:N Ratio = 15.0	0.133	±	0.035 <sup>a</sup>
	3. Menggunakan molasses dengan C:N Ratio = 17.5	0.154	±	0.004 <sup>b</sup>
	4. Menggunakan molasses dengan C:N Ratio = 20.0	0.161	±	0.004 <sup>c</sup>
	5. Menggunakan molasses dengan C:N Ratio = 22.5	0.198	±	0.003 <sup>d</sup>
3. Rasio Konversi Pakan	1. Tanpa menggunakan molasses dengan C:N Rasio = 6.5	3.398	±	0.257 <sup>a</sup>
	2. Menggunakan molasses dengan C:N Ratio = 15.0	2.889	±	0.070 <sup>b</sup>
	3. Menggunakan molasses dengan C:N Ratio = 17.5	2.715	±	0.087 <sup>c</sup>
	4. Menggunakan molasses dengan C:N Ratio = 20.0	2.216	±	0.036 <sup>d</sup>
	5. Menggunakan molasses dengan C:N Ratio = 22.5	2.388	±	0.118 <sup>e</sup>

Nilai pada setiap Parameter Kualitas Air dalam Kolom yang Sama Diikuti dengan Superskrip yang Berbeda Nyata ( $p < 0,05$ ).

**Pengaruh Perlakuan yang Berbeda Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup dan Laju Pertumbuhan Udang dan Rasio Konversi Pakan**

Tingkat C:N rasio pakan tidak berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup udang dalam percobaan ini. Penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup pada semua perlakuan tinggi (100%) kecuali tingkat kelangsungan hidup pada perlakuan tanpa molasses dengan C:N rasio pakan 6.5 : 1 pada percobaan sebesar 83,33%.

Level C:N rasio pakan berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap laju pertumbuhan udang, persentase penambahan bobot dan rasio konversi pakan pada akhir percobaan (Tabel 1). Diamati bahwa dalam percobaan, laju pertumbuhan dan persentase penambahan berat meningkat secara nyata dan rasio konversi pakan menurun dengan meningkatnya kadar rasio C:N pakan kecuali perlakuan perlakuan dengan C:N rasio pakan 20,0 : 1 yang memiliki laju pertumbuhan dan persentase penambahan bobot yang lebih tinggi secara signifikan dan pakan yang lebih rendah. rasio konversi dibandingkan dengan yang diperoleh dalam pengobatan dengan C:N rasio pakan 22,5 : 1. Hasil ini membuktikan bahwa penambahan bahan karbon secara efektif menghilangkan nitrogen tak organik dan menghasilkan protein sel tunggal dalam sistem akuakultur jika sumber karbon yang tersedia memiliki rasio karbon : nitrogen lebih tinggi dari 15,0:1 (Avnimelech et al., 1992, 1994; Avnimelech, 1999 ). Selanjutnya, Avnimelech (1999) melaporkan bahwa pertumbuhan ikan di kolam yang diperlakukan dengan rasio karbon : nitrogen 16,6:1 secara signifikan lebih tinggi dari pada ikan yang dibudidayakan di kolam dengan rasio karbon: nitrogen 11,1 : 1, sementara kematian ikan dan konversi pakan dan koefisien biaya pakan pada perlakuan dengan karbon: nitrogen 16,6:1 secara signifikan lebih rendah dari pada perlakuan dengan karbon:nitrogen 11,1:1. Juga McIntosh (2000) telah berhasil membudidayakan udang vaname di tambak dengan model tanpa pertukaran air menggunakan pelet berbahan dasar biji-bijian (18 % protein) dengan rasio C:N 20,0:1. Hasil ini bisa jadi karena komunitas heterotrofik dalam budidaya udang tanpa pertukaran air, udara mengembangkan flok penyusun sel bakteri (McIntosh, 2000), dan flokulasi sel dapat sendiri atau dalam kombinasi dengan partikel pakan (Harris dan Mitchell, 1973; Avnimelech et al., 1989). Flocc yang mengandung protein tinggi, asam amino dan unsur mikro tertentu, dapat langsung dikonsumsi oleh udang omnivorus seperti udang putih (Tacon et al., 2002). Konsumsi flok ini oleh udang (atau ikan, lihat Schroeder, 1978) berkontribusi pada nutrisi udang dan daur ulang nutrisi tambak yang efisien menjadi biomassa udang (McIntosh, 2000). Rosenberry (2001) menyatakan bahwa sistem produksi tanpa pergantian air menghasilkan udang putih sepuluh kali lebih banyak daripada tambak semi-intensif biasa dan empat puluh kali lebih banyak udang putih daripada tambak ekstensif biasa. Juga Stuart dkk. (2009) mengungkapkan bahwa pertumbuhan udang windu *Penaeus monodon* secara signifikan lebih besar ketika penerapan karbon dalam budidaya udang dengan model pertukaran air nol

## **KESIMPULAN**

Konsentrasi amonia dan nitrit menurun secara signifikan dengan meningkatnya rasio pakan C:N pada pemeliharaan udang udang dengan sistim tanpa pergantian air menggunakan molase sebagai sumber karbon. Sedangkan laju pertumbuhan berat badan meningkat secara nyata dan rasio konversi pakan menurun dengan naiknya level C:N rasio pakan. Hasil ini menyiratkan bahwa aplikasi molasses sebagai sumber karbon memiliki

peran dalam menghilangkan nitrogen tak organik dan meningkatkan laju pertumbuhan berat t udang. Berdasarkan parameter kualitas air dan produksi udang selama delapan minggu masa percobaan, tingkat rasio C:N pakan terbaik yang diperoleh pada pemeliharaan ini adalah 20,0:1

#### DAFTAR PUSTAKA

- Avnimelech, Y., Lacher, M., Raveh, A., and Zur, O. 1981. A method for the evaluation of conditions in a fish pond sediment. *Aquaculture* 23, 361-365.
- Avnimelech, Y., and Mokady, S. 1988. Protein biosynthesis in circulated fishponds. In: Pullin, R.S.V., Bhukaswan, T., Tonguthai, K., Maclean, J.L. (Eds.), *The second International Symposium on tilapia in aquaculture*, pp. 301 - 309.
- Avnimelech, Y., Mokady, S., and Schroeder, G.L. 1989. Circulated ponds as efficient bioreactors for single cell protein production. *The Israel Journal of Aquaculture-Badmidgeh* 41, 58 - 66.
- Avnimelech, Y., Diab, S., Kochva, M., and Mokady, S. 1992. Control and utilization of inorganic nitrogen in intensive fish culture ponds. *Aquaculture and Fisheries Management* 23, 421 - 430.
- Avnimelech, Y., Kochva, M., and Diab, S. 1994. Development of controlled intensive aquaculture systems with a limited water exchange and adjusted carbon to nitrogen ratio. *The Israel Journal of Aquaculture-Badmidgeh* 46, 119 - 131.
- Avnimelech, Y., Mozes, N., Diab, S. and Kochva, M. 1995. Rates of organic carbon and nitrogen degradation in intensive fish ponds. *Aquaculture* 134, 211 - 216.
- Avnimelech, Y. 1998. Minimal discharge from intensive fish ponds. *J. World Aquacult. Soc.* 29, 32-37.
- Avnimelech, Y. 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture* 176, 227 - 235.
- Azam, F., Fenchel, T., Field, J.G., Meyer-Reil, L.A., and Thingstad, F. 1983. The ecological role of microbes in the sea. *Marine Ecology Progress Series* 10, 257 - 263.
- Bages, M., and Sloane, L. 1981. Effects of dietary protein and starch levels on growth and survival of *Penaeus monodon* (Fabricius) postlarvae. *Aquaculture* 25, 117 - 128.
- Balazs, G.H. 1973. Preliminary studies on the preparation and feeding of crustacean diets. *Aquaculture* 2, 369 - 377.
- Boyd, C.E. 1995. Proceeding Special Session on Shrimp Farming. In: Browdy, C.L., Hopkins, J.S. (Eds.), *Aquaculture*, Sandiego, USA, pp. 183 - 199.
- Burford, M.A., Thompson, P.J., McIntosh, P., Bauman, R.H., and Pearson, D.C. 2003. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture* 219, 393 - 411.
- Chamberlain, G.W. 2001. Managing zero water -exchange ponds. In: Rosenberry, B.(Eds.). *World shrimp farming 2001*. Published Annually Shrimps News International 14, 11-18
- Csavas, I. 1994. Important factors in the success of shrimp farming. *J. World Aquacult. Soc* 25, 34 - 56.
- Findlay, R.H., King, G.M., and Watling, L. 1989. Efficacy of phospholipid analysis in determining microbial biomass in sediments. *Applied and Environmental Microbiology* 55, 2888 - 2893.
- Goldman, J.C., Caron, D.A., and Dennet, M.R. 1987. Regulation of gross growth efficiency and ammonium regeneration in bacteria by substrate C:N ratio. *Limnology Oceanography* 32, 1239 - 1252.
- Gottschalk, G. 1986. Bacterial metabolism. Springer.
- Hargreaves, J.A. 1998. Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. *Aquaculture* 166, 181-

212.

- Harris, R.H., Mitchell, R. 1973. The role of polymers in microbial aggregation. *Ann. Rev. Microbiol.* 27, 27-50.
- Hoch, M.P., Fogel, M.L., and Kirchman, D.L. 1994. Isotope fractionation during ammonium uptake by marine microbial assemblages. *Geomicrobiology* 12, 113 - 127.
- Hoch, M.P., and Kirchman, D.L. 1995. Ammonium uptake by heterotrophic bacteria in the Delaware estuary and adjacent coastal waters. *Limnology Oceanography* 40, 886 - 897
- Hopkins, J.S., Hamilton, R.D., Sandifer, P.A., Browdy, C.L., and Stokes, A.D. 1993. Effect of water exchange rates on production, water quality, effluent characteristics, and nitrogen budgets of intensive shrimp ponds. *J. World Aquacult. Soc* 24, 304 - 320.
- Hopkins, J.S., DeVoe, M.R., and Holland, A.F. 1995. Environmental impacts of shrimp farming with special reference to the situation in the Continental United State. *Estuaries* 18, 25 -42.
- Johnsen, R.I., Nielsen, O.G., and Lunestad, B.T. 1993. Environmental distribution of organic waste from a marine fish farm. *Aquaculture* 118, 229 - 244.
- Jorgensen, N.O.G., Kroer, N., Coffin, R.B., Yang, X.H., and Lee, C. 1993. Dissolved free amino acids, combined amino acids, and DNA as sources of carbon and nitrogen to marine bacteria. *Marine Ecology Progress Series* 98, 135- 148.
- Kautsky, N., Ronnback, P., Tedengren, M., and Troell, M. 2000. Ecosystem perspectives on management of disease in shrimp pond farming. *Aquaculture* 191, 145 - 161.
- Kirchman, D.L., Meon, B., Cottrell, M.T., Hutchins, D.A., and Weeks, D., W., B. 2000. Carbon versus iron limitation of bacterial growth in the California upwelling regime. *Limnology Oceanography* 45, 1681 - 1688.
- Kochva, M., Diab, S., and Avnimelech, Y. 1994. Modelling of nitrogen transformation in intensively aerated fish ponds. *Aquaculture* 120, 95 - 104.
- Landesman, L. 1994. Negative impact of coastal aquaculture development. *J. World Aquacult. Soc.* 25, 12 - 17.
- McIntosh, R.P. 2000. Changing paradigms in shrimp farming: III. Pond design and operation considerations. *Global Aquaculture Advocate* 3, 42 - 44.
- Middelboe, M., Borch, N.H., and Kirchman, D.L. 1995. Bacterial utilization of dissolved free amino acids, dissolved combined amino acids and ammonium in the Delaware Bay estuary: effects of carbon and nitrogen limitation. *Marine Ecology Progress Series* 128, 109 - 120.
- Montoya, R.A., Lawrence, A.L., Grant, W.E., and Velasco, M. 2002. Simulation of inorganic nitrogen dynamics and shrimp survival in an intensive shrimp culture system. *Aquaculture Research* 33, 81 - 94.
- Moriarty, D.J.W. 1986. Bacterial productivity in ponds used for culture of penaeid prawns. *Microb.Ecol* 12, 259-269.
- Olah, J., Sinha, R.P., Ayyappan, S., Purushothaman, C.S., and Radheyshyam, S. 1987. Sediment consumption in tropical undrainable fish ponds. *Internationale Revue gesammte Hydrobiologie* 72, 297-305.
- Parsons, T.R., Albright, L.J., Whitney, F., Wong, C.S., and Williams, M.P.J. 1981. The effect of glucose on the productivity of sea water: An experimental approach using controlled aquatic ecosystems. *Mar. Environ. Res.* 4, 229 - 242.
- Ritvo, G., Dixon, J.B., Lawrence, A.L., Samocha, T.M., Neill, W.H., and Speed M.F. 1998. Accumulation of chemical elements in Texas shrimp pond soils. *J. World Aquacult. Soc.* 29, 422 - 430.
- Rivera-Monroy, V.H., Bahamon, N., Torres, L.A., Newmar, F., and Twilley, R.R. 1999. The potential use of mangrove forest as nitrogen sinks of shrimp aquaculture pond effluents: The role of denitrification. *J. World Aquacult. Soc* 30, 12 - 24.

- Rosenberry, R. 1993. Production drops 16 % in 1993. In: *World Shrimp Farming 1993*. Aquaculture Dig., (December) : 1-19.
- Rosenberry, B. 2001. New shrimp farming technology: Zero-exchange, environmentally friendly, super-intensive In: *World shrimp farming 2001*. Published annually shrimps news International 14, 5-10.
- Schroeder, G.L. 1978. Autotrophic and heterotrophic production of microorganisms in intensively - manured fish ponds, and related fish yields. *Aquaculture* 14, 303 - 325.
- Smith, P.T. 1996. Physical and chemical characteristics of sediment from farms and mangrove habitats on the Clarence river, Australia. *Aquaculture* 146, 47 - 83.
- Smith, P.T. 1998. Effect of removing accumulated sediments on the bacteriology of ponds used to culture *Penaeus monodon*. *Asian Fisheries Science* 10, 355 - 370.
- Sohier, L.P., and Bianchi, M.A.G. 1985. Development of a heterotrophic bacterial community within a closed prawn aquaculture system. *Microbial Ecology* 11, 353 - 369.
- Stuart, J., Frank, E., Coman, Chris,J., Jackson, and Sarah , A. G.2009. High-intensity, zero water-exchange production of juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*: An evaluation of artificial substrates and stocking density. *Aquaculture, Volume 293*, 42-48
- Steel, R.G.D., and Torrie, J.H. 1980. Principles and Procedures of Statistics: Biometrical Approach, 2nd Edition. In: McGram-Hill (Ed.), New York.
- Sun, Yao, Zhang, Shufang, Chen, Jufa, Song, and Junli. 2001. Supplement and consumption of dissolved oxygen and their seasonal variations in shrimp pond. *Mar. Sci.Bull.* 3, 89-96.
- Tacon, A.G.J. 2001. Minimizing environmental impacts of shrimp feeds. *Global Aquaculture Advocate* 4, 34 - 35.
- Tacon, A.G.J., Cody, J.J., Conquest, L.D., Divakaran, S., Forster, I.P., and Decamp, O.E. 2002. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. *Aquaculture Nutrition* 8, 121-137.
- Tezuka, Y. 1990. Bacterial regeneration of ammonium and phosphate as affected by the Carbon : Nitrogen: Phosphorus ratio of organic substrates. *Microbial Ecology* 19, 227 - 238.
- Thakur, D.P., and Lin C.K. 2003. Water quality and nutrient budget in closed shrimp (*Penaeus monodon*) culture systems. *Aquacultural Engineering* 27, 159 - 176.
- Tseng, K.F., Su, H.M.,and Su, M.S. 1998. Culture of *Penaeus monodon* in a recirculating system. *Aquaculture* 17, 138 - 147.
- Visscher, P.T., and Duerr, E.O. 1991. Water quality and microbial dynamics in shrimp ponds receiving bagasse-based feed. *J. World Aquacult. Soc.* 22, 65-76.
- Wheeler, P.A., and Kirchman, D.L. 1986. Utilization of inorganic and organic nitrogen by bacteria in marine systems. *Limnology Oceanography* 31, 998 -1009.