

## PENGARUH PADAT PENEBARAN TERHADAP LAJU NITRIFIKASI DALAM BUDIDAYA IKAN SISTEM RESIRKULASI TERTUTUP

### The Effect of Stocking Density on Nitrification Rate in a Closed Recirculating Culture System

A.S. Sidik, Sarwono & Agustina

Laboratorium Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

#### ABSTRACT

Nitrification rate in a closed recirculating water system with different stocking density of common carp (*Cyprinus carpio* L.) had been observed in the Laboratory of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Marine Science, Mulawarman University. Fish were cultivated in rounded tanks with four level of stocking densities i.e. 10, 20, 30 and 40 fish/100 l in a closed recirculating water system, and fed on a commercial pellet given thrice a day at a quantity of 5% from the total body weight of fish per day. The experiment was designed completely randomized with three replications. Nitrification rate was calculated stoichiometrically through the determination of ammonia and nitrite oxidation rate. Results showed that in this experiment the ammonia and nitrite oxidation rate, and nitrification rate in a closed recirculating water system was increased with the increasing stocking density of fish. On the contrary, the growth of fish was decreased with the increasing of stocking density.

Key words : Nitrification rate, stocking density, recirculation system, common carp (*Cyprinus carpio* L.).

#### ABSTRAK

Laju nitrifikasi dalam budidaya sistem resirkulasi air tertutup dengan padat penebaran ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) yang berbeda telah diamati di Laboratorium Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman. Ikan dipelihara dalam tong plastik dengan empat tingkat padat penebaran, yaitu 10, 20, 30 dan 40 ekor/100 l, dan diberi makan pelet komersial tiga kali sehari dengan jumlah 5 % dari berat badan ikan per hari. Penelitian ini dirancang secara acak lengkap dengan tiga ulangan. Laju nitrifikasi dihitung secara stoikiometrik melalui penentuan laju oksidasi amoniak dan nitrit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju oksidasi amoniak dan nitrit serta laju nitrifikasi dalam sistem resirkulasi air tertutup meningkat dengan meningkatnya padat penebaran. Sebaliknya pertumbuhan ikan menurun dengan meningkatnya padat penebaran.

Kata kunci : Laju nitrifikasi, padat penebaran, sistem resirkulasi, ikan mas (*Cyprinus carpio* L.).

#### PENDAHULUAN

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, kegiatan budidaya organisme akuatik terutama budidaya ikan mulai beralih dari sistem tradisional ke sistem intensif. Budidaya perikanan intensif yang menggunakan padat penebaran dan dosis pakan yang tinggi, berakibat pada cepat menurunnya kualitas air budidaya karena tingginya buangan metabolit dan sisa pakan. Dekomposisi metabolit dan sisa pakan menghasilkan produk sampingan yang sangat toksik yaitu amoniak.

Sistem budidaya resirkulasi tertutup termasuk sistem budidaya intensif. Sistem ini memanfaatkan ulang air yang sudah digunakan dengan meresirkulasinya melewati sebuah filter, sehingga sistem ini bersifat hemat air (Sidik 1996). Filter di dalam sistem ini berfungsi mekanis untuk menjernihkan air dan berfungsi biologis untuk menetralisasi senyawa amoniak yang toksik menjadi senyawa nitrat yang kurang toksik dalam suatu proses yang disebut nitrifikasi (Spotte 1979). Berhasil tidaknya budidaya ikan di dalam sistem resirkulasi tertutup sangat ditentukan oleh baik tidaknya fungsi nitrifikasi di dalam sistem tersebut.

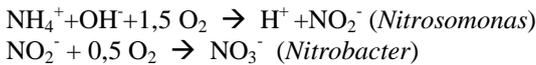
Banyak faktor yang mempengaruhi laju nitrifikasi di dalam sistem resirkulasi tertutup, diantaranya adalah besarnya buangan metabolit dan sisa pakan. Mengingat bahwa besarnya buangan metabolit dan sisa pakan sangat dipengaruhi padat penebaran ikan yang dipelihara, maka penelitian ini mencoba mengamati pengaruh padat penebaran tersebut terhadap laju nitrifikasi di dalam budidaya ikan sistem resirkulasi tertutup.

#### BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman selama 30 hari. Ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) yang berukuran awal 3,891–4,490 cm panjang dan 1,380–1,475 g bobot dipelihara di dalam tong-tong plastik yang masing-masing berkapasitas 120 l dengan kepadatan yang berbeda-beda yaitu 10, 20, 30, dan 40 ekor/100 l. Air media budidaya diaerasi dengan kuat dan diresirkulasi melalui filter yang terbuat dari kotak kaca berukuran panjang-lebar-tinggi 0,5x0,3x0,2 m. Kerikil ( $\varnothing$  3-5 mm) dicuci bersih dan dimasukkan ke dalam kotak tersebut setinggi 10 cm, sebagai filter.

Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sumur bor yang sebelumnya telah diumurkan dulu selama 7 hari. Selama pemeliharaan, ikan diberi makan pelet komersial tiga kali sehari sebanyak 5% dari total bobot badan per hari. Penelitian ini dirancang mengikuti pola rancangan acak lengkap dengan tiga kali ulangan.

Dalam penelitian ini, laju nitrifikasi didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi amoniak menjadi nitrit dan nitrit menjadi nitrat. Laju oksidasi amoniak dan nitrit ditentukan secara stoikiometrik berdasarkan persamaan reaksi (Spotte 1979) berikut :



Laju oksidasi amoniak maupun nitrit ditentukan berdasarkan konsentrasi amoniak atau nitrit di awal penelitian sampai ketika amoniak atau nitrit mencapai konsentrasi maksimum. Berdasarkan dasar pemikiran tersebut laju nitrifikasi dihitung sebagai berikut :

$$\text{LN} = \text{LOA} + \text{LONi}$$

LOA =  $1,5 \times \text{LPA} / \text{BA N} \times \text{BM O}_2$ , dan  
 LONi =  $0,5 \times \text{LPNi} / \text{BA N} \times \text{BM O}_2$

LPA =  $[(\text{At}-\text{Ao})+(\text{Nit}-\text{Nio})+(\text{Nat}-\text{Nao})] / t$ , dan  
 LPNi =  $[(\text{Nit}-\text{Nio})+(\text{Nat}-\text{Nao})] / t$ , dengan:

- LN = laju nitrifikasi (mg O<sub>2</sub>/l/jam)
- LOA = laju oksidasi amoniak (mg O<sub>2</sub>/l/jam)
- LPA = laju produksi amoniak (mg O<sub>2</sub>/l/jam)
- LPNi = laju produksi nitrit (mg O<sub>2</sub>/l/jam)
- BA N = berat atom nitrogen (14)
- BM O<sub>2</sub> = berat molekul oksigen (32)
- At = konsentrasi amoniak nitrogen pada waktu t (mg/l)
- Ao = konsentrasi amoniak nitrogen pada awal penelitian (mg/l)
- Nit = konsentrasi nitrit nitrogen pada waktu t (mg/l)

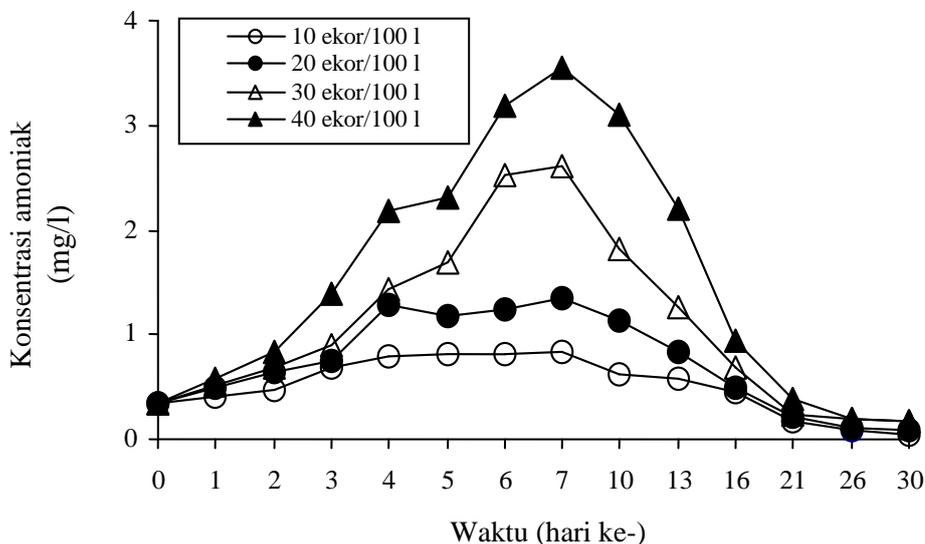
Nio = konsentrasi nitrit nitrogen pada awal penelitian (mg/l)  
 Nat = konsentrasi nitrat nitrogen pada waktu t (mg/l)  
 Nao = konsentrasi nitrat nitrogen pada awal penelitian (mg/l)  
 t = lama pengamatan (jam)

Konsentrasi amoniak (NH<sub>4</sub>-N), nitrit (NO<sub>2</sub>-N), dan nitrat (NO<sub>3</sub>-N) media pemeliharaan ikan mas diukur setiap hari pada minggu pertama, tiga hari sekali pada minggu kedua, dan lima hari sekali pada minggu ketiga dan keempat penelitian dengan metode spektrofotometrik (APHA 1981). Pengukuran panjang dan bobot seluruh populasi ikan mas untuk mengetahui pertumbuhan dilakukan di awal dan akhir penelitian (Effendie 1979). Peubah kualitas air lainnya yang diukur adalah suhu, pH, DO (*dissolved oxygen*), dan CO<sub>2</sub>. Suhu diukur setiap hari, sedang peubah lainnya diukur setiap lima hari sekali.

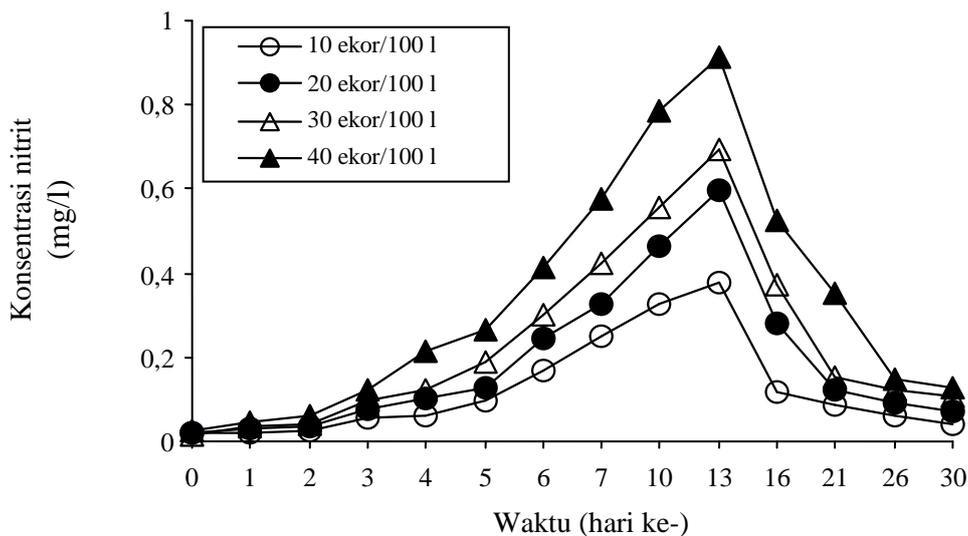
Analisis varians dipakai untuk mengetahui pengaruh perlakuan, dan jika berbeda nyata, dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

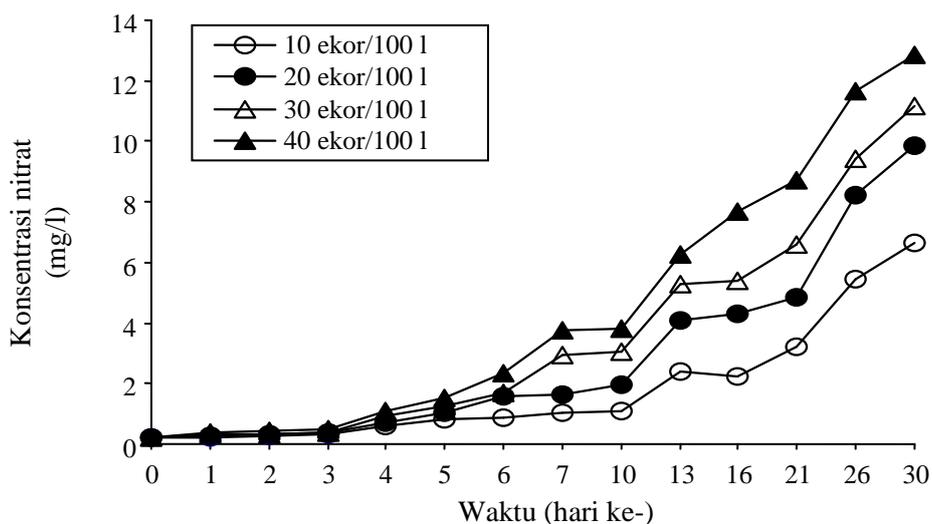
Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada semua padat penebaran ikan mas puncak konsentrasi amonia media pemeliharaan terjadi pada hari ketujuh, sedangkan puncak konsentrasi nitrit tercapai pada hari ke-13 (Gambar 1 dan 2). Sementara itu konsentrasi nitrat terus meningkat sampai akhir penelitian (Gambar 3) dan menyebabkan pH air menurun di semua perlakuan dari rata-rata 8,21 menjadi 7,19 (Tabel 1). Berdasarkan Spotte (1979) dan Sidik (1996), data yang tergambar dari grafik tersebut menunjukkan bahwa sistem resirkulasi tertutup pada semua perlakuan dalam penelitian ini berjalan dengan baik, sehingga dapat dijadikan dasar untuk menghitung laju nitrifikasinya.



Gambar 1. Perubahan konsentrasi amoniak (NH<sub>4</sub>-N) media pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) pada kepadatan 10, 20, 30 dan 40 ekor/100 l.



Gambar 2. Perubahan konsentrasi nitrit (NO<sub>2</sub>-N) media pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) pada kepadatan 10, 20, 30 dan 40 ekor/100 l.



Gambar 3. Perubahan konsentrasi nitrat (NO<sub>3</sub>-N) media pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) pada kepadatan 10, 20, 30 dan 40 ekor/100 l.

Tabel 1. Nilai kisaran beberapa peubah kualitas air media pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) pada kepadatan 10, 20, 30 dan 40 ekor/100 l. Angka dalam kurung menunjukkan rata-rata nilai.

Peubah	Satuan	Kepadatan (ekor/100 l)			
		10	20	30	40
Suhu	°C	26,4-28,0	26,4-28,0	26,4-28,0	26,4-28,0
pH	-	8,21-7,28	8,21-7,28	8,20-7,10	8,21-7,01
O <sub>2</sub> terlarut	mg/l	7,10-8,10 (7,70)	7,08-8,10 (7,46)	6,75-8,10 (7,33)	6,54-8,10 (7,20)
CO <sub>2</sub>	mg/l	ttd-5,57 (4,17)	ttd-9,11 (6,77)	ttd-10,07 (8,53)	ttd-13,20 (9,87)

ttd - tak terdeteksi

Laju oksidasi amoniak sampai puncak konsentrasi pada hari ketujuh dan laju oksidasi nitrit dan laju nitrifikasi sampai puncak konsentrasi pada hari ke-13 terlihat pada Tabel 2. Dari tabel tersebut terlihat bahwa padat penebaran berpengaruh sangat nyata ( $P < 0.01$ ) terhadap laju oksidasi amoniak, laju oksidasi nitrit dan laju nitrifikasi. Baik laju oksidasi amoniak, laju oksidasi nitrit, maupun laju nitrifikasi meningkat dengan meningkatnya padat penebaran yang secara tidak langsung berkaitan dengan makin meningkatnya buangan metabolit dan sisa pakan di dalam sistem budidaya. Dekomposisi metabolit dan sisa pakan yang meningkat akan meningkatkan konsentrasi amoniak di dalam sistem (Hirayama 1970; Spotte 1979), sehingga mendorong meningkatnya laju oksidasi amoniak, laju oksidasi nitrit, dan laju nitrifikasi. Boyd (1981) menyatakan bahwa untuk proses oksidasi amoniak dibutuhkan amoniak ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) sebagai sumber energi,  $\text{CO}_2$  sebagai sumber karbon dan  $\text{O}_2$  untuk proses oksidasinya. Hanya saja di atas padat penebaran 40 ekor/100 l, dan pada padat penebaran berapa laju oksidasi amoniak, laju oksidasi nitrit, dan laju nitrifikasi dalam sistem resirkulasi tertutup mulai menurun, hasilnya tidak dapat diketahui dari penelitian ini.

Dengan metode yang berbeda, beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa laju oksidasi amoniak di dalam 10 g filter pasir besarnya 0,43 g- $\text{N}/\text{m}^2$  (Saeki 1985). Nijhof & Bovendeur (1990)

melaporkan bahwa kapasitas nitrifikasi dalam sebuah medium filter plastik dalam sistem resirkulasi air laut tertutup adalah 0,28 g- $\text{N}/\text{m}^2/\text{hari}$ . Kikuchi *et al.* (1994) melaporkan pengaruh berbagai macam filter plastik terhadap laju oksidasi amoniak di dalam percobaan simulasi laboratorium. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa laju oksidasi amoniak maksimum terjadi pada medium filter jaring sebesar 0,55 g- $\text{N}/\text{m}^2/\text{hari}$ . Penelitian ini mencoba memperlihatkan pengaruh berbagai tingkat padat penebaran terhadap laju nitrifikasi dalam kondisi yang lebih alami.

Berbeda dengan laju nitrifikasi, pengaruh padat penebaran terhadap pertumbuhan bersifat berbanding terbalik. Pertumbuhan ikan makin baik pada padat penebaran yang makin rendah (Tabel 3), sehingga mempunyai hubungan yang terbalik juga dengan laju nitrifikasi. Makin rendahnya pertumbuhan seiring dengan meningkatnya kepadatan merupakan sebuah gejala yang normal. Christensen (1989) menyatakan bahwa pada padat penebaran yang tinggi, ruang gerak ikan menjadi sempit sehingga kompetisi terhadap oksigen dan pakan menjadi meningkat. Akibatnya pertumbuhan ikan akan terhambat. Kepadatan yang tinggi juga mempercepat penurunan kualitas air budidaya, akibat akumulasi metabolit dan sisa pakan, sehingga berpengaruh besar terhadap pertumbuhan (Zonnefeld *et al.* 1991).

Tabel 2. Laju oksidasi amoniak ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) sampai hari ketujuh, laju oksidasi nitrit ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) dan laju nitrifikasi sampai hari ke-13 media pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) pada kepadatan 10, 20, 30 dan 40 ekor/100 l.

Kepadatan (ekor/100 l)	Laju Oksidasi Amoniak (mg $\text{O}_2$ /l/jam)	Laju Oksidasi Nitrit (mg $\text{O}_2$ /l/jam)	Laju Nitrifikasi (mg $\text{O}_2$ /l/jam)
10	0,031 ± 0,004 <sup>a</sup>	0,010 ± 0,002 <sup>a</sup>	0,041 ± 0,005 <sup>a</sup>
20	0,055 ± 0,005 <sup>b</sup>	0,016 ± 0,001 <sup>b</sup>	0,071 ± 0,004 <sup>b</sup>
30	0,111 ± 0,001 <sup>c</sup>	0,021 ± 0,001 <sup>c</sup>	0,132 ± 0,001 <sup>c</sup>
40	0,151 ± 0,007 <sup>d</sup>	0,025 ± 0,001 <sup>d</sup>	0,176 ± 0,007 <sup>d</sup>

Huruf superskrip yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT<sub>0,01</sub>

Tabel 3. Pertumbuhan bobot dan panjang mutlak ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) pada kepadatan 10, 20, 30 dan 40 ekor/100 l selama penelitian.

Kepadatan (ekor/100 l)	Pertumbuhan Bobot (g)	Pertumbuhan Panjang (cm)
10	1,630 ± 0,075 <sup>a</sup>	1,060 ± 0,280 <sup>a</sup>
20	1,261 ± 0,254 <sup>b</sup>	0,874 ± 0,211 <sup>a</sup>
30	0,961 ± 0,030 <sup>c</sup>	0,714 ± 0,149 <sup>a</sup>
40	0,859 ± 0,041 <sup>d</sup>	0,648 ± 0,159 <sup>a</sup>

Huruf superskript yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada BNT<sub>0,01</sub>

Dengan demikian dari hasil penelitian ini diketahui bahwa besarnya padat penebaran berpengaruh sangat nyata terhadap laju nitrifikasi dan berbanding terbalik terhadap pertumbuhan berat ikan. Diperlukan penelitian dengan padat penebaran yang lebih tinggi dari 40 ekor/100 l untuk mengetahui laju nitrifikasi maksimum dapat dicapai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- APHA. 1981. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Pub. Health Ass., Washington D.C. 1134 p.
- Boyd, C.E. 1981. Water Quality Management for Pond Fish Culture. Elsevier Books Co. Ltd., Amsterdam. 318 p.
- Christensen, M.S. 1989. Teknik dan Ekonomi Pemeliharaan Intensif Ikan Jelawat dan Ikan Lempam dalam Karamba. Persada Utama, Jakarta. 141 hal.
- Effendie, M.I. 1979. Metode Biologi Perikanan. Yayasan Dewi Sri, Bogor. 112 hal.
- Hirayama, K. 1970. Studies on water control by filtration through sand bed in a marine aquarium with closed recirculating system, VI. Acidification of aquarium water. Nippon Suisan Gakkaishi, 36: 26-34
- Kikuchi, K., H. Honda & M. Kiyono. 1994. Ammonia oxidation in marine biological filters with plastic filter media. Fisheries Science, 60(2): 133-136
- Nijhof, M. & J. Bovendeur. 1990. Fixed film nitrification characteristics in seawater recirculation fish culture system. Aquaculture, 87: 133-143
- Saeki, A. 1985. Studies on fish culture in the aquarium of closed recirculating system, its fundamental theory and standard plan. Nippon Suisan Gakkaishi, 23: 684-695
- Sidik, A.S. 1996. Pemanfaatan Hidroponik dalam Budidaya Perikanan Sistem Resirkulasi Air Tertutup. Lembaga Penelitian Universitas Mulawarman, Samarinda. 43 h.
- Spotte, S. 1979. Fish and Invertebrate Culture: Water Management in Closed Systems. Wiley Intersci. Pub., New York. 179 p.
- Zonnefeld, N.E., A. Huisman & J.H. Boon, 1991. Prinsip-prinsip Budidaya Ikan. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 318 p.
-