

## **Kepadatan Optimum Ikan dan Tanaman Air Pada Pemeliharaan Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan Sistem Akuaponik**

**<sup>1</sup>Muarofah Ghofur dan <sup>2</sup>Ulil Azmi**

<sup>1</sup>Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Batanghari

<sup>2</sup>Alumni Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Batanghari

Jl. Slamet Riyadi, Broni, Jambi, 36122. Telp. +6074160103

<sup>1</sup>e-mail Korespondensi : [muarofah\\_ghofur@yahoo.com](mailto:muarofah_ghofur@yahoo.com)

**Abstract.** *The purpose of this research is to know correlation the optimum fish and plant density of water for the maintenance of fish catfish (*P. hypophthalmus*) on aquaponic system in order to produce a high fish survival. As for the benefits of this activity is to improve the production results mainly from the fishery commodity fish catfish (*P. hypophthalmus*). This research plan will be implemented in February and July of 2019 in the porch Area Fish Seed Telanaipura the Province of Jambi. Research conducted using Randomized Block Design (RAK) with four (4) treatment and three replicates, each treatment are : A treatment : 5 bar/hole and 2 fish/L, B treatment : 10 bar/hole and 3 fish/L, C treatment : 15 bar/hole and 4 fish/L, D treatment : 20 bar/hole and 5 fish/L. The research of the parameters observed were survival rates of fish and water quality.*

**Keywords:** *Aquatic plants, fish catfish, akuaponik*

**Abstrak.** Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui hubungan kepadatan optimum ikan dan tanaman air untuk pemeliharaan ikan patin (*P. hypophthalmus*) pada sistem akuaponik agar dapat menghasilkan kelangsungan hidup ikan yang tinggi. Adapun manfaat dari kegiatan ini adalah untuk meningkatkan hasil produksi perikanan terutama dari komoditas ikan patin (*P. hypophthalmus*). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai bulan Juli tahun 2019 di Balai benih Ikan Daerah Telanaipura Provinsi Jambi. Penelitian yang dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 (empat) perlakuan dan 3 (tiga) ulangan, masing-masing perlakuan tersebut adalah : perlakuan A : 5 batang/lubang dan 2 ekor/L, perlakuan B : 10 batang/lubang dan 3 ekor/L, perlakuan C : 15 batang/lubang dan 4 ekor/L dan perlakuan D : 20 batang/lubang dan 5 ekor/L. Parameter penelitian yang diamati adalah: Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan dan Kualitas Air.

**Kata kunci :** Tanaman air, Ikan patin, dan Akuaponik

### **PENDAHULUAN**

Teknologi diperlukan untuk mengatasi penurunan produksi budidaya karena adanya penyusutan lahan budidaya dan kualitas air. Inovasi teknologi ini diharapkan mampu meningkatkan produksi pada tiap satuan luas lahan budidaya. Salah satu inovasi teknologi pada budidaya ikan yang bisa digunakan adalah sistem akuaponik. Sistem akuaponik ini merupakan salah satu teknologi yang mampu memproduksi ikan secara optimal pada lahan dan sumber air terbatas, terutama di daerah perkotaan. Teknologi ini dapat lebih banyak menghemat penggunaan lahan dan air serta menaikkan efisiensi usaha dengan memanfaatkan unsur hara yang berasal dari limbah budidaya (Chou, 1994). Sistem akuaponik ini adalah salah satu teknologi yang mengintegrasikan budidaya ikan dan tanaman air, system ini dapat menghemat penggunaan air untuk budidaya hingga 97 persen (Effendi, 2000).

Sistem ini membuat interaksi antara ikan dan tanaman air, sehingga tercipta lingkungan tumbuh yang lebih produktif dari metode konvensional. Sistem akuaponik lebih ramah lingkungan karena sistem ini tidak meninggalkan limbah (*zero waste*) sehingga tidak berbahaya terhadap lingkungan (*Zero Environmental Impact*). Sistem akuaponik menghasilkan ikan dan tanaman organik yang terbebas dari zat kimia seperti pupuk buatan, pestisida maupun herbisida. Penggunaan lahan dan air pada system ini juga sangat hemat sehingga meningkatkan efisiensi usaha karena sisa pakan dan efek metabolisme ikan dapat dimanfaatkan sebagai unsur hara yang berfungsi sebagai pupuk tanaman. Efek metabolisme menghasilkan akumulasi amoniak. Amoniak ini dapat meracuni air budidaya (Chou, 1994). Sistem ini, akan mengubah amonia yang terdapat dalam media pemeliharaan ikan dan tanaman menjadi nitrit dan nitrat melalui kerja bakteri. Nitrat berfungsi sebagai nutrisi untuk tanaman, air yang kaya nutrisi dari media pemeliharaan ikan akan mensuplai nutrisi tersebut. Oleh karena itu, system akuaponik diharapkan mampu memperbaiki kualitas air pada budidaya ikan dengan kepadatan tinggi sehingga dapat menekan kematian ikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kepadatan optimum ikan patin (*P. hypophthalmus*) dan tanaman air pada pemeliharaan sistem akuaponik agar dapat meningkatkan kelangsungan hidup ikan.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari sampai bulan Juli tahun 2019 di Balai Benih Ikan Daerah Telanaipura Provinsi Jambi dan Laboratorium Dasar Universitas Batanghari Jambi.

Alat penelitian yang digunakan adalah : akuarium, pompa air, blower, serok halus, pipa paralon, kran air, gelas ukur, baskom, kualitas air test kit, timbangan digital, alat tulis, kamera, akuaponik set dan genset. Bahan penelitian antara lain ikan patin berukuran 2 inchi sebanyak 2.100 ekor dari induk yang sama yaitu hasil pemijahan secara alami di Balai Benih Ikan Daerah Telanaipura Provinsi Jambi yang dipelihara di dalam akuarium berukuran 30 cm x 50 cm x 30 cm dan benih tanaman kangkung sebanyak 240 batang.

Rancangan Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 (empat) perlakuan dan 3 (tiga) ulangan, masing – masing perlakuan tersebut adalah :

1. Perlakuan A : 5 batang tanaman/lubang dan 2 ekor ikan/liter
2. Perlakuan B : 10 batang tanaman/lubang dan 3 ekor ikan/liter
3. Perlakuan C : 15 batang tanaman/lubang dan 4 ekor ikan/liter
4. Perlakuan D : 20 batang tanaman/lubang dan 5 ekor ikan/liter

Tanaman air yang telah siap tanam dimasukkan ke dalam lubang pada system akuaponik sesuai dengan kepadatan pada perlakuan. Kemudian benih ikan patin (*P. hypophthalmus*) berukuran 1 inchi, dimasukkan ke dalam akuarium sistem akuaponik dengan jumlah volume air pada masing-masing akuarium sebanyak 50 liter, kepadatan ikan sesuai perlakuan. Ikan uji diberikan pakan pellet 3 (tiga) kali sehari dengan menggunakan metode *ad libitum*. Pada masa pemeliharaan dengan sistem akuaponik ini tidak dilakukan penyiphonan maupun pergantian air karena justru feses ikan diperlukan untuk sumber hara tanaman yang dipelihara. Pada akhir penelitian akan dilakukan perhitungan kelangsungan hidup ikan uji. Pada akhir penelitian, dilakukan perhitungan kelangsungan hidup benih ikan menggunakan rumus kelangsungan hidup dari Effendi (1979), yaitu :

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan :

SR = Kelangsungan Hidup (%)

Nt = Jumlah ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)

No = Jumlah ikan yang hidup pada awal pemeliharaan (ekor).

Pengukuran kualitas air dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada awal dan akhir penelitian. Pengukuran kualitas air dilakukan di Laboratorium Dasar Universitas Batanghari Jambi. Parameter kualitas air yang diukur dalam penelitian ini adalah suhu, pH, oksigen terlarut, karbondioksida dan ammonia. Analisis data hasil penelitian di uji dengan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada selang kepercayaan 95%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian kepadatan optimum ikan dan tanaman air pada pemeliharaan ikan patin (*P. hypophthalmus*) dengan sistem akuaponik selama 30 hari, didapatkan perbedaan tingkat kelangsungan hidup, dan kualitas air pada setiap perlakuan. Hasil rata – rata dari masing – masing parameter yang diuji dalam penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

**Tabel 1.** Kelangsungan hidup ikan Patin (*P. hypophthalmus*) pada pemeliharaan sistem akuaponik

No	Parameter	Perlakuan			
		A	B	C	D
1.	Kelangsungan Hidup (%)	64,41 <sup>a</sup>	49,17 <sup>a</sup>	52,62 <sup>a</sup>	64,26 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka – angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perlakuan berbeda nyata pada Uji *Tuckey* taraf 5 %.

Tabel di atas menjelaskan bahwa tingkat kelangsungan hidup ikan Patin yang dipelihara dengan sistem akuaponik ternyata tidak memberikan perbedaan. Hanya sedikit saja pada perlakuan B menunjukkan angka yang lebih rendah tetapi setelah dilakukan uji lanjut ternyata tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa antar perlakuan tidak saling mempengaruhi. Berikut adalah grafik kelangsungan hidup ikan Patin (*P. hypophthalmus*).



Gambar 1. Grafik Kelangsungan Hidup Ikan Patin (*P. hypophthalmus*)

Hasil perhitungan ANOVA menyatakan bahwa tingkat kelangsungan hidup ternyata tidak memberikan perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan. Hal ini disebabkan oleh adanya keseimbangan antara kepadatan ikan dan tanaman sehingga tidak mempengaruhi kualitas air. Kandungan ammonia hasil metabolisme ikan dapat diuraikan oleh tanaman yang dipelihara sehingga tidak terjadi akumulasi ammonia yang dapat menyebabkan gangguan yang bersifat fisiologis dan memicu stress pada ikan (Boyd, 1990). Apabila terjadi stress pada ikan akan mengakibatkan menurunnya daya tahan tubuh dan akan berakibat pada berkurangnya nafsu makan ikan sehingga dapat memicu kematian (Effendi, 2003).

Kelangsungan hidup tertinggi dihasilkan oleh perlakuan A (2 ekor ikan/L dan 5 batang/lubang) sebesar 64,41%. Kelangsungan hidup terendah pada perlakuan B (3 ekor ikan dan 10 batang/lubang) sebesar 49,17 %. Hal ini disebabkan oleh kualitas air yang tidak berubah akibat perbedaan kepadatan pada volume akuarium pemeliharaan yang seragam. Sedangkan aktifitas budidaya ikan tetap menghasilkan limbah berupa feses, sisa pakan, dan urine. Yang menyebabkan rendahnya kelangsungan hidup pada perlakuan B, C, dan D adalah menurunnya kualitas air hingga akhir penelitian karena pada penelitian ini tidak dilakukan pergantian air sehingga mempengaruhi nafsu makan ikan. Menurunnya kualitas air disebabkan akumulasi ammonia yang berasal dari sisa pakan dan limbah budidaya ikan.

Sistem budidaya *zero water exchange* akan mengakibatkan kenaikan konsentrasi limbah seperti ammonia ( $\text{NH}_3$ ), nitrit ( $\text{NO}_2$ ) dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dengan sangat cepat dan akan menyebabkan racun dalam perairan. Nugroho *et al.* (2012) menjelaskan bahwa tingkat kepadatan benih ikan yang dibudidayakan sebaiknya sesuai dengan standar budidaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada sistem akuaponik, perbedaan kepadatan tanaman air berpengaruh terhadap kelangsungan hidup benih ikan patin siam, fungsi sistem akuaponik mampu menunjang kegiatan pendederan sebagaimana standar sistem budidaya yang baik (CBIB). Peningkatan kepadatan tanaman menyebabkan peningkatan kelangsungan hidup benih ikan patin siam.

### Kualitas Air

Kualitas air yang diukur pada penelitian ini meliputi suhu, pH, oksigen terlarut dan ammonia. Pengamatan suhu, oksigen terlarut, pH, dilakukan di tempat penelitian yaitu di Balai Benih Ikan Daerah Telanaipura. Sedangkan untuk menguji ammonia, karbondioksida, nitrat dan nitrit dikerjakan di Laboratorium Dasar Universitas Batanghari Jambi. Hasil pengukuran kualitas air dapat dilihat sebagai berikut :

**Tabel 2.** Hasil Pengukuran parameter kualitas air setiap perlakuan selama penelitian.

No	Parameter Kualitas Air	Akuarium Perlakuan				Baku Mutu
		Nilai/Kisaran				
		A	B	C	D	
1	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	28,7-31	28,7-31,1	28,7-31,1	28,7-31,5	25 – 32 $^{\circ}\text{C}$ (Boyd, 1982)
2	pH	5 – 7	5 – 7	5 – 7	5 – 7	7-8,5 (Barus, 2001)
3	DO (mg/l)	4 – 7	4 – 7	4 – 7	3 – 7	> 3 mg/l (Zonneveld, <i>et al</i> 1991)
4	$\text{CO}_2$ (mg/l)	0,345	0,451	0,577	0,803	< 10 mg/l (Zonneveld, <i>et al</i> 1991)
5	Ammonia (mg/l)	0,0111	0,0133	0,0125	0,0129	< 0,2 mg/l (Effendie, 2003)
6	Nitrat (mg/l)	0,26	0,12	0,35	0,25	0,1-2 (Lab. Dasar Unbari, 2017)
7	Nitrit (mg/l)	0,028	0,018	0,022	0,005	< 1 (Siikavuopio & Saether. 2006)

Pada tabel 2 tercantum data kualitas air selama penelitian pada setiap perlakuan. Secara umum parameter kualitas air tersebut masih memenuhi standar baku mutu bagi kehidupan ikan patin siam (*P. hypophthalmus*, F), hanya saja nilai pH pada setiap perlakuan dari waktu ke waktu mengalami penurunan hingga mencapai angka 5 yang artinya air bersifat asam.

Suhu media pemeliharaan ikan patin siam (*P. hypophthalmus*, F) selama penelitian berkisar antara 28,7°C – 31,5°C (Tabel 2) sehingga masih dalam kisaran normal (Boyd, 1982). Suhu adalah salah satu faktor fisika perairan yang cukup penting karena suhu berpengaruh secara langsung terhadap kehidupan terutama pertumbuhan ikan. Sebagai hewan poikilothermal, ikan dapat beradaptasi terhadap perubahan suhu lingkungan. Ikan juga dikategorikan sebagai hewan berdarah dingin. Keadaan ini yang menyebabkan suhu dapat mempengaruhi kehidupan ikan secara langsung. Berubahnya suhu lingkungan akan berpengaruh terhadap berubahnya metabolisme ikan, kenaikan suhu lingkungan akan menaikkan proses metabolisme tubuh ikan sehingga menaikkan nafsu makan ikan.

Selama penelitian berlangsung, suhu air media pemeliharaan relatif stabil dengan adanya penggunaan sistem biofiltrasi dengan akuaponik. Hal ini diperjelas oleh pernyataan Samsundari dan Ganjar (2013) yang menyatakan bahwa suhu air relatif konstan dengan adanya proses filtrasi pada biofiltering, hal ini dikarenakan adanya peran sistem resirkulasi dan biofilter dalam menjaga suhu air yang semula rendah setelah melalui sistem resirkulasi yaitu air digerakan oleh pompa air dan memasuki proses biofiltrasi maka terjadi gesekan mekanis antara partikel air, media tanam dan akar tanaman sehingga suhu air dalam kolam dapat meningkat dan cenderung lebih konstan.

Derajat keasaman (pH) adalah suatu konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan air tersebut bersifat asam atau basa. pH yang suboptimal dapat berdampak buruk pada spesies kultur dan menyebabkan ikan stress, sehingga dikhawatirkan ikan menjadi rentan terserang penyakit, sehingga pertumbuhan menurun dan produktifitas juga menurun. pH air media pemeliharaan benih ikan patin siam selama penelitian berkisar antara 5 – 7. Dalam hal ini (Putra, 2013) menjelaskan bahwa, untuk ikan jenis *catfish* mampu mentolerir dan hidup dalam perairan atau lingkungan yang bersifat asam hingga pH 5 sekalipun dan bisa bertahan pada perairan basa hingga pH 9. Nilai pH mempunyai pengaruh besar terhadap kehidupan organisme perairan, sehingga pH perairan dipakai sebagai salah satu komponen untuk menyatakan baik buruknya sesuatu perairan.

Oksigen terlarut adalah oksigen dalam bentuk terlarut di dalam air karena ikan tidak dapat mengambil oksigen dalam perairan secara difusi langsung dari udara (Gusrina, 2008). Tingkat konsumsi oksigen ikan bervariasi tergantung pada suhu, konsentrasi oksigen terlarut, ukuran ikan, tingkat aktivitas, waktu setelah pemberian pakan dan lain sebagainya. Tingkat metabolisme juga bervariasi antar spesies dan dibatasi oleh rendahnya kandungan oksigen yang tersedia. Pada umumnya, ikan kecil akan mengkonsumsi oksigen per berat badan lebih banyak dibandingkan ikan besar dari satu spesies. Oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua jasad untuk pernafasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan juga untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Nilai kandungan oksigen terlarut (DO) pada media pemeliharaan ikan patin siam (*P. hypophthalmus*, F) dari awal hingga akhir penelitian berkisar antara 3 – 7 mg/L. Kisaran ini masih berada dalam kisaran yang mendukung untuk kehidupan ikan. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh sintesa tumbuhan pada sistem resirkulasi terhadap kandungan oksigen terlarut dalam air. Kandungan oksigen terlarut yang ideal di dalam air untuk budidaya ikan tidak boleh <3,00 mg/l karena dapat menyebabkan kematian organisme air (SNI 7550, 2009).

Nilai korbondioksida bebas selama penelitian berkisar antara antara 0.098 – 0,803 mg/l nilai ini masih dalam kondisi yang normal untuk pertumbuhan ikan patin siam (*P. hypophthalmus*, F). Menurut Effendie (2003), karbondioksida merupakan hasil buangan akibat adanya proses pernafasan makhluk hidup. Pada konsentrasi tinggi (> 10 mg/l), karbondioksida dapat beracun karena keberadaannya di dalam darah dapat menekan aktivitas pernafasan ikan dan menghambat pengikatan oksigen oleh hemoglobin sehingga dapat membuat ikan menjadi stress. Kandungan karbondioksida didalam air untuk pembesaran ikan sebaiknya kurang dari 10 mg/liter (Zonneveld, *et al* (1991).

Menurut Zonneveld (1991), ammonia merupakan hasil akhir dari proses metabolisme protein. Konsentrasi ammonia selama penelitian berkisar antara 0,0111 - 0,0133 mg/l, pada semua perlakuan kisaran nilai ammonia masih berada dalam konsentrasi yang bisa ditolerir oleh ikan. hal ini terjadi karena adanya bakteri yang dapat memecah limbah dari ikan, yaitu bakteri *Nitrosomonas*, yang mengubah Ammonia menjadi Nitrit, Nitrit ini kemudian diubah menjadi Nitrat oleh bakteri *Nitrobacter*, sehingga tanaman kemudian dapat mengkonsumsi nitrat untuk tumbuh, dengan demikian ammonia yang dihasilkan ikan akan habis dengan adanya proses nitrifikasi dan penyerapan nitrat oleh tanaman (Samsundari dan Ganjar 2013). Putra (2015) menambahkan, bakteri yang bekerja pada proses nitrifikasi dapat mengubah amonia (NH<sub>3</sub>) yang berasal dari kotoran ikan menjadi Nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) kemudian diubah lagi menjadi Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) melalui proses nitrifikasi dan terakhir diubah menjadi Nitrogen (N<sub>2</sub>) bebas yang tidak berbahaya oleh ikan. Kadar ammonia yang tinggi dapat menyebabkan naikkanya kadar pH darah dan memiliki efek yang merugikan pada reaksi berbagai enzim dan stabilitas membran. Efek negatif tersebut meliputi kerusakan

insang, pengurangan kapasitas darah dalam membawa oksigen serta kerusakan histologi pada sel darah merah (Boyd, 1998).

Nitrit (NO<sub>2</sub>) biasanya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit di perairan alami, kadarnya lebih kecil dari pada nitrat karena nitrit bersifat tidak stabil jika terdapat oksigen (Effendi, 2003). Hal ini terlihat dari hasil pengukuran kadar nitrit pada akhir penelitian yaitu kandungan nitrit tertinggi terdapat pada perlakuan A (5 batang/lubang) sebesar 0,028 mg/l sedangkan kadar nitrit terendah ada pada perlakuan D (20 ekor/l air) sebesar 0,005 mg/l. Pada akhir penelitian justru perlakuan A (kepadatan terendah) yang memiliki kadar nitrit tertinggi dan perlakuan D (kepadatan tertinggi) dengan kadar nitrit terendah, hal ini dikarenakan pada akhir penelitian tingkat kelangsungan hidup pada perlakuan D adalah yang tertinggi dari semua perlakuan sedangkan pada perlakuan A tingkat kelangsungan hidupnya terendah dari semua perlakuan. Namun terlepas dari itu semua kandungan nitrit ini masih dalam batas normal. Karena Kadar optimum nitrit perairan adalah antara 0,01 – 1,0 mg/l (Hendrawati, 2007). Senyawa nitrit yang berlebih dalam suatu perairan akan menyebabkan menurunnya kemampuan darah organisme perairan untuk mengikat O<sub>2</sub>, karena nitrit akan beraksi lebih kuat dengan hemoglobin yang menyebabkan tingginya tingkat kematian.

### KESIMPULAN

Kepadatan ikan dan tanaman air yang berbeda dengan sistem akuaponik pada pemeliharaan ikan patin siam (*P. hypophthalmus*) ternyata tidak memberikan pengaruh terhadap kelangsungan hidup baik perlakuan A yang merupakan perlakuan terbaik dengan kelangsungan hidup tertinggi sebesar 64,41%. Sedangkan hasil pengukuran kualitas air masih dalam kisaran normal yaitu suhu 28,7°-31,5°C, pH berkisar 5 – 7, oksigen terlarut antara 3 – 7 mg/l, karbondioksida berkisar 0,345 – 0,803 mg/l, kisaran amoniak antara 0,0111 – 0,013 mg/l, nitrat 0,12 – 0,35 mg/l dan nitrit sebesar 0,005 – 0,028 mg/l.

### DAFTAR PUSTAKA

- Boyd. 1990 . *Water Quality in Ponds for aquaculture*, Birmingham Publishing Co., Birmingham, Alabama, USA.
- Chou, L.M. 1994 . *Growth of Hybrid Catfishes Under Different Supplemental Diets* . The Third Asian Fishes Forum . Asian Fisheries Society . manila . Philippines . pp. 633-636.
- (DJPB) Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya . 2011 . Usaha Budidaya Lele dan Gurami Saat ini . <http://www.perikanan-budidaya kkp.go.id> (15 mei 2011)
- Donk, H . 2015 . Enam Model Akuaponik Untuk lahan Sempit . Fokus Tanaman . .
- Effendi, H . 2000 . Telaah Kualitas Air . Jurusan Manajemen Sumber Daya Perairan . Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan . IPB.
- Forteach, N., wee, L. and Frith, M. 1993 . *Water Quality, in P. Hart and O'Sullivan (eds) Recirculation System : Design, Construction and Management*, University of Tasmania at Launceston, Australia.
- Saanin, H. 1968 . Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan Jilid I dan II . Bandung
- Subandiyono, Nisrinah dan Elfitasari . 2013 . Pengaruh Penggunaan Bromelin Terhadap Tingkat pemanfaatan Protein Pakan Dan pertumbuhan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*).
- Urbanina . 2016 . Sistem Akuaponik Kelebihan Dan Kekurangan.
- Yamagata Y., Niwa M. 1982 . *Acute and Chronic Toxicity of Ammonia to Eel Anguilla japonica* . Bull.Jap . Soc.Sci. Fish. 48 (2), 171-176.
- Zonneveld, N. E. A. Huisman, J.H. Boon . 1991 . Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan . Gramedia Pustaka Umum . Jakarta.