

PENGARUH LIMBAH KARET TERHADAP VIABILITAS TELUR BIBIT IKAN MAS (*Cyprinus carpio* L)

Ramadhan Sumarmin

*Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi FMIPA UNP
Jl Prof. Dr. Hamka Air Tawar Barat Padang 25131
E-mail: ramadhan_unp@yahoo.com*

ABSTRACT

One of the pollutants that get into the water of the river in Padang city comes from waste rubber factory. The river water is still used for various purposes by the people including seeding and caring goldfish with uncertain products. Based on this situation, the research was done in order to find out the effect of the rubber waste on the viability and the seedling growth rate of goldfish. The research used completely randomized design with 5 and 10 treatments. The observation on the hatching eggs after 2 days of incubation at various treatment and measuring the body weight and length of the fish was done 5 times within five days. The data were analyzed by using ANOVA $p < 0.05$ and BJND extended test. As the results it was found the highest average of viability was in treatment A (control) 76.7% and the lowest at treatment E 30%. Whereas there is no seed growth rate difference between treatments A (control) and B (5%), but significantly different $p < 0.05$ with treatment C, D, and E. It can be concluded that the higher the concentration of waste rubber factory the lower goldfish viability. The concentration of factory waste up to 5% is not influential against the growth seedling goldfish.

Key words: waste rubber, viability, gold fish egg

PENDAHULUAN

Ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) merupakan jenis ikan air tawar yang dibudidayakan secara intensif dengan pertumbuhan yang relatif cepat dan harga yang relatif murah. Selain itu ikan mas juga dapat memenuhi kebutuhan protein hewani bagi masyarakat, karena kandungan protein ikan mas 17-20% (Susanto dan Rochdianto, 1996:2)

Sejalan dengan berkembangnya usaha budidaya ikan perlu didukung oleh penyediaan benih ikan yang memadai baik secara kualitas maupun kuantitas. Oleh sebab itu perlu dilakukan peningkatan kualitas teknik pembenihan ikan tersebut. Sumantadinata (1983) dalam Rahmiwati (1996:4) mengemukakan bahwa untuk penyediaan benih ikan mas ada dua cara yang dilakukan. Pertama dengan cara menangkap benih ikan dari perairan umum (sungai, danau, waduk dan lain-lain) dan kedua, yaitu dengan

memijahkan ikan peliharaan di kolam atau dengan cara pemijahan buatan.

Pemeliharaan ikan mas di kolam dan di sungai biasanya lebih sering terkena imbas keracunan air. Keracunan pada air berasal dari unsur logam berat dan limbah lainnya yang terdapat dalam perairan seperti, deterjen, sabun, obat-obat pembasmi hama dan bahan-bahan kimia lain yang beracun maupun limbah industri (Putranto, 1996:50).

Ikan mas berkembang biak secara ovivar, yaitu telur-telur menetes diluar tubuh induk. Ikan betina bertelur pada tempat tertentu, kemudian dibuahi sperma ikan jantan. Proses penetasan telur ini biasanya memerlukan campur tangan manusia, agar penetasan telur-telur tersebut dapat menetas secara maksimal (Putranto, 1996). Selain itu proses penetasan telur ini dipengaruhi oleh banyak faktor lingkungan di antaranya kualitas air. Rahmiwati (1996: 3) menyatakan bahwa rendahnya hasil penetasan telur disebabkan oleh

banyaknya telur yang mati karena lingkungan tempat hidupnya tercemar oleh zat yang bersifat toksik.

Air merupakan medium pertumbuhan dan perkembangan yang paling parah akibat pencemaran. Berbagai jenis pencemaran yang masuk air berasal dari sumber limbah domestik, contohnya dari rumah tangga dan pasar, serta sumber limbah nondomestik contohnya dari pabrik dan industri (Suriawiria, 1996: 40). Secara langsung atau tidak langsung pencemaran tersebut akan berpengaruh terhadap kualitas air, baik untuk keperluan air minum, air industri ataupun air untuk keperluan kolam perikanan.

Sejalan dengan kemajuan dan peningkatan taraf kehidupan tidak bisa dihindari lagi adanya peningkatan jumlah kebutuhan air, khususnya untuk keperluan rumah tangga dan industri. Berbagai cara dan usaha dilakukan untuk memenuhi kebutuhan tersebut antara lain mencari sumber-sumber air baru, mengolah dan menawarkan air laut dan memurnikan kembali air kotor yang berada di sungai, danau dan air yang telah tercemar (Suriawiria, 1996: 6).

Pencemaran adalah perubahan sifat Fisika, Kimia dan Biologi yang tidak dikehendaki pada udara, tanah dan air. Perubahan tersebut dapat menimbulkan bahaya bagi kehidupan manusia atau organisme lainnya, proses-proses industri, tempat tinggal dan peninggalan-peninggalan, atau dapat merusak sumber bahan mentah. Pencemaran terjadi apabila terdapat gangguan dalam daur materi yaitu apabila laju produksi suatu zat melebihi laju pembuangan atau penggunaan zat tersebut (Soemarwoto, 1990). Pencemaran merupakan penambahan bermacam-macam bahan sebagai aktivitas manusia ke dalam lingkungan yang biasanya memberikan pengaruh berbahaya terhadap lingkungan (Tugaswaty, 1987).

Batang Arau merupakan salah satu sungai terbesar di Kotamadya Padang yang kualitas airnya cenderung terus menurun akibat meningkatnya pencemaran. Sumber pencemaran di sungai ini terutama berasal dari limbah industri (terutama pabrik karet) dan limbah perkotaan. Limbah pabrik karet dapat mempengaruhi nilai DO, BOD, COD, padatan

tersuspensi, N-NH₃ dan pH di perairan (Zulkifli dan Anwar, 1994).

Aliran batang Arau yang paling tercemar pada daerah muara karena kualitas airnya sudah tidak memenuhi syarat sebagai air golongan B, C dan D serta nilai BOD dan COD yang cukup tinggi (Proyek Pengendalian Banjir, 1993). Daerah mendekati Muara juga telah terjadi penumpukan logam berat terutama Cu dan Pb (Abu dan Arifin, 1992).

Secara alamiah, unsur logam berat terdapat dalam perairan, namun dalam jumlah yang sangat rendah. Kadar ini akan meningkat bila limbah yang banyak mengandung unsur logam berat masuk ke dalam lingkungan perairan sehingga akan terjadi peracunan organisme perairan (Hutagalung dan Razak, 1982).

Menurut Abdullah (1992:3) pencemaran dapat digolongkan dalam tiga macam yaitu pencemaran kimia, pencemaran fisika dan pencemaran biologi. Pencemaran kimia biasanya dalam bentuk senyawa anorganik dan organik. Tercemarnya air oleh bahan-bahan kimia khususnya perlu dinilai kadarnya, untuk mengetahui efek bahan-bahan terlarut itu terhadap eksistensi organisme maupun gangguan bila digunakan untuk suatu keperluan industri atau rumah tangga (Ryadi, 1984:14).

Salah satu bahan kimia pencemar sungai adalah limbah dari industri. Salah satu industri yang dapat menimbulkan pencemaran yaitu limbah dari pabrik karet. Apabila limbah karet yang berupa bahan pencemar masuk ke suatu lokasi perairan maka akan menimbulkan dampak negatif berupa ancaman terhadap kehidupan organisme perairan. Salah satu dampak yang terjadi akibat limbah karet yang masuk ke badan perairan yaitu dapat menyebabkan berkurangnya kadar oksigen terlarut (Lembaga Ekologi UNPAD, 1978).

Semakin tinggi konsentrasi limbah dalam suatu badan perairan, semakin tinggi pula resiko yang akan diterima oleh organisme perairan tersebut. Apabila hal ini dibiarkan berlarut-larut akan menimbulkan ancaman yang serius terhadap kehidupan organisme perairan dan manusia yang akan memanfaatkan air bagi pemenuhan kebutuhan hidupnya (Chahaya, 1997: 3).

Sampai sekarang belum diketahui pengaruh konsentrasi limbah karet terhadap

daya tetas telur dan laju pertumbuhan ikan mas yang dipelihara ditepian sungai tercemar limbah karet dan menggunakan air sungai tersebut sebagai medianya. Berdasarkan hal itu, maka akan dilakukan penelitian pengaruh limbah karet terhadap viabilitas telur dan laju pertumbuhan bibit ikan mas (*Cyprinus carpio* L.).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Balai Benih Ikan Sentral (BBIS) Sicincin Kabupaten Padang Pariaman dan Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang dengan rancangan penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kelompok perlakuan dan 1 kelompok kontrol.

Perlakuannya adalah pemberian limbah karet pada konsentrasi berbeda. Populasi dalam penelitian ini adalah telur ikan mas yang sudah difertilisasi sebanyak 15.000 butir. Populasi dalam penelitian ini adalah telur ikan mas yang sudah difertilisasi sebanyak 500 butir dalam kondisi baik ditandai dengan membran vitelin yang jernih dan warna kuning yang cerah.

Prosedur Penelitian

1. Penentuan kandungan limbah karet dilakukan dengan metode AAS untuk konsentrasi logam berat Cu dan Pb. Metode Spektrofotometri untuk konsentrasi total nitrogen, Zat tersuspensi, Fosfat, Amonia, $KMnO_4$, dan Kalium.
2. Penyediaan telur ikan mas. Telur ikan mas yang digunakan diperoleh dari Balai Benih Ikan Sentral Lubuk Minturun Padang, dengan cara memijahkan secara alami induk jantan dan induk betina ikan mas yang sudah matang kelamin.
3. Persiapan Larutan Limbah Karet
Buatlah larutan standar limbah karet 1000 ppm, kemudian dari larutan ini diencerkan dengan variasi konsentrasi 0; 5%, 10%; 15%, 20%, 25% dan 30% limbah karet, masing-masing konsentrasi sebanyak 3 liter (3000 ml) dengan rumus pengenceran:

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

4. Penentuan LC_{50} dan konsentrasi perlakuan

Sebelum percobaan, maka ditentukan terlebih dahulu LC_{50} . Manfaat penentuan LC_{50} ini untuk menentukan konsentrasi limbah karet yang akan digunakan. Penentuan LC_{50} dilakukan selama 96 jam dengan air statis (Hansen, 2010 : 2051).

5. Pengukuran Oksigen terlarut (DO) air
Oksigen terlarut atau Dissolved Oksigen (DO) adalah Oksigen yang tersedia untuk kehidupan organisme di dalam sistem air. Pengukuran DO sesuai metode Ryadi (1984: 36).
6. Pengukuran BOD Air
BOD adalah sejumlah oksigen dalam sistem air yang dibutuhkan oleh bakteri aerobik untuk menetralkan atau menstabilkan tambahan sampah (organik) dalam air melalui proses oksidasi biologis secara dekomposisi aerobik (Ryadi, 1984: 84). Cara kerjanya sama dengan prosedur penentuan oksigen terlarut (DO), tetapi sampel air terlebih dahulu dibiarkan selama 5 hari pada suhu $20^{\circ}C$. Untuk perhitungan BOD (Kebutuhan Oksigen Biokimia) dengan cara mengurangi kandungan oksigen terlarut (DO) dengan kandungan oksigen dibiarkan selama 5 hari pada suhu $20^{\circ}C$ (Ryadi, 1984: 84).
7. Pengukuran Derajat Keasaman (pH) Air
 - a. pH diukur dengan menggunakan pH Indikator Universal
 - b. Celupkan pH stick sampai mencapai garis pada bagian atasnya pada permukaan air.
 - c. Diamati, ditera dengan gradien warna pH dan dicatat angka pH yang terlihat setelah perubahan warna konstan. Pengukuran parameter kualitas air tersebut dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada awal penelitian dan akhir penelitian.
8. Pengukuran Suhu air
Dimasukkan termometer kedalam air yang sudah diberi limbah karet dengan konsentrasi yang berbeda-beda lebih kurang 10 menit, kemudian mencatat suhu yang tertera pada termometer yang berada dalam air.
9. Perhitungan persentase penetasan telur ikan mas. Untuk menghitung persentase penetasan telur ikan mas pada setiap perlakuan digunakan rumus Daya Tetas Telur

= jumlah telur / jumlah telur sampel seluruh yang ter-fertilisasi x 100%.

10. Pengamatan laju pertumbuhan bibit ikan mas

Pengamatan laju pertumbuhan bibit ikan mas dilakukan selama 25 hari dengan mengukur panjang dan berat tubuh rata-rata bibit ikan mas. Setiap lima hari diukur panjang tubuh bibit ikan mas dengan cara meletakkannya di dalam wadah petri Dish yang dialasi dengan kertas miliblock. Panjang ikan diukur dalam keadaan tenang dari anterior *cavum oris* hingga *apex pinnae caudalis*, untuk masing-masing perlakuan diulangi sebanyak 10 kali.

Teknik Analisis Data

Data viabilitas telur yang diperoleh di analisis dengan *Analisis of Varians* (Anova) dari analisis ini akan diketahui ada atau tidaknya pengaruh perlakuan terhadap variabel terikat. Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka dilanjutkan uji lanjut untuk melihat mana diantara perlakuan yang memberi pengaruh yang berbeda satu sama lain sebagai akibat limbah karet dan dilanjutkan dengan uji lanjut BNJ. Sedangkan data laju pertumbuhan berupa panjang dan berat badan selain dilakukan uji Anova pada masing masing waktu pengamatan juga antar perlakuan dianalisis regresi sederhana dan korelasi. Untuk menentukan analisis regresi dan korelasi terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan homogenitas data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya Tetas Telur Ikan Mas

Dari hasil uji hayati dengan menggunakan ikan mas diperoleh nilai rataannya adalah 25%. Selanjutnya dilakukan pengamatan pengaruh sub letthal dari ikan mas terhadap limbah pabrik karet dengan perlakuan beberapa konsentrasi. Pengaruh yang dilihat berupa hasil daya tetas telur ikan mas setelah perlakuan dengan pemberian limbah pabrik karet pada masing-masing perlakuan dianalisis menggunakan tabel dasar RAL pada taraf nyata 5 %.

Daya tetas telur ikan mas dihitung setelah telur menetas seluruhnya, yaitu saat *Nener* mulai aktif bergerak. Dari hasil analisis sidik ragam pengaruh limbah karet terhadap daya tetas telur ikan mas pada masing-masing

perlakuan memperlihatkan hasil berbeda sangat nyata dapat menurunkan daya tetas telur ikan mas ($P < 0.01$). Hasil ini menunjukkan bahwa hipotesis yang diajukan diterima. Rata-rata daya tetas telur ikan mas dapat dilihat pada Gambar 1.

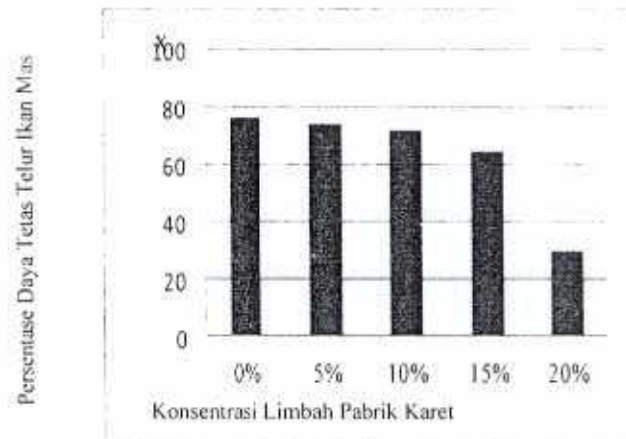
Penurunan rata-rata persentase daya tetas telur ikan mas sejalan dengan peningkatan konsentrasi limbah karet. Pada Gambar 1 dapat dilihat penurunan persentase pengaruh limbah pabrik karet terhadap daya tetas telur ikan mas. Pada perlakuan B dengan konsentrasi limbah karet 5 % ditemukan rata-rata persentase daya tetas telur ikan mas yaitu 75% tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan A (kontrol) yaitu 76,7%. Perlakuan C dengan perlakuan 10 % ditemukan rata-rata persentase daya tetas telur ikan mas yaitu 72,5 % menurun secara sangat nyata ($P < 0,01$) dibandingkan dengan kontrol. Perbandingan D dengan konsentrasi 15 % rata-rata persentase daya tetas telur ikan mas yaitu 65 % juga menurun sangat nyata ($P < 0,01$) dibandingkan dengan kontrol. Selanjutnya perlakuan E dengan konsentrasi limbah karet 20 % rata-rata persentase daya tetas telur ikan mas yaitu 30 % juga menurun secara nyata ($P < 0,01$) dibandingkan dengan kontrol yaitu 76,7 %.

Koefisien keragaman rata-rata jumlah telur yang mampu menetas menjadi *Nener* didapatkan nilainya kecil dari 5 %, berarti uji lanjut yang dipakai adalah BNJ. Hal ini dapat dilihat pada Uji BNJ dilakukan untuk harga koefisien keragaman yang kurang dari 5 % pada kondisi homogen.

Faktor Fisikokimia Air yang Tercemar

Hasil pengukuran faktor fisikokimia air yang tercemar oleh limbah karet pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa suhu air relatif sama untuk semua perlakuan yaitu 27^o C. Kesadahan air pada setiap perlakuan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi limbah karet yaitu pada perlakuan A mempunyai pH air 6,1 meningkat sedikit pada perlakuan B mempunyai pH air 6,2 begitu juga pada perlakuan C yang meningkat menjadi pH air 6,3 dan pada perlakuan D juga meningkat menjadi 6,4. Selanjutnya pada perlakuan E pH air lebih tinggi yaitu 7. Se-

dangkan DO dan BOD relatif menu-run bah pabrik karet, sejalan dengan peningkatan konsentrasi lim-



Gambar 1 Histogram Rata-Rata Persentase Daya Tetas Telur Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*)

Tabel 1 Hasil Analisis Faktor Fisikokimia Air di Setiap Perlakuan

No	Parameter	Satuan	Konsentrasi Perlakuan (%)				
			0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
1	Suhu °C	-	27	27	27	27	27
2	pH	-	6,4	7	7	7,2	7,3
3	DO	ppm	7,8	7,2	6,8	6,8	6,8
4	BOD	ppm	2,4	0,8	0,6	0,5	0,3

Penetasan telur ikan mas berlangsung selama dua hari, anak ikan yang baru menetas ini dinamakan dengan *Nener*. Kualitas telur dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal seperti pada saat telur baru keluar dari tubuh induk dan bersentuhan dengan air ada dua hal yang akan terjadi. Pertama, selaput chorion akan terlepas dari selaput vitelin karena masuknya air ke dalam telur sehingga terjadi suatu ruang yang terdapat antara chorion dan selaput vitelin, ruang ini dinamakan ruang perivitelin. Masuknya air ke dalam telur disebabkan oleh perbedaan tekanan osmosis dan imbibisi kuning telur (Effendi, 1978). Kedua adalah mengerasnya selaput chorion. Waktu yang

diperlukan untuk pengerasan chorion tergantung ion calcium yang terdapat dalam air. Menurut Hoar (1975) dalam Effendi (1978) telur yang ditetaskan dalam air yang mengandung calcium chloride 0,0001 M, selaput chorionnya akan lebih keras dari pada telur yang ditetaskan di air suling.

Menurutnya jumlah telur yang mampu menetas menjadi nener seiring dengan kenaikan konsentrasi perlakuan limbah karet menunjukkan bahwa limbah karet bersifat toksik terhadap embrio apabila diberikan pada tahap penetasan telur. Terjadinya kematian embrio di dalam telur kemungkinan disebabkan oleh limbah karet yang masuk bersamaan dengan masuknya air pada permukaan

kuning telur. Menurut Effendi (1978) pada waktu akan menetas kekerasan chorion telur ikan akan menurun. Hal ini memungkinkan mudahnya limbah karet masuk kedalam telur yang sedang berkembang.

Selain faktor internal dari telur, pada proses penetasan ini dipengaruhi juga oleh faktor eksternal yaitu faktor lingkungan yang berhubungan dengan kualitas air atau faktor fisika kimia air. Pratiwi (2011) menyatakan bahwa pH yang baik untuk perkembangan telur ikan adalah 7 sampai 8. Adapun pH air yang dianalisis selama penetasan berkisar antara 6,5 sampai dengan 7,5. Kadar oksigen biologis terlarut (BOD) selama penetasan

berkisar 7 sampai dengan 7,5. Kadar oksigen biologis terlarut 0,3 sampai dengan 2,4 ppm. Pratiwi (2011) menyatakan kandungan oksigen terlarut 4 ppm yang layak untuk penetasan telur ikan mas. Selama penelitian ini keadaan pH, suhu DO dan BOD air masih berada dalam batas yang optimal, untuk kelangsungan proses penetasan telur. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mantau et al. (2001) bahwa yang pH optimal untuk mendukung pertumbuhan benih ikan mas dan suhu air 20°C sampai 30°C serta pada kondisi oksigen terlarut 5 ppm.

Tabel 2 Hasil Uji Laboratorium Limbah Pabrik Karet

No	Parameter	Satuan	MDL	Sampel 0406	Baku Mutu	Spesifikasi Metode
1	Zat Tersuspensi (TSS)	mg/L	1,0	56	50	SNI : 06-6989, 3-2004
2	Posfat (PO ₄ -P)	mg/L	0,02	4,763	0,2	SNI : 06-6989, 31-2005
3	Amoniak	mg/L	0,01	3,40	(-)	SNI : 06-6989, 30-2005
4	Kalium	mg/L	0,002	64,15	(-)	AAS
5	Total Nitrogen	mg/L	0,01	36	(-)	Spektrofotometri
6	KMnO ₄	mg/L	0,1	158,4	(-)	SNI : 06-6989, 22-2004
7	Tembaga (Cu)	mg/L	0,002	<0,002	0,02	SNI : 06-6989, 5-2004
8	Timbal (Pb)	mg/L	0,003	<0,003	0,03	SNI : 06-6789, 8-2004

Berdasarkan Tabel 2 diatas dapat dijelaskan komposisi limbah pabrik karet terdiri dari zat tersuspensi (TSS), Pospat (PO₄), Amoniak (NH₃), Kalium, Nitrogen, Zat Organik KMnO₄, Tembaga (Cu), dan Timbal (Pb). Dari keseluruhan komposisi penyusun limbah pabrik karet umumnya diambang bahan baku mutu. Dengan demikian, telah terjadi pencemaran yang diakibatkan oleh limbah pabrik karet, sehingga menyebabkan keracunan pada biota-biota perairan.

Komposisi yang terkandung didalam limbah pabrik karet yang berada diambang batas mengakibatkan organisme yang terdapat di dalam perairan tersebut terganggu akibatnya telur yang dihasilkan oleh organisme tersebut jellinya akan meluruh, otomatis aktifitasnya akan terganggu. Hal ini disebabkan oleh senyawa nitrat yang berada dalam air tersebut.

Berdasarkan pada hasil penelitian terlihat bahwa pemberian limbah karet

menyebabkan semakin menurunnya persentase fertilitas telur ikan mas, hal ini karena dengan diberikannya limbah karet akan menyebabkan substansi enzim dan unsur kimia lainnya yang dikeluarkan oleh kelenjer endodermal di daerah pharink akan terganggu. Enzim ini dinamakan chorionase yang kerjanya bersifat mereduksi chorion yang terdiri pseudokeratine sehingga chorion menjadi lembek. Pada saat bersamaan embrio rentan terhadap zat toksik yang terdapat pada air. Zat toksik ini dapat menyebabkan kematian embrio yang terdapat di dalam telur sehingga telur tidak mampu menetas menjadi nener (Effendi, 1978).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi limbah pabrik karet makin menurunkan daya tetas telur ikan

mas. Konsentrasi limbah parik karet sampai 5% tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan bibit ikan mas.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Afrianto E. 1993. *Pengendalian Hama dan Penyakit Ikan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Effendi Ml. 1978. *Biologi Perikanan*. Fakultas Perikanan IPB Bogor.
- Hansen B. 2010. Physiological Effect of the Detergent Linear Alkinbenzene Sulphonat on Blue Mussel Larvae (*Mytilus edulis*) in Laboratory and Mesocosms Experiments. *Environmental Toxicology And Chemistry*, Vol 17. No. 10. Roskilde University: Denmark
- Murni AD. 2002. Pengaruh Deterjen LAS terhadap daya Tetas Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*). *Skripsi*. FMIPA. UNP Padang.
- Mantau ZS. 2011. *Pembenihan Ikan Mas yang Efektif dan Efisien*. Jakarta: Pustaka Mina.
- Putranto A. 1996. *Budidaya Ikan Produktif Ikan Mas*. Surabaya: Karya Anda.
- Rizano D. 1989. Pengaruh Limbah Industri Tekstil "X" Di Sumatera Barat Jakarta terhadap Gerakan Operkulum dan Nilai Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*). *Laporan Penelitian*. Padang: Universitas Andalas
- Ryadi S. 1984. *Pencemaran Air*. Surabaya: Karya Anda.
- Susanto H dan Rochdianto A. 1999. *Kiat Budidaya Ikan Mas di Lahan Kritis*. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Sutan AA. 2003. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair dengan Sistem Lumpur aktif*. Jakarta: Jetro. Taufik (2000). Pengaruh Deterjen LAS terhadap Gerakan Operkulum dan Frekwensi Batuk Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*). *Skripsi*. FMIPA. UNP.
- Tim Penulis PS. 2011. *Panduan Lengkap Karet, Cetakan Tiga*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Wardhana. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Andi Offset.