

SUBSTITUSI TEPUNG IKAN DENGAN TEPUNG AZOLLA PADA PAKAN IKAN KARPER (*CYPRINUS CARPIO L.*)

(Replacement of Fish Meal With Azolla Meal For Feeding Common Carp) (*Cyprinus carpio L.*)

Bambang Soebiantoro^{*}), Ustadi and Ngadiman^{**})

Abstract

An experiment on replacement of fish meal with azolla meal for feeding common carp (*Cyprinus carpio L.*) was done to study the influence of azolla meal protein in promoting fish growth. A comparison of the feed used in this experiment with commercial feed (comfeed) was made with carp fingerling raised in $0.60 \times 0.60 \times 0.60 \text{ m}^3$ concrete compartment, receiving continuously-flowing water from municipal irrigation system. Four treatments consisted of feeding with laboratory feed without azolla (T_1), feeding with feed containing azolla meal equivalent to 10% fish meal protein of pellet feed (T_2), feeding with feed containing azolla meal equivalent to 20% fish meal protein of pellet feed (T_3) and feeding with commercial feed (comfeed) (T_4).

After 70 days of feeding, the growth of fish in treatment T_1 was not significantly different ($P > 0.05$) with that of fish at treatment T_4 . The growth of fish at treatment T_2 was not significantly different with that of fish at treatment T_3 , both were lower and significantly different ($P < 0.05$) with those at treatment T_1 and T_4 . Average survival rate of fish at treatment T_1 was the highest, followed by treatment T_4 , and treatment T_3 was the lowest. Result from the study indicated that addition of azolla meal equivalent to 10% of fish meal protein in pellet feed reduced the survival rate as well as the growth of the fish.

Intisari

Penelitian tentang penggantian protein tepung ikan dalam pelet makanan ikan dengan protein tepung azolla yang diberikan pada ikan karper (*Cyprinus carpio L.*) bertujuan untuk mempelajari pengaruh penggantian pakan pada pertumbuhan serta kelulusan hidup ikan tersebut. Perbandingan pemberian pakan dalam percobaan ini diberikan pada ikan karper yang dipelihara di dalam bak teraso ukuran $0,60 \times 0,60 \times 0,60 \text{ m}^3$ yang mendapat aliran air yang teratur dari saluran irigasi (Selokan Mataram). Ada empat perlakuan yang dipergunakan yaitu: 1. pemberian pakan buatan tanpa tepung azolla (T_1); 2. pemberian pakan buatan mengandung tepung azolla setara dengan 10 persen protein (T_2); 3. pemberian pakan buatan

^{*})Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada.

^{**})Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada.

mengandung tepung azolla setara dengan 20 persen protein tepung ikan dalam pelet (T_3); dan 4. pemberian pakan comfeed (T_4).

Setelah 70 hari pemberian pakan, pertumbuhan berat ikan dan panjang ikan pada perlakuan T_1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan T_4 ($P > 0,05$). Pertumbuhan berat ikan dan panjang ikan pada perlakuan T_2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan T_3 , tetapi keduanya lebih rendah dan berbeda nyata dengan perlakuan T_1 atau T_4 ($P > 0,05$). Rerata kelulusan hidup larva pada perlakuan T_1 adalah tertinggi, diikuti berturut-turut oleh perlakuan T_4 , perlakuan T_2 dan terendah pada perlakuan T_3 .

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa penambahan tepung azolla sebanyak 10 persen setara dengan protein tepung ikan dalam pelet telah menurunkan kualitas pakan dan pertumbuhan ikan karper.

I. Pendahuluan

A. Latar Belakang

Pakan merupakan salah satu faktor utama yang sangat penting dalam usaha peningkatan produktivitas budidaya ikan, dan menduduki bagian terbesar dari seluruh biaya produksi (Hepher dan Pruginin, 1981). Pada budidaya ikan secara intensif, pakan merupakan post biaya tidak tetap yang meliputi 50% – 60% dari biaya operasional (Andrew 1977, dalam Djajasewaka dkk. 1991). Sementara itu ratio harga ikan ukuran konsumsi sebagai produk dengan harga pakan berkisar antara 3 – 3.5. Hal ini berarti bahwa harga jual 1 kg ikan ditingkat petani hanya dapat digunakan untuk membeli 3 – 3.5 kg pakan. Kecenderungan ratio harga tersebut yang semakin menurun akan berakibat semakin kecilnya keuntungan yang diperoleh petani, yang pada gilirannya akan menghambat perkembangan budidaya ikan secara intensif. Dewasa ini petani ikan dihadapkan pada kenyataan meningkatnya harga pakan. Menurut Lim dan Poernomo (1984, dalam Yakob dan Palinggi 1987), tingginya harga pakan merupakan kendala bagi petani ikan. Hal serupa juga dialami pada usaha unggas, khususnya ayam ras petelur. Pada dekade tujuh puluhan ratio harga telur dengan harga pakan berkisar antara 5 – 6 (pengalaman peternak ayam petelur). Saat ini ratio tersebut hanya berkisar antara 2.5 – 3. Kenyataan ini menunjukkan bahwa harga pakan semakin meningkat, hal mana disebabkan karena semakin mahalnya harga bahan-bahan penyusun pakan, seperti tepung ikan, tepung kedelai dan bahan-bahan penyusun pakan lainnya.

Tepung ikan merupakan salah satu bahan utama yang selalu dipakai dalam pembuatan pakan ternak, ikan dan udang, karena kandungan proteinnya yang tinggi serta asam amino essensialnya cukup lengkap (Djangkaru, 1974; Djajasewaka, 1983; Ilyas dkk., 1988). Penggunaan tepung ikan yang bersifat universal tersebut tidak ter-

lepas dari keunggulan tepung ikan sebagai bahan penyusun pakan, seperti nilai gizinya yang tinggi, kadar protein berkisar antara 50 sampai 70%, dengan kandungan asam amino lengkap, vitamin, mineral serta "Unidentified Growth Factor" (UGF) yang mampu merangsang pertumbuhan ikan yang tinggi (Hutasoit, 1988). Dengan pesatnya perkembangan usaha budidaya ikan dewasa ini, meningkat pula kebutuhan akan pakan ikan, yang berarti pula peningkatan kebutuhan akan tepung ikan. Abdurachman (1985) menyatakan bahwa, kebutuhan akan tepung ikan dimasa-masa mendatang akan terus meningkat, sejalan dengan meningkatnya usaha-usaha pembangunan di bidang peternakan dan perikanan. Pemenuhan kebutuhan akan tepung ikan ini sebagian besar masih harus di import, oleh karena sampai saat ini produksi tepung ikan dari dalam negeri hanya mampu memenuhi 5% dari seluruh kebutuhan (Illyas dkk., 1988). Masalahnya yang sering merupakan hambatan bagi industri pakan ikan dan ternak dalam pengadaan tepung ikan di pasaran yaitu, mutu produk tepung ikan dalam negeri masih dibawah mutu tepung ikan import. Ketergantungan akan produk tepung ikan import merupakan salah satu faktor penyebab harga pakan menjadi mahal sehingga produksi menjadi tidak ekonomis.

Untuk mengantisipasi hal tersebut di atas, perlu dicari bahan pengganti yang lebih murah, mudah diperoleh dan dapat digunakan sebagai pengganti tepung ikan sebagian atau seluruhnya. Pada akhirnya ini para kulturis berupaya mencari sumber protein yang belum banyak digunakan dan relatif murah. Djangkaru (1974) menganjurkan untuk memanfaatkan limbah industri dan limbah pertanian sebagai sumber protein pakan yang murah. Keberhasilan usaha ini, secara langsung akan menekan harga pakan dan mengurangi biaya produksi yang pada gilirannya akan meningkatkan keuntungan petani. Secara tidak langsung akan mengurangi jumlah kebutuhan tepung ikan untuk pakan sehingga dapat dimanfaatkan untuk tujuan lain.

Salah satu alternatif adalah pemanfaatan tanaman hijau penambat nitrogen sebagai sumber protein nabati yang murah. Azolla merupakan tumbuhan paku yang dalam keadaan bersimbiose dengan ganggang biru-hijau (*Anabaena azollae*) mampu menambat N_2 dari udara (Ladha dan Watanabe, 1987; Khan, 1988). Menurut Lumpkin dan Plucnett (1982), azolla merupakan pakan alami yang sangat digemari oleh species ikan herbivora, seperti, grass carp (*Ctenopharyngodon idella*), karper (*Cyprinus carpio*) dan mujaer (*Tilapia mossambica*). Azolla jika difermentasikan dapat digunakan sebagai pakan babi (Hamdi, 1982). Oleh Khan (1988) dinyatakan bahwa kandungan protein tepung azolla berkisar antara 22 - 37% sehingga dapat digunakan sebagai bahan pakan pada pembuatan pakan ikan. Sementara itu tepung ikan dan tepung kedelai sebagai

bahan pakan kandungan proteinnya berturut-turut adalah 60% dan 35%.

Berdasarkan beberapa hal tersebut di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang pemanfaatan azolla sebagai sumber protein nabati untuk mengganti kedudukan tepung ikan sebagai sumber protein hewani dalam pembuatan pakan ikan karper. Diduga bahwa penggunaan tepung azolla sebagai pengganti sebagian tepung ikan pada pakan ikan dapat menghasilkan pertumbuhan ikan yang memadai. Dalam penelitian ini digunakan ikan karper, karena ikan ini digemari sebagai ikan konsumsi, mempunyai nilai ekonomis yang tinggi, mudah dipelihara serta pertumbuhannya cepat dan telah banyak dipelihara oleh petani di daerah Yogyakarta.

II. Metode Penelitian

A. Rancangan Percobaan

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Berkelompok (Randomize Completely Block Design) yang terdiri dari 4 perlakuan, masing-masing dengan tiga ulangan. Blok yang merupakan ulangan adalah kelompok populasi ikan yang mempunyai ukuran seragam. Untuk membandingkan perbedaan rata-rata antar perlakuan, digunakan uji Duncan dengan tingkat kepercayaan 95%.

B. Fasilitas Pemeliharaan

Dalam percobaan ini digunakan 12 buah bak teraso ukuran $60 \times 60 \times 60$ cm³ yang disusun dalam tiga baris, masing-masing baris merupakan blok. Aliran air secara kontinyu masuk kedalam bak melalui pipa pralon dengan debit air 6.0 liter/menit/bak atau pergantian air sebanyak 72 kali setiap 24 jam. Sebelum masuk kedalam bak pemeliharaan, air dilewatkan pada bak pengendapan dan kemudian bak penampungan yang berfungsi pula sebagai bak pengendapan. Pengaturan letak bak pengendapan, bak penampungan dan bak pemeliharaan sedemikian rupa sehingga memungkinkan terjadinya aliran air dari bak penampungan air keseluruhan unit secara gravitasi. Untuk mencegah ikan meloncat keluar dari bak pemeliharaan, masing-masing bak diberi tutup kasa strimin berbingkai kayu.

C. Bibit Ikan dan Padat Penebaran

Jenis ikan yang digunakan dalam percobaan ini adalah ikan karper (*Cyprinus carpio L*) yang diperoleh dari petani peternak ikan di daerah Cangkringan, k.l. 20 km dari Yogyakarta. Sebelum ditebar-kan kedalam bak pemeliharaan, dilakukan aklimatisasi dalam bak pe-nampungan selama 24 jam. Kemudian bibit dimasukkan secara acak kedalam bak dengan padat penebaran 2 kg per bak. Dengan padat penebaran 2 kg/bak (total biomasa), untuk blok I jumlah ikan ber-kisar antara 40 ekor, blok 2 antara 60 ekor dan blok 3 antara 80 ekor per bak. Ukuran panjang dan berat ikan rata-rata yang di-tebarkan pada:

- blok I : 14.70 cm (TL.) dan 67.12 g (BW.);
- blok II : 13.22 cm (TL.) dan 44.15 g (BW.);
- blok III : 10.38 cm (TL.) dan 23.55 g (BW.).

Selama pemeliharaan (70 hari) dilakukan pengamatan terhadap kualitas air, kematian ikan, pengamatan panjang ikan (TL. cm) dan berat ikan (BW. g) sampai ikan dan berat total ikan per bak.

D. Susunan dan Cara Pembuatan Pakan

Pada percobaan ini digunakan empat macam pakan, yaitu: pakan buatan lab., tanpa tepung azolla (T_1), pakan buatan lab., dengan penambahan tepung azolla setara dengan 10% (CP) protein pelet berasal dari tepung ikan (T_2), pakan buatan lab. dengan pe-nambahan tepung azolla setara dengan 20% (CP) protein pelet berasal dari tepung ikan (T_3), dan pakan buatan pabrik (comfeed) (T_4), sebagai kontrol. Susunan dan macam bahan pakan yang di-gunakan dalam percobaan ini dapat dilihat pada tabel 1. Pembuatan pakan buatan dilakukan dengan penggilingan pelet.

Bahan tepung ikan, tepung azolla dan tepung kedelai berupa meal, sedang tepung gandum dan tepung tapioka berupa flour. Semua bahan pakan tersebut sebelum dicampurkan diayak ter-lebih dahulu, sedang untuk NaCl dan vitamin C digerus dengan menggunakan mortar. Semua bahan pakan yang berupa meal dan flour dicampurkan secara terpisah dan dilakukan pengadukan sambil disemprotkan asam propionat hingga diperoleh campuran yang homogen. Kemudian pada campuran bahan pakan ini ditambahkan vitamin premix, vitamin C dan NaCl dan diaduk kembali hingga homogen. Penambahan minyak jagung dilakukan bersamaan dengan penambahan air panas (k.l. 60°C) pada waktu pembuatan pelet. Bahan pakan pelet kemudian dijemur dibawah sinar matahari hingga cukup kering. Kemudian setelah kering disimpan dalam kamar pendingin (suhu 4°C) sebelum digunakan dalam percobaan.

E. Macam Perlakuan

Macam perlakuan ialah:

- T₁ : Pakan buatan lab., tanpa azolla
- T₂ : Pakan buatan lab., substitusi 10% (CP) tepung ikan dengan tepung azolla.
- T₃ : Pakan buatan lab., substitusi 20% (CP) tepung ikan dengan tepung azolla.
- T₄ : Pakan buatan pabrik (comfeed).

Pemberian pakan sebanyak 4% BW (2 minggu I), 3.5% BW (2 minggu II) dan 3% BW untuk pemeliharaan selanjutnya, diberikan 2 kali, yaitu jam 9.00 pagi dan jam 15 sore.

F. Analisa Pakan

Analisa pakan dilakukan terhadap bahan pakan terpilih dan pakan pelet yang dibuat di laboratorium serta pakan buatan pabrik (comfeed) yang digunakan sebagai perlakuan kontrol. Macam analisa pakan yang dilakukan meliputi:

- Proximate : Crude Protein (Metoda Kjeldhal)
Lemak (ekstraksi ether)
Kadar air (pengeringan dengan oven)
Kadar abu (pengabuan)
- Water stability : Perendaman dalam air (Lovell, 1972).

G. Pengamatan

Parameter kualitas air yang diamati meliputi suhu air (maksimin), dan kecerahan (cawan Secchi), yang dilakukan setiap hari; pH air, CO₂ bebas, oksigen terlarut, alkalinitas dan kandungan ammonia total diukur setiap 5 hari sekali. Pengukuran panjang ikan (TL. cm) dan berat ikan (BW. g) dilakukan terhadap sampel ikan yang diambil secara acak pada awal percobaan, kemudian setiap 10 hari sekali dan pada akhir percobaan. Pengamatan jumlah kematian ikan dilakukan setiap hari. Persentase kelulusan hidup ikan ditentukan berdasarkan banyaknya ikan yang masih hidup pada akhir percobaan dan padat penebaran yang digunakan pada masing-masing blok.

III. Hasil dan Analisis Hasil

A. Pertumbuhan Panjang Ikan (TL.)

Pertumbuhan panjang ikan selama percobaan ditentukan atas dasar sampel ikan yang diambil dari masing-masing bak. Pertumbuhan atau pertambahan panjang ikan karper untuk masing-masing perlakuan pakan ditunjukkan pada tabel 2.

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa setelah pemeliharaan selama 70 hari (pengamatan ke VIII), rata-rata pertumbuhan panjang total ikan pada perlakuan T_1 tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) dengan rata-rata pertumbuhan panjang total ikan pada perlakuan T_2 . Demikian pula dengan rata-rata pertumbuhan panjang total ikan pada perlakuan T_2 , tidak berbeda nyata dengan rata-rata pertumbuhan panjang total ikan pada perlakuan T_3 , tetapi lebih kecil dan berbeda nyata ($P < 0.5$) dengan perlakuan T_1 atau perlakuan T_4 .

B. Berat Ikan (BW.)

Pertumbuhan berat ikan selama percobaan ditentukan atas dasar sampel ikan yang diambil dari masing-masing bak. Pada masing-masing blok. Rata-rata pertumbuhan atau pertambahan berat ikan karper untuk masing-masing perlakuan pakan ditunjukkan pada tabel 3.

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa setelah pemeliharaan selama 70 hari (pengamatan ke VIII), rata-rata pertumbuhan berat ikan pada perlakuan T_1 tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) dengan rata-rata pertumbuhan berat ikan pada perlakuan T_2 . Demikian pula dengan rata-rata pertumbuhan berat ikan pada perlakuan T_3 , tidak berbeda nyata dengan rata-rata pertumbuhan berat ikan pada perlakuan T_2 , tetapi lebih kecil dan berbeda nyata ($P < 0.05$) dengan perlakuan T_1 atau perlakuan T_4 .

C. Faktor Kondisi ($K_{(TL)}$)

Data hasil pengukuran faktor kondisi dari masing-masing perlakuan setelah pemeliharaan selama 70 hari dapat dilihat pada tabel 4.

Dari tabel 4 terlihat bahwa setelah pemeliharaan selama 70 hari, faktor kondisi ikan pada perlakuan T_1 dan T_4 tidak berbeda nyata

($P > 0.05$). Faktor kondisi ikan tersebut lebih besar dan berbeda nyata dengan faktor kondisi ikan pada perlakuan T_2 atau T_3 ($P < 0.05$). Terlihat bahwa selama pemeliharaan 70 hari, faktor kondisi ikan pada perlakuan T_1 dan T_4 tidak berubah, sedang pada perlakuan T_2 dan T_3 mengalami sedikit penurunan.

D. Kualitas Air

Pengukuran kualitas air untuk masing-masing blok dilakukan dengan analisa sampel air yang diambil secara periodik, lima hari sekali. Hasil analisa kualitas air untuk masing-masing blok ditunjukkan pada tabel 5, tabel 6 dan tabel 7.

Dari tabel 5, 6 dan 7 terlihat bahwa kisaran suhu air, pH, oksigen terlarut (DO), CO_2 , dan alkalinitas antar blok tidak berbeda jauh dan umumnya mempunyai kisaran yang sesuai untuk kehidupan ikan (Boyd, 1979). Kisaran kandungan ammonia total juga masih dalam kisaran yang tidak membahayakan kehidupan ikan, kecuali pada pengamatan ke 3 (blok I), dimana kandungan ammonia total mencapai 0.1093 mg/l (tertinggi).

Untuk blok II dan blok III, kandungan ammonia tertinggi yang pernah dicapai berturut-turut adalah 0.0981 mg/l dan 0.0917 mg/l.

Fluktuasi parameter kecerahan sangat bervariasi, baik pada blok I, blok II maupun pada blok III. Umumnya air yang digunakan dalam percobaan ini tergolong keruh. Penyebab kekeruhan terutama oleh partikel tanah dan bahan organik yang tersuspensi. Kekeruhan yang tinggi dapat mengganggu ikannya, secara langsung – akan menutupi insang, secara tidak langsung – mengurangi oksigen terlarut. Selain itu tingginya kekeruhan air yang digunakan menyulitkan pengamatan sisa pakan yang diberikan setiap hari, karena banyak tercampur dengan endapan lumpur, sehingga pengukuran faktor konversi pakan tidak dapat dilakukan. Tingginya kandungan bahan-bahan tersuspensi pada air pengairan yang digunakan, karena adanya perbaikan pada selokan mataram dibagian hilir, meskipun sebelum masuk kedalam bak-bak percobaan air pengairan telah dilakukan pada bak pengendapan.

E. Kelulusan Hidup

Data persentase kelulusan hidup ikan karper setelah pemeliharaan 70 hari ditunjukkan pada tabel 8.

Dari tabel 8 terlihat bahwa untuk semua perlakuan pakan, persentase kelulusan hidup ikan menurun dari blok I sampai ke blok III.

Bila ditinjau total biomas, maka masing-masing bak pada ketiga blok memiliki total biomas yang sama. Tetapi atas dasar jumlah ikan yang ditebarkan per bak, maka bak pada blok I memiliki padat penebaran yang terendah dan blok III memiliki padat penebaran tertinggi.

IV. Pembahasan

A. Pertumbuhan Panjang Ikan

Data pada tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata pertumbuhan panjang total ikan pada semua perlakuan terus meningkat, kecuali pada pengamatan keempat yang menunjukkan adanya penurunan rata-rata pertumbuhan panjang total ikan. Hal ini mungkin disebabkan oleh adanya kesalahan dalam pengambilan sampel ikan secara random, mengingat bahwa variasi panjang total ikan dalam blok yang sama masih cukup besar. Pada akhir percobaan, rata-rata panjang total ikan pada T_1 adalah tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan rata-rata panjang total ikan pada perlakuan T_4 .

Dari data tersebut terlihat bahwa pemberian pakan buatan lab. tanpa azolla memberikan rata-rata pertumbuhan panjang total ikan yang sama dengan pemberian pakan comfeed. Sebaliknya penambahan tepung azolla pada pakan buatan lab. memberikan rata-rata pertumbuhan panjang total ikan yang lebih rendah dibanding dengan pakan yang sama tanpa tepung azolla. Rata-rata pertumbuhan panjang total ikan pada perlakuan T_2 dan perlakuan T_3 yang tidak berbeda nyata dan lebih rendah dibanding dengan perlakuan T_1 , menunjukkan bahwa substitusi 10% tepung ikan setara dengan protein tepung ikan pada bahan pelet dengan tepung azolla, telah memberikan penurunan yang nyata terhadap pertumbuhan panjang total ikan. Dari gambar 1 terlihat bahwa perlakuan T_1 dan T_4 memberikan rata-rata pertumbuhan panjang total ikan yang terus meningkat dan lebih besar dibanding dengan rata-rata pertumbuhan panjang total ikan pada perlakuan T_2 atau perlakuan T_3 .

B. Pertumbuhan Berat Ikan

Pada akhir percobaan, berat ikan rata-rata berkisar antara 48.69 g sampai 62.16 g per ekor. Rata-rata berat ikan pada perlakuan T_1 dan T_4 tidak berbeda nyata ($P > 0.05$), demikian pula perlakuan T_2 dan T_3 tidak berbeda nyata, tetapi lebih kecil dan berbeda nyata ($P < 0.05$) dengan perlakuan T_1 dan T_4 . Rata-rata berat ikan pada perlakuan T_1 adalah tertinggi dan terendah pada perlakuan T_2

(Tabel 3). Dari gambar 2 terlihat bahwa pertumbuhan rata-rata berat ikan pada perlakuan T_1 dan T_4 cenderung semakin meningkat dan lebih tinggi dibanding dengan pertumbuhan rata-rata berat ikan pada perlakuan T_2 dan T_3 . Diduga bahwa penggantian sebagian dari tepung ikan dengan tepung azolla sebanyak 10% setara dengan protein tepung ikan pada pakan pelet, menurunkan kualitas pakan, baik dalam kandungan proteinnya maupun palatabilitasnya.

C. Faktor Kondisi Ikan ($K_{(TL)}$)

Faktor kondisi ($K_{(TL)}$) menyatakan suatu kondisi ikan berdasarkan hubungan berat dan panjang, yang dapat digunakan untuk mencirikan kegemukan ikan (Effendi, 1978). Dengan kata lain, angka tersebut dapat menunjukkan keserasian penambahan pada panjang dan berat ikan. Menurut Effendi (1978), bila angka faktor kondisi kecil, pertumbuhan panjang ikan tidak diimbangi dengan pertumbuhan beratnya. Dari tabel 4 dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan ikan pada perlakuan T_2 dan T_3 mengalami kendala, sedang pertumbuhan ikan pada perlakuan T_1 dan T_4 adalah normal.

D. Kelulusan Hidup

Bila dilihat rata-rata kelulusan hidup ikan pada masing-masing perlakuan, terlihat bahwa rata-rata kelulusan hidup pada perlakuan T_1 tertinggi dan tidak berbeda jauh dengan rata-rata kelulusan hidup pada T_4 . Sebaliknya rata-rata kelulusan hidup pada perlakuan T_3 adalah terendah dan tidak berbeda jauh dengan rata-rata kelulusan hidup perlakuan T_2 . Data tersebut menunjukkan pula adanya kecenderungan penurunan kelulusan hidup ikan dengan peningkatan kandungan tepung azolla dalam pakan.

Bila dilihat pada persentase kelulusan hidup antar blok I, II dan III, terlihat adanya penurunan yang nyata dari blok I (tertinggi) ke blok III (terendah). Penurunan persentase kelulusan hidup ini sejalan dengan peningkatan padat penebaran per bak, meskipun secara total biomas tidak terdapat perbedaan. Kenyataan ini menunjukkan bahwa, faktor kepadatan sangat berpengaruh terhadap perbedaan kelulusan hidup ikan.

Kelulusan hidup dan pertumbuhan ikan pada perlakuan T_1 dan T_4 umumnya lebih baik dibanding dengan kelulusan dan pertumbuhan ikan pada perlakuan T_2 dan T_3 . Hal ini mungkin disebabkan karena kualitas pakan yang digunakan lebih baik, atau mungkin karena kualitas tepung azolla yang digunakan pada percobaan ini kurang baik, sehingga penggantian tepung ikan dengan tepung azolla

setara dengan 10% protein tepung ikan dalam pakan, telah menyebabkan penurunan kualitas pakan.

E. Kualitas Pakan

Dari tabel 1 terlihat bahwa kandungan protein pada pakan T_1 tidak berbeda jauh dengan T_4 , sedang penambahan tepung azolla setara dengan 10% dan 20% protein tepung ikan dalam pakan menyebabkan penurunan kandungan protein pakan secara proporsional. Kandungan lemak pakan comfeed adalah terendah, sedang kandungan lemak pada pakan buatan lab. baik dengan penambahan atau tanpa tepung azolla adalah lebih tinggi. Kandungan abu pada pakan buatan lab. tanpa tepung azolla adalah terendah, dan pada pakan dengan penambahan tepung azolla memiliki kandungan abu yang lebih tinggi. Pakan comfeed memiliki kandungan abu tertinggi diantara keempat macam pakan tersebut. Kandungan abu merupakan indikator besarnya kandungan unsur-unsur mineral yang terdapat pada pakan tersebut. Pakan pada perlakuan T_1 dan T_4 memiliki kandungan protein yang sama, tetapi pakan pada perlakuan T_1 memiliki kandungan lemak yang lebih tinggi dan kandungan abu yang lebih rendah dibanding dengan pakan comfeed. Kandungan lemak yang tinggi akan menjamin bahwa energi yang diperlukan oleh ikan akan tercukupi dari lemak yang dikandungnya, sehingga kandungan protein yang terdapat pada pakan dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan/penggantian sel-sel yang rusak (Lovell, 1977). Bila dilihat kandungan protein, lemak, dan abu, yang terdapat pada beberapa bahan pakan yang banyak digunakan dalam penyusunan pakan dapat diduga bahwa susunan pakan comfeed relatif mengandung katul lebih banyak dibanding dengan pakan buatan lab. Kenyataan ini didukung pula oleh rendahnya kualitas water stability comfeed, sifat mana sangat ditentukan oleh banyaknya kandungan bahan perekat dalam pakan serta kandungan bahan pakan dalam bentuk halus.

Adanya kenyataan bahwa kondisi ikan pada perlakuan T_1 dapat tumbuh dengan baik seperti pada perlakuan T_4 , menunjukkan bahwa pakan buatan yang digunakan pada percobaan ini cukup baik setara dengan pakan comfeed untuk memberikan pertumbuhan ikan yang optimal. Dewasa ini comfeed banyak digunakan dalam budidaya ikan air tawar, sehingga dapat diperkirakan bahwa kualitas pakan ini cukup baik bagi pertumbuhan beberapa jenis ikan air tawar.

Meskipun respon ikan terhadap pakan pada perlakuan T_2 dan T_3 cukup baik, tetapi pertumbuhan ikan pada perlakuan tersebut lebih rendah dan berbeda nyata dibanding pertumbuhan ikan pada

perlakuan T_1 (tanpa tepung azolla). Faktor penyebab mengapa ikan yang diberi pakan buatan yang mendapat tambahan tepung azolla tidak tumbuh belum jelas. Palatabilitas dan sifat fisisnya cukup memuaskan, sedang kualitas air selama percobaan cukup baik untuk pemeliharaan ikan karper. Kandungan unsur-unsur makanan cukup memadai dan kemungkinan kerusakan unsur-unsur tersebut kecil sekali, karena pembuatannya dilakukan secara dingin (suhu air k.l. 60°C) (Lovell, 1977). Terdapat pertumbuhan yang baik dengan tingkat kematian rendah pada perlakuan T_1 dan T_4 , dibanding dengan perlakuan T_2 dan T_3 . Oleh karena pakan yang digunakan pada perlakuan T_1 hanya berbeda pada kandungan tepung azolla, maka rendahnya pertumbuhan ikan pada perlakuan T_2 dan T_3 , diduga karena adanya kandungan tepung azolla pada pakan, mengingat bahwa pertumbuhan dan kelulusan hidup ikan pada perlakuan T_1 tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan pertumbuhan dan kelulusan hidup ikan pada perlakuan T_4 . Seperti diketahui bahwa comfeed merupakan pakan buatan pabrik yang khusus untuk pakan ikan air tawar seperti karper serta ikan nila, dan banyak beredar dipasaran.

Menurut Lumpkin dan Plucnett (1982), azolla mengandung protein 16.00 - 27.00% (berat kering), serta disukai oleh ternak, unggas dan ikan, terutama azolla yang masih muda (umur < 20 hari). Menurut Querubin et al. (1986) azolla yang telah tua (umur > 20 hari) menjadi keras dan kandungan selulosenya tinggi, sehingga nilai nutrisinya berkurang. Menurut Khan (1988), asam amino essensial lisin, metionin dan histidin, merupakan limiting faktor pada azolla. Lebih lanjut dinyatakan bahwa jumlah azolla yang dapat ditambahkan pada pakan hendaknya tidak melebihi 25%. Di Cina, Azolla segar (terutama jenis azolla yang berdaun kecil dan lunak, banyak digunakan untuk pakan ikan grass carp, karper dan mujaer (Khan, 1988).

Bila dilihat kandungan proteinnya, serta pola penurunan pertumbuhan dan kelulusan hidup ikan yang sama, maka diduga kandungan senyawa lain ikut menentukan hal tersebut. Demikian juga dengan parameter water stability, memiliki pola yang sama dengan penurunan kualitas pakan. Namun bila dilihat kualitas pakan atas dasar water stability, maka kualitas pakan comfeed adalah yang terendah. Nilai water stabilitas menunjukkan besarnya unsur-unsur hara pakan yang terlarut kedalam air setelah waktu tertentu. Mengingat bahwa dalam keadaan segar azolla disukai dan banyak digunakan untuk pakan ternak, unggas dan ikan, namun adanya perbedaan yang nyata dalam pertumbuhan ikan pada perlakuan T_1 dan perlakuan T_2 atau T_3 , membuktikan bahwa pakan dengan penambahan tepung azolla kurang mampu memberikan pertumbuhan ikan

yang optimum. Kenyataan ini menunjukkan bahwa "sesuatu" yang dapat menstimulir laju pertumbuhan ikan tidak terdapat dalam tepung azolla. Penurunan kualitas pakan yang ditimbulkan oleh tepung azolla mungkin disebabkan kualitas azolla yang digunakan sudah tua atau proses penepungan yang kurang baik atau mungkin dalam bentuk tepung, palatability azolla menjadi rendah. Apabila dugaan ini benar, maka rendahnya kualitas pakan yang mengandung tepung azolla bukan disebabkan oleh penambahan tepung azolla, tetapi disebabkan oleh kualitas tepung azolla yang digunakan kurang baik.

V. Kesimpulan

Atas dasar hasil yang diperoleh dari penelitian ini, maka dapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pertumbuhan ikan karper (*Cyprinus carpio L.*) yang diberi pakan buatan tanpa tepung azolla adalah tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan yang diberi pakan comfeed.
2. Substitusi tepung ikan dengan tepung azolla setara dengan 10% protein tepung ikan dalam pakan memberikan pertumbuhan yang lebih rendah dan berbeda nyata dengan pertumbuhan ikan yang diberi pakan buatan tanpa tepung azolla atau pakan comfeed.
3. Substitusi tepung ikan dengan tepung azolla sebanyak 10% dan 20% setara dengan protein tepung ikan dalam pakan, memberikan pertumbuhan yang tidak berbeda nyata pada ikan karper.
4. Pakan buatan lab. tanpa penambahan tepung azolla yang dihasilkan dalam percobaan ini, mempunyai kualitas yang sama dengan pakan buatan pabrik (Comfeed).

Tabel 1. **Komposisi bahan pakan, kandungan protein, lemak, abu dan air pada pakan buatan dan comfeed untuk ikan karper (*Cyprinus carpio L.*) yang digunakan pada percobaan. (dalam %).**

Bahan pakan	Perlakuan			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
				Comfeed
Tepung Ikan	20.00	18.00	16.00	--
Tepung azolla	0.00	2.00	4.00	--
Tepung kedelai	28.00	28.00	28.00	--
Tepung gandum	26.00	26.00	26.00	--
Katul beras	18.00	18.00	18.00	--
Tepung tapioka	4.80	4.80	4.80	--
Minyak jagung	2.00	2.00	2.00	--
Vitamin premix ^{1/}	0.20	0.20	0.20	--
Vitamin C	0.15	0.15	0.15	--
NaCl	0.50	0.50	0.50	--
Asam propionat	-- ^{2/}	-- ^{2/}	-- ^{2/}	--
Unsur Hara				
Protein (% (dw ³))	30.85	28.09	26.57	30.24
Lemak (% dw)	10.65	10.67	11.73	8.64
Abu (% dw)	8.17	10.96	10.11	11.65
Air (% --)	9.95	7.99	5.98	9.56
WSt. ⁴ (%/30 menit)	8.37	8.47	9.13	13.11

- 1/ Tiap 5 kg Pfiser Premix-B mengandung: Vit. A, 6000000 IU; Vit. D3, 1000000 IU; Vit. E, 1000 mg; Vit. B2 (riboflavin) 5000 mg; Niacin (nicotinic acid) 500 mg; Panatothenic acid (Ca-pant.) 1000 mg; Choline chloride 50000 mg; Vit. B12 (Cyanocobalamine) 2000 ug; DL-methionine 25000 mg; Antioxidan-ethoxyquin 10000 mg; Mg 50000 mg; Fe 10000 mg; Cu 2000 mg; Mo 20000 mg; Zn 10000 mg; I 100 mg.
- 2/ Diberikan pada T₁, T₂ dan T₃ sebanyak 0.5 liter/ton pakan.
- 3/ dw = dry weight (berat kering)
- 4/ Wst. = Water Stability; persen berat pakan yang hilang setelah perendaman selama 30 menit.

Tabel 2. Rata-rata panjang total ikan (TL.) pada masing-masing perlakuan, setelah pemeliharaan selama 70 hari (dalam cm).

Perlakuan	P e n g a m a t a n							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T ₁	12.77	13.16	13.53	12.76	13.82	13.83	13.74	14.12 a
T ₂	12.77	13.37	13.68	12.74	13.50	13.51	13.08	13.60 b
T ₃	12.77	13.06	12.93	12.77	13.61	13.75	13.39	13.32 b
T ₄	12.77	13.70	13.41	12.55	14.40	14.04	13.92	14.09 a

1. Nilai dalam kolom yang diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada $P > 0.05$.

Tabel 3. Rata-rata berat ikan (BW.) pada masing-masing perlakuan, setelah pemeliharaan selama 70 hari (dalam g).

Perlakuan	P e n g a m a t a n							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T ₁	44.87	50.46	55.63	50.86	58.22	63.88	62.65	62.16 a
T ₂	44.87	48.53	47.24	49.52	52.98	53.63	51.41	49.69 b
T ₃	44.87	49.60	49.86	45.82	51.40	50.57	46.73	48.69 b
T ₄	44.87	53.47	51.80	47.48	54.18	62.85	62.26	61.65 a

1. Nilai dalam kolom yang diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada $P > 0.05$.

Tabel 4. Rata-rata faktor kondisi ikan ($K_{(TL)}$) pada masing-masing perlakuan, setelah pemeliharaan selama 70 hari.

Perlakuan	P e n g a m a t a n							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T ₁	2.03	2.07	2.11	2.23	2.17	2.20	2.20	2.04 a
T ₂	2.03	1.92	1.83	2.02	1.92	1.92	1.90	1.87 b
T ₃	2.03	2.00	2.06	2.17	1.99	1.95	1.98	1.82 b
T ₄	2.03	1.92	1.99	2.19	2.02	2.12	2.18	2.00 a

1. Nilai dalam kolom yang diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada $P > 0.05$.

Tabel 5. Hasil Analisa Parameter Fisika dan Kimiawi Kualitas Air¹ pada Air Contoh dari Blok I.

Pengamatan	FISIKA			KIMIAWI				
	S u h u		Kece- rahan	pH	D.O.	CO ₂	Alkali- nitas	NH ₃ -N total ²
	Maks. (°C)	Min. (°C)						
1	32.5	24.0	45.50	7.25	4.07	0.94	111.00	0.0154
2	33.0	26.5	22.00	7.25	4.66	0.95	89.50	0.0130
3	34.0	25.0	15.00	7.20	5.31	0.65	81.00	0.1093
4	33.0	25.0	40.00	7.30	4.86	0.85	115.00	0.0280
5	34.0	24.5	11.50	7.30	4.61	0.83	92.50	0.0224
6	34.5	24.5	17.00	7.25	5.00	0.79	108.50	0.0526
7	34.0	26.0	11.00	7.30	4.66	0.90	86.00	0.0875
8	33.0	24.5	23.50	7.15	4.64	0.71	81.50	0.0182
9	33.0	24.5	20.50	7.20	5.10	0.84	85.50	0.0169
10	33.0	24.0	11.00	7.25	5.69	0.92	91.50	0.0149
11	33.0	24.5	40.00	7.25	6.34	0.35	117.00	0.0162
12	34.0	25.5	36.50	7.20	5.79	0.24	110.00	0.0117
13	33.0	22.0	35.00	7.20	6.47	0.47	127.00	0.0096
14	32.0	23.0	46.50	7.15	5.03	0.36	108.50	0.0164
15	33.0	21.0	11.00	7.30	5.24	0.43	87.00	0.0743
Maks.	34.5	26.5	46.50	7.30	6.47	0.94	127.00	0.1093
Min.	32.0	21.0	11.00	7.15	4.07	0.24	81.00	0.0096
Rata ²	33.3	24.3	25.73	7.24	5.16	0.68	99.43	0.0300

1/ Rata-rata hasil pengamatan harian.

2/ Digunakan nilai (kandungan) yang tertinggi.

Tabel 6. Hasil Analisa Parameter Fisika dan Kimiawi Kualitas Air¹ pada Air Contoh dari Blok II.

Peng- amatan	FISIKA				KIMIAWI			
	S u h u		Kece- rahan	pH	D.O.	CO ₂	Alkali- nitas	NH ₃ -N total ²
	Maks. (°C)	Min. (°C)						
1	32.5	24.0	44.50	7.30	4.22	0.90	105.00	0.0605
2	33.0	26.5	21.00	7.30	4.85	0.93	82.50	0.0055
3	34.0	25.0	15.00	7.20	5.13	0.68	83.00	0.0981
4	33.0	25.0	39.50	7.30	4.37	0.86	113.00	0.0388
5	34.0	24.5	11.50	7.35	4.32	0.84	94.00	0.0435
6	34.5	24.5	17.50	7.30	4.78	0.72	106.50	0.0541
7	34.0	26.0	11.00	7.20	4.81	0.78	88.00	0.0884
8	33.0	24.5	23.00	7.20	4.45	0.67	81.00	0.0230
9	33.0	24.5	23.00	7.15	4.96	0.82	83.50	0.0110
10	33.0	24.0	12.00	7.25	5.39	0.85	89.50	0.0417
11	33.0	24.5	39.50	7.20	6.03	0.37	116.00	0.0183
12	34.0	25.5	36.50	7.20	5.79	0.26	104.00	0.0779
13	33.0	22.0	38.50	7.20	6.28	0.47	126.00	0.0077
14	32.0	23.0	47.00	7.20	5.08	0.42	107.00	0.0211
15	33.0	21.0	10.00	7.20	5.34	0.42	87.00	0.0830
Maks.	34.5	26.0	47.00	7.35	6.28	0.93	126.00	0.0981
Min.	32.0	21.0	10.00	7.15	4.22	0.26	81.00	0.0055
Rata- rata ²	33.3	24.3	25.97	7.24	5.05	0.67	97.73	0.0040

1/ Rata-rata hasil pengamatan harian.

2/ Digunakan nilai (kandungan) yang tertinggi.

Tabel 7. Hasil Analisa Parameter Fisika dan Kimiawi Kualitas Air¹ pada Air Contoh dari Blok III.

Peng- amatan	FISIKA				KIMIAWI			
	S u h u		Kece- rahan (cm)	pH	D.O. (ppm)	CO ₂ (ppm)	Alkali- nitas (ppm)	NH ₃ -N total ² (ppm)
	Maks. (°C)	Min. (°C)						
1	32.5	24.0	44.50	7.25	3.87	0.94	106.50	0.0609
2	33.0	26.5	22.00	7.30	4.90	0.87	88.00	0.0137
3	34.0	25.0	15.00	7.20	5.31	0.66	82.00	0.0863
4	33.0	25.0	37.00	7.30	4.66	0.85	117.75	0.0266
5	34.0	21.5	11.50	7.25	4.56	0.85	94.00	0.0520
6	34.0	24.5	18.50	7.30	4.80	0.70	107.00	0.0593
7	34.0	26.0	12.00	7.20	4.90	0.69	88.50	0.0917
8	33.0	24.5	24.00	7.20	4.73	0.76	79.25	0.0405
9	33.0	24.5	23.00	7.15	4.66	0.86	85.00	0.0090
10	33.0	24.0	10.50	7.25	6.03	0.85	85.50	0.0218
11	33.0	24.5	41.50	7.20	6.34	0.36	122.00	0.0530
12	34.0	25.5	35.00	7.20	6.23	0.41	105.50	0.0025
13	33.0	22.0	38.50	7.20	5.83	0.48	126.00	0.0129
14	32.0	23.0	47.00	7.15	5.25	0.44	107.50	0.0305
15	33.0	21.0	9.00	7.30	5.25	0.47	88.00	0.0828
Maks.	34.0	26.5	47.00	7.30	6.34	0.94	126.00	0.0917
Min.	32.0	21.0	9.00	7.15	3.87	0.36	79.25	0.0025
Rata- rata ²	33.2	24.1	25.83	7.23	5.15	0.68	98.83	0.0040

1/ Rata-rata hasil pengamatan harian.

2/ Digunakan nilai (kandungan) yang tertinggi.

Tabel 8. Prosentase kelulusan hidup ikan karper (*Cyprinus carpio* L.) pada masing-masing perlakuan, setelah dipelihara selama 70 hari (Dalam %).

Blok	Perlakuan				Rerata
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
I	100.00	73.33	66.67	96.30	84.08
II	76.60	57.69	50.00	70.69	63.75
III	52.50	22.35	29.41	51.76	39.01
Rerata	76.37	51.12	48.69	72.92	62.28

Tabel 9. Kandungan protein, Lemak, Abu dan Air Pada Bahan Pakan Penyusun Pelet Pakan Ikan (dalam %)

Unsur Hara	Bahan Pakan				
	Tepung Ikan	Tepung Kedelai	Tepung Terigu	Katul Beras	Tepung Azolla
Protein (% dw) ¹	69.6907	40.7356	12.6907	14.1928	18.7816
Lemak (% dw)	16.2634	15.5687	3.7594	6.6471	2.2193
Abu (% dw)	15.9519	5.5856	0.5531	10.4861	37.0467
Air (% -)	8.4490	4.2950	11.0240	15.2470	5.5570

¹ dw = dry weight (berat kering).

Daftar Pustaka

- Abdurachman, 1985. Pidato pengarahan Direktur Jendral Perikanan. *Prosiding Lokakarya Tepung Ikan di Den Pasar. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan*, Jakarta.
- Boyd, C.E., 1979. *Water Quality in Warm-water Fish Ponds*. Auburn, University Agricultural Experiment Station, Auburn, Alabama. 359 p.
- Djajasewaka, H., 1983. Efisiensi Penggunaan Tepung Ikan dalam Ransum Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*). *Dalam Bull Penelitian Perikanan Darat 4(1)*. Balitkantar Bogor p. 27 - 30.
- Djajasewaka, H.; W. Hidayat dan D. Karyanti, 1991. Pengaruh Penggunaan Silase Darah dan Tepung Darah Sebagai Pengganti Tepung Ikan dalam Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan Ikan Lele (*Clarias batracus*). *Buletin Penelitian Perikanan Daerah Bogor 1(10 : 82 - 88*.
- Djangkaru, Z., 1974. *Pembuatan makanan ikan*. Dirjen Perikanan. Lembaga Penelitian Perikanan Darat, Bogor, Indonesia. hal. 1 - 4.
- Effendie, M.I., 1978. *Biologi Perikanan (I)*. Fakultas Perikanan IPB, Bogor. 112 hal.
- Hamdi, Y.A., 1982. Application of nitrogen fixing systems in soil improvement and management. *FAO Rome*. 188 p.
- Hepher, B dan Pruginin, 1981. *Commercial Fish Farming With Special Reference to fish culture in Israel*. John Wiley and Sons, New York. p. 192 - 206.
- Hutasoit, J.H. 1988. Peningkatan produksi peternakan dan perikanan. *Dalam Proc Lokakarya Tepung Ikan. Deptan. Jakarta*. hal. 5 - 8.
- Illyas, S.; F. Cholik; R. Arifudin; N. Naamin; S.T. Sukarto; Siswoputranto; Soedjarwo dan K.C. Chong, 1988. Prospek Pengusahaan Tepung Ikan Indonesia. *Prosiding Lokakarya Tepung Ikan, Departemen Pertanian, Jakarta*. hal. 41 - 57.
- Khan, M.M., 1988. *Azolla Agronomy*. Asian Development Bank. Institute of Biological Sciences of The University of The Phillippines at Los Banos (IBS-UPBL) and The SEAMO Regional Center For Graduate Study and Research in Agriculture (SEARCA). 152 p.
- Ladha, J.K. and I. Watanabe, 1987. Biochemical Basis of Azolla-Anabaena azollae Symbiosis. Dalam Fumhou, Fujian and China. Azolla Utilization, *Proceedings of The Workshop on Azolla Use. International Rice Research Institute. Phillippines*. p. 47 - 58.

- Lovell, R.T., 1977. Fish Feed and Nutrition: Physical Aspects of Food Important in Feeding Fish. *Comm. Fish Farmer and Aquaculture News*, September 1977, vol. 3 No. 6.
- Lumpkin, A.T. and D.L. Plucnett, 1982. *Azolla as a green manure: Use and Management in crop production*. Westview Press. United States of America. 229 p.
- Querubin, L.J., P.F. Alcantara, A. Princesa, 1986. *Teknologi produksi inokulum Azolla*. Kongres Mikrobiologi V., Yogyakarta (impress).
- Yakob, M.J.R. dan N.N. Palinggi, 1987. Pengaruh Pemberian Pakan dari Berbagai Sumber Protein Terhadap Laju Pertumbuhan dan Kelulusan Hidup Benur Windu. *Jurnal Penelitian Budidaya Pantai Maros*. 3(2) : 8 - 18.

- Lovell, R.T., 1977. Fish Feed and Nutrition: Physical Aspects of Food Important in Feeding Fish. *Conn. Fish Farmer and Aquaculture News*, September 1977, vol. 3 No. 6.
- Lumpkin, A.T. and D.L. Pletcher, 1981. Azolla as a green manure: Use and Management in crop production. *Westview Press, United States of America*, 229 p.
- Oerubin, I.J., P.F. Alcantara, A. Princesa, 1986. Teknologi produk hokium Azolla kungsi Mikrobiologi V., Yogyakarta (impres).
- Yakob, M.J.R. dan N.N. Paiman, 1987. Pengaruh Pemberian Pakan dari Berbagai Sumber Protein Terhadap Laju Pertumbuhan dan Kelulusan Hidup Benih Winda. *Jurnal Peternakan Budidaya Perairan* (2): 8 - 18.