

**PENGARUH PENGGANTIAN TEPUNG IKAN DENGAN TEPUNG  
*Spirulina* sp TERHADAP PERTUMBUHAN IKAN BAWAL AIR  
TAWAR *Colossoma macropomum***

**Tofik Akbar<sup>1\*)</sup> Zaenal Abidin<sup>1)</sup> dan Bagus Dwi HariSetyono<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Budi Daya Perairan Universitas Mataram

**ABSTRAK**

Budidaya ikan bawal memerlukan pakan yang cukup secara kuantitas dan kualitas. Penggunaan tepung ikan sebagai pakan menimbulkan dampak negatif pada perekonomian jangka panjang. Selain karena sebagian besar bahan baku tepung ikan yang berkualitas harus didatangkan dari luar negeri, penggunaan ikan laut sebagai bahan baku pakan bisa memicu eksploitasi secara besar-besaran. Hal tersebut disebabkan karena perbandingan antara jumlah ikan yang dihasilkan oleh budidaya dan jumlah ikan laut yang dibutuhkan untuk membuat pakan lebih besar. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggantian tepung ikan dengan tepung *Spirulina* sp. terhadap pertumbuhan ikan bawal (*Colossoma macropomum*). Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kali ulangan dan 6 perlakuan yaitu P1 100%, P2 80%, P3 60%, P4 40%, P5 20% dan P6 0% tepung spirulina. Pakan diberikan 3 kali sehari setiap perlakuan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Budidaya Perairan Universitas Mataram selama 45 hari.

Dari hasil penelitian pertumbuhan berat mutlak pada percobaan menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Pertumbuhan mutlak selama pemeliharaan menunjukkan bahwa pakan ikan yang tidak menggunakan tepung spirulina (0% tepung spirulina) lebih tinggi yaitu 8,3+0,82 gram dibandingkan dengan pakan ikan dengan tepung spirulina 100% (2,7+0,18 gram), dan 80% (5,0+0,17 gram), dan 20% (5,1+0,91 gram). Di sisi lain, penggunaan tepung ikan yang dikombinasikan dengan tepung spirulina sebanyak 60% yang terdapat pada P4 40% menghasilkan pertumbuhan mutlak 6,1+1,09 gram yang tidak berbeda nyata dengan pakan ikan yang tidak menggunakan tepung spirulina (0% tepung spirulina).

**KATA KUNCI :** Tepung *Spirulina* sp. Sebagai Bahan Pengganti Tepung Ikan, Pertumbuhan Ikan Bawal Air Tawar.

**PENDAHULUAN**

Salah satu jenis ikan konsumsi yang potensial untuk dibudidayakan yaitu ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). Bawal adalah ikan introduksi yang awalnya didatangkan sebagai ikan hias, namun kini menjadi ikan konsumsi dan banyak dibudidayakan oleh pembudidaya ikan. Bawal air tawar memiliki beberapa keunggulan, yaitu pertumbuhannya relatif cepat, dapat bertahan hidup pada perairan dengan kandungan oksigen rendah, tahan terhadap serangan penyakit, dan dapat dibudidayakan secara intensif dengan kepadatan penebaran tinggi (Martin dan Gunzama, 1994).

Budidaya ikan bawal memerlukan pakan yang cukup secara kuantitas dan kualitas. Hal ini sangat berpengaruh dalam performa pertumbuhan ikan tersebut. Pemenuhan gizi menjadi hal yang

mutlak untuk diperhatikan, karena ikan membutuhkannya untuk mencapai pertumbuhan optimal. Protein merupakan salah satu zat gizi dalam pakan yang berperan penting dalam pertumbuhan ikan.

Pakan ikan menggunakan 30-70% tepung ikan sebagai sumber protein, namun ketersediaan tepung ikan akan semakin turun di masa mendatang. Hal ini disebabkan karena menurunnya hasil tangkap ikan dunia dan semakin terbatasnya wilayah penangkapan. Tepung ikan yang berkualitas sangat sulit diperoleh dalam jumlah yang cukup dan kontinyu, sehingga industri pakan yang bersifat lokal sangat sulit berkembang (Yuniarti dan Abidin, 2013).

Salah satu sumber protein yang berpotensi untuk menggantikan tepung ikan adalah *Spirulina plantensis*. *Spirulina* sp. adalah jenis plankton yang mengandung protein antara 50-70% dalam berat kering, mudah dibudidayakan (Dil-

lon, 1993 dalam Abidin dkk. 2013) dan memiliki kandungan asam amino esensial yang dibutuhkan oleh ikan. Pada daerah subtropis, *Spirulina* sp. dapat diproduksi hingga 32 ton tepung per hektar per tahun (Jimanes dkk., 2003 dalam Abidin, 2013), sehingga potensi produksi untuk daerah tropis seperti Indonesia akan lebih tinggi. Daerah tropis memiliki intensitas cahaya yang tinggi sepanjang tahun, serta suhu relatif stabil yaitu 25°C yang merupakan kondisi optimal pertumbuhan *Spirulina plantensis* sp.

Spikadhara (2012), menjelaskan bahwa penggantian total tepung ikan oleh tepung spirulina memberikan laju pertumbuhan ikan bandeng yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan tepung ikan total. Penelitian yang dilakukan Sunsam dkk. (2012), penggantian tepung ikan sebanyak 5%, 10%, dan 15% oleh tepung *Spirulina* tidak menunjukkan hasil yang berbeda dibandingkan penggunaan tepung ikan 100% pada pertumbuhan *Oplegnahus fasciatus*. Souch dkk. (2012) meneliti tentang penggunaan tepung *Spirulina* untuk menggantikan tepung ikan pada benih catla catla, hasilnya menunjukkan bahwa penggantian 20% memberikan hasil yang signifikan dibandingkan dengan tepung ikan 100%.

Berdasarkan hal di atas, tepung *Spirulina* sp. memiliki potensi untuk menggantikan peranan tepung ikan sebagai bahan baku pembuatan pakan ikan bawal. Persentase jumlah tepung *Spirulina* yang dapat menggantikan tepung ikan belum banyak diketahui, sehingga perlu dilakukan penelitian mendalam tentang pengaruh penggantian tepung ikan dengan tepung *Spirulina* sp. terhadap pertumbuhan ikan bawal (*Colossoma macropomum*).

## METODOLOGI

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Perikanan dan Budidaya Perairan Universitas Mataram Provinsi Nusa Tenggara Barat pada Tanggal 1 April sampai tanggal 15 Juli 2014.

### Metode dan Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan pada peneli-

tian ini adalah metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan dan terdiri atas 3 ulangan, sehingga terdapat 18 unit percobaan. Pakan kontrol menggunakan 100% tepung ikan (0% tepung *Spirulina* sp.), sedangkan 5 perlakuan lainnya berturut-turut menggunakan tepung ikan yang menurun yaitu 80%, 60%, 40% 20% dan 0% yang diganti dengan tepung spirulina (Tabel 1).

### Persiapan wadah

Wadah yang digunakan sebagai wadah pemeliharaan adalah akuarium berukuran 60 x 35 x 40 cm. Sebelum digunakan dilakukan pembersihan terlebih dahulu dengan cara mencuci wadah dengan menggunakan sabun dan dibilas dengan air tawar kemudian dikeringkan. Seluruh unit percobaan dihubungkan dengan sistem resirkulasi untuk memastikan kualitas air sama pada setiap perlakuan. Air dipompa dari wadah penampungan kemudian dialirkan pada setiap unit percobaan, air yang berasal dari masing-masing unit percobaan kemudian keluar menuju saluran pembuangan untuk dialirkan melewati saringan dan masuk ke dalam wadah penampungan untuk dipompa kembali ke setiap unit percobaan.

### Persiapan ikan uji

Ikan yang digunakan adalah ikan bawal air tawar, ikan diperoleh dari pembudidaya yang berasal dari Lingsar Lombok Barat dan kemudian diadaptasikan dengan kondisi laboratorium selama 1 minggu atau hingga tidak terjadi kematian pada ikan yang dipelihara. Selama adaptasi ikan, ikan dipelihara dalam 2 wadah yang dilengkapi airasi dan diberi makan dengan pakan komersial. Pada hari terakhir adaptasi, ikan dipuasakan selama 24 jam kemudian diseleksi berat ikan bawal yaitu yang berkisaran antara 3,6 gram sampai dengan 6,3 gram. Penimbangan dilakukan dengan metode penimbangan kering yaitu mengambil ikan dari wadah penampungan menggunakan serok dan kemudian menaruhnya di atas saringan dan kemudian dilap menggunakan tissue untuk menghilangkan air di permukaan pada tubuh ikan dan kemudian ikan ditimbang. Proses penimbangan tidak kurang dari 30 detik untuk setiap ekor ikan. ikan yang terseleksi masing-masing dimasukkan ke dalam akuarium, untuk selanjutnya diberi pakan uji. Masing-masing unit percobaan diisi dengan 6 ekor ikan bawal air tawar.

Tabel 1. Komposisi Pakan yang Digunakan pada Penelitian ini.

Komposisi	Perlakuan (P)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Tepung kedelai	200	200	200	200	200	200
Tepung tapioca	50	50	50	50	50	50
Tepung ikan	500	400	300	200	100	0
Tepung <i>Spirulina</i> sp.	0	120	238	356	457	595
Tepung beras	210	190	172	156	135	115
Vitamin	20	20	20	20	20	20
Minyak ikan	20	20	20	20	20	20

Keterangan: perlakuan adalah substitusi penggunaan tepung ikan dengan tepung spirulina. P1 (kontrol, 100% tepung ikan), P2 (80%), P3 (60%), P4 (40%), P5 (20%), P6 (0%).

#### Bahan baku Pakan

Bahan baku pembuatan pakan adalah tepung spirulina, tepung ikan, tepung kedelai, tepung beras dan tepung tapioka. Tepung spirulina dibeli dari pembudidaya yang berasal dari Pulau Jawa. Tepung ikan dibuat dari ikan tongkol yang dicampur dengan ikan lemuru. Jumlah ikan tongkol adalah 35 kg dan ikan lemuru sebanyak 25 kg. Ikan dimasak selama 10 menit dalam air mendidih kemudian diperas secara manual dengan menggunakan alat peras, lalu dikeringkan selama 2 hari dan selanjutnya ditepungkan. Tepung kedelai dibuat dengan cara direndam biji kedelai selama 8 jam, kulit ari dikelupas dengan cara diinjak-injak dan kemudian kulit ari dicuci dengan air sehingga kulit arinya akan terpisah dengan bijinya. Biji kedelai dimasukkan dalam air mendidih selama 20 menit, dan kemudian diperas, selanjutnya dijemur selama 2 hari dan ditepungkan. Beras yang diperoleh dari pasar kemudian langsung ditepungkan menggunakan mesin penggiling tepung. Sedan-

gkan tepung tapioca diperoleh dari toko bahan makanan.

Mineral dan vitamin mix yang digunakan diperoleh dari toko pakan. Merek mineral vitamin mix yang digunakan adalah Multivit (Vitamin-elktrolit-mineral). Minyak ikan diperoleh dari usaha tradisional pengolahan minyak ikan di tanjung luar.

#### Formulasi Pakan dan Pembuatan Pakan

Formulasi disusun sesuai dengan tujuan penelitian. Persentase tepung ikan dibuat semakin menurun sedangkan persentase tepung spirulina semakin meningkat. Tepung beras digunakan sebagai filler dalam formulasi. Formulasi dirancang untuk mendapatkan pakan yang isoprotein dan isonergi formulasi dan komposisi nutrisi pakan yang diuji dapat dilihat pada Tabel 2.

#### Pemeliharaan

Tiap wadah dimasukkan 6 ekor benih ikan uji. Benih ikan bawal diberikan pakan sesuai dengan perlakuan dengan dosis sampai kenyang,

Tabel 2. Uji Proximat bahan baku setiap perlakuan

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Abu	9,51	9,22	8,93	8,63	8,33	8,04
Lemak kasar	9,05	8,89	8,73	8,56	8,40	8,24
Serat Kasar	1,25	1,22	1,19	1,16	1,13	1,10
Protein kasar	53,42	53,49	53,45	53,40	53,41	53,48
BETN	26,75	27,15	27,69	28,23	28,70	29,11
Energi	4534,68	4529,25	4522,25	4515,92	4509,87	4504,44
Rasio E/P	9,24	9,24	9,25	9,27	9,28	9,28

Keterangan: perlakuan adalah substitusi penggunaan tepung ikan dengan tepung spirulina. P1 (kontrol, 100% tepung ikan), P2 (80%), P3 (60%), P4 (40%), P5 (20%), P6 (0%).

pemberian pakan dilakukan 3 kali sehari. Sistem pergantian air pada wadah penelitian yang digunakan adalah sistem resirkulasi atau sistem air mengalir, pergantian air dilakukan setiap 7 hari sekali. Pengukuran kualitas air yang meliputi suhu, dan oksigen terlarut (DO) dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan. Penyiponan dilakukan setiap hari sebelum melakukan pemberian pakan. Penyiponan dilakukan untuk menghilangkan sisa pakan maupun kotoran yang mengendap di dasar wadah pemeliharaan.

#### Pertumbuhan

Menurut Effendie (1997), pertumbuhan diartikan sebagai perubahan ukuran dapat panjang atau berat dalam waktu tertentu, untuk menghitung pertumbuhan diperlukan data berat dan umur atau waktu.

Berat mutlak diperoleh dengan rumus:

$$W = W_t - W_o$$

Keterangan:

W = penambahan berat mutlak

W<sub>o</sub> = berat awal ikan

W<sub>t</sub> = berat akhir ikan

#### Tingkat kelangsungan hidup (Survival rate)

Menurut Effendie (1997), sintasan (survival rate) atau kelangsungan hidup adalah persentase jumlah biota yang hidup dalam kurun waktu tertentu. Untuk menghitung kelangsungan hidup dapat digunakan rumus berikut:

$$SR = N_t/N_o \times 100\%$$

Keterangan:

SR = kelangsungan hidup

N<sub>t</sub> = Jumlah biota pada saat panen (ekor)

N<sub>o</sub> = Jumlah biota pada awal penebaran

#### Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam atau Analysis of Variance (ANOVA) pada taraf nyata  $p < 0,05$ , kemudian dilanjutkan dengan uji (BNJ).

### HASIL

Pertumbuhan berat mutlak pada percobaan menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ) antar perlakuan. Hasil percobaan menunjukkan bahwa pakan ikan yang tidak menggunakan tepung spirulina (P1 100%) menghasilkan pertumbuhan yang lebih tinggi yaitu 8,3 gram dibandingkan dengan pakan ikan yang tidak menggunakan tepung ikan tetapi menggunakan tepung spirulina (P6 0%) yaitu 2,7 g (Tabel 3)

Pengurangan tepung ikan sebesar 20% (P2), 40% (P3), dan 80% (P5) menghasilkan pertumbuhan yang tidak berbeda dengan pakan kontrol (P1 100%) dan pakan yang menggunakan tepung spirulina sebagai pengganti 100% tepung ikan (P6). Kelangsungan hidup ikan bawal selama pemeliharaan adalah 100% atau dengan kata lain seluruh biota uji hidup sampai akhir penelitian.

Hasil pengukuran oksigen terlarut pada media pemeliharaan adalah berkisar antara 4,5 sampai dengan 5,1 ppm. Kisaran suhu media pemeliharaan antara 27 sampai dengan 28 °C.

### PEMBAHASAN

Terjadinya pertumbuhan pada semua jenis

Tabel 3. Data Pertambahan Berat Ikan Bawal dan Kelangsungan Hidup

Perlakuan	Nilai pertambahan berat (gram/ekor)	Tingkat kelangsungan hidup (%) <sup>ns</sup>
P1 (100% kontrol)	8,3 ± 0,82 <sup>a</sup>	100%
P2 (80%)	5,0 ± 0,17 <sup>ab</sup>	100%
P3 (60%)	5,8 ± 0,47 <sup>ab</sup>	100%
P4 (40%)	6,1 ± 1,09 <sup>a</sup>	100%
P5 (20%)	5,1 ± 0,91 <sup>ab</sup>	100%
P6 (0%)	2,7 ± 0,18 <sup>b</sup>	100%

pakan yang dicobakan menunjukkan bahwa pakan dapat dikonsumsi dan energi yang terkandung di dalamnya dapat dipergunakan untuk membangun jaringan tubuh yang baru. Terjadinya pertumbuhan adalah merupakan indikator bahwa energi yang dikonsumsi sudah melebihi energi yang dibutuhkan untuk metabolisme (Effendi, 2002).

Penggunaan spirulina untuk mengganti total tepung ikan menghasilkan pertumbuhan yang lebih rendah. Hal ini kemungkinan disebabkan karena kandungan asam amino yang dikandung oleh tepung ikan lebih baik dibandingkan dengan tepung spirulina. Perbandingan asam amino esensial tepung spirulina, tepung ikan dan kebutuhan asam amino ikan bawal dapat dilihat pada lampiran Tabel 4.

Pergantian total tepung ikan oleh tepung spirulina pada ikan bandeng (Spikdhara et al., 2012) dan pada ikan Lele (Abidin et al., 2013). Juga menghasilkan pertumbuhan yang lebih rendah. Selain karena komposisi asam amino spirulina yang lebih rendah daripada tepung ikan, rendahnya pertumbuhan disebabkan karena kebiasaan makan ikan bawal. Ikan bawal tergolong ikan yang cenderung karnivor yang lebih menyukai pakan yang terbuat dari hewani, namun pakan ikan karnivor juga membutuhkan pakan yang berbahan baku tumbuhan, pakan yang berbahan baku tumbuhan ini akan menyuplai karbohidrat dan beberapa nutrisi lainnya (Kordi, 2002). Menurut Halim (2012), tepung ikan merupakan alternatif terbaik dibanding sumber protein lainnya karena memiliki kandungan asam amino lengkap dan minim efek samping.

Kemungkinan penyebab lainnya adalah terkait dengan rendahnya tingkat konsumsi pakan ikan. Tingkat konsumsi pakan yang rendah dapat disebabkan karena rasa pakan yang tidak disukai oleh ikan bawal (Abidin et al., 2013).

Tingkat konsumsi pakan yang rendah dapat disebabkan karena dipengaruhi oleh 3 faktor yaitu kondisi perairan, benih ikan (ukuran benih), dan pakan (Batubara, 2009). Tingkat konsumsi pakan yang rendah akan menyebabkan rendahnya masukan energi yang dapat digunakan oleh ikan untuk pertumbuhannya. Tingkat pencernaan tepung spirulina dalam pakan lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat pencernaan tepung ikan (Kim, 2013) meskipun demikian jika pakan yang mengandung spirulina tidak dikonsumsi oleh ikan akan menyebabkan pertumbuhan yang rendah.

Pengurangan tepung ikan sebanyak 60% dalam pakan yang diganti dengan tepung spirulina menghasilkan pertambahan berat mutlak yang sama dengan pakan yang menggunakan tepung ikan 100%. Hal ini kemungkinan disebabkan karena penggunaan tepung spirulina sebagai bahan baku pakan yang di golongkan sebagai tumbuhan yang mampu untuk saling melengkapi dengan tepung ikan. Penelitian yang dilakukan pada ikan kaka tua (parrot fish) (Kim et al., 2013) dan pada ikan patin (*P. gigas*) (Tongsiri, 2010 dalam Kim, 2013) dapat menghasilkan pertumbuhan yang sama dengan pakan yang hanya menggunakan tepung ikan. Spirulina memiliki protein yang lebih tinggi dari tepung ikan (Ehrenberg, 1980 dalam Yuniarti dan Abidin, 2013). Selain itu memiliki asam amino esensial dan asam lemak serta vitamin dan mineral yang tinggi sehingga dapat saling melengkapi dengan nutrisi yang dikandung oleh tepung ikan.

Penggunaan spirulina sebagai bahan baku pakan tidak berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan tepung spirulina tidak membahayakan kesehatan ikan. Menurut Whangcai (2010), bahwa penggunaan tepung spirulina sebagai bahan baku pakan terhadap tingkat kelangsungan hidup

Tabel 4. Perbandingan Asam Amino Esensial

Asam Amino	Tepung Spirulina (Wilson, 1959)	Tepung Ikan (Putri, 2010)	Kebutuhan Asam Amino Ikan Bawal (NRC, 1983)
Isoleusin (%)	3,50	4,27	2,23
Livenin (%)	5,40	4,65	3,4
Metionin (%)	2,90	1,71	3,1
Fenilalanina (%)	2,40	4,45	6,5
Triptofan (%)	2,80	4,41	3,9
Thionine (%)	3,20	3,31	3,6
Lisine (%)	0,9	-	0,8

pada ikan *Oreochromis Mossombicus* memiliki hasil yang tidak berbeda nyata yaitu antara 90-91. Sedangkan Menurut Kim (2013), penggunaan tepung spirulina sebagai bahan baku pakan pada ikan *Parrot fish* menghasilkan tingkat kelangsungan hidup 100%, dan menurut Gheanin (2013), penggunaan tepung spirulina sebagai bahan baku pakan pengganti tepung ikan menunjukkan hasil kelangsungan hidup pada ikan *Tiger Shrimps* yaitu 100% di setiap perlakuan. Peningkatan konsentrasi spirulina dalam pakan berkorelasi dengan aktivitas anti oksidan (Kim et al, 2013). Anti oksidan adalah zat yang dapat menunda atau mencegah terbentuknya reaksi radikal bebas (peroksida) dalam oksidasi lipid (Dalimartha dan Soedibyo, 1999).

Kualitas air merupakan salah satu parameter penunjang dalam kegiatan budidaya. Kualitas air yang baik akan sangat menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan, namun apabila kualitas air memburuk akan mengakibatkan ikan menjadi stres dan menghambat laju pertumbuhan.

Hasil pengukuran kualitas air pada media pemeliharaan adalah oksigen 4,5-5,1 ppm, dan suhu 27-28 °C. Parameter kualitas air yang diukur memiliki nilai yang hampir sama pada setiap unit percobaan karena wadah didesain menggunakan sistem resirkulasi.

Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas sehingga bila ketersediaannya di dalam air tidak mencukupi kebutuhan ikan budidaya maka segala aktivitas ikan akan terhambat. Ikan bawal tumbuh optimal pada perairan yang kandungan oksigennya antara 4-7 ppm (Ari, 2000). Bawal tahan hidup pada perairan dengan kandungan oksigen rendah < 2 ppm. Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme. Oleh karena itu penyebaran organisme, baik di lautan maupun di perairan tawar dibatasi oleh suhu perairan tersebut.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Pengurangan tepung ikan hingga 60% yang dikombinasikan dengan penggunaan tepung spirulina terhadap ikan bawal menghasilkan pertumbuhan yang sama dengan pakan ikan yang menggunakan 100% tepung ikan tanpa tepung spirulina dalam pakan. Sebab itu, tepung spirulina dapat digunakan untuk mengganti tepung ikan hingga 60% dalam pakan ikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., dan Lumbessi, S.Y. 2013. Studi Kelayakan Bioekonomi Penggunaan Tepung Mikroalga, Spirulina plan-tensi, Sebagai Protein Pakan Ikan. Universitas Mataram. Mataram.
- Abidin, Z. M. Junaidi, Paryono, N. Cokrowati, dan Lumbessi, S.Y. 2013. Formulasi Pakan Berbahan Baku Ikan Rucuh, Dedak Padi, dan Biji Jagung untuk Ikan Lele (*Clarias* sp.). Budi-daya Perairan. Universitas Mataram.
- Batubara. 2009. Pembuatan Pakan Dari Protein Seltunggal Bakteri Fotosintetik Anoksi-genik dengan Memanfaatkan limbah cair Tepung Tapioka yang diuji pada Ikan Nila. Fakultas MatiMatika dan Ilmu Pengeta-huan Alam. Universitas Sumatra Utara.
- Effendie, Moch. Ichsan. 2002. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta.
- Effendi. 2002. Budidaya Perairan. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta.
- Fujaya, Yushinta. 2008. Fisiologi Ikan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Gheanin. 2013. Application of Spirulina for Feeding Larvae of Green Tiger Shrimp, *Peneaus semisulcatus*. Department of Fisheries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
- Halim., Putri. 2012. Peranan Nutri-an Dan Kebutu-han Nutrisi Ikan. Institut Pertanian Bogor.
- Kim, S.S., Samad, R., Kang, W.K., Kyeong, J.L. 2013. Partial Replecement of Fish Meal with Spirulina pasifica in Di-ets for Parrot Fish ( *Oplegenethus fas-ciatus*). Turkies Jurnal of Fisheries and Aquatic Scieinces 13: 187-204.
- Kordi, K. M. Ghufuran. H. 2002. Meramu pakan untuk Ikan Karnivor. CP aneka ilmu. Semarang
- Kordi, K. M. Ghufuran. H. 2005. Budi-daya Ikan Laut di Karamba Jar-ing Apung. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kordi, K. M. Ghufuran. H. 2009. Budidaya Pe-rairan. Citra Aditya Bakti. Bogor.
- Kordi, K. M. Ghufuran. H. 2010a. Budidaya Bawal Air Tawar di Kolam Ter-pal. Lily Publisher. Yogyakarta.

- Kordi, K. M. Ghufuran. H. 2010b. Buku Pintar Pemeliharaan 14 Ikan Air Tawar Ekonomis. Lily Publisher. Yogyakarta.
- Kordi, K. M. Ghufuran. H. 2012. Panen Bawal Air Tawar dari Berbagai Kolam. Cahaya Atma Pustaka. Yogyakarta.
- Putri. 2010. Asam Amino Tepung Ikan. Institute pertanian Bogor. Bogor
- Webster and Lim. 2002. dalam Martha. 2009. Efisiensi Pakan Kinerja Pertumbuhan Ikan Bawal dengan Pemberian Pakan Berbasis Met Bone Meal (MBM) dan Pakan Komersil. Institute Pertanian Bogor.
- Whangchai, N., Yuwadee, P., Uraporn, S. 2010. Effect of Feeding *Spirulina plantensis* on Growth and Carcass Composition of Hybrid red Tilapia (*Oreochromis mossombicus* O. niloticus). Chiang Mai University. Thailand.
- Wididana. 1996. Penuntun Bercocok Tanam Padi dengan Teknologi Effective Microorganism-4 (EM-4). Seri Pertanian Akrab Lingkungan.
- Wilson. 1959. Spirulina Ganggang Penggapur Aneka penyakit. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Yuniarti, S.Y., dan Abidin, Z. 2013. Studi Kelayakan Bioekonomi Penggunaan Tepung Mikroalga, *Spirulina plantensis*, Sebagai Protein Pakan Ikan. Universitas Mataram. Mataram.