



PENGARUH LEVEL C : N RASIO PAKAN TERHADAP PARAMETER KUALITAS AIR DAN PARAMETER BIOLOGI PERTUMBUHAN UDANG VANAME (*LITOPENAEUS VANNAMEI*) DENGAN MODEL BUDIDAYA TANPA PERGANTIAN AIR MENGGUNAKAN MOLASES SEBAGAI SUMBER KARBON ORGANIK

Effect of Level C : N Feed Ratio on Water Quality Parameters and Biological Parameters of Growth of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) with the Cultivation Model Without Water Change Using Molasses as an Organic Carbon Source

Pohan Panjaitan^{1*}

¹ Program Studi Produksi Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas HKBP Nommensen

ABSTRAK: Permasalahan utama pengembangan industri budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) intensif adalah akumulasi nitrogen tak organik beracun yang harus dikendalikan dengan frekuensi pergantian air yang sering. Studi ini mengkaji metode baru untuk mengurangi nitrogen tak organik yaitu melalui pertumbuhan populasi bakteri heterotrofik. Panambahan karbon organik berupa molases ke dalam tambak budidaya udang dengan model tanpa pergantian air, dapat menghasilkan pertumbuhan bakteri heterotrofik yang optimal. Molases dapat meningkatkan level C:N rasio pakan pada budidaya udang dengan model tanpa pergantian air. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh level rasio C:N pakan terhadap parameter kualitas air dan parameter biologi pertumbuhan udang termasuk rasio konversi pakan. Penelitian ini dilakukan selama dua bulan yaitu mulai Februari sampai dengan April 2023 di panti benih udang daerah Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Serdang Bedagai Provinsi Sumatra Utara. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metoda eksperimental. Ada lima perlakuan yang diuji dalam penelitian antara lain: (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. Penelitian ini menyimpulkan bahwa level rasio C:N pakan berpengaruh nyata terhadap parameter kualitas air dan parameter biologi pertumbuhan udang. Berdasarkan parameter kualitas air dan parameter biologi pertumbuhan udang mencakup rasio konversi pakan, maka perlakuan yang terbaik dalam percobaan ini adalah perlakuan menggunakan molasses dengan level C:N rasio pakan = 20,0:1

Kata kunci: Nitrogen Anorganik; Bakteri Heterotrofik; Molase; Rasio C:N Pakan

ABSTRACT: The main problem in developing the intensive vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*) shrimp farming industry is the accumulation of toxic non-organic nitrogen which must be controlled by frequent water changes. This study examines a new method to reduce inorganic nitrogen, namely through the growth of heterotrophic bacteria populations. The addition of organic carbon in the form of molasses into shrimp farming ponds with a model without changing water, can produce optimal growth of heterotrophic bacteria. Molasses can increase the level of C:N ratio of feed in shrimp culture with a model without changing water. The main objective of this study was to determine the effect of the C:N ratio level of feed on water quality parameters and biological parameters of shrimp growth including feed conversion ratio. This research was carried out for two

months, from February to April 2023 at the shrimp hatchery in Pantai Cermin District, Serdang Bedagai Regency, North Sumatra Province. The method used in this study was the experimental method. There were five treatments tested in the study, including: (1) treatment without using molasses with a C:N ratio of feed = 6.5:1; (2) treatment using molasses with a ratio of C:N feed = 15.0:1; (3) treatment using molasses with a C:N ratio of feed = 17.5:1; (4) treatment using molasses with a C:N ratio of feed = 20.0:1 and (5) treatment using molasses with a ratio level of C:N feed = 22.5:1. Each treatment had three replications. This study concluded that the level of C:N ratio of feed had a significant effect on water quality parameters and biological parameters of shrimp growth. Based on water quality parameters and biological parameters for shrimp growth including feed conversion ratio, the best treatment in this experiment was the treatment using molasses with a C:N level of feed ratio = 20.0:1.

Keywords: Inorganic Nitrogen, Heterotrophic Bacteria, Molasses, C:N ratio of feed

*corresponding author

Email : Drpohanpanjaitan@gmail.com

Recommended APA Citation :

Panjaitan, P. (2023). Pengaruh Level C:N Rasio Pakan Terhadap Parameter Kualitas Air dan Parameter Biologi Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Model Budidaya Tanpa Pergantian Air Menggunakan Molases Sebagai Sumber Karbon Organik. *J.Aquac.Indones*, 2(2): 131-143. <http://dx.doi.org/10.46576/jai.v2i2.3257>

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, 2014) dan mengandung parasit serta mikroorganisme patogen lainnya (Csavas, 1994; Landesman, 2014).

Selanjutnya, air di unit tambak budidaya udang tidak dapat dibuang lagi sembarangan ke perairan umum atau sungai karena sudah ada peraturan lingkungan hidup yang melarang pembuangan air dari unit tambak ke lingkungan (Avnimelech, 2019). Dengan demikian, industri budidaya udang di Indonesia saat ini sudah seharusnya menggunakan sistem tertutup tanpa pergantian air.

Namun, masalah utama yang dihadapi oleh industri budidaya udang dengan model tanpa pergantian air adalah eutrofikasi yang cepat terjadi di unit tambak, akibat dari peningkatan konsentrasi unsur hara fosfor dan nitrogen (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 2006). Penambahan monosakarida seperti glukosa dapat meningkatkan penerapan NH_4^+ oleh bakteri heterotrofik di perairan laut (Hoch et al. 2014). Penambahan bahan karbon dapat mengurangi

nitrogen tak organik dalam wadah percobaan ikan (Avnimelech, 2019), sekaligus menghasilkan protein sel tunggal untuk ikan (Avnimelech dan Mokady 2008; Avnimelech et al., 2009), mengurangi biaya pakan dan pemompaan air (Avnimelech et al., 2012; Kochba et al., 2014; Avnimelech, 2019), sumber bahan karbon yang digunakan di unit tambak dapat berupa sorgum dan tepung terigu (Avnimelech et al., 2014). 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 (2010) melaporkan bahwa regenerasi nitrogen meningkat dengan menurunnya level C:N ratio 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, 2019). 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, 2012; Avnimelech, 2014). Avnimelech, 2019 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 McInton (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 pakan terhadap parameter kualitas air dan parameter biologi pertumbuhan udang vaname dengan model budidaya udang tanpa pergantian air dengan menggunakan molases sebagai sumber karbon organik.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama dua bulan yaitu mulai Februari sampai dengan Maret 2023 di panti benih udang daerah Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Serdang Bedagai Provinsi Sumatera Utara.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan selama penelitian ini antara lain: tanki yang bahannya terbuat fiberglas berkapasitas 160 dan berbentuk ova sebagai wadah pemeliharaan udang, dilengkapi dengan peralatan aerasi (tiga batu aerasi setiap unit percobaan), alat pemeriksa kualitas air berupa Horiba Model U-10, timbangan digital, peralatan untuk kultur bakteri, alat tulis dan lain-lain termasuk laptop. Air diaerasi dengan batu aerasi dan dipupuk dua minggu sebelum penebaran udang untuk menumbuhkan pakan alami.

Metode Penelitian

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

Setiap tangki ditebar dengan juvenil udang vaname 4 ekor atau setara dengan kepadatan udang 30 ekor m^2 (Allan dan Manguire, 2012). Rata-rata bobot individu pada saat penebaran adalah $5,014 \pm 0,336$ gram dan udang diberi pakan udang komersial 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 masing-masing tangki disesuaikan dengan perlakuan (tingkat rasio pakan C:N) dan tingkat pakan harian. Pakan udang diberikan ke setiap tangki dua kali sehari (50 % dari total pakan yang dibutuhkan pada pukul 08.00 dan 18.00) seperti yang dilakukan di kolam budidaya ikan oleh Avnimelech et al. (2012) sedangkan molases 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., 2009; Avnimelech et al., 2012a; Avnimelech et al., 2014; Kochba et al., 2014; Avnimelech, 2019). 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, 2019). 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%.

Jumlah molase yang dibutuhkan per 1gram pakan pada setiap perlakuan adalah 0,00; 1,68; 2,17; 2,67 dan 3,16gram masing-masing perlakuan. Selanjutnya bakteri heterotrof yang diukur pada setiap perlakuan berasal dari bakteri alami air laut yang digunakan (Avnimelech, 2019).

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 heterotroph diukur dengan menghitung koloni yang tumbuh pada cawan *Tryptone Soya Agar* (TSA) dengan 10 % NaCl (Johnsen et al., 2013). Sebelum bakteri ditumbuhkan di media agar, pengenceran serial dibuat dalam larutan garam fisiologis yang terdiri dari 9 % NaCl (Sohier dan Bianchi, 2005). Jumlah bakteri dinyatakan dalam unit pembentuk koloni per ml air (CFU ml⁻¹) (Smith, 2018).

Prosentasi Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan dan Rasio Konversi Pakan Udang

Penelitian dilaksanakan selama delapan minggu. Setiap dua minggu dilakukan penimbangan total berat badan udang (W) dan juga jumlah udang yang hidup (N) dihitung di setiap unit percobaan. Selanjutnya jumlah pakan yang digunakan dicatat (Wf), rata-rata bobot badan (Wa) dihitung dengan membagi W dengan N di setiap unit percobaan (Wf), laju pertumbuhan udang (gram/hari) dan rasio konversi pakan (FCR) ditentukan menggunakan rumus di bawah ini seperti yang digunakan dalam studi akuakultur umum (Balazs, 2013; Bages dan Sloane, 2001; Tseng et al., 2018):

$$\text{Tingkat Kelangsungan Hidup (\%)} = \{(N_0 - N_t)\} \div N_0 \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Pertumbuhan (gram/hari)} = (W_t - W_0) \div t \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Rasio Konversi Pakan (FCR)} = (\sum W_f) \div \Delta W \dots\dots\dots (3)$$

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 (t_0) dan waktu (t), t adalah periode waktu pemeliharaan udang, $\sum W_f$ adalah jumlah total pakan yang digunakan pada setiap unit percobaan, dan ΔW adalah pertambahan berat udang di setiap unit percobaan selama periode penelitian.

Analisis Data

Data penelitian dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak Statistica Versi 6.1 dan dengan Anova satu arah (Steel and Torrie, 1980) untuk mengevaluasi efek dari setiap perlakuan. Homogenitas varians dan normalitas semua kumpulan data diuji menggunakan uji Cochran. Tes Tukey digunakan untuk membedakan antara rata-rata perlakuan dari setiap percobaan setelah analisis Ampva (Steel dan Torrie, 1980).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Perlakuan yang Berbeda Terhadap Parameter Kualitas Air

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 pakan = 17,5:1 lebih tinggi secara nyata dibandingkan dengan perlakuan level rasio C:N pakan = 17,5:1 dan tidak terdapat perbedaan yang nyata pada konsentrasi amonia dan nitrit antara perlakuan level rasio C:N pakan = 20,0:1 dan perlakuan level rasio C:N pakan = 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 pakan yang meningkat. Karena hasil analisis menunjukkan konsentrasi amonia dan nitrit memiliki hubungan negatif dengan jumlah bakteri.

Tabel 1. Pengaruh Level Rasio C:N Pakan Terhadap Beberapa Parameter Kualitas Air Pada Percobaan Budidaya Udang dengan Model Budida 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-Rata	Standard Deviasi
Ammonia (mg/litre)	Tanpa Molasses dengan C:N rasio pakan=6,5	1,1059	$\pm 0,0152^a$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=15,0	0,3483	$\pm 0,0488^b$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=17,5	0,9205	$\pm 0,0376^c$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=20,0	0,0839	$\pm 0,0177^d$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=22,5	0,0870	$\pm 0,0078^d$
Nitrite (mg/litre)	Tanpa Molasses dengan C:N rasio pakan=6,5	45,0736	$\pm 0,0341^a$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=15,0	2,8622	$\pm 0,0221^b$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=17,5	0,1441	$\pm 0,0400^c$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=20,0	0,0776	$\pm 0,0133^d$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=22,5	0,0490	$\pm 0,0035^d$
Oksigen Terlarut (mg/litre)	Tanpa Molasses dengan C:N rasio pakan=6,5	5,510	$\pm 0,04^a$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=15,0	4,980	$\pm 0,040^b$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=17,5	4,790	$\pm 0,120^c$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=20,0	4,280	$\pm 0,200^d$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=22,5	4,140	$\pm 0,040^e$
Jumlah Bakteri (CFU/ml)	Tanpa Molasses dengan C:N rasio pakan=6,5	$2,31 \times 10^9$	$\pm 1,48 \times 10^{8a}$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=15,0	$8,48 \times 10^9$	$\pm 5,49 \times 10^{8b}$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=17,5	$1,09 \times 10^{10}$	$\pm 3,26 \times 10^{8c}$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=20,0	$1,27 \times 10^{10}$	$\pm 4,40 \times 10^{8d}$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=22,5	$1,74 \times 10^{10}$	$\pm 6,00 \times 10^{8e}$
pH	Tanpa Molasses dengan C:N rasio pakan=6,5	7,21	$\pm 0,05^a$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=15,0	8,16	$\pm 0,04^b$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=17,5	8,01	$\pm 0,04^c$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=20,0	7,86	$\pm 0,03^e$
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=22,5	7,73	$\pm 0,06^e$

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

Hasil penelitian ini sesuai dengan yang penemuan oleh beberapa peneliti sebelumnya (Tezuka, 2010; Hoch et al., 2014) yang menemukan bahwa penambahan karbon mengurangi nitrogen tak organik karena meningkatnya serapan NH_4^+ oleh bakteri. Hal yang sama sebelumnya juga dilaporkan bahwa kolam tanpa pertukaran air yang menggunakan karbon memungkinkan untuk

mengontrol akumulasi nitrogen tak organik melalui rasio karbon terhadap nitrogen yang seimbang pada pakan (Avnimelech et al., 2009; 2012; 2014; Avnimelech, 2018; 2019). Selanjutnya Stuart et al. (2009) memelihara udang windu *Penaeus monodon* dalam model tanpa pertukaran air menggunakan sumber karbon harian berupa tepung tapioka untuk menstimulasi pertumbuhan komunitas mikroba dan meningkatkan kualitas air.

Beberapa penelitian sebelumnya juga membuktikan bahwa rasio karbon dan nitrogen mempengaruhi tingkat serapan nitrogen tak organik oleh bakteri dalam sistem akuakultur (Avnimelech et al., 2012, 2014; Hoch dan Kirchman, 2015; Kochva et al., 2014; Avnimelech, 2019; Montoya et al., 2002). Selanjutnya, Goldman et al. (2007) tidak menemukan nitrogen tak organik pada substrat organik yang memiliki tingkat rasio C:N lebih tinggi dari 10,0:1. Demikian juga, Tezuka (2010) 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.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa level rasio C:N pakan berpengaruh nyata terhadap konsentrasi oksigen terlarut seperti terlihat dalam Tabel 1. Lebih lanjut analisis statistik menunjukkan bahwa nilai oksigen terlarut air menurun secara signifikan dengan meningkatnya level rasio C:N pakan. Konsentrasi oksigen terlarut dalam percobaan cenderung menurun selama masa penelitian. Penjelasan untuk hasil ini dapat disebabkan karena peningkatan kadar rasio C:N pakan dalam budidaya udang menstimulasi pertumbuhan bakteri yang pada gilirannya membutuhkan oksigen terlarut untuk pertumbuhannya, selanjutnya terjadi penurunan konsentrasi oksigen terlarut dengan level 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 bakteri heterotrofik (Sun et al., 2001). Telah diamati sebelumnya bahwa bakteri memberikan kontribusi sebanyak 77% dari total konsumsi oksigen terlarut dalam kolam ikan (Olah et al., 2007). Demikian juga, Visscher dan Duerr (2011) menemukan bahwa populasi mikroorganisme mengkonsumsi konsentrasi oksigen terlarut tinggi di tambak udang.

Level rasio C:N pakan berpengaruh nyata terhadap nilai pH air media pemeliharaan udang. Terjadi penurunan nilai pH yang signifikan dengan peningkatan level rasio C:N pakan kecuali pada perlakuan tanpa menggunakan molases dengan level rasio C:N ratio pakan = 6,5:1. Selanjutnya, tingkat pH dalam percobaan menurun dengan waktu percobaan. Hal ini dapat bakteri dapat meningkatkan kadar karbon tak organik (CO_2) air dan selanjutnya menurunkan nilai pH. Hasil ini sesuai dengan laporan yang didokumentasikan oleh (Boyd, 1995; Ritvo et al., 1998) yang mengamati bahwa pH biasanya menurun karena potensi redoks menurun akibat aktivitas mikroba. Dapat dilaporkan bahwa pH terendah terdapat pada perlakuan ZWEM6.5. Alasan bukti ini kemungkinan besar terkait dengan akumulasi nitrit dalam air. Terdapat 45,0736 ppm nitrit pada akhir

penelitian pada perlakuan tanpa menggunakan molases dengan level rasio 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.

Penelitian ini juga menemukan bahwa level rasio C:N pakan berpengaruh signifikan terhadap jumlah total bakteri heterotrof dapat dilihat pada Tabel 1. Terjadi peningkatan jumlah total bakteri heterotrof yang signifikan dengan peningkatan level rasio C:N pakan. Terbukti dengan jelas bahwa bakteri membutuhkan karbon dari molase untuk memperbanyak selnya. Azzam dkk. (2003) menyatakan bahwa karbon seperti glukosa digunakan oleh bakteri alami. Penelitian selanjutnya menunjukkan bahwa penambahan glukosa meningkatkan jumlah bakteri heterotrofik dalam air (Parsons et al., 2001; Middleboe et al., 2015). Demikian juga, beberapa peneliti sebelumnya (Avnimelech et al., 2012; 2014; Kochva et al., 2014; Avnimelech, 2019) yang menemukan bahwa jumlah bakteri heterotrofik meningkat sebagai respons terhadap peningkatan level rasio C:N. Moriarty (2006) juga menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah bakteri sebagai akibat dari peningkatan karbon dalam masukan pakan budidaya udang penaeid.

Pengaruh Level C:N Rasio Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup Pertumbuhan Udang termasuk Rasio Konversi Pakan Udang

Level rasio C:N pakan tidak berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup udang dalam percobaan. Penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup pada semua perlakuan tinggi (100%).

Level rasio C:N pakan berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan udang dan rasio konversi pakan pada akhir percobaan dapat terlihat pada Tabel 2. Diamati bahwa dalam percobaan dan rasio konversi pakan menurun dengan meningkatnya level rasio C:N pakan kecuali perlakuan rasio C:N 20,0:1 yang memiliki laju pertumbuhan dan persentase pertambahan bobot yang lebih tinggi secara signifikan dan pakan yang lebih rendah. Rasio konversi dibandingkan dengan yang diperoleh dalam pengobatan ZWEM22.5.

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 C:N lebih tinggi dari 15,0:1 (Avnimelech et al., 2012, 2014; Avnimelech, 2019). Selanjutnya, Avnimelech (2019) melaporkan bahwa pertumbuhan ikan di kolam yang diperlakukan dengan rasio C:N = 16,6:1 secara signifikan lebih tinggi daripada ikan yang dibudidayakan di kolam dengan rasio C:N = 11,1:1, sementara kematian ikan dan konversi pakan dan koefisien biaya pakan pada perlakuan dengan level C:N = 16,6:1 secara signifikan lebih rendah daripada perlakuan dengan C:N = 11,1:1.

Tabel 2. Pengaruh Level Rasio C:N Pakan Terhadap Beberapa Parameter Biologi Pertumbuhan Udang Vaname Pada Percobaan Budidaya Udang dengan Sistem Budidaya 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 Biologi (Pertumbuhan Udang)	Perlakuan	Rata-Rata	Standar Deviasi
Prosentasi Kelangsungan Hidup Udang (%)	Tanpa Molasses dengan C:N rasio pakan=6,5	83,33	±7,63 ^a
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=15,0	100,00	±0,00 ^b
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=17,5	100,00	±0,00 ^b
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=20,0	100,00	±0,00 ^b
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=22,5	100,00	±0,00 ^b
Pertumbuhan Udang (gram/hari)	Tanpa Molasses dengan C:N rasio pakan=6,5	0,133	0,035 ^a
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=15,0	0,133	0,035 ^a
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=17,5	0,154	0,004 ^b
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=20,0	0,161	0,004 ^c
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=22,5	0,198	0,003 ^d
Rasio Konversi Pakan	Tanpa Molasses dengan C:N rasio pakan=6,5	3,398	0,257 ^a
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=15,0	2,889	0,070 ^b
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=17,5	2,715	0,087 ^c
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=20,0	2,216	0,036 ^d
	Menggunakan Molasses dengan C:N rasio pakan=22,5	2,388	0,118 ^e

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

Juga McIntosh (2000) telah berhasil membudidayakan udang vaname di tambak dengan model tanpa pertukaran menggunakan pelet berbahan dasar biji-bijian dengan level rasio C:N = 20,0:1. Hasil ini bisa jadi karena komunitas heterotrofik dalam budidaya udang tanpa pertukaran air 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, berkontribusi pada nutrisi udang. dan daur ulang nutrisi tambak yang efisien menjadi biomassa udang (McIntosh, 2000). Rosenberry (2001) menyatakan bahwa sistem budaya tanpa pergantian air menghasilkan udang putih sepuluh kali lebih banyak daripada tambak semi-intensif biasa dan empat puluh kali udang putih daripada tambak ekstensif biasa.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan penggunaan molasses sebagai sumber karbon organik berperan dalam menurunkan nitrogen tak organik dan meningkatkan laju pertumbuhan serta menurunkan rasio konversi pakan. Berdasarkan parameter kualitas air dan parameter biologi pertumbuhan udang mencakup rasio konversi pakan, maka perlakuan yang terbaik dalam percobaan ini adalah perlakuan menggunakan molasses dengan level C:N rasio pakan = 20,0:1.

DAFTAR PUSTAKA

Avnimelech, Y. 20188. Minimal discharge from intensive fish ponds. J. World Aquacult. Soc. 29, 32-37.

- Avnimelech, Y. 2019. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture* 176, 227 - 235.
- Avnimelech, Y., and Mokady, S. 2008. 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., Diab, S., Kochva, M., and Mokady, S. 2012. 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. 2014. 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., Lacher, M., Raveh, A., and Zur, O. 2001. A method for the evaluation of conditions in a fish pond sediment. *Aquaculture* 23, 361-365.
- Avnimelech, Y., Mokady, S., and Schroeder, G.L. 2009. Circulated ponds as efficient bioreactors for single cell protein production. *The Israel Journal of Aquaculture-Badmidgeh* 41, 58 - 66.
- Avnimelech, Y., Mozes, N., Diab, S. and Kochva, M. 2015. Rates of organic carbon and nitrogen degradation in intensive fish ponds. *Aquaculture* 134, 211 - 216.
- Azam, F., Fenchel, T., Field, J.G., Meyer-Reil, L.A., and Thingstad, F. 2003. The ecological role of microbes in the sea. *Marine Ecology Progress Series* 10, 257 - 263.
- Bages, M., and Sloane, L. 2001. Effects of dietary protein and starch levels on growth and survival of *Penaeus monodon* (Fabricius) postlarvae. *Aquaculture* 25, 117 - 128.
- Balazs, G.H. 1993. 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. 2014. Important factors in the success of shrimp farming. *J. World Aquacult. Soc* 25, 34 - 56.
- Findlay, R.H., King, G.M., and Watling, L. 2009. 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. 2007. Regulation of gross growth efficiency and ammonium regeneration in bacteria by substrate C:N ratio. *Limnology Oceanography* 52, 1239 - 1252.
- Gottschalk, G. 2006. *Bacterial metabolism*. Springer.
- Hargreaves, J.A. 2018. Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. *Aquaculture* 466, 181-212.
- Harris, R.H., Mitchell, R. 2013. The role of polymers in microbial aggregation. *Ann. Rev. Microbiol.* 67, 27-50.
- Hoch, M.P., Fogel, M.L., and Kirchman, D.L. 2014. Isotope fractionation during ammonium uptake by marine microbial assemblages. *Geomicrobiology* 12, 113 - 127.
- Hoch, M.P., and Kirchman, D.L. 2015. Ammonium uptake by heterotrophic bacteria in the Delaware estuary and adjacent coastal waters. *Limnology Oceanography* 60, 886 - 897
- Hopkins, J.S., DeVoe, M.R., and Holland, A.F. 2015. Environmental impacts of shrimp farming with special reference to the situation in the Continental United State. *Estuaries* 38, 25 -42.
- Hopkins, J.S., Hamilton, R.D., Sandifer, P.A., Browdy, C.L., and Stokes, A.D. 2013. Effect of water exchange rates on production, water quality, effluent characteristics, and nitrogen budgets of intensive shrimp ponds. *J. World Aquacult. Soc* 44, 304 - 320.
- Johnsen, R.I., Nielsen, O.G., and Lunestad, B.T. 2013. Environmental distribution of organic waste from a marine fish farm. *Aquaculture* 361, 229 - 244.
- Jorgensen, N.O.G., Kroer, N., Coffin, R.B., Yang, X.H., and Lee, C. 2013. Dissolved free amino acids, combined amino acids, and DNA as sources of carbon and nitrogen to marine bacteria. *Marine Ecology Progress Series* 468, 135- 148.
- Kautsky, N., Ronnback, P., Tedengren, M., and Troell, M. 2000. Ecosystem perspectives on management of disease in shrimp pond farming. *Aquaculture* 181, 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. 2014. Modelling of nitrogen transformation in intensively aerated fish ponds. *Aquaculture* 320, 95 - 104.
- Landesman, L. 2014. Negative impact of coastal aquaculture development. *J. World Aquacult. Soc.* 45, 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. 2015. 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. 2006. 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. 2007. 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. 2001. 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. 2018. 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. 2019. 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, 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.
- Rosenberry, R. 1993. Production drops 16 % in 1993. In: *World Shrimp Farming 2013*. *Aquaculture Dig.*, (December) : 1-19.
- Schroeder, G.L. 2018. Autotrophic and heterotrophic production of microorganisms in intensely - manured fish ponds, and related fish yields. *Aquaculture* 14, 303 - 325.
- Smith, P.T. 2016. Physical and chemical characteristics of sediment from farms and mangrove habitats on the Clarence river, Australia. *Aquaculture* 146, 47 - 83.
- Smith, P.T. 2018. 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. 2005. Development of a heterotrophic bacterial community within a closed prawn aquaculture system. *Microbial Ecology* 11, 353 - 369.
- Steel, R.G.D., and Torrie, J.H. 2000. *Principles and Procedures of Statistics: Biometrical Approach*, 2nd Edition. In: McGraw-Hill (Ed.), New York.

- 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
- 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. 2010. 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. 2018. Culture of *Penaeus monodon* in a recirculating system. *Aquaculture* 17, 138 - 147.
- Visscher, P.T., and Duerr, E.O. 2001. Water quality and microbial dynamics in shrimp ponds receiving bagasse-based feed. *J. World Aquacult. Soc.* 22, 65-76.