

APLIKASI PREBIOTIK UNTUK MENINGKATKAN NILAI KECERNAAN PAKAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)

(Prebiotic Application to Increase Feed Digestibility of Tilapia Oreochromis Niloticus)

Afzriansyah¹⁾, Saifullah¹⁾, Achmad Noerkhaerin Putra¹⁾

¹⁾Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,
Jl. Raya Jakarta Km. 4 Pakupatan, Serang Banten
Email: putra.achmadnp@untirta.ac.id

ABSTRACT

*Tilapia (*Oreochromis niloticus*) is one freshwater fish which have high economic value. In the culture of tilapia, feed is the most important external factors. The optimal levels of protein to support the growth of tilapia ranged from 28-40 %, however the digested one is only about 20-25 % and the others were wasted and accumulated in the water. An attempt have been done to improve the feed digestibility value in tilapia by using the prebiotics addition to the feed. The aims of this research was to evaluate the addition of prebiotics to the feed to improve feed digestibility value in tilapia. The parameters measured were the amount of feed intake, the total population of bacteria, protein digestibility, fat digestibility, total digestibility, protein retention, fatty retention, specific growth rate, survival rate and feed efficiency. The results showed that the protein digestibility was 92.25%, fatty digestibility was 96.61% and total digestibility was 86.77%. The best results of feed was found in the addition of 1% prebiotic.*

Keyword: digestibility, prebiotics, tilapia

PENDAHULUAN

Pada kegiatan budidaya ikan nila, pakan merupakan aspek eksternal terpenting. Salah satu permasalahan yang dihadapi dalam kegiatan budidaya intensif, khususnya pada kegiatan pembesaran yaitu rendahnya daya cerna protein ikan khususnya kadar protein dalam pakan. Menurut Webster dan Lim (2002), kadar protein yang optimal dalam menunjang pertumbuhan ikan nila berkisar antara 28–40%, sementara kadar protein yang dapat dicerna hanya sekitar 20–25% (Stickney 2005 *diacu dalam* Ekasari 2009). Usaha untuk meningkatkan kemampuan ikan dalam mencerna pakan diharapkan akan meningkatkan pertumbuhan ikan nila. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai pencernaan pakan pada ikan nila yaitu dengan penambahan prebiotik pada pakan. Prebiotik merupakan bahan pangan yang tidak dapat dicerna oleh inang, tetapi memberikan efek menguntungkan dengan cara merangsang pertumbuhan mikroflora normal khususnya bakteri menguntungkan di dalam saluran pencernaan. Penambahan prebiotik pada pakan akan menstimulasi pertumbuhan bakteri probiotik di dalam saluran pencernaan ikan (Schrezeneir and Vrese 2001). Mekanisme kerja dari prebiotik ini adalah senyawa prebiotik yang tidak dapat dicerna dalam saluran pencernaan akan dapat menstimulir pertumbuhan bakteri probiotik. Bakteri probiotik ini akan menjalankan fungsinya dalam menghasilkan exogenous enzim untuk pencernaan pakan seperti amilase,

protease, lipase dan selulase (Kumar et al. 2008 and Wang et al. 2008). Exogenous enzim akan mengkatalisis molekul kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana sehingga lebih mudah diserap oleh saluran pencernaan ikan. Oleh karena itu peningkatan enzim pencernaan pada saluran pencernaan ikan dapat meningkatkan nilai pencernaan ikan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi penambahan prebiotik pada pakan untuk meningkatkan nilai pencernaan pakan pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

METODOLOGI

Ikan uji yang digunakan pada penelitian ini yaitu ikan nila dengan bobot rata-rata $15 \pm 2,60$ g dengan kepadatan 10 ekor/akuarium. Ikan nila pada penelitian ini diperoleh dari Balai Benih Ikan Baros. Ikan dipelihara dengan sistem resirkulasi selama 10 hari dengan pemberian masing-masing pakan perlakuan. Wadah pemeliharaan yang digunakan adalah akuarium yang berukuran $70 \times 30 \times 35$ cm³ sebanyak 9 buah. Sebelum digunakan, akuarium dicuci bersih dengan menggunakan sabun. Setelah bersih, akuarium diisi dengan air tandon hingga ketinggian 30 cm lalu diberi aerasi dan *heater* atau pemanas. Sistem pemeliharaan yang dilakukan pada penelitian ini dengan menggunakan sistem resirkulasi.

Pakan yang digunakan pada penelitian adalah pakan komersil yang telah di *re-peleting* atau dihancurkan dan dibuat pakan kembali dengan penambahan prebiotik pada pakan sesuai perlakuan. Selanjutnya untuk pakan uji yang digunakan berikutnya adalah pakan kontrol dan pakan prebiotik yang telah di *re-peleting* kembali dengan tepung tapioka sebanyak 3% sebagai binder dan penambahan Cr₂O₃ sebanyak 0,5% untuk menentukan analisis kecernaannya.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dimana penelitian ini dilakukan melalui percobaan laboratorium, diantaranya yaitu pembuatan tepung ubi jalar, pembuatan prebiotik, analisis proksimat dan pemeliharaan ikan. Pemberian pakan dilakukan empat kali dalam sehari yaitu pada pukul 07.00, 11.00, 15.00 dan 21.00 WIB secara *at satiation* atau sekenyangnya. Pakan uji yang digunakan yaitu pakan komersial berupa pelet kering dengan kadar karbohidrat 32%, lemak 7% dan protein 30%. Pengujian ini terdiri dari 3 perlakuan pakan dengan 3 kali ulangan, yaitu perlakuan:

- A : Pemberian pakan tanpa penambahan prebiotik (kontrol)
- B : Pemberian pakan dengan penambahan prebiotik sebesar 1% TPT 5%
- C : Penambahan pakan dengan penambahan prebiotik sebesar 2%; TPT 5%

Pengukuran pencernaan ikan dilakukan setelah proses penyesuaian ikan terhadap pakan uji selama 40 hari. Kemudian diberikan pakan dengan penambahan Cr₂O₃ untuk menganalisis kecernaannya. Pengumpulan feses dilakukan dengan cara pengambilan feses menggunakan selang sipon dan saringan yang halus untuk menampung feses selama 10 hari. Kemudian feses yang telah diambil dikumpulkan dan dimasukkan ke dalam botol sampel lalu disimpan dalam freezer agar feses tidak mengalami pembusukan hingga feses mencapai ± 7 gram. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian kandungan Cr₂O₃ dalam feses menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 350 nm. Parameter penelitian yang diamati yaitu:

Jumlah konsumsi pakan

Jumlah konsumsi pakan ditentukan dengan menimbang jumlah pakan yang diberikan pada hewan uji setiap hari selama percobaan dilakukan. Pada akhir percobaan, pakan yang telah diberikan dijumlahkan dan dikurangi sisa pakan yang telah dikeringkan menjadi data konsumsi pakan.

Jumlah populasi bakteri

Sebanyak 5 Tabung steril disiapkan dan disusun berderet pada rak tabung reaksi. Kemudian masing-masing tabung reaksi dimasukkan larutan fisiologis sebanyak 0,9 ml. Sampel suspensi bakteri dikocok dengan baik sampai kekeruhannya merata. Kemudian dilakukan pengenceran sampel suspensi bakteri dan ambil secara aseptik 0,1 ml suspensi bakteri lalu dimasukkan kedalam tabung reaksi pertama, dikocok agar homogen. Lalu secara aseptik dipipet 0,1 ml sampel dari tabung pengencer kedua, dan seterusnya hingga tabung pengencer ke lima. Kemudian disiapkan 3 cawan petri steril berisi media TSA dan dipipet 0.1 ml sampel dari tabung reaksi ke 5 lalu disebar pada media TSA secara aseptik menggunakan batang penyebar yang sebelumnya telah disterilkan. Setelah itu tutup dengan cling wrap dan letakkan cawan petri dalam posisi terbalik untuk diinkubasi pada suhu kamar selama 24 jam. Setelah itu catat dan hitung jumlah koloni bakteri yang tumbuh dengan rumus di bawah ini :

$$\text{Jumlah sel bakteri} = \text{koloni} \times \frac{1}{\text{Faktor pengenceran}} \times \frac{1}{\text{Volume}}$$

Kecernaan total

Nilai kecernaan total dihitung berdasarkan persamaan Takeuchi (1988):

$$\text{Kecernaan total} = 100 - (100 \times a/a')$$

Keterangan :

a = % Cr₂O₃ dalam pakan

a' = % Cr₂O₃ dalam feses

Kecernaan nutrien (protein dan lemak).

Berdasarkan persamaan yang dikemukakan oleh Takeuchi (1988):

$$\text{KN} = 100 - [100 \times a/a' \times b/b']$$

Keterangan :

KN = Kecernaan nutrien

a = % Cr₂O₃ dalam pakan

a' = % Cr₂O₃ dalam feses

b = % protein dalam pakan
% lemak dalam pakan

b' = % protein dalam feses
% lemak dalam feses

Retensi nutrisi (protein dan lemak)

Nilai retensi protein dihitung berdasarkan persamaan (Takeuchi 1988):

$$RN = \frac{F - I}{P} \times 100\%$$

Keterangan :

RN = Retensi nutrisi protein (%)

Retensi nutrient lemak (%)

F = Jumlah nutrisi tubuh ikan pada akhir pemeliharaan (gram)

I = Jumlah nutrisi tubuh ikan pada awal pemeliharaan (gram)

P = Jumlah nutrisi yang dikonsumsi ikan (gram)

Laju pertumbuhan spesifik (Specific Growth Rate)

Laju pertumbuhan spesifik atau Specific Growth Rate (SGR) merupakan laju pertambahan bobot individu dalam persen per hari.

SGR dihitung dengan menggunakan rumus (Huisman 1987):

$$SGR (100\%) = 100 \times \frac{\ln W_e - \ln W_s}{d}$$

Keterangan :

W_e = Bobot ikan pada akhir perlakuan (gram)

W_s = Bobot ikan pada awal pemeliharaan (gram)

D = Periode pemeliharaan

Tingkat kelangsungan hidup (Survival Rate)

Tingkat kelangsungan hidup dihitung berdasarkan persamaan yang dikemukakan oleh Huisman (1987), yaitu : $SR = [N_t / N_o] \times 100\%$

Keterangan :

SR = *Survival rate*

N_t = Jumlah ikan pada akhir pemeliharaan

N_o = Jumlah ikan pada awal pemeliharaan

Efisiensi pakan

Efisiensi pakan menunjukkan kualitas makanan yang diberikan. Efisiensi pakan dapat dihitung berdasarkan rumus (NRC 1997):

$$EP (\%) = \frac{W_t + D - W_o}{JKP} \times 100\%$$

Keterangan :

EP = Efisiensi pakan

JKP = Jumlah pakan yang diberikan

W_t = Biomassa ikan pada waktu t (gram)

W_o = Biomassa ikan pada awal pemeliharaan (gram)

D = Bobot ikan yang mati selama penelitian (gram)

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan rancangan percobaan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 kali ulangan. Untuk melihat perbedaan perlakuan maka dilakukan uji lanjut dengan uji *Duncan's Multiple Range* dengan selang kepercayaan 95% menggunakan program komputer *SPSS ver20*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian selama 40 hari untuk setiap parameter, dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil penelitian yang diperoleh untuk nilai jumlah konsumsi pakan tertinggi yaitu pada perlakuan A sebesar $467,33 \pm 50,21\%$, kemudian diikuti perlakuan C sebesar $466,67 \pm 33,29\%$ dan nilai jumlah konsumsi pakan terendah terdapat pada perlakuan B sebesar $445,33 \pm 27,75$. Hal ini diduga bahwa pakan prebiotik memiliki tingkat palatabilitas yang sama dengan pakan kontrol. Palatabilitas adalah respon terhadap suatu pakan yang dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kondisi pakan yang meliputi bentuk, ukuran, warna, rasa dan aroma. Sehingga pakan prebiotik dan pakan kontrol memiliki nilai jumlah konsumsi pakan yang tidak berbeda nyata.

Tabel 1. Jumlah konsumsi pakan (JKP), total populasi bakteri, pencernaan total, pencernaan protein, pencernaan lemak, retensi protein (RP), retensi lemak (RL), *specific growth rate* (SGR), survival rate (SR) dan efisiensi pakan (EP).

Parameter	Pakan uji		
	kontrol 0% (A)	prebiotik 1% (B)	prebiotik 2% (C)
JKP (g)	$467,33 \pm 50,21$	$445,33 \pm 27,75$	$466,67 \pm 33,29$
PB (Log CFU/g)	$11,91 \pm 0,04$	$12,22 \pm 0,15$	$12,37 \pm 0,03$
KT (%)	$85,54 \pm 0,64$	$86,77 \pm 0,46$	$85,42 \pm 0,83$
KP (%)	$96,82 \pm 0,23^b$	$96,61 \pm 0,18^b$	$95,92 \pm 0,34^a$
KL (%)	$89,78 \pm 0,21^a$	$92,25 \pm 0,05^b$	$92,01 \pm 0,61^b$
RP (%)	$5,33 \pm 0,78^a$	$8,22 \pm 1,62^b$	$9,96 \pm 1,04^b$
RL (%)	$11,71 \pm 1,53$	$14,78 \pm 3,69$	$14,03 \pm 3,13$
SGR (%)	$0,95 \pm 0,07^a$	$1,12 \pm 0,12^b$	$1,31 \pm 0,14^b$
SR (%)	90 ± 10	90 ± 0	$86,67 \pm 15,28$
EP (%)	$15,20 \pm 3,15$	$19,31 \pm 3,59$	$22,30 \pm 2,69$

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$).

Pada pengujian, ikan diberi pakan 4 kali sehari. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kubaryk (1980), dimana ikan nila tumbuh lebih cepat ketika diberi pakan empat kali sehari dibandingkan diberi pakan dua kali sehari, tetapi tidak tumbuh lebih cepat ketika diberi pakan delapan kali sehari. Hasil lain yang diperoleh adalah jumlah populasi bakteri. Nilai jumlah populasi bakteri memiliki nilai tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan pakan ($P > 0,05$). Nilai jumlah populasi bakteri tertinggi yaitu pada perlakuan C sebesar $12,37 \pm 0,03$ (Log CFU/g), kemudian diikuti perlakuan B yaitu $12,22 \pm 0,15$ (Log CFU/g)

dan nilai terendah terdapat pada perlakuan A yaitu $11,91 \pm 0,04$ (Log CFU/g). Hal ini diduga karena bakteri yang diamati pada ikan uji adalah jumlah semua populasi bakteri yang berasal dari saluran pencernaan ikan uji pada umumnya, baik pada perlakuan pakan kontrol maupun pakan prebiotik. Oleh karena itu jumlah populasi bakteri yang diperoleh memiliki perbedaan nilai yang rendah dan tidak berbeda nyata.

Hasil pencernaan protein pakan pada penelitian ini menunjukkan nilai perlakuan A sebesar $96,82 \pm 0,23^b$ %, sedangkan perlakuan B memperoleh nilai sebesar $96,61 \pm 0,18^b$ % dan perlakuan C sebesar $95,52 \pm 0,34^a$ %. Nilai pencernaan protein menunjukkan bahwa perlakuan B dan perlakuan A berpengaruh nyata terhadap nilai perlakuan C, namun perlakuan A dan perlakuan B memiliki hasil yang tidak berbeda nyata (Tabel 1). Hal ini diduga karena mekanisme spesifik untuk meningkatkan pencernaan nutrisi prebiotik tidak bekerja dengan baik terhadap bakteri probiotik untuk memproduksi enzim pencernaan atau hanya terjadi pada dosis prebiotik yang lebih rendah (Burr *et al.* 2005). Diduga penambahan bahan oligosakarida berlebih justru akan menurunkan nilai pencernaan nutrisi khususnya protein. Peningkatan bagian karbohidrat yang tidak tercerna dalam pakan akan berpengaruh pada pencernaan protein. Hal ini terjadi karena protein yang belum tercerna dengan baik akan ikut terbuang bersama dengan bagian karbohidrat yang tidak tercerna (Aslamyah 2006). Pencernaan protein pada semua perlakuan berada pada kisaran 95%, dan masih dalam kisaran pencernaan protein normal ikan secara umum sebesar 75-95% (NRC 1993).

Nilai pencernaan Lemak yang diperoleh pada penelitian ini, menunjukkan hasil yang berbeda nyata untuk perlakuan pakan kontrol dengan kedua perlakuan pakan prebiotik, dimana nilai pencernaan lemak pada perlakuan A yaitu $89,78 \pm 0,21$ %, sedangkan perlakuan B dan C memperoleh nilai pencernaan lemak $92,25 \pm 0,05$ % dan $92,01 \pm 0,61$ % yang keduanya menunjukkan hasil yang berbeda nyata untuk meningkatkan pencernaan lemak ikan uji pada penelitian ini. Giri *et al.* (2003) menyatakan bahwa nilai pencernaan lemak yang rendah cenderung akan merombak lebih banyak protein untuk memenuhi kebutuhan energinya.

Hasil nilai pencernaan total ikan uji selama pemeliharaan tertinggi yaitu pada perlakuan B sebesar $86,77 \pm 0,46$ %, kemudian diikuti perlakuan A yaitu $85,54 \pm 0,64$ % dan nilai pencernaan total terendah terdapat pada perlakuan C yaitu $85,42 \pm 0,83$ %. Hal ini menunjukkan tidak adanya pengaruh nyata pada nilai pencernaan total pada penelitian ini. Dengan demikian secara umum ikan telah mampu untuk mencerna nutrisi yang terdapat dalam pakan yang kemudian dimanfaatkan sebagai energi dalam tubuh. Dapat diduga hasil pencernaan total yang diperoleh pada penelitian ini berkaitan dengan hasil pencernaan protein dan lemak yang diperoleh yang menunjukkan hasil yang berbeda sehingga nilai pencernaan total yang diperoleh menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Setelah proses pencernaan berlangsung, proses berikutnya nutrisi tersebut akan diserap oleh tubuh ikan. Jumlah nutrisi yang mampu diserap dalam pakan untuk disimpan dalam tubuh ikan digambarkan dengan nilai retensi. Nilai retensi protein tertinggi yang diperoleh pada penelitian ini yaitu pada perlakuan B dan C yaitu $8,22 \pm 1,62^b$ % dan $9,96 \pm 1,04$ %. Nilai retensi protein terendah diperoleh pada perlakuan A yaitu $5,33 \pm 0,78$ %.

Hasil uji lanjut statistik untuk nilai retensi protein menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada perlakuan pakan prebiotik terhadap pakan kontrol, artinya

ikan yang diberi penambahan pakan prebiotik lebih mampu mengkonversi protein dalam pakan menjadi protein yang tersimpan dalam tubuh ikan dibandingkan ikan yang diberikan pakan kontrol. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Putra (2010) bahwa penambahan dosis prebiotik 2% pada pakan dapat meningkatkan retensi protein pada ikan nila yaitu sebesar 27,26% dan nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol yaitu sebesar 21,13%. Menurut Maynard *et al.* (1979) menyatakan bahwa pencernaan adalah bagian pakan yang dikonsumsi dan tidak dikeluarkan menjadi feses dan retensi protein merupakan salah satu contoh pencernaan protein. Berbeda dengan nilai retensi protein sebelumnya, nilai retensi lemak yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dimana nilai retensi lemak yang diperoleh perlakuan A yaitu $11,71 \pm 1,53\%$, perlakuan B yaitu $14,78 \pm 3,69\%$ dan perlakuan C yaitu $14,03 \pm 3,13\%$. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa pakan dengan penambahan prebiotik tidak berpengaruh nyata untuk meningkatkan nilai retensi lemak ikan uji.

Hasil lain yang diperoleh adalah nilai laju pertumbuhan spesifik atau *specific growth rate* (SGR) ikan uji selama pemeliharaan dimana hasil tertinggi diperoleh pada perlakuan C yaitu $1,31 \pm 0,14^b \%$, kemudian diikuti perlakuan B yaitu $1,12 \pm 0,12^b \%$ dan nilai terendah pada perlakuan A yaitu $0,95 \pm 0,07^a \%$. Dapat dilihat perbedaan dari perlakuan A (kontrol) dengan perlakuan yang diberi penambahan prebiotik baik perlakuan B maupun C menunjukkan bahwa nilai SGR pada penelitian ini menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Parameter selanjutnya yaitu *survival rate* (SR) ikan uji selama pemeliharaan. Dapat dilihat pada Tabel 1 yang menunjukkan nilai rata-rata *survival rate* yang diperoleh yaitu 90% untuk perlakuan A dan perlakuan B sedangkan untuk perlakuan C yaitu 86,67%. Dengan demikian menunjukkan bahwa adanya penambahan prebiotik pada pakan tidak menyebabkan adanya pengaruh yang berbeda untuk nilai tingkat kelangsungan hidup ikan uji. Hasil lain yang diperoleh adalah nilai efisiensi pakan dimana nilai tertinggi yaitu pada perlakuan C sebesar $22,30 \pm 2,69\%$, kemudian diikuti perlakuan B sebesar $19,31 \pm 3,59\%$ dan nilai terendah diperoleh perlakuan A yaitu $15,20 \pm 3,15\%$. Nilai efisiensi pakan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata untuk semua perlakuan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh untuk parameter uji nilai pencernaan protein 92,25%, nilai pencernaan lemak 96,61% dan pencernaan total 86,77%, yang menunjukkan hasil terbaik dalam evaluasi pakan dengan penambahan prebiotik 1%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aslamyah. S. 2006. Penggunaan Mikroflora Saluran Pencernaan sebagai Probiotik Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Bandeng (Disertasi). Sekolah Pascasarjana, Insitut Pertanian Bogor. Bogor.

- Burr G, DM Gatlin, III, and S Ricke. 2005. Microbial Ecology of The Gastrointestinal Tract of Fish and The Potential Application of Prebiotics and Probiotics in Finfish Aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society* (36):425–436.
- Ekasari J. 2009. Teknologi Bioflok: Teori dan Aplikasi dalam Perikanan Budidaya Sistem Intensif. *Jurnal Akuakultur Indonesia* (8): 117-126.
- Giri NA, Suwirya K, Rusdi I dan Marzuqi M. 2003. Kandungan Lemak Pakan Optimal untuk Pertumbuhan Benih Kepiting Bakau (*Scylla paramamosain*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* (9): 25-29.
- Maynard LA, JK Loosli, HF Hintz and RG Warner. 1979. *Animal Nutrition*. Seventh Edition McGraw-Hill Book Company. New Delhi.
- Kubaryk JM., 1980. Effects of Diet, Feeding Schedule, and Sex on Food Consumption, Growth, and Retention of Protein and Energy by Tilapia [Dissertation]. Auburn University, Auburn. Alabama.
- Putra AN. 2010. Studi Probiotik, Prebiotik dan Sinbiotik untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) [Tesis]. Sekolah Pascasarjana, Insitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Stickney RR. 2005. *Aquaculture: An introductory text*. CABI Publishing. Usa. 256pp.
- Webster CD and Lim C. 2002. *Nutrien Requirements and Feeding Of Finfish For Aquaculture*. CABI Publishing. UK. 418pp.