

STUDI PENGARUH SUHU AIR TERHADAP AKTIVITAS BAKTERI BIOREMEDIASI (NITROSOMONAS DAN NITROBACTER) PADA PEMELIHARAAN BENIH IKAN PATIN SIAM (*Pangasius hypophthalmus*)

Imam Taufik¹⁾, Sutrisno²⁾, Parwatining Yuliati¹⁾, Hambali Supriyadi¹⁾,
Siti Subandiyah¹⁾, dan Irvan Muthalib¹⁾

ABSTRAK

Studi pengaruh suhu dalam aktivitas bakteri bioremediasi telah diamati dalam rangka menanggulangi penurunan kualitas air pada budi daya ikan patin siam, sehingga mampu meningkatkan sintasan dan memacu pertumbuhan. Wadah yang digunakan berupa 15 akuarium kaca (70 x 40 x 45 cm³) dilengkapi dengan aerasi. Benih ikan patin ukuran 0,2 g/ekor yang digunakan sebagai hewan uji diberi pakan buatan dengan kandungan protein 40% sekenyangnya, dan frekuensi pemberian 3 kali. Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 ulangan dan benih dipelihara selama 56 hari. Kepadatan bakteri bioremediasi 10⁴ cfu/mL dengan perlakuan suhu, yaitu: A) 31°C ± 0,5°C; B) 29°C ± 0,5°C; C) 28°C ± 0,5°C; D) suhu ruang; dan E) suhu ruang tanpa bakteri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu air tidak berpengaruh terhadap perkembangan bakteri bioremediasi tetapi berpengaruh terhadap sintasan dan pertumbuhan serta sifat fisika-kimia air.

ABSTRACT: *The effect of water temperature on the development of bioremediation bacteria on **Pangasius hypophthalmus** larval rearing. By: Imam Taufik, Sutrisno, Parwatining Yuliati, Hambali Supriyadi, Siti Subandiyah, and Irvan Muthalib*

*The aims of this study were to obtain the optimum temperature on bioremediation bacteria activity in **Pangasius hypophthalmus** larval rearing. Fifteen aquariums were used and provided with aeration, **Pangasius** fry was feed pellet with protein contains of 40% at satiation for 3 times/day. This study was conducted as long as 56 days. CRD (Complete Randomized Design) was used in this analyses. The density of bioremediation bacteria was 10⁴ cfu/mL, and temperature treatments were A) 31°C ± 0.5°C; B) 29°C ± 0.5°C; C) 28°C ± 0.52°C; D) room temperature; and E) control (without bacteria). The result showed that water temperature gave no significant different of bacteria growth but survival and growth rate of pangasius were showed significantly different (P<0.05).*

KEYWORDS: *bioremediation, growth, pangasius, survival rate, temperature*

PENDAHULUAN

Kenyataan yang tidak dapat dihindari dari kegiatan budi daya ikan adalah terdegradasinya lingkungan pemeliharaan akibat limbah dari kegiatan budi daya tersebut, karena dalam kegiatan budi daya memiliki dua hal yang saling berlawanan, yaitu: 1) membutuhkan lingkungan yang cocok atau bersih, dan 2) kegiatan ini menghasilkan limbah yang berdampak negatif.

Degradasi lingkungan akibat limbah budi daya dapat bersumber dari pasokan pakan, karena pakan yang dimanfaatkan untuk membentuk daging ikan sebenarnya hanya 20%—30% dari jumlah yang diberikan (Thang, 1997). Sisa pakan yang tidak dikonsumsi dan tidak dicerna (feces) akan mengalami

pembusukan atau perombakan oleh bakteri pengurai. Produk utama dari perombakan bahan organik tersebut adalah amonia (NH₃) yang pada konsentrasi tertentu akan bersifat toksik terhadap ikan. Selain itu, terakumulasinya materi organik ini dapat menimbulkan kondisi lingkungan perairan yang cocok untuk berkembang biaknya berbagai mikroorganisme yang dapat menjadi sumber penyakit (Powell, 1986).

Dalam usaha pendederan ikan patin secara komersial, pada umumnya dilakukan dalam lingkungan perairan yang sangat terbatas dengan padat penebaran tinggi dan pemberian pakan secara berlebih (*ad libitum*). Hal ini dilakukan untuk mencapai target produksi guna memperoleh keuntungan yang maksimal. Dampak dari upaya tersebut akan menghasilkan limbah bahan organik dalam jumlah

¹⁾ Peneliti pada Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar, Bogor
²⁾ Universitas Padjadjaran, Bandung

banyak yang akan mengalami pembusukan dan menghasilkan amonia yang bersifat racun sehingga sangat potensial sebagai sumber pencemaran air.

Secara teknis upaya perbaikan kualitas media air dilakukan dengan penyiponan dan atau penggantian air secara berkala (Susanto, 1987). Cara ini ternyata masih menimbulkan resiko kematian ikan yang cukup tinggi yang disebabkan karena stres, disamping diperlukan waktu yang lama serta tenaga dan biaya yang cukup besar.

Alternatif untuk mempertahankan kualitas lingkungan perairan secara efektif dan efisien adalah dengan menerapkan metode bioremediasi, karena menurut Stickney (1979) bakteri dapat berperan sebagai filter biologis, karena dapat mengkonversi amonia menjadi nitrit melalui bentuk intermediet dan selanjutnya dipakai oleh bakteri untuk proses dekomposisi dan diubah menjadi nitrat.

Dalam aplikasinya, konsep bioremediasi harus disesuaikan dengan kondisi lingkungan karena bakteri yang digunakan akan menjadi bagian dari lingkungan itu sendiri. Sehubungan dengan hal tersebut perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui suhu yang optimal dalam penggunaan bakteri bioremediasi untuk menanggulangi pencemaran air akibat limbah budi daya dalam pendederan ikan patin.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di Instalasi Riset Lingkungan Perikanan Budidaya dan Toksikologi, Cibalagung. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga ulangan, dilakukan dalam ruang tertutup dengan wadah berupa 15 akuarium kaca ukuran $70 \times 40 \times 45 \text{ cm}^3$ (p x l x t) yang dilengkapi dengan aerasi.

Wadah penelitian diisi air tawar sebanyak 50 liter dan dirancang menggunakan sistem resirkulasi yang dilengkapi bak filter dengan materi berupa dakron dan batu koral. Air di dalam bak filter sebanyak 100 liter, sehingga total volume air dalam setiap unit penelitian adalah 150 liter.

Hewan uji yang digunakan adalah benih ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*) dengan ukuran bobot rata-rata 0,2 g/ekor yang diperoleh dari hasil pemijahan secara terkontrol dan ditebar sebanyak 250 ekor/wadah. Selama penelitian ikan diberi pakan komersil dengan kandungan protein 40% secara *at satiation* (sekenyangnya) dengan frekuensi pemberian 3 kali/hari.

Untuk menjaga kestabilan suhu air selama penelitian digunakan pemanas yang ditempatkan dalam setiap wadah penelitian. Perlakuan yang diterapkan berupa perbedaan suhu air pemeliharaan sebagai berikut:

- A. Suhu $31^\circ\text{C} \pm 0,4^\circ\text{C}$ dengan inokulasi bakteri bioremediasi
- B. Suhu $29^\circ\text{C} \pm 0,4^\circ\text{C}$ dengan inokulasi bakteri bioremediasi
- C. Suhu $28^\circ\text{C} \pm 0,4^\circ\text{C}$ dengan inokulasi bakteri bioremediasi
- D. Suhu ruang (24°C — 27°C) dengan inokulasi bakteri bioremediasi
- E. Kontrol, suhu ruang (24°C — 27°C) tanpa inokulasi bakteri bioremediasi

Bakteri bioremediasi yang dipakai adalah bakteri Nitrosomonas dan Nitrobacter yang merupakan koleksi Instalasi Riset Kesehatan Ikan, Pasar Minggu. Bakteri dibiakkan terlebih dahulu di dalam media *Tryptic Soy Broth* (TSB) yang diperkaya dengan glukosa 1% dan diinkubasi selama 12 jam, kemudian diinokulasikan dalam sistem resirkulasi dengan cara menyebarkan inokulan bakteri tersebut secara merata ke dalam air.

Bakteri Nitrosomonas sebanyak 10^4 cfu/mL diinokulasikan terlebih dahulu dengan cara membiarkan air mengalir dan berputar pada sistem resirkulasi selama 3 hari. Selama pengkondisian bakteri, ikan uji tidak ditempatkan dalam wadah penelitian. Selanjutnya inokulasi bakteri Nitrobacter sebanyak 10^4 cfu/mL dilakukan pada hari ke-7 pemeliharaan ikan uji ketika kadar nitrit dalam air mulai meningkat. Penghitungan jumlah bakteri menggunakan metode pengenceran seri yang kemudian ditanamkan di atas media *Tryptic Soy Agar* (TSA) pada petri dish.

Pemantauan perkembangan bakteri bioremediasi dalam air dilakukan setiap hari hingga populasi bakteri mencapai puncak kepadatan. Hasil perhitungan bakteri merupakan koreksi dari jumlah bakteri dalam tiap perlakuan dikurangi jumlah bakteri pada kontrol (bakteri alami dalam air).

Waktu penelitian selama 8 minggu (56 hari) dengan sampling penimbangan bobot ikan dilakukan setiap minggu. Parameter yang diamati meliputi perkembangan bakteri dalam air, sintasan (*survival rate*), laju pertumbuhan, konversi pakan, dan sifat fisika-kimia air.

Sintasan dihitung dengan membandingkan jumlah hewan uji yang hidup pada akhir pengamatan terhadap jumlah hewan uji pada awal pengamatan dan dinyatakan dalam bentuk persentase:

$$SR = Nt/No \times 100\%$$

di mana:

SR= *survival rate* (%)

No= jumlah hewan uji pada awal penelitian (ekor)

Nt = jumlah hewan uji pada akhir penelitian (ekor)

Laju pertumbuhan harian (*specific growth rate*) diukur dengan menggunakan rumus Steffen (1989), yaitu:

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t_t - t_o} \times 100\%$$

di mana:

SGR = laju pertumbuhan harian (%)

W_o = bobot ikan uji pada awal penelitian (g)

W_t = bobot ikan uji pada akhir penelitian (g)

t_o = waktu awal penelitian (hari)

t_t = waktu akhir penelitian (hari)

Seminggu sekali dilakukan pengukuran beberapa sifat fisika-kimia air, yaitu: suhu air, pH, O_2 , CO_2 , amonia, nitrit, nitrat, kesadahan, alkalinitas, dan bahan organik.

Data pertumbuhan, sintasan, dan konversi pakan dianalisis varian untuk mengetahui masing-masing perlakuan terhadap setiap parameter yang diukur, sedangkan perkembangan bakteri dan sifat fisika-kimia air dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN BAHASAN

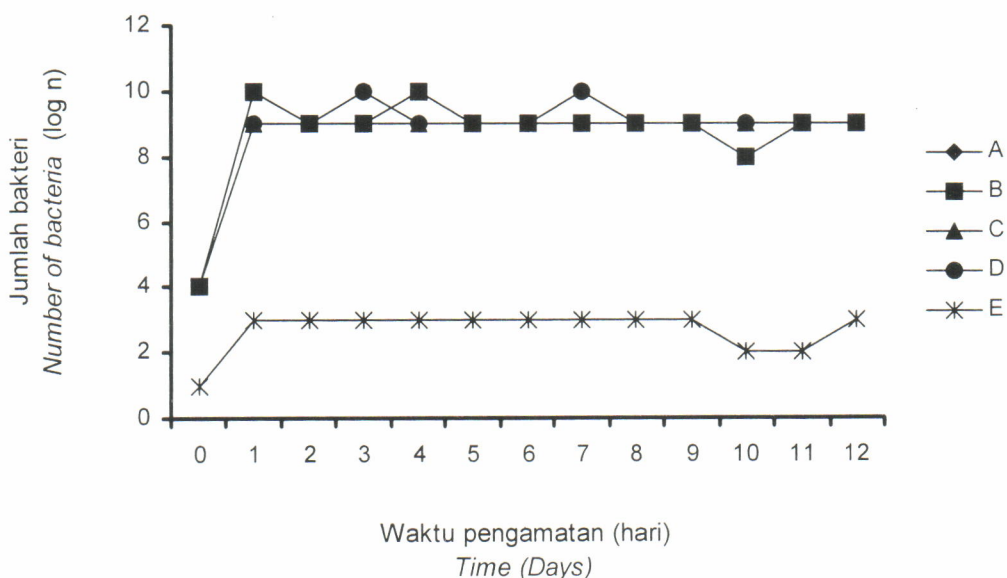
Kepadatan Bakteri

Bakteri bioremediasi adalah bakteri yang bekerja melalui proses nitrifikasi dengan memanfaatkan aktivitas bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*. Kedua jenis bakteri tersebut bekerja secara simultan, bakteri *Nitrosomonas* merombak amonia menjadi nitrit, kemudian oleh bakteri *Nitrobacter* produk nitrit tersebut diubah menjadi nitrat sehingga lingkungan perairan menjadi stabil.

Jumlah bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter* yang ditambahkan ke dalam air pemeliharaan benih patin pada setiap unit penelitian, masing-masing sebanyak $1,2 \times 10^4$ cfu/mL. Jumlah tersebut dari hasil uji pendahuluan terbukti merupakan kepadatan bakteri bioremediasi yang paling efektif untuk mengkonversi amoniak menjadi nitrat melalui bentuk intermediet sehingga tidak membahayakan bagi ikan uji.

Dari hasil penghitungan jumlah bakteri yang dilakukan setiap 24 jam selama 12 hari, terlihat bahwa pertumbuhan bakteri *Nitrosomonas* pada suhu air yang berbeda cukup pesat, dalam waktu 24 jam kepadatannya telah mencapai 10^9 cfu/mL untuk perlakuan A, C, dan D bahkan pada perlakuan B mencapai 10^{10} cfu/mL meski pada hari ke-2 turun kembali menjadi 10^9 cfu/mL. Pada perlakuan E (kontrol), bakteri alami yang terdapat dalam air juga berkembang dari kepadatan 10^2 cfu/mL menjadi 10^3 cfu/mL dalam periode yang sama. Selanjutnya, jumlah bakteri pada setiap perlakuan relatif konstan dan bertahan pada kepadatan masing-masing sampai hari ke-12, periode seperti ini menurut Pelczar & Chan (1986) merupakan fase statis di mana tidak ada penambahan populasi bakteri (Gambar 1).

Seperti halnya *Nitrosomonas*, bakteri *Nitrobacter* yang diinokulasikan dalam air juga mengalami pertumbuhan untuk semua perlakuan (kecuali kontrol). Dalam waktu 24 jam kepadatan *Nitrobacter* mencapai 10^8 cfu/mL dan tumbuh menjadi 10^9 cfu/mL setelah 48 jam, kemudian memasuki fase statis (log) sampai hari ke-5. Selanjutnya menurun secara perlahan (fase kematian) hingga kepadatan 10^6 – 10^7 cfu/mL pada



Gambar 1. Perkembangan bakteri *Nitrosomonas* (cfu/mL) dalam air pada berbagai suhu perlakuan
Figure 1. Growth of *Nitrosomonas* bacteria (cfu/mL) on the different water temperatures treatment

hari ke-9 sampai hari ke-12. Pada kontrol, pertumbuhan bakteri langsung memasuki fase statis pada kepadatan 10^3 cfu/mL selama 7 hari, dan mengalami penurunan hingga 10^2 cfu/mL pada hari ke-12.

Dari hasil perhitungan jumlah bakteri, ternyata perbedaan suhu air antara 25°C — 31°C tidak berpengaruh nyata terhadap perkembangan jumlah bakteri bioremediasi (Nitrosomonas dan Nitrobacter) (Gambar 2). Hal ini menurut Salle (1961), disebabkan karena bakteri nitrifikasi mempunyai daya toleransi suhu yang cukup lebar untuk dapat berkembang biak, yakni antara 10°C — 37°C . Namun suhu optimal yang dikehendaki bakteri agar dapat beraktivitas dan berkembang biak dengan baik berada pada kisaran suhu 25°C — 29°C .

Selain ditunjang oleh suhu air yang optimal, perkembangan bakteri Nitrosomonas juga didukung oleh keberadaan amonia dalam air yaitu sebesar 0,076 mg/L yang berasal dari sisa pakan dan metabolisme ikan. Menurut Salle (1961), bakteri Nitrosomonas memperoleh energi dari proses pengubahan amonia menjadi nitrit, dan bakteri ini akan tumbuh baik jika pada media hidupnya terdapat komponen amonia. Dari hasil pengukuran terbukti bahwa amonia dalam air menurun setelah memasuki hari ke-8 pada perlakuan A, B, D, dan C, yaitu secara berturut-turut menjadi 0,011—0,016 mg/L; 0,011—0,019 mg/L; 0,016—0,018 mg/L; dan 0,016—0,019 mg/L. Pada perlakuan E (kontrol) juga terjadi penurunan amonia walaupun lebih rendah (menjadi 0,021—0,024 mg/L), hal ini menurut Poernomo & Bittner (1989), dapat disebabkan oleh

aktivitas bakteri Nitrosomonas karena bakteri tersebut secara alami terdapat dalam air.

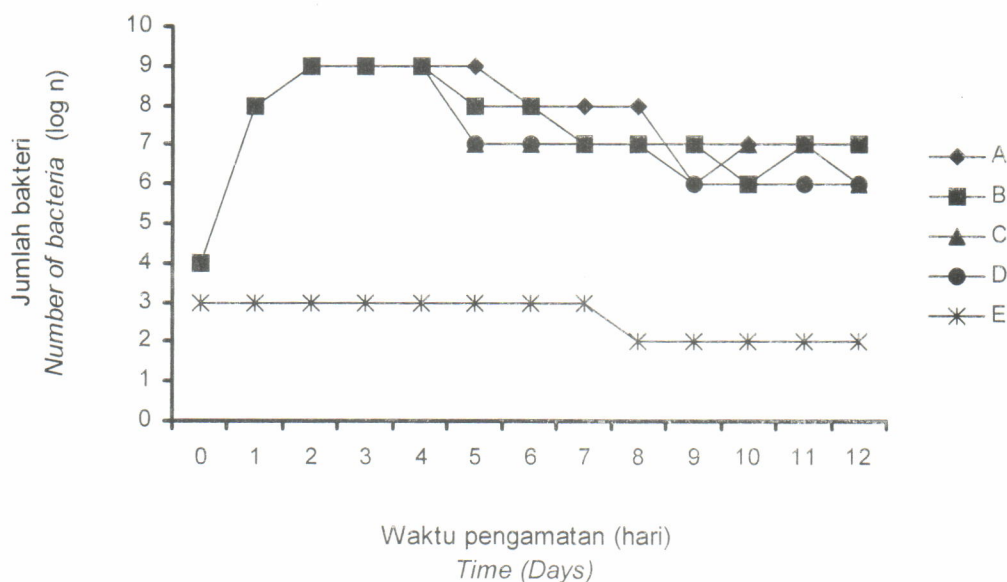
Penurunan konsentrasi amonia dalam air akibat aktivitas bakteri Nitrosomonas diimbangi oleh peningkatan konsentrasi nitrit yang merupakan bentuk peralihan dari amonia. Awal konsentrasi nitrit dalam air sebesar 0,091 mg/L untuk semua perlakuan mulai mengalami peningkatan setelah memasuki hari ke-8 dan pada perlakuan B mencapai puncaknya pada hari ke-22 sebesar 0,318—2,482 mg/L. Sedangkan pada perlakuan A, D, C, dan E peningkatan nitrit terbesar terjadi pada hari ke-26, yaitu secara berurutan sebesar 0,221—0,753 mg/L; 0,376—5,790 mg/L; 0,608—7,690 mg/L; dan 0,219—1,579 mg/L.

Setelah nitrit terbentuk dan terakumulasi maka Nitrobacter akan tumbuh dengan mengonsumsi nitrit tersebut dan kemudian menguraikannya menjadi nitrat (Purwakusuma, 2003). Dengan demikian ion nitrat terbentuk oleh oksidasi lengkap dari ion amonium oleh mikroorganisme yang ada di tanah atau air (EPA, 1986) atau akibat proses nitrifikasi dari amonia (Cole, 1988).

Mekanisme pembentukan dan penguraian amonia dalam perairan melalui proses nitrifikasi terjadi dalam dua tahap, yaitu:

1. $\text{NH}_4^+ + 1 \frac{1}{2} \text{O}_2 \longrightarrow \text{NO}_2^- + 2 \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$, dan
2. $\text{NO}_2^- + \frac{1}{2} \text{O}_2 \longrightarrow \text{NO}_3^-$

Oksidasi amonia tersebut dilakukan oleh bakteri-bakteri kemoautotrof, yaitu bakteri Nitrosomonas pada tahap pertama dan bakteri Nitrobacter pada tahap kedua. Pada proses nitrifikasi ini bakteri menggunakan



Gambar 2. Perkembangan bakteri Nitrobacter (cfu/mL) dalam air pada berbagai suhu perlakuan
Figure 2. Growth of Nitrobacter bacteria (cfu/mL) on the different water temperatures treatment

amonium dan nitrit sebagai sumber energi dan karbondioksida dalam air sebagai sumber karbon.

Terurainya nitrit akibat aktivitas bakteri *Nitrobacter* akan meningkatkan konsentrasi nitrat dalam air. Peningkatan konsentrasi nitrat yang cukup besar terjadi setelah hari ke-15 pada perlakuan A, B, C, D, dan E dengan penambahan konsentrasi secara berurutan berkisar antara: 0,048—0,109; 0,061—0,127; 0,044—0,100; 0,066—0,071; dan 0,026—0,085 mg/L. Selanjutnya nitrat yang terbentuk, oleh bakteri denitrifikasi dalam keadaan anaerob diubah menjadi gas nitrogen (N_2) yang dilepaskan dari air ke udara (Stickney, 1979).

Sintasan Ikan Patin Siam

Hasil perhitungan jumlah rata-rata ikan yang hidup pada akhir penelitian (minggu ke-8) dari masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 1. Terlihat bahwa sintasan paling tinggi diperoleh pada perlakuan A (89,5%); kemudian pada perlakuan B (81,5%); C (78,7%); D (28,0%); dan sintasan terendah adalah perlakuan E (kontrol) sebesar 0,0%. Nampaknya ada kecenderungan bahwa semakin rendah suhu perlakuan menyebabkan sintasan ikan semakin rendah.

Hasil analisis statistik terhadap data sintasan ikan patin siam menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan. Melalui uji Duncan diketahui bahwa: antara perlakuan A, B, dan C tidak beda nyata, tetapi ketiganya berbeda nyata dengan perlakuan D dan E, sedangkan perlakuan D berbeda nyata dengan E.

Sintasan ikan patin pada perlakuan A, B, dan C yang cukup tinggi didukung oleh suhu air yang stabil dan berada dalam kisaran optimal, seperti yang dikatakan Legendre *et al.* (2000) bahwa suhu optimal bagi ikan patin berkisar antara 27°C—31,2°C. Kondisi

suhu yang optimal dan stabil dapat menjamin proses fisiologis khususnya derajat metabolisme sehingga mendukung kelangsungan hidup ikan.

Selain suhu, keberadaan bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter* dalam air juga sangat menentukan sintasan ikan patin karena bakteri bioremediasi tersebut berfungsi menguraikan amonia yang bersifat toksik menjadi nitrat yang tidak berbahaya (nontoksik) sehingga tidak meracuni ikan. Sementara itu, amonia dalam konsentrasi tinggi ($> 0,2$ mg/L) dapat menyebabkan kerusakan insang yang akan mengganggu pengambilan oksigen oleh insang, ikan menjadi hiperaktif, timbul sawan, adanya gangguan pada sistem regulasi osmotik, gangguan fisik berbagai jaringan ikan, dan dapat menyebabkan kematian.

Tingginya mortalitas ikan pada perlakuan D (72%) dan perlakuan E (100%) disebabkan suhu air pemeliharaan yang rendah (24°C—27°C) serta mengalami fluktuasi harian. Ikan patin pada stadia benih diduga bersifat *stenothermal* yaitu hanya dapat mentolerir suhu dalam kisaran yang sempit sehingga perubahan suhu sebesar 2°C—3°C akan mengganggu proses fisiologis ikan. Perubahan suhu lingkungan dapat mempengaruhi pengambilan makanan, proses metabolisme, proses enzimatik, sintesa protein, dan difusi molekul-molekul kecil bahkan bila perubahan suhu terjadi secara mendadak akan menyebabkan kematian (Chapman, 1992).

Pertumbuhan dan Konsumsi Pakan

Secara umum dapat dikatakan bahwa bobot individu ikan patin pada semua perlakuan meningkat seiring dengan bertambahnya waktu pemeliharaan. Pertumbuhan paling tinggi diperoleh pada perlakuan A, disusul oleh B, kemudian C, D dan paling rendah adalah E (kontrol) yang hanya dapat bertahan sampai

Tabel 1. Rata-rata sintasan (%) ikan patin dalam pemeliharaan dengan suhu berbeda dan inokulasi bakteri bioremediasi

Table 1. Survival rate average (%) of pangasius reared in different temperatures and inoculated by bioremediation bacteria

Perlakuan Treatment	Jumlah awal (ekor) Initial number (fish)	Jumlah akhir (ekor) Final number (fish)	Sintasan* Survival rate*
A. 31°C ± 0.4°C (+) bakteri (<i>bacteria</i>)	250	223.75	89.5 ± 1.97 ^a
B. 29°C ± 0.4°C (+) bakteri (<i>bacteria</i>)	250	203.75	81.5 ± 6.22 ^a
C. 28°C ± 0.4°C (+) bakteri (<i>bacteria</i>)	250	196.75	78.7 ± 11.31 ^a
D. (-) heater (+) bakteri (<i>bacteria</i>)	250	70	28.0 ± 1.13 ^b
E. Kontrol (tanpa bakteri) (<i>without bacteria</i>)	250	0	0.0 ± 0.00 ^c

Angka dalam kolom yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak beda nyata ($P > 0,05$)
Value in column followed by same superscripts are not significantly different ($P > 0.05$)

minggu ke-4. Pola pertumbuhan ikan uji cenderung berkurang dengan menurunnya suhu perlakuan.

Laju pertumbuhan individu harian (SGR) ikan uji paling tinggi diperoleh pada perlakuan suhu A yaitu sebesar 6,07%; kemudian perlakuan B (5,95%); C (5,84%); dan D (3,70%); sedangkan pada perlakuan E (kontrol) tidak ditemukan ikan yang hidup pada akhir penelitian. Berbeda dengan laju pertumbuhan, konversi pakan tertinggi ditunjukkan pada perlakuan D (5,39); kemudian perlakuan C (1,54); B (1,44); dan A (1,30), sedangkan perlakuan E tidak dilakukan pengamatan karena ikan patin tersebut sudah mengalami mortalitas pada minggu ke-5.

Hasil analisis statistik terhadap data laju pertumbuhan harian dan konversi pakan (KP), ternyata antara perlakuan A, B, dan C tidak berbeda nyata ($P>0,05$) tetapi ketiganya berbeda nyata dengan perlakuan D. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan bakteri bioremediasi sebagai stabilisator lingkungan (air) dikombinasikan dengan suhu air yang optimal (28°C — 31°C) secara signifikan mampu mendukung laju pertumbuhan dan konversi pakan pada ikan patin (Gambar 3).

Suhu berpengaruh terhadap aktivitas enzim, kenaikan suhu akan menyebabkan penurunan pH enzim dan pada pH rendah enzim-enzim pencernaan akan lebih mudah menghancurkan materi-materi kasar yang berasal dari makanan yang dikonsumsi. Selain itu, suhu juga berpengaruh terhadap kerja enzim pada bakteri dimana semakin tinggi suhu maka proses enzimatik atau metabolisme bakteri akan semakin meningkat sehingga aktivitas penguraian suatu bahan (amonia atau nitrit) akan semakin cepat. Kecepatan reaksi akan meningkat seiring dengan meningkatnya

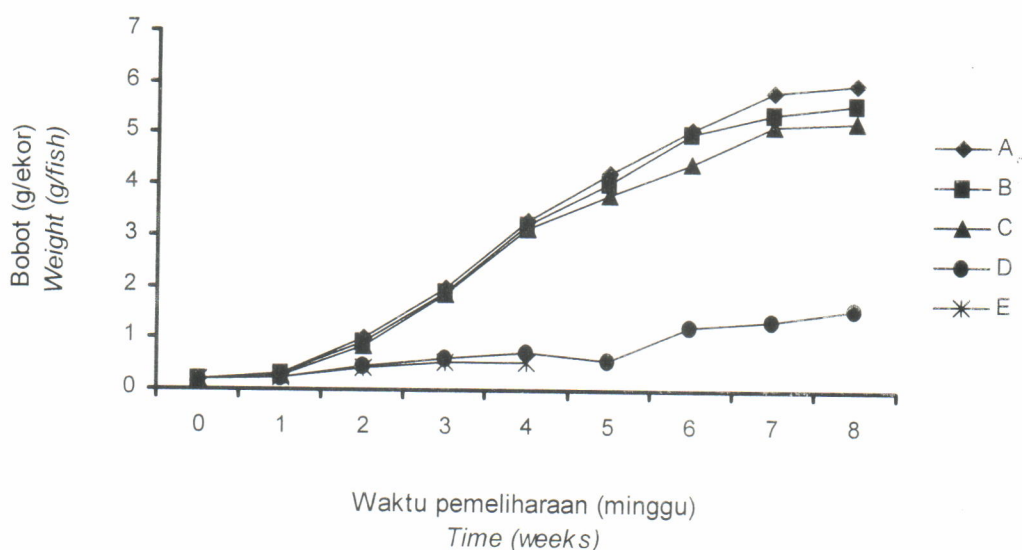
suhu sampai batas optimum, kemudian menurun setelah melewati batas suhu optimum tersebut. Kecepatan reaksi ini akan meningkatkan kecepatan pencernaan pakan dan digestibilitas sehingga terjadi pengosongan lambung yang mengakibatkan ikan menjadi lapar.

Pertumbuhan akan terjadi apabila terdapat kelebihan energi setelah energi yang dihasilkan dari makanan dikurangi dengan energi yang digunakan untuk seluruh aktivitas hidup termasuk energi yang hilang lewat feces dan urine. Kelebihan energi tersebut akan digunakan untuk membangun jaringan baru yang berakibat pada pertumbuhan.

Konversi pakan merupakan gambaran tingkat efisiensi ikan dalam memanfaatkan energi yang diperoleh dari makanan yang dikonsumsi. Konversi pakan yang rendah (perlakuan A, B, dan C) mengindikasikan bahwa penggunaan energi oleh ikan untuk aktivitas hidup dan yang hilang melalui jalur ekskresi (feces dan urine) relatif kecil sehingga ikan mempunyai kelebihan energi cukup besar yang dapat digunakan untuk pertumbuhan, demikian pula sebaliknya seperti yang terjadi pada perlakuan D.

Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor eksternal yang sangat berpengaruh terhadap sintasan dan pertumbuhan ikan. Faktor tersebut dapat mengalami fluktuasi dan kadang-kadang ditemui kondisi ekstrim yang berubah secara harian serta musiman dan dapat mempengaruhi kehidupan ikan, baik terhadap proses-proses fisiologis maupun tingkah laku, resistensi atau kematian (Affandi & Tang, 2002). Hasil pengukuran sifat fisika-kimia air yang dilakukan seminggu sekali



Gambar 3. Pola pertumbuhan ikan patin (g/ekor) pada suhu berbeda selama penelitian
Figure 3. Growth pattern of pangasius (g/fish) in variuos temperatures during the experient

selama 8 minggu pemeliharaan dari masing-masing wadah perlakuan mempunyai nilai kisaran seperti tertera pada Tabel 3.

Suhu air pada perlakuan A, B, dan C yang relatif stabil setinggi 31°C, 29°C, dan 28°C merupakan kisaran optimal untuk organisme air sehingga sangat mendukung bagi sintasan dan pertumbuhan ikan patin. Pada perlakuan D dan E, suhu air yang rendah dan berfluktuasi (24,0°C—27,0°C) kurang mendukung bahkan bersifat *stressor* bagi ikan, terbukti dari hasil penelitian yang diperoleh bahwa sintasan dan pertumbuhan ikan patin pada perlakuan tersebut lebih rendah (Tabel 1 dan 2). Legendre *et al.* (2000) berpendapat bahwa suhu air yang optimal bagi ikan patin adalah pada kisaran 27°C—31°C dan menurut Boyd (1991) peningkatan suhu air dapat mempercepat

laju metabolisme. Percepatan laju metabolisme tersebut menurut Defrinal (2003), disebabkan meningkatnya aktivitas enzim dalam tubuh terutama dalam proses pencernaan makanan.

Kandungan amonia (N-NH_3), nitrit (NO_2), dan nitrat (NO_3) dalam air pemeliharaan ikan patin tidak terlepas dari aktivitas bakteri bioremediasi yang diberikan. Bakteri *Nitrosomonas* berfungsi mengubah amonia menjadi nitrit melalui proses nitrifikasi (Stickney, 1979) dan menurut Spotte (1970), proses nitrifikasi bakteri *Nitrosomonas* dapat memanfaatkan amonia sebagai sumber energi untuk hidup dan pertumbuhan serta menghasilkan nitrit sebagai produk akhir. Selanjutnya bakteri *Nitrobacter* akan mengubah nitrit menjadi nitrat sehingga tidak berbahaya bagi ikan (Stickney, 1979). Menurut EPA (1986), konsentrasi nitrat sekitar 90 mg/L tidak akan berdampak merugikan bagi ikan.

Tabel 2. Laju pertumbuhan individu harian (SGR) dan konversi pakan (KP) pada ikan patin dengan suhu yang berbeda

Table 2. Daily individual growth rate and feed conversion of pangasius with different treatments of temperatures

Perlakuan/ Treatment	SGR*(%)	KP (Feed conversion)*
A. 31°C ± 0.4°C (+) bakteri (<i>bacteria</i>)	6.07 ± 0.056 ^a	1.30 ± 0.014 ^a
B. 29°C ± 0.4°C (+) bakteri (<i>bacteria</i>)	5.95 ± 0.071 ^a	1.44 ± 0.064 ^a
C. 28°C ± 0.4°C (+) bakteri (<i>bacteria</i>)	5.84 ± 0.078 ^a	1.54 ± 0.064 ^a
D. (-) heater (+) bakteri (<i>bacteria</i>)	3.70 ± 0.177 ^b	5.39 ± 0.537 ^b
E. Kontrol (tanpa bakteri) (<i>without bacteria</i>)	-	-

*) Angka dalam kolom yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak beda nyata ($P > 0.05$)
Value in column followed by same superscripts are not significantly different ($P > 0.05$)

Tabel 3. Nilai kisaran kualitas selama penelitian

Table 3. Range value of water quality during the experiment

Parameter (Parameter)	Perlakuan (Treatment)				
	A	B	C	D	E
Suhu air (Water temperature)	31 ± 0.4	29 ± 0.4	28 ± 0.4	24.0–27.0	24.0–27.0
O ₂ (mg/L)	4.05–6.62	4.42–6.99	4.78–8.83	5.89–8.46	7.36–8.83
CO ₂ (mg/L)	4.90–7.99	3.59–7.39	4.79–7.79	3.40–5.29	3.00–4.79
pH	6.0–8.0	6.5–8.0	6.0–8.0	7.5–8.0	7.5–8.0
N-NH ₃ (mg/L)	0.026–0.310	0.016–0.302	0.023–0.345	0.014–0.049	0.012–0.062
NO ₂ (mg/L)	0.174–4.570	0.136–2.760	0.115–1.270	0.027–0.442	0.038–0.814
NO ₃ (mg/L)	0.026–1.010	0.026–1.160	0.026–0.736	0.031–0.174	0.031–0.420
Kesadahan (Total hardness) (mg/L)	129.3–1228.5	129.3–1053.0	129.3–1136.8	117.6–280.0	125.4–249.6
Alkalinitas (Alcalinity) (mg/L)	45.76–91.34	50.84–106.64	50.85–91.44	50.85–93.44	50.85–106.98
Bahan organik (Organic matter) (mg/L)	14.85–164.30	9.11–145.36	15.17–132.72	6.32–42.66	6.32–28.12

Konsentrasi O_2 selama penelitian > 4 mg/L dan CO_2 < 10 mg/L termasuk dalam kriteria yang dapat mendukung kehidupan ikan (Zonneveld *et al.*, 1991) dan dalam kondisi seperti ini proses metabolisme ikan patin dapat berlangsung secara normal. Parameter kualitas air yang lain seperti: pH, kesadahan, alkalinitas, dan bahan organik masih dalam kisaran layak sehingga dapat mendukung kehidupan ikan patin.

KESIMPULAN

- Kisaran suhu air antara $24^{\circ}C$ — $31^{\circ}C$ tidak berpengaruh terhadap perkembangan bakteri bioremediasi (*Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*).
- Bakteri bioremediasi yang digunakan mampu berperan sebagai remediasi biologis dan dapat mengkonversi amonia menjadi nitrit melalui bentuk intermediet yang selanjutnya digunakan untuk proses dekomposisi dan diubah menjadi nitrat sehingga tidak berbahaya bagi ikan.
- Penggunaan bakteri bioremediasi dengan suhu air berkisar antara $28^{\circ}C$ — $31^{\circ}C$ dapat meningkatkan sintasan dan pertumbuhan serta menekan konversi pakan pada pemeliharaan benih ikan patin.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, R. dan U.M. Tang. 2002. *Fisiologi hewan air*. Badan Penerbit Universitas Riau. Unri Press. Pekanbaru, Riau, Indonesia, 217 pp.
- Boyd, C.E. 1991. *Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming*. Puslitbang Perikanan. Jakarta, 82 pp.
- Chapman, D. 1992. *Water Quality Assessments*. A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. Chapman and Hall. London, 585 pp.
- Cole, G.A. 1988. *Textbook of Lymnology*. Third edition. Waveland Press. Inc, Illinois, USA, 401 pp.
- Defrinal, R. 2003. *Studi Tingkat Kelangsungan Hidup Larva Keong Macan yang Dipelihara pada Suhu Berbeda*. Skripsi. Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan. IPB, 62 pp.
- EPA. 1986. Quality criteria for water. *Jurnal EPA*. Environmental Protection Agency. Woshington D.C.
- Legendre, M., L. Pouyaud, J. Slembrouck, R. Gustiano, A.H. Kristanto, J. Subagja, O. Komarudin, Sudarto, dan Maskur. 2000. *Pangasius djambal*: a new candidat species for fish culture in Indonesia. *Indonesian Agricultural Research and Development Journal*. 22(1).
- Pelczar, M.J., dan E.C. Chan. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Edisi pertama. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, 443 pp.
- Poernomo, A. dan A. Bittner. 1989. *Budidaya Air*. Yayasan obor Indonesia, 355 pp.
- Powell, A. 1986. *Fish Disease Ang Treatments*. The Hamlyn Publishing Group Ltd. Italy.
- Purwakusuma, W. 2003. Kualitas air. <http://www.O-fish.com>.
- Salle, A.J. 1961. *Fundamental Principles of Bacteriology*. Fifth edition. Mc Graw hill book company, Inc. New York, 812 pp.
- Steffen, W. 1989. Protein utilization by rainbow trout, *Salmo gairdneri* and carp, *Cyprinus carpio* Linn. *A Brief Review Aquaculture*, 23: 337--345.
- Stickney, R.R. 1979. *Principles of Warm Water Aquaculture*. John Willey and Sons. New York, 375 pp.
- Spotte, S.H. 1970. *Fish and Invertebrate Culture*. John Willey and Sons. New York, 375 pp.
- Susanto, H. 1987. *Budidaya Ikan Patin*. Penebar Swadaya, Jakarta, 84 pp.
- Thang, N.V. 1997. *Vietnam Country Report on Policies for Sustainable Shrimp Culture*. Bangkok FAO Technical Consultation on Policies for Sustainable Shrimp Culture. Bangkok, Thailand, p. 133—143.
- Zonneveld, N., E.A. Huisman, dan J.H. Bonn. 1991. *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta, 318 p.