DAYA TAHAN BEBERAPA ORGANISME AIR PADA PENCEMAR LIMBAH DETERJEN

Oleh : Yudhi Soetrisno Garno, PhD.[*)]

Abstrak

Saat ini deterjen telah digunakan secara luas oleh masyarakat, sehingga limbahnyapun tersebar di setiap badan air. Limbah yang kadangkala nampak sebagai buih-buih putih tersebut dipastikan mempunyai dampak negatif terhadap organisme air. Untuk mengetahui daya tahan organisme air terhadap limbah deterjen tersebut maka dilakukan penelitian ini. Penelitian ini mengungkapkan bahwa setiap organisme air mempunyai daya tahan yang berbeda terhadap limbah deterjen "rinso". Pada penelitian ini terungkap bahwa terhadap limbah deterjen rinso larva Culex sp memiliki daya tahan yang lebih baik daripada Daphnia carinata dan Chironomus sp. Hal ini tercermin dari kenyataan bahwa dalam waktu 38 jam; 50% larva Culex sp masih bertahan dalam media dengan rinso terlarut 4 x 10^2 ppm; Daphnia carinata dalam media dengan rinso terlarut 10^2 ppm dan Chironomus sp hanya dalam media dengan rinso terlarut 10^{-1} ppm.

Kata kunci : Daya tahan, organisme air, limbah, rinso

1. PENDAHULUAN

1.1. Tinjauan pustaka

1.1.1 Dampak negatif deterjen

Saat ini deterjen telah menjadi bahan pembersih yang tidak asing bagi seluruh lapisan masyarakat, baik yang tinggal di kampung, desa maupun kota. Hal ini disebabkan karena deterjen dengan "surfaktan" nya mampu menghasilkan buih diberbagai jenis air dengan jumlah yang lebih banyak dan mempunyai daya pembersih yang jauh lebih baik daripada sabun[1)]. Sangat disayangkan bahwa pengetahuan masyarakat tentang deterjen dengan surfaktan ini hanya terbatas pada sisi kelebihannya saja, tanpa mengetahui sisi kekurangannya.

Tanpa bermaksud menyalahkan pihak manapun, yang jelas saat ini buih-buih putih dengan mudahnya dapat kita lihat diberbagai perairan umum disekitar kita seperti sungai, bendungan dan waduk. Buih-buih yang menutupi permukaan air tersebut, baik dari jenis linier alkylsulfonate (LAS) yang "biodegradable maupun jenis alkyl benzene sulfonate (ABS) yang non-biodegradable tersebut dipastikan dapat mengganggu kehidupan organisme yang ada dibawahnya baik yang hidup didasar air seperti *Chironomous sp;* bergerak dibadan air seperti *Daphnia carinata* dan dipermukaan air seperti *Culex sp.*

Dampak negatif limbah deterjen terhadap ketiga organisme tersebut belum banyak dipublikasikan, namun terhadap anak ikan telah cukup banyak dan sebagai ilustrasi adalah sebagai berikut ini. Beberapa publikasi mengungkapkan bahwa keberadaan deterjen dalam suatu badan air dapat merusak insang dan organ pernafasan ikan [(1,2,3,4)]. Kerusakan insang dan organ pernafasan ikan ini menyebabkan toleransi ikan terhadap badan air yang kandungan oksigen terlarutnya rendah menjadi menurun[(5)]. Padahal keberadaan busa-busa dipermukaan air diduga menyebabkan menurunnya oksigen terlarut dalam air tidak bisa bertambah karena hubungan dengan udara bebas tertutup. Dengan demikian organisme dalam badan air akan mati bukan karena keracunan, namun karena kombinasi kerusakan organ pernafasan dan kekurangan oksigen.

Selain merusak insang dan organ pernafasan ikan yang pada gilirannya dapat menyebabkan kematian ikan tersebut diatas, telah dipublikasikan pula bahwa keberadaan pencemar deterjen mengganggu kebiasaan

[*)] *Peneliti pada Direktorat Teknologi Lingkungan, Deputi TIEML-BPPT*

makanan ikan yang pada gilirannya mengganggu pertumbuhan dan perkembang biakannya tersebut [5,6].

Edgens dkk[7] mengemukakan bahwa meskipun dengan aklimitasi yang bertahap; ada ikan-ikan yang mampu hidup dalam badan air yang mengandung deterjen berkonsentrasi tinggi, namun pada umumnya ikan yang hidup dalam badan air yang tercemar deterjen dengan konsentrasi 5 ppm akan mati dalam waktu 5 sampai 100 jam.

Kepustakaan tersebut diatas mengungkapkan dampak negatif deterjen pada ikan yang sebenarnya mempunyai habitat hidup dari dasar sampai permukaan air. Guna melengkapi kepustakaan tersebut maka diperlukan informasi mengenai dampak negatif deterjen pada organisme yang habitatnya lebih spesifik pada satu bagian perairan seperti didasar, dibadan air dan dipermukaan air saja. Untuk itulah maka *Chironomous sp* yang hidup didasar air*; Daphnia carinata* yang bergerak dibadan air dan larva *Culex sp* yang dipermukaan air dijadikan organisme yang diuji daya tahannya terhadap limbah deterjen.

1.1.2 Larva Chironomous sp

Chironomous sp adalah sejenis serangga yang yang memiliki sekitar 3000 species yang tersebar disegala jenis perairan[8]. Seperti serangga lainnya *Chironomous sp*. menjalani 4 tingkatan hidup yakni telur, larva, pupa dan imago. Sebagai telur, larva, dan pupa *Chironomous sp.* dijalani diair, sedangkan sebagai imago dijalani di udara, terbang dengan sayapnya [9].

Telur *Chironomous sp.* terdiri dari kelompok yang berlendir dan transparan, berisi tersusun melingkar seperti spiral di permukaan air atau menempel pada substrat atau tumbuhan air. Sekelompok telur yang biasanya berisi 350-500 butir telur [8,10]. Telur *Chironomous sp.* yang sangat dipengaruhi oleh temperatur dan oksigen terlarut ini biasanya menetas pada umur antara 3-6 hari [11]. Setelah menetas larva akan berenang kedalam air dan membuat berumbung untuk tempat tinggalnya [10]. Larva *Chironomous sp.* mempunyai bentuk tubuh yang memanjang, silindris, dan terdiri dari kepala serta 12 segmen yang meliputi 3 segmen sebagai thorax dan 9 segmen abdomen [8, 11]. Didalam berumbung larva *Chironomous sp.* melakukan gerak yang undulated sehingga air selalu mengalir kedalam berumbung dan keluar melalui ujung lainnya yang terbuka. Dengan cara ini larva tidak akan kekurangan oksigen dan karenanya larva *Chironomous sp.* dapat tingal dan banyak ditemukan dalam perairan yang mengandung oksigen terlarut sedikit [8]. Larva *Chironomous sp.* memakan alga dan tumbuh-tumbuhan yang membusuk [12], serta detritus yang ada [13]. Didalam berumbung, setelah 24 hari larva berubah menjadi pupa dengan panjang 10-12 cm yang nampak akan mempunyai sayap dan kaki [11], dan sehari berikutnya menjadi imago [10].

Larva *Chironomous sp.* banyak ditemukan pada badan air tawar dan beberapa air laut serta payau yang tidak banyak bergerak seperti kolam, sawah paya dan genangan air [12], dan hidup didasar perairan yang berlumpur, berpasir atau berlendir [9]. Larva *Chironomous sp.* tahan terhadap kadar oksigen rendah, variasi pH yang besar [13], dan tahan hidup pada perairan tercemar bahan organik [14].

1.1.3 *Daphnia carinata*

Daphnia carinata (D*. carinata*) adalah salah satu jenis zooplankton kladosera dari genus Daphnia yang banyak ditemukan di perairan tawar. Daphnia hidup dengan memakan fitoplankton, bakteria dan detritus yang ada disekitarnya melalui proses penyaringan yang biasa disebut *"filtering rate"* Pada umumnya *Daphnia* bersifat partenogenetik dan mulai beranak pada umur 4-7 hari dengan jumlah anak dan frekwensi pengeluaran anak tergantung dari kualitas dan kuantitas makanan yang tersedia [15].

Dalam kondisi kualitas makanan yang baik *Daphnia* mampu hidup selama 40-50 hari dan memproduksi anak sekitar 400-450 ekor. *Daphnia* sangat mudah dipelihara dan dikembangbiakan di laboratirium. Sifat-sifat *Daphnia* yang tersebar luas di berbagai perairan tawar, mudah ditangkap, mempunyai species yang banyak, berukuran sedang, gampang dipelihara dan dikembang biakan [16] membuat *Daphnia* menjadi salah satu hewan uji terbaik untuk mengetahui pengaruh suatu bahan pencemar dalam perairan tawar, termasuk pengujian pengaruh limbah rinso pada penelitian ini.

1.1.4 Larva *Culex sp*.

Culex sp. adalah sejenis nyamuk dengan 2 buah sayap yang banyak ditemukan didaerah tropis. Larva *Culex sp*. dapat ditemukan dibadan-badan air menggenang; dimana mereka dapat tinggal dengan tengan

dibawah permukaan air dan berenang jika mendapat gangguan [17]. Phase larva *Culex sp*. di tempuh dalam waktu yang berbeda-beda tergantung species dan kualitas air dimana mereka berada. Sudarmi [18] mengemukakan bahwa phase larva *Culex sp*. adalah 7 hari, sedangkan Eryati [19] hanya 15 hari. Pada umumnya larva *Culex sp*. bergeliat-geliut dan berkepala besar . Bagian torax *Culex sp*. besar, abdomennya ramping dan pada abdomen ke-8 terdapat tabung pernafasan. Untuk bernafas larva *Culex sp*. mendorong tabung keluar dari permukaan air hingga udara mengalir masuk kedalam tubuh [20]. Selain alat ini udara juga masuk lewat insang yang terdapat pada segemen tubuh yang terakhir. Larva *Culex sp*. umumnya memakan fitoplankton yang ada dalam badan air. Waktu istirahat dan makan, larva *Culex sp*. meletakan tabung pernafasan pada permukaan air dan kepalannya bergelantung condong kebawah membuat sudut dengan lapisan permukaan.

1.2. Tujuan penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui daya tahan beberapa organisme air yang mempunyai habitat berbeda terhadap *badan air* yang tercemar oleh deterjen.

2. METODOLOGI

2.1 Bahan dan perlakuan

Penelitian ini menggunakan rinso sebagai limbah deterjen, dan menggunakan 3 jenis organisme, yakni larva *Chironomous sp; Daphnia carinata* dan *Culex sp* sebagai organisme yang diuji daya tahannya.

Untuk menguji ketahanan ke-3 organisme tersebut digunakan 54 wadah-wadah gelas dengan volume 250 ml. Wadah-wadah tersebut disusun menjadi 3 kelompok masing-masing 18 wadah. Setiap kelompok wadah digunakan untuk menguji 1 jenis organisme dengan 6 pelakuan dan 3 ulangan. Setiap wadah digunakan untuk menguji 10 ekor organisme

Chironomous sp dan D. carinata diuji ketahanannya pada media yang mengandung rinso dengan konsentrasi 10^{-2}, 10^{-1}, 0, 10^{0}, 10^{1} dan 10^{2} ppm; sedangkan *Culex sp*. diuji pada media yang mengandung rinso 0; $2{,}5 \times 10^{2}$; $2{,}5 \times 10^{2}$; 4×10^{2}; $6{,}3 \times 10^{2}$; $1{,}0 \times 10^{3}$; dan $1{,}6 \times 10^{3}$. Perlakuan terhadap *Culex sp* diberikan berbeda karena pada test awal, keberadaan rinso dengan konsentrasi 10^{2} ppm tidak memberikan dampak kematian dalam waktu 24 jam.

2.2. Pengamatan

Pengamatan ketahanan organisme dilakukan dengan mengamati wadah penelitian sebanyak 11 kali dengan selang waktu yang ditentukan secara logaritma, yakni 1:30, 2:15, 3:40, 5:10, 8:00, 11,40, 17:10, 20:00, 38:40, 72:00 jam setelah pemasukan organisme yang diuji. Pada setiap pengamatan, organisme uji yang terkena dampak (mati) diambil untuk dihitung dan tidak diganti.

Untuk melengkapi data kematian organisme uji maka dengan metode yang ada pada buku Standart Methods for Water Analysis (APHA,1976) diukur pula beberapa parameter kimia air, seperti tenperatur air, oksigen terlarut, pH dan NH_4^+ -N.

2.2 Penyajian dan analisis data

Data hasil pengamatan pada setiap ulangan yang berupa jumlah kematian organisme disajikankan dalam bentuk Tabel. Data-data tersebut bukan data rata-rata namun data jumlah kematian di 3 ulangan. Dengan cara ini tidak ditemukan angka pecahan ataupun pembulatan.

Analisis data didasarkan pada kenyataan yang disajikan pada Tabel, dengan penekanan untuk menjawab pertanyaan "pada konsentrasi berapa organisme dapat bertahan hidup 50% dalam waktu paling pendek".

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian daya tahan *Chironomous sp; Daphnia carinata* dan *Culex sp*. terhadap larutan rinso dari berbagai konsentrasi selama 72 jam disampaikan berturut-turut pada Tabel-2, -3 dan –4.

3.1 *Chironomus sp.*

Hasil pengamatan daya tahan *Chironomus sp*. dalam media yang mengandung rinso dari berbagai konsentrasi dapat disimak pada Tabel-2. Tabel-2 menunjukkan bahwa pada pengamatan pertama, yakni 1 jam 30 menit setelah diinkubasi *Chironomus sp* sudah mulai tidak tahan dan ada yang mati. Pada pengamatan berikutnya yakni ke-2 sampai ke-

7 tidak nampak adanya perbedaan yang menyolok antara berbagai media yang mengandung rinso lebih kecil dari 1 ppm (10^0 ppm). Menyimak di media kontrol juga terjadi kematian yang tidak berbeda jauh dengan di media lain maka dapat dikatakan bahwa keberadaan rinso dengan konsentrasi ≤1 ppm selama 17 jam 10 menit belum berdampak negatif pada *Chironomus sp.* Dampak negatif keberadaan rinso dengan konsentrasi ≤1 ppm melonjak mulai pada pengamatan ke-8 dan seterusnya, dimana pada pengamatan ke-8 kematian melonjak 2 kali lebih besar daripada pengamatan ke-7 (9 jam sebelumnya) dan pengamatan ke-9 melonjak hampir mencapai kematian 50% dari jumlah organisme (LC_{50}).

Berbeda dengan *Chironomus sp* dalam media yang mengandung rinso berkonsentrasi ≤1 ppm, maka pada media yang mengandung rinso berkonsentrasi > 1 ppm *Chironomus sp* sudah mengalami kematian tinggi mulai pada pengamatan ke-2 (utamanya pada media berkonsentrasi rinso 100 ppm) dan mencapai kematian lebih dari 50% pada pengamatan ke-6 (11 jam 40 menit). Bagaimanapun juga meskipun kematian 50% terjadi pada waktu yang sama namun nampak dengan jelas bahwa pada larutan dengan rinso 100 ppm ketahanan hidup *Chironomus sp* lebih lemah daripada dalam media dengan larutan rinso 10 ppm.

Pada akhir penelitian yakni pengamatan ke-11 kematian pada setiap perlakuan mencapai maksimum (100%) pada perlakuan pemberian larutan rinso ≥ 1 ppm dan 60 % pada pemberian larutan rinso ≤ 10 ppm. Sementara itu pada media kontrol juga mengalami kematian yang cukup tinggi yakni hampir 30% (8 ekor). Mengingat selama penelitian *Chironomus sp* tidak diberi makanan maka kematian pada pengamatan ke-11 sulit dipastikan penyebab utamanya, yakni karena keberadaan rinso atau karena kelaparan. Kemungkinan yang bisa terjadi adalah bahwa karena kelaparan maka *Chironomus sp* makin rentan terhadap keberadaan (toksisitas) rinso.

Akhirnya dengan menyimak Tabel-2 dapat diungkapkan pula bahwa makin tinggi konsentrasi rinso dalam media makin tinggi toksisitasnya sehingga *Chironomus sp*. hanya bisa bertahan beberapa saat.

Tabel 2. Mortalitas *Chironomous* dalam media uji pada setiap waktu pengamatan

Konsentrasi rinso (ppm)	Jumlah organisme (ekor)	Jumlah organisme yang mati pada masa inkubasi atau pengamatan ke-										
		1:30	2:15	3:40	5:10	8:00	11:40	17:10	26:00	38:40	58:10	72:00
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10^2	30	1	7	10	10	14	16	18	21	25	28	30
10^1	30	1	2	2	2	3	16	17	24	27	29	30
10^0	30	1	1	1	1	2	3	3	6	14	19	30
10^{-1}	30	1	1	1	1	1	1	3	8	14	15	18
10^{-2}	30	1	1	1	1	1	1	2	5	9	17	19
0	30	0	0	1	1	1	1	1	2	2	7	8

3.2. Daphnia Carinata

Hasil pengamatan terhadap *Daphina Carinata* (*D. Carinata)* di berbaqai konsentrasi larutan rinso pada Tabel-3, menunjukkan bahwa sampai pada pengamatan ke-8 *D. Carinata* belum terpengaruh oleh keberadaan rinso berkonsentrasi < 10 ppm. Pada media-media ini *D. Carinata* baru terpengaruh setelah 72 jam yakni pada pengamatan ke11, dimana sekitar 30% (8-10 ekor) *D. Carinata* telah mati. Meskipun demikian karena pada saat yang sama *D. Carinata* di media kontrol juga mengalami kematian sekitar 10% (3 ekor) maka pembahasan dampak akibat rinso dibatasi sampai pada pengamatan ke-10.

Berbeda dengan di dalam media berkonsentrasi rinso < 10 ppm, *D. Carinata* dalam media berkonsentrasi rinso > 10 ppm mulai mengalami dampak pada pengamatan ke-5 yakni 8 jam, dimana *D. Carinata* telah mati sebanyak 2 ekor. Pada pengamatan selanjutnya menunjuk kan bahwa kematian hampir 50 % terjadi setelah 38 jam 40 menit yakni pada pengamatan ke-9. Dampak rinso pada konsentrasi ini tidak bisa dibantah kebenarannya karena pada konsentrasi lain kematian *D. Carinata* masih < 10 %; dan pada kontrol masih belum ada yang mati.

Selanjutnya, meskipun dalam penelitian ini kematian 50% *D. Carinata* tidak terjadi pada media dengan rinso berkonsentrasi ≤ 10 ppm namun Tabel-3 mengisaratkan bahwa semakin tinggi konsentrasi rinso makin cepat menyebabkan kematian *D. Carinata*.

Tabel 3. Mortalitas larva *Culex sp* dalam media uji yang dicemari deterjen rinso pada setiap waktu pengamatan.

Konsentrasi rinso (ppm)	Jumlah organisme (ekor)	Jumlah organisme yang mati pada masa inkubasi atau pengamatan ke-										
		1:30	2:15	3:40	5:10	8:00	11:40	17:10	26:00	38:40	58:10	72:00
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10^{2}	30	0	0	0	0	2	3	3	4	13	20	21
10^{1}	30	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	8
10^{0}	30	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	10
10^{-1}	30	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	8
10^{-2}	30	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	8
0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

3.2 Larva *Culex*

Hasil pengamatan pada Larva *Culex* yang disajikan pada Tabel-4 menunjukkan bahwa Larva *Culex* di perlakuan kontrol tidak mengalami kematian sampai pada pengamatan ke–8. Untuk itu maka kematian-kematian pada berbagai konsentrasi pada periode ini dapat diduga akibat keberadaan rinso dalam media. Tabel-4 mengungkapkan bahwa 2 jam pertama keberadaan rinso dalam badan air tidak mempengaruhi keberadaan larva *Culex;* tidak satupun larva *Culex* mati pada periode ini. Kematian larva *Culex* mulai teramati setelah penginkubasian 3 jam 40 menit (pengamatan ke-3) dan seterusnya.

Kematian 50% larva *Culex* (LC_{50}) pertama ditemukan di wadah dengan konsentrasi rinso 600 ppm pada pengamatan ke-8 (26:00 jam). Hal ini mengisaratkan bahwa keberadaan rinso terlarut sebanyak 600 ppm dalam waktu 26 jam akan dapat mengakibatkan kematian separuh populasi larva *Culex* yang ada.

Memperbandingkan daya tahan ke-3 organisme yang diuji terhadap rinso tersebut diatas maka perlu disimak kembali Tabel-2, -3 dan –4. Menyimak Tabel-2 dan –3 maka nampak bahwa dalam media dengan penambahan rinso berkonsentrasi 10^{-2} ppm *Chironomous* mati 50 % (14 ekor) pada pengamatan ke 9 (38:40 jam); sedangkan *Daphnia carinata* pada saat yang sama baru mati 2 ekor. Kenyataan ini mengisaratkan bahwa terhadap larutan rinso *Daphnia carinata* lebih tahan dari pada *Chironomous sp.*

Selanjutnya Tabel-3 dan Tabel–4 menunjukkan bahwa dalam media yang mengadung rinso terlarut 10^{2} ppm *Daphnia carinata* mengalami kematian 50% pada pengamatan ke-9, yakni 38 jam 40 menit setelah masa inkubasi. Dilain pihak dengan masa inkubasi yang sama, namun kandungan rinso terlarut 2,5 kali lebih besar *Culex sp*. baru mati 10 ekor atau 33%. Hal ini mengisaratkan bahwa *Culex sp*. lebih tahan terhadap larutan rinso dari pada *Daphnia carinata.*

Telah diduga bahwa kematian organisme dapat disebabkan oleh sifat beracun (dampak-langsung) dan/atau menurunnya kualitas air (dampak tidak langsung) dari bahan pencemar. Dalam penelitian ini, meskipun Tabel 5 menunjukkan bahwa selama penelitian berlangsung kualitas air tidak berubah banyak, namun karena media uji sangat sedikit, maka penelitian ini sulit untuk menyatakan secara tegas penyebab kematian hewan uji.

Tabel 4. Mortalitas larva *Culex sp* dalam media uji yang dicemari deterjen rinso pada setiap waktu pengamatan.

Konsentrasi rinso (ppm)	Jumlah organisme (ekor)	Jumlah Hewan Uji yang mati pada masa inkubasi atau pengamatan ke-										
		1:30	2:15	3:40	5:10	8:00	11:40	17:10	26:00	38:40	58:10	72:00
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,6x103	30	0	0	2	3	9	10	10	16	24	29	30
1,0x103	30	0	0	1	1	4	6	7	11	23	29	30
6,3x102	30	0	0	2	3	4	4	7	16	19	27	29
4,0x102	30	1	1	1	1	5	5	5	9	17	25	29
2,5x102	30	0	0	0	1	2	2	2	3	10	20	29
0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	3	15	15

Tabel 5. Kualitas air dalam media uji untuk *Daphnia sp*., *Chironomus sp*. dan *Culex sp*.

	Kontrol		*D. carinata*		*Chironomus sp*		*Culex sp.*	
	1	2	10^{-1}	10^{2}	10^{-1}	10^{2}	$2{,}5x10^{2}$	$1{,}0x10^{3}$
Temperatur (^{o}C)	26	26	26	26	26	26	26	26
pH	8,8	8,9	8,8	8,8	8,9	8,8	8,8	8,8
DO (ppm)	5,6	5,5	5,6	5,4	5,6	5,2	5,6	5,4
NH4+-N (ppm)	1,40	1,3	1,2	1,4	1,4	1,3	1,63	1,46
kesadahan	144	110	130	140	130	140	114	111

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan hasil penelitian tersebut diatas, maka dapat disimpulkan bahwa setiap organisme air mempunyai daya tahan yang berbeda terhadap limbah deterjen "rinso". Penelitian ini mengungkapkan bahwa terhadap limbah deterjen rinso, larva *Culex sp* memiliki daya tahan yang lebih baik daripada *Daphnia carinata* dan *Chironomus sp*. Hal ini tercermin dari kenyataan bahwa dalam waktu 38 jam; 50% larva *Culex sp* masih bertahan dalam media dengan rinso terlarut 4 x 10^{2} ppm; *Daphnia carinata* dalam media dengan rinso terlarut 10^{2} ppm dan *Chironomus sp* hanya dalam media dengan rinso terlarut 10^{-1} ppm.

DAFTAR PUSTAKA

1. Connel. D.W. (1974): *Water Pollution: Causes and Effects in Australia*. University of Queensland Press, Queensland. 33-34.
2. Jones, E.J.R. (1964): *Fish and River Pollution*, Butterworth, London, 203 hal.
3. Miltyovic, V.V. (1972*):* Subletal effects of Pollutans on Fish, In M. Ruvio: *Marine Pollution and sea life.* Fishing News (Bokks) Ltd. London. 252-257.
4. Abel, P.D. (1974): Toxicity of Synthethic Detergents to Fish and Aquatic Invertebrates. J. Fish. Biol. 6: 179-298.
5. Wilber, C.G. (1971): *The Biological Aspects of Water Pollution*: Sanitary Sewage Charles C. Thomas Publisher. Springfield-Illionis-USA. 140-156.
6. Lockwood, A.P.M (1976): *Effects of Pollutans on Aquatics Organisms*. Cambridge University Press. Cambridge, London, Melbourne, 193 hal.
7. Degens, P.N., Van Der Zee, J. Kommer and A.H. Kampjuis (1950): Synthethic Detergents and Sewage Prosessing Effects of Synthethics Detergents on Certain Water Fauna, J. Int. Sew. Purif., 1: 63-68.
8. Alfred, J.R.B. (1973*): Diptera Tentipe-didae (Chironomidae).* A guide to the study of fresh-water organisms. J. of Madurai Univ. 163-185.
9. Needham, J.G., P.S. Welch and F.E. Lutz (1959): Culture methods of invertebrate animals. Dover Publ. Inc. New York. 590 p.
10. Suseno R.S. (1956): Cara hidup *Chironomus plumosus L*. Balai Penyelidikan Perikanan Darat. Lap. 6 Bogor, 15 p.
11. Miall, F.R.S.L.C. (1912): *The Natural Hystory of Aquatic Insect.* Macmillam Co. Ltd. London. 389 p.
12. Kamaluddin, A. (1964): *Freshwater Biology.* Fakultas Perikanan IPB., Bogor. 18 p.
13. Huet, M. (1971): *Texbook of Fish culture*. Breeding and Cultivation of Fish. Fishing News Ltd. London. 436 hal.
14. Hynes, H.B.N. (1964): The Biology of Polluted Waters. Liverpool University Press. Liverpool. 202 hal.
15. Manca, M. and R. De Benardi (1985): Energy Budget and Evolutive Strategies in Two Cladocerans: Daphnia pbtusa and Simocephalus vetulus (OF Muller). Mea. Ist. Ital. Idrobiol., 119-145.
16. De Benardi R., and R.H. Peters (1987): *Why Daphnia* In R.H. Peters and R.De Benardi (Eds.), Daphnia. Mem. Ins. Ital. Idrobiol., 45: 1-9.
17. Pennak, R.W. (1953): *Freshwater Invertebrates of the United States*. The Ronald Press Company. New York. 481 hal.
18. Sudarmi, S.R. (1965): Report on the study of Aquatic Insects at Singaparna East Priangan, West Ajava, Indonesia. Fakultas Perikanan IPB, Bogor. 23 hal.
19. Eryati (1982): Kemampuan Pemangsaan

Ikan Mujaer (*Saretherodon mosambicus*) dari berbagai ukuran terhadap jentik nyamuk. Fakultas Perikanan IPB. 46 hal.
20. Storer, T. I. And R.L. Usinger (1957) *General Zoology.* McGraw, Hill book Company Inc. New York. 664 hal.

RIWAYAT PENULIS

Yudhi Soetrisno GARNO, lahir di Tegal, 4 Oktober 1954, menyelesaikan studi S-1 bidang akuakultur, Fakultas Perikanan IPB, Bogor. Tahun 1998 menyelesaikan penelitian untuk Master of Science bidang ilmu perairan umum di Nagoya Uninersity, dan 1993 memperoleh gelar PhD dibidang ekologi perairan pada universitas yang sama. Sejak tamat dari IPB penulis bekerja di BPP Teknologi, dan saat ini terdaftar sebagai salah satu peneliti di Direktorat Teknologi Lingkungan BPP Teknologi dengan perhatian khusus pada managemen kualitas perairan.