

PURIFIKASI PADA SISTEM RESIRKULASI KOLAM ALIR DENGAN PEMELIHARAAN IKAN NILA MERAH (*Oreochromis niloticus*)

Oleh:
M. Badjoeri dan Gunawan

PENDAHULUAN

Penggunaan sistem resirkulasi untuk budidaya perikanan dengan berbagai teknik filter biologi terus dikembangkan. Salah satunya dengan sistem kolam alir dengan filter dasar. Filter biologi berfungsi sebagai tempat pengolahan bahan organik maupun anorganik yang berasal dari sisa pakan atau sisa hasil metabolisme ikan yang terkandung di air sebagai media pemeliharaan. Menurut Hawks (1983) dan Spotte (1979) pada sistem filter yang berperan dalam proses purifikasi senyawa organik adalah bakteri amonifikasi, nitrifikasi dan denitrifikasi. Bakteri tersebut dapat menempel pada batuan, pipa-pipa instalasi atau tersuspensi di air.

Masuknya limbah organik maupun anorganik kedalam suatu sistem pemeliharaan dapat mempengaruhi kualitas air dan organisme yang hidup didalam sistem tersebut. Namun demikian, disisi lain mikroorganisme akuatik terutama bakteri, jamur dan protozoa dengan aktifitas metabolismenya akan memanfaatkan bahan-bahan organik dan anorganik tersebut untuk mendapatkan energi dan pertumbuhannya (Fry, 1987 dan Rheinheimer, 1985).

Tumpukan bahan-bahan nitrogen-organik yang terdapat di air maupun yang ada di dasar perairan atau sistem pemeliharaan akan di uraikan oleh bakteri heterotrof dan bakteri autotrof (Wisjnupto, 1988). Purifikasi ialah proses transformasi senyawa-senyawa kimia menjadi bentuk senyawa yang lain dengan melibatkan aktifitas mikroorganisme di dalam air. Proses penguraian bahan organik dan anorganik merupakan rantai purifikasi secara alami, yang terdiri dari proses amonifikasi, nitrifikasi dan denitrifikasi.

Proses amonifikasi merupakan proses degradasi bahan nitrogen bipolimer, protein dan pada akhir reaksi dilepaskan amonia. Proses ini antara lain dilakukan oleh genera *Bacillus* dan *Clostridium* dengan bantuan enzim proteolitik (Cappuccino dan Sherman, 1983).

Nitrifikasi merupakan proses konversi amonia menjadi nitrat yang terjadi pada berbagai tipe pengolahan air secara biologi. Proses Nitrifikasi dilakukan oleh bakteri heterotrof dan kemoototrof pada kondisi aerob. Dari berbagai mikroorganisme kemoototrof yang berperan penting dalam proses nitrifikasi adalah genera *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*, kedua genera inilah yang melaksanakan oksidasi ammonia menjadi nitrit dan selanjutnya menjadi nitrat (Wisjnupto, 1988).

Proses denitrifikasi dilakukan oleh bakteri anaerob atau bakteri fakultatif anaerob seperti genera *Pseudomonas*, *Bacillus* dan *Micrococcus*. Pada kondisi anaerob akan terjadi reduksi nitrat dan menghasilkan produk akhir berupa gas N_2 (Rheinheimer, 1985).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui purifikasi sistem resirkulasi kolam alir melalui analisis kelimpahan populasi bakteri amonifikasi, nitrifikasi, dan denitrifikasi serta

senyawa kimia yang terbentuk dalam proses tersebut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Puslitbang Limnologi-LIPI, Bogor. Pengamatan bakteri purifikasi dilakukan dengan mengambil contoh lumpur (sludge) menggunakan reaktor yang terbuat dari botol film yang berlubang-lubang dan di dalamnya diisi batu. Reaktor tersebut ditanam pada filter dasar sistem kolam alir (Gambar 1). Pengamatan dilakukan selama 2 bulan (Nopember - Desember 1993). Sludge yang terbentuk pada lapisan permukaan batu dilarutkan dalam aquadest steril kemudian dihomegenisasi dengan "stirrer" selama 1 jam.

Pada kolam alir dipelihara ikan nila merah sebanyak 500 ekor dengan ukuran 20 ekor/kg. Untuk mengetahui Pertambahan beratnya dilakukan pengukuran berat ditimbang 10 % dari populasi ikan yang ada setiap 2 minggu.

Penghitungan bakteri dilakukan dengan metode MPN ("Most Probable Number") dengan 3 tabung uji. Media yang digunakan ialah : Peptone broth (4 gram bacto-peptone dalam 1 liter aquadest) untuk amonifikasi, media pembentukan nitrit [2 gram $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 1 gram K_2HPO_4 , 0,5 gram MgSO_4 , 0,4 gram FeSO_4 , 5 - 10 gram CaCO_3 dalam 1 liter aquadest dan tidak disterilisasi] untuk nitritasi, dan media pembentukan nitrat (1 gram NaNO_2 , 1 gram K_2HPO_4 , 0,3 gram MgSO_4 , 1 gram Na_2CO_3 , 0,5 gram NaCl , 0,4 gram FeSO_4 dalam 1 liter aquadest dan tidak disterilisasi] untuk nitratasi; nitrate broth (3 gram Bacto Beef extract, 5 gram bacto peptone, 1 gram Potassium nitrate dalam 1 liter aquadest) untuk denitrifikasi. Pereaksi yang digunakan ialah Nessler untuk uji amonia, Trommsdorf's untuk uji nitrit dan Brucin 5 % untuk uji nitrat (Seeley dan VanDemark, 1972). Media disterilisasi pada otoklaf pada suhu 121 °C, tekanan 1 atmosfer kecuali media untuk uji nitrifikasi (nitritasi dan nitratasi). Untuk mengetahui apakah proses amonifikasi, nitrifikasi dan denitrifikasi telah berjalan dianalisis melalui penghitungan jumlah bakteri dan mendeteksi senyawa yang terbentuk dari masing-masing proses tersebut.

Pengambilan contoh dilakukan setelah filter diinkubasi selama 20 hari. Inokulasi dilakukan setelah pengambilan sampel lumpur dengan pengenceran 1, 10 dan 100 kali. Inokulan bakteri di inkubasi pada suhu kamar sampai terdeteksi amonia, nitrit, nitrat, dan gas nitrogen (N_2) pada deret tabung MPN (Rodina, 1972). Selain itu diamati parameter : oksigen terlarut (DO), kandungan amonia, nitrit, nitrat, pH air, dan suhu air sebagai data penunjang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa amonifikasi telah berlangsung setelah 4 - 7 hari dengan 400 - 14.000 bakteri/100 ml sludge, namun demikian pada hari pertama diduga sudah berlangsung penguraian bahan nitrogen organik menjadi amonia oleh bakteri heterotrof tetapi belum seluruh bahan tersebut diuraikan menjadi amonia. Hal ini terlihat pada deret tabung MPN, dimana inokulan yang telah diinkubasi satu hari terlihat keruh pada pepton broth, yang berarti pertumbuhan bakteri amonifikasi telah terjadi.

Tabel 1. Jumlah perkiraan terdekat bakteri (MPN) per 100 ml sludge dan waktu (hari) Ammonifikasi, Nitrifikasi dan Denitrifikasi pada sistem resirkulasi kolam alir.

		Ammonifikasi		Nitritasi		Nitratasi		Denitrifikasi	
Data	Sta.	hari	MPN	hari	MPN	hari	MPN	hari	MPN
1.	I	7	14.000	7	400	16	150	7	14.000
2.		4	3.000						
3.		7	14.000						
1.	II	7	400	7	400	16	140	7	14.000
2.		4	14.000						
3.		7	2.500						
1.	III	7	-	7	14.000	16	650	7	14.000
2.		4	14.000						
3.		7	> 1100						

Selain itu berdasarkan uji dengan pereaksi Nessler pada hari pertama hanya memberikan reaksi kuning muda dan bahkan belum jelas warna kuningnya, sedangkan setelah inkubasi 4 - 7 hari, terlihat jelas sekali reaksinya pada uji dengan reagen Nessler memberikan warna kuning tua sampai ada yang terbentuk endapan coklat, hal ini berarti sudah terbentuk banyak amonia. Hartoto (1989) mengatakan proses amonifikasi pada sedimen situ Bojongsari telah berlangsung pada 2-3 hari setelah inkubasi dengan jumlah bakteri sekitar $1,9 \times 10^6 - 140 \times 10^6$ sel /gram.

Jumlah bakteri amonifikasi pada stasiun I 10.333 bakteri/100 ml, stasiun II 5.633 bakteri/100 ml dan stasiun III 5.500 bakteri/100 ml sludge. Adanya perbedaan populasi bakteri amonifikasi ini diduga karena pada stasiun I gerakan arusnya lebih besar karena dekat dengan rotor mesin penggerak arus air sehingga kandungan oksigen terlarut (DO) pada stasiun I kan menjadi lebih besar (6,8 - 8,12 ppm) dibanding stasiun II dan III (5,4- 7,51 ppm) yang arusnya lebih pelan (tabel 2).

Nitrifikasi berlangsung dalam dua tahap yaitu nitritasi, oksidasi senyawa amonia menjadi nitrit oleh bakteri *Nitrosomonas* sp. dan nitratasi yaitu oksidasi nitrit menjadi nitrat oleh bakteri *Nitrobacter* sp. (Wisjnuprpto, 1988). Nitritasi pada kolam alir telah berlangsung pada hari ke 7 dengan 400 - 14.000 bakteri/100 ml sludge. Namun demikian pada hari ke 5 proses ini sudah berlasung, karena pada hari ke 4 amonia sudah terbentuk dan akan langsung dioksidasi menjadi nitrit walaupun masih dalam jumlah sedikit.

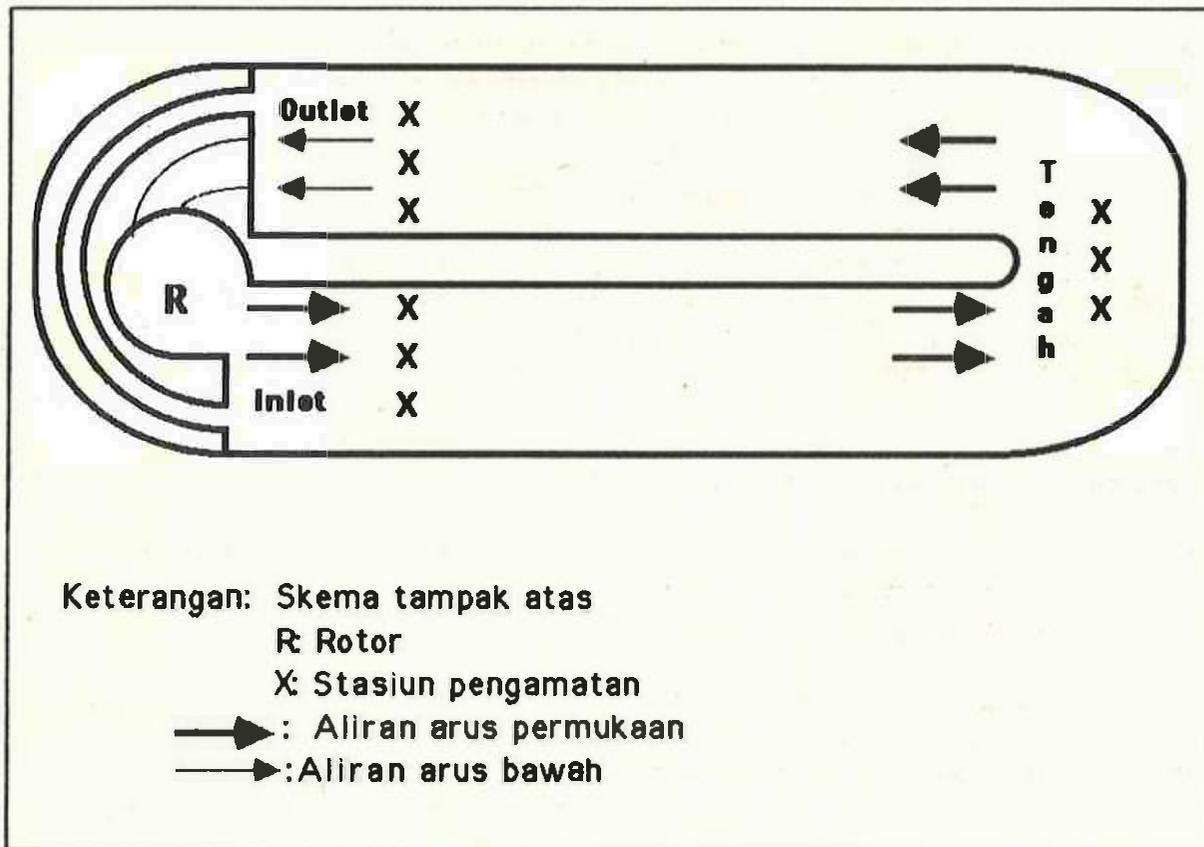
Tabel 2. Parameter kualitas air pada sistem resirkulasi kolam alir.

Sta.	Parameter				Suhu (°C)	pH
	NH ₃ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	DO (mg/l)		
I	2,56x10 ⁻²	1,12x10 ⁻²	1,11x10 ⁻²	8,12	25	7,7
III	4,27x10 ⁻²	1,42x10 ⁻²	1,17x10 ⁻²	7,51	25	7,6
Pengamatan tanggal 25 Oktober 1993						
I	0,04	0,48	0,24	7,0	25	6,6
III	0,04	0,76	0,25	6,0	25	5,2
Pengamatan tanggal 16 November 1993						
I	0,82	28,06	0,59	7,4	25	8,2
III	0,81	24,13	0,59	5,4	25	8,2
Pengamatan tanggal 2 Desember 1993						
I	0,202	3,026	0,347	6,8	25	6,8
III	0,119	2,522	0,342	6,1	25	4,8
Pengamatan tanggal 13 Desember 1993						

Nitrifikasi telah berlangsung pada hari ke 16. dengan 150 - 650 bakteri/ 100 ml sludge. Akan tetapi diduga pada hari ke 7 juga sudah berlangsung proses oksidasi nitrit menjadi nitrat karena hari ke 7 denitrifikasi sudah berlangsung yang berarti pada hari ke 7 sudah terbentuk. Walaupun pada hari ke 16 setelah melalui test nitrat dengan reagen brucin 5 % menunjukkan positif nitrat sudah terbentuk tapi ketika diuji dengan reagen nessler juga menunjukkan positif nitrit. Hal ini berarti hingga hari ke 16 nitritnya masih belum habis dioksidasi menjadi nitrat atau nitrifikasi masih terus berlangsung hingga lebih dari 16 hari. Menurut Hartoto (1989) Proses oksidasi amonia menjadi nitrit belum habis sampai 27,7 hari dan proses oksidasi nitrit menjadi nitrat belum habis sampai 70 hari.

Populasi bakteri nitrifikasi pada stasiun I dan II lebih rendah (nitritasi 400 bakteri/100 ml, nitratasi 150 dan 140 bakteri/100 ml) dari pada stasiun III (14.000 bakteri/100 ml). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan oksigen 6,1 - 7,51 ppm telah cukup baik untuk berlangsungnya nitrifikasi.

Denitrifikasi telah berlangsung pada hari ke 7 dengan 14.000 bakteri/100 ml sludge. Berdasarkan uji pembentukan gas baik pada stasiun I, II dan III terlihat terbentuk gas pada tabung durham yang menandakan telah berlangsungnya reduksi nitrat hingga terbentuknya gas nitrogen (N₂).



Gambar 1. Skema sistem resirkulasi kolam alir dan lokasi stasiun pengamatan.

KESIMPULAN

Proses purifikasi sistem resirkulasi kolam alir berlangsung baik, hal ini diketahui dengan terbentuknya amonia pada amonifikasi, nitrit pada nitritasi, nitrat pada nitratasi dan gas nitrogen pada denitrifikasi, juga dengan diketahuinya kelimpahan bakteri dari masing-masing proses yang berarti adanya bakteri yang melakukan purifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Cappucino. G. J and Sherman. N. 1980. Microbiology Laboratory Manual. Addison-Wesley Publishing Company. London. 466 pp.
- Fry, J. C. 1987. Functional Roles of The Major Groups of Bacteria Associated with Detritus. In: Detritus and Microbial ecology in Aquaculture. Moriarti. D.J.W and Pullin R.S.V. (Eds.) International Centre for Living Aquatic Resources Management (ICLARM). Manila. 420 pp.

- Hartoto.I. D.1989. Preliminary Study on Nitrogen cycle Processes in the Sediment dalam : Ecology of Small Tropical Lake Bojongsari (Bogor, West Java). Research and Development Centre for Limnology-Indonesian Institute of Science. Bogor, p. 49-59.
- Hawks, H. A. 1983. Activated Sludge. *in*: Used Water Treatment. vol. 2. Academic Press. London. 77-158.
- Rheinheimer. G. 1985. Aquatic Microbiology. John Wiley and Sons. Chicester. 235 pp.
- Rodina. G. A. 1972. Methods in Aquatic Microbiology. University Park Press, Baltimore, 461 pp.
- Seeley. W. H. and VanDemark P. J. 1972. Microbe in Action. A Laboratory Manual of Microbiology. W.H. Freeman and Company, San Francisco, 181 pp.
- Spotte. S. 1979. Fish and Invertebrate Culture. Water Management in Closed System. 2nd (ed.). A Wiley Interscience Publication. John Wiley and Sons, New York, 179 pp.
- Wisjnuprpto. 1988. Pengelohan Air Limbah Secara Biologi (Nitrifikasi dan Denitri- fikasi). Pusat Antar Universitas Bioteknologi, ITB. Bandung. 48 hal.