

BIOTA PERAIRAN DI AREA PERTAMBANGAN EMAS PT. NATARANG MINING, LAMPUNG SELATAN

(Aquatic Biota in Gold Mines Area of PT. Natarang Mining, South Lampung)

AGUS PRIYONO

Laboratorium Analisis Lingkungan dan Permodelan Spasial, Bagian Hutan Kota dan Jasa Lingkungan Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata Fakultas Kehutanan IPB, PO Box 168, Bogor 1600, Indonesia

Diterima 6 September 2011/Disetujui 17 November 2011

ABSTRACT

Dependence of the diversity of aquatic biota with water quality is typical of interaction and mutual influence. Various development activities in a watershed is now being polluted waters. Gold mining activities as open-pit mining activities have a high potential for pollution, especially water turbidity due to sediment erosion at the site of drilling / excavation of land and other open land. Problem of pollution control efforts, particularly in the area of Natarang Mining L.td should do well because in these areas flows Samuong River and its tributaries, which still has a high diversity of aquatic biota. The trend increase in water turbidity, especially seen in the rainy season in Semuong River and its tributaries which in the long term could reduce the density and diversity of aquatic biota, whether plankton, benthos and fish.

Keyword: Natarang Mining L.td, aquatic biota, pollution, Semuong river

PENDAHULUAN

Sungai pada umumnya memiliki peran ganda, yaitu sebagai habitat biota air serta menjadi sumber air bagi manusia. Sebagai ekosistem, ketergantungan keanekaragaman biota air dengan kualitas air merupakan interaksi yang khas dan saling mempengaruhi. Berbagai jenis plankton, benthos hingga ikan di sungai akan tetap hidup dan berkembang pada perairan sungai yang kualitas airnya mendukung kehidupan mereka. Sebaliknya, sungai yang tercemar airnya akan meracuni kehidupan biota perairan, sehingga menyebabkan menurunnya tingkat keanekaragaman maupun produktivitas biota perairan. Dengan kata lain, perairan sungai dengan kualitas air yang baik akan memberikan ruang hidup atau habitat yang baik bagi berkembangnya berbagai jenis biota air. Sebaliknya pada perairan yang tercemar, hanya sedikit biota air yang dijumpai mampu bertahan hidup.

Berbagai kegiatan pembangunan di suatu daerah aliran sungai kini banyak mencemari perairan. Banyak industri yang membuang limbah cairnya langsung ke sungai dengan kadar bahan pencemar yang meracuni biota perairan diantaranya mengandung logam berat. Demikian pula kegiatan pertambangan terbuka serta pertanian dan perkebunan yang menghasilkan erosi dan sedimentasi di badan-badan air. Pesatnya pertumbuhan industri dan pertanian sebagaimana terjadi di Pulau Jawa telah menyebabkan keruhnya air sungai dengan kadar bahan berbahaya dan beracun yang tinggi, sehingga menyebabkan hilangnya berbagai spesies ikan. Di berbagai pusat pertumbuhan industri, perkebunan, kehutanan dan pertambangan di Sumatera, Kalimantan hingga Sulawesi mulai menimbulkan pencemaran sungai dan mengancam keanekaragaman hayati biota perairan.

Kegiatan pertambangan emas sebagai kegiatan pertambangan terbuka memiliki potensi pencemaran yang tinggi, terutama kekeruhan air akibat sedimen hasil erosi pada lokasi pengeboran/penggalian tanah serta lahan terbuka lainnya. Kemungkinan pencemaran air sungai lainnya adalah pencemaran logam berat terutama merkuri serta drainase asam akibat penggalian tanah. Upaya pengendalian masalah pencemaran tersebut, khususnya di areal PT. Natarang Mining harus dilakukan dengan baik karena di areal tersebut mengalir Sungai Samuong dan anak-anak sungainya yang masih memiliki keanekaragaman biota air yang tinggi. Tanpa pengendalian serius sejak awal, maka ancaman kelestarian keanekaragaman hayati akan terjadi di kawasan daerah aliran Sungai Semuong.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui potensi kepadatan dan keanekaragaman biota air, khususnya plankton, benthos dan ikan di Sungai Semuong dan anak-anak sungainya.

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di areal konsesi pertambangan emas PT. Natarang Mining pada bulan Maret sampai April 2011. Lokasi pengamatan dilakukan di Sungai Semuong dan anak-anak sungainya sebagai satu kesatuan DAS Semuong. Lokasi-lokasi pengambilan contoh (sampling) dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi keragaman potensi biota air dan habitatnya, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Jenis biota perairan yang diidentifikasi dalam penelitian ini adalah keanekaragaman hayati di dalam ekosistem perairan secara global yang dikelompokkan berdasarkan modus hidupnya, mencakup plankton,

benthos dan ikan. Adapun batasan dari ketiga kelompok biota perairan tersebut sebagai berikut:

Plankton adalah jenis-jenis organisme perairan, baik nabati (fitoplankton) maupun hewani (zooplankton), yang hidup melayang-layang di perairan. **Benthos** adalah jenis-jenis organisme yang hidup di dasar perairan, termasuk jenis tumbuhan maupun jenis hewan

(zoobenthos). Studi ini difokuskan pada jenis makrozoobenthos, yang memiliki peran sebagai biota indikator kualitas air. Sedangkan **Nekton** adalah jenis organisme hewani yang memiliki kemampuan bergerak/berenang secara aktif di perairan, khususnya jenis-jenis ikan.

Tabel 1. Lokasi sampling biota perairan di Area Pertambangan PT. Natarang Mining

No	Lokasi sampling	Posisi GPS
1	S. Semuong, hulu areal konsesi PT. Natarang Mining	S: 05° 16' 57,9" E: 104° 24' 53,8"
2	S. Linggo	S: 05° 17' 28,7" E: 104° 24' 59,4"
3	S. Semuong, sebelah terowongan	S: 05° 17' 28,7" E: 104° 25' 00,7"
4	S. Semuong, hilir terowongan	S: 05° 17' 25,5" E: 104° 25' 00,3"
5	S. Semuong, hilir areal konsesi PT. Natarang Mining	S: 05° 18' 12,1" E: 104° 25' 01,3"

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini, masing-masing untuk ketiga kelompok biota perairan tersebut di atas, sebagai berikut:

Plankton. Data ini dikumpulkan dengan menggunakan jaring plankton (*plankton net*) no.25 (ukuran mata jaring 0,0535 mm), dengan cara menyaring air contoh dari setiap stasiun sampling sebanyak 50 liter, lalu dituangkan ke jaring plankton. Plankton yang terkumpul disimpan dalam botol contoh bervolume 30-50 ml dan diberi pengawet larutan lugol 4% untuk selanjutnya diidentifikasi di laboratorium Fakultas Perikanan dan Kelautan IPB, Bogor.

Benthos. Data benthos, khususnya zoobenthos dikumpulkan dengan menggunakan *ekman dredge* untuk perairan berdasar lumpur dan menggunakan jaring surber untuk perairan mengalir/sungai berdasar batuan. Zoobenthos yang terkumpul dan bercampur dalam lumpur disaring menggunakan saringan tanah

berdiameter 1 mm. Sedangkan hasil tangkapan dengan surber, zoobenthos diambil dengan pinset. Spesimen hasil penyaringan disimpan dalam botol sampel dan diberi pengawet larutan formalin 4% untuk selanjutnya diidentifikasi di laboratorium Fakultas Perikanan dan Kelautan IPB, Bogor.

Nekton. Biota nekton yang dikumpulkan adalah jenis-jenis ikan, dilakukan dengan menggunakan kombinasi alat tangkap, berupa jala serok berukuran mata jaring 1,5 cm; pancing dan jaring hanyut sepanjang 25 m, dengan mata jala 1 inchi (Gambar 1.a). Sampel-sampel ikan diawetkan dengan larutan formalin 10% untuk selanjutnya diidentifikasi di Laboratorium Ikhtiologi Fakultas Perikanan dan Kelautan IPB, Bogor. Pengambilan contoh plankton, benthos dan ikan dilakukan bersamaan pada setiap lokasi sampling (Gambar 1.b).



Gambar 1. Sampling benthos (a) and sampling ikan (b)

Data biota perairan yang terkumpul dianalisis untuk menentukan kepadatan, keanekaragaman dan kemerataannya, dengan metode sebagai berikut:

a. Kepadatan

$$\text{Kepadatan jenis} = \frac{ni}{L} \quad \text{Kepadatan total} = \frac{\sum ni}{L}$$

Dimana:

n = Jumlah jenis populasi ke-1

L = Luas area sampling.

b. Keanekaragaman biota dihitung dengan rumus Shanon-Wiener

(Brewer and Margaret, 1982 and Hanson, 1973)

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

H' : Keanekaragaman jenis biota

$$p_i = \frac{\text{Populasi jenis ke-}i (n_i)}{\text{Total populasi (N)}}$$

Dari nilai tersebut kualitas air sungai dapat dikategorikan :

H' < 1 : tercemar berat

1 < H' < 3 : tercemar sedang

H' > 3 : tercemar ringan.

c. Tingkat kemerataan (*evenness*) kepadatan spesies dihitung sbb:

$$E = H / H_{\max}$$

Dimana:

E = *equitability / evenness* (nilai 0 - 1,0)

H = keanekaragaman jenis

H_{max} = log S (S = jumlah jenis).

(zooplankton). Populasi biota yang hidup melayang di perairan ini tentu saja lebih berkembang di perairan menggenang dari pada di perairan mengalir. Di sungai keanekaragaman plankton biasanya tinggi, tetapi kepadatan jenis-jenisnya sangat rendah. Rendahnya kepadatan jenis disebabkan rendahnya kadar hara (nutrien), terutama nitrat dan fosfat yang merupakan faktor pembatas (*limiting factor*) di perairan hulu sungai (Koesoebiono 1979). Oleh karena itu, secara alami, biota plankton mengalami produktivitas yang tinggi di ekosistem danau dan rawa.

Jumlah jenis fitoplankton di perairan Sungai Semuong tergolong tinggi (Tabel 3.1) tetapi dengan kepadatan yang sangat rendah. Pada perairan yang tercemar. Kepadatan fitoplankton mencapai lebih dari 500.000 individu/liter. Secara alami kepadatan fitoplankton sungai selalu rendah khususnya di bagian hulu yang berarus deras, sehingga tidak mendukung perkembangan kepadatan zooplankton (Koesoebiono 1979).

Kehidupan plankton, khususnya fitoplankton juga tergantung tingkat kecerahan (*tranparansi*) air. Kondisi perairan Sungai Semuong di wilayah PT. Natarang Mining memiliki tingkat kecerahan air yang relatif tinggi, kecuali pada musim hujan airnya keruh dan kecerahan air turun drastis. Tingkat keanekaragaman jenis-jenis plankton di perairan S.Semuong maupun S. Linggo tergolong keanekaragaman *sedang* (antara H: 1,0 – 3,0). Kondisi perairan hulu ini nampaknya cenderung menurun sehingga jika tidak dikendalikan, maka pada masa mendatang perairan ini tidak lagi ideal sebagai habitat plankton karena tingkat kekeruhannya terus meningkat. Hasil erosi lahan hulu akibat perubahan tutupan lahan hutan menjadi lahan-lahan kebun dan pertambangan nampak membuat air sungai keruh terutama pada saat musim hujan (Gambar 2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Plankton

Biota plankton di dalam ekosistem perairan terdiri dari plankton nabati (fitoplankton) dan plankton hewani



Gambar 2. Kondisi hulu S. Semuong

Indek pemerataan (*equitability*) populasi jenis-jenis fitoplankton antara 0,57 – 0,82 (Tabel 2) menunjukkan kondisi populasi jenis-jenis fitoplankton yang relatif

merata, belum ada dominasi jenis yang signifikan. Hal ini mengindikasikan kondisi kualitas habitat perairan yang masih cukup baik.

Tabel 2. Keanekaragaman Jenis dan Kepadatan Fitoplankton di S. Semuong dan S. Linggo

No	Nama Biota	Lokasi Sampling				
		1	2	3	4	5
	Cyanophyceae					
1	<i>Oscillatoria</i>	7218	56541	48120	2406	
2	<i>Lyngbya</i>	2406	7218		602	602
3	<i>Phormidium</i>	602	4812	1203		
4	<i>Scytonema</i>					1805
5	<i>Stigonema</i>					602
6	<i>Anabaena</i>		1203			
	Chlorophyceae					
7	<i>Scenedesmus</i>		4812			
8	<i>Ankistrodesmus</i>	4812	1203			
9	<i>Closterium</i>	2406	1203	1203	602	
10	<i>Mougeotia</i>	12030	8421			
11	<i>Cosmarium</i>	602	1203		602	
12	<i>Spirogyra</i>	3609			6617	1805
13	<i>Euastrum</i>				602	
14	<i>Ulothrix</i>	10827	24060			
15	<i>Cladophora</i>		1203			
16	<i>Pachycladon</i>	602	1203		602	
17	<i>Stigeoclonium</i>	3008	24060	2406	3008	1805
18	<i>Rhizoclonium</i>					2706
	Bacillariophyceae					
19	<i>Navicula</i>	42707	188872	72180	14436	6015
20	<i>Nitzschia</i>	16241	27664	7218	5414	1203
21	<i>Hantzchia</i>	1203	1203	1203	1805	602
22	<i>Fragilaria</i>	7218	80602	18045	15038	9624
23	<i>Cymbella</i>	7218	4812	127519	6015	
24	<i>Gomphonema</i>	602	4812		602	
25	<i>Surirella</i>	6015	8421	3609	1805	1805
26	<i>Eunotia</i>		6015	1203	602	
27	<i>Melosira</i>	3008	4812	1203	3008	1203
19	<i>Terpsinoe</i>	1805	8421	1203	4812	12632
20	<i>Cocconeis</i>		1203			
21	<i>Pleurosygma</i>	1203	1203	1203		
22	<i>Achnantes</i>					1805
23	<i>Amphora</i>					602
24	<i>Pinnularia</i>	602				
25	<i>Denticula</i>	602		1203		
26	<i>Rophalodia</i>	602				
27	<i>Frustulia</i>			1203		
	Jumlah taxa	25	26	16	18	15
	Kepadatan total ind/m ³	137750	476385	289924	68578	44816
	Indeks Keragaman	2,48	2,10	1,57	2,36	2,20
	Indek Kemerataan	0,77	0,65	0,57	0,82	0,81
	Indeks dominansi	0,14	0,21	0,29	0,13	0,16

Keterangan: 1. Hulu Semuong; 2. S. Linggo; 3. Lokasi Terowongan; 4. Hilir terowongan; 5. Hilir Semuong

Kondisi zooplankton menunjukkan jumlah jenis dan kepadatan yang rendah (Tabel 3), akibat arus air sungai yang deras sehingga tidak menguntungkan bagi

perkembangan populasi zooplankton. Disamping rendahnya populasi fitoplankton sebagai salah satu makanannya.

Tabel 3. Keanekaragaman Jenis dan Kepadatan Zooplankton di S. Semuong dan S. Linggo

No	Nama Biota	Lokasi Sampling				
		1	2	3	4	5
	Protozoa					
1	<i>Centropyxis</i>	943	472	945		943
	<i>Rotifera</i>					
2	<i>Notholca</i>		472	1886	945	943
3	<i>Rotatoria</i>		1415		472	
4	<i>Trichotria</i>				472	
5	<i>Monostylla</i>				472	
	Jumlah taxa	1	3	2	4	2
	Kepadatan total ind/m ³	943	2359	2831	2361	1886
	Indeks Keragaman	0,00	0,95	0,64	1,33	0,69
	Indek Kemerataan	-	0,87	0,92	0,96	1,00
	Indeks dominansi	1,00	0,44	0,56	0,26	0,50

Keterangan: 1. Hulu Semuong; 2. S. Linggo; 3. Lokasi Terowongan; 4. Hilir Terowongan; 5. Hilir Semuong.

Benthos

Jumlah jenis zoobenthos di perairan Sungai Semong dan anak-anaknya maksimal mencapai 10 spesies, tetapi kepadatannya tergolong rendah, maksimal 19 individu/m². Rendahnya kepadatan zoobenthos bisa disebabkan oleh kondisi arus air perairan hulu yang sangat deras.

Sebaliknya, hasil perhitungan indek keanekaragaman jenis zoobenthos di perairan hulu sungai pada umumnya tinggi, karena habitat dasar perairan yang berbatu hingga kerikil memberikan relung ekologi yang beragam bagi berbagai jenis zoobenthos, khususnya larva-larva serangga dan crustacea (udang-udangan) (Koesoebiono 1979).

Kondisi tersebut juga terjadi di sistem perairan DAS Semuong secara umum masih memiliki tingkat keanekaragaman zoobenthos yang tergolong tinggi ($H' = 3,11$). Data zoobenthos pada Tabel 4 dibawah ini yang diwakili hasil sampling di Sungai Semuong bagian hulu dengan kondisi dasar sungai relatif seragam, yaitu berbatu-batu dengan arus air yang deras. Pada anak-anak sungai lainnya, kondisi dasar sungai yang sama dengan batu-batu besar yang ada tidak memungkinkan dilakukan sampling kuantitatif dengan kuadrat jaring surber. Untuk pemantauan selanjutnya dapat dibuatkan media buatan untuk zoobenthos yang dapat ditempatkan pada titik-titik sampling yang diinginkan.

Tabel 4. Keanekaragaman Jenis dan Kepadatan Zoobenthos di S. Semuong dan S. Linggo

No	Nama Biota	Lokasi Sampling				
		1	2	3	4	5
	Hemiptera					
1	<i>Pelocoris</i>	5		1	5	1
2	<i>Rheumatobates</i>	1				
	Trichoptera					
3	<i>Cheumatopsyche</i>					1
	Odonata					
4	<i>Argia</i>	1				
5	<i>Hetaerina</i>	1				
6	<i>Agrion</i>	2				
7	<i>Neucordulia</i>	2				
	Coleoptera					
8	<i>Narpus</i>			1		
9	<i>Gyretes</i>	2				
10	<i>Pseupenus</i>					1
	Diptera					
11	<i>Polypedium</i>		1			
12	<i>Simulium</i>					1
	Crustacea					
13	<i>Macrobrachium</i>		1			
	Oligochaeta					
14	<i>Paranais</i>	2				
	Gastropoda					
15	<i>Thiara</i>	2		7	2	
16	<i>Melanoides</i>	1		1	2	

No	Nama Biota	Lokasi Sampling				
		1	2	3	4	5
	Jumlah taxa	10	2	4	3	4
	Kepadatan total ind/m ³	19	2	10	9	4
	Indeks Keragaman	3,11	ttd	ttd	ttd	ttd
	Indek Kemerataan	0,94	ttd	ttd	ttd	ttd
	Indeks dominansi	0,14	ttd	ttd	ttd	ttd

Keterangan: 1. Hulu Semuong; 2. S. Linggo; 3. Lokasi Terowongan; 4. Hilir Terowongan; 5. Hilir Semuong.
ttd= tidak cukup data

Pada tabel diatas indeks kemerataan (*equitability*) 0,9 menunjukkan kepadatan individu jenis-jenis zoobenthos yang relatif seragam. Dengan kata lain hampir tidak ada dominasi jenis tertentu dalam komunitas zoobenthos (indeks dominansi 0.14). Hal ini juga mengindikasikan kondisi kualitas air sungai yang relatif masih belum mengalami pencemaran yang berat.

Ikan

Jenis-jenis ikan yang ditemukan di Sungai Semuong dan Sungai Linggo, adalah jenis-jenis *ikan putih* (*white fishes*), yaitu jenis ikan sungai dari famili Cyprinidae yang sudah jarang ditemukan di Pulau Jawa dimana sungai-sungainya telah tercemar berat, terutama kekeruhan air yang tinggi akibat erosi lahan daerah aliran

sungai yang tinggi. Kecenderungan meningkatnya kekeruhan air di S. Semuong dan anak-anak sungainya pada akhirnya akan mengancam keberadaan ikan-ikan tersebut. Jenis-jenis ikan yang dapat ditangkap selama survai dari 5 lokasi sampling, diantaranya ditunjukkan dalam Tabel 5 dan Gambar 3.

Berdasarkan informasi penduduk, sebenarnya pada musim kemarau ketika air tidak terlalu deras, dapat dijumpai lebih banyak jenis ikan di perairan Sungai Semuong. Keberadaan ikan-ikan tertentu menjadi indikator tingkat pencemaran air sungai. Ikan-ikan famili Cyprinidae yang peka terhadap kekeruhan air dan bahan pencemar lainnya, kini sudah sulit dijumpai di sungai-sungai di Jawa maupun Sumatera.

Tabel 5. Keanekaragaman Jenis Ikan di S. Semuong dan S. Linggo

No	Jenis ikan	Lokasi Sampling				
		1	2	3	4	5
1	Semah (<i>Labeobarbus douronensis</i>)	16	1	2	√	4
2	Pelus (<i>Anguilla maritiana</i>)	1	√	√	√	√
3	Tilan (<i>Mastacembelus maculatus</i>)	1	1	√	√	1
4	Leba (<i>Puntius binotatus</i>)	√	√	2	√	1

Keterangan: 1. Hulu Semuong; 2. S. Linggo; 3. Lokasi Terowongan; 4. Hilir Terowongan; Hilir Semuong
√= ada (informasi penduduk).



Gambar 3. Beberapa jenis ikan di perairan Sungai Semuong

Adapun jumlah jenis ikan yang dijumpai pada saat penelitian sangat sedikit karena kondisi musim penghujan dengan arus air yang deras sehingga sedikit ikan yang dapat ditangkap. Selain famili Cyprinidae, keberadaan ikan tersebut beserta ikan tilan dan ikan pelus menunjukkan bahwa perairan S. Semuong dan S. Linggo masih berkualitas baik. Masih banyak jenis-jenis ikan yang belum tertangkap, khususnya spesies-spesies dari famili Cyprinidae dan Siluridae yang khas di habitat sungai.

Ikan sidat adalah jenis ikan yang hidup di air tawar dan air laut. Ikan sidat (*Anguilla* sp.) membutuhkan lokasi laut dalam untuk berpijah, setelah dari telur menjadi larva, ia kemudian terbawa ke pantai menjadi *glass eel* dan menjadi *elver* yang mulai hidup di air payau, ia mulai tumbuh dewasa dan mencari air tawar sungai dan kembali lagi ke laut dalam untuk berpijah sekali sebelum mati.

Dengan demikian, kelestarian ikan pelus di perairan Sungai Semuong tergantung dari terjaganya kualitas air dari laut, muara hingga hulu sungai yang menjadi jalur migrasi. Kegiatan migrasi ikan akan terganggu bahkan terputus jika air sungai mengalami pencemaran. Dengan kata lain, keberadaan ikan pelus menjadi indikator biologi terhadap kondisi tercemarnya air Sungai Semuong, sebagaimana telah terjadi di sungai-sungai di Indonesia, sehingga produksi ikan tersebut mengalami penurunan.

KESIMPULAN

1. Jumlah jenis fitoplankton di perairan Sungai Semuong umumnya tinggi, tetapi dengan kepadatan jenis-jenis yang rendah, akibat kondisi habitat perairan hulu yang berarus deras dan rendah hara. Demikian pula zooplankton, kepadatannya tergolong rendah. Tingkat keanekaragaman biota perairan di Sungai Semuong untuk komunitas fitoplankton tergolong sedang (H: 1,0 – 3,0) menunjukkan kondisi perairan tercemar sedang, terutama akibat kekeruhan air yang cenderung tinggi dari hasil erosi lahan hulu.
2. Komunitas benthos di Sungai Semuong cukup beragam, dengan ditemukannya 10 jenis benthos dan tingkat keanekaragaman mencapai 3,0 menunjukkan kondisi habitat dasar sungai yang masih mendukung

keanekaragaman biota benthos yang tinggi. Habitat berbatu-batu merupakan habitat terbaik bagi komunitas benthos.

3. Komunitas ikan di perairan Sungai Semuong keragamannya tergolong rendah, kemungkinan karena kondisi arus yang deras akibat musim penghujan dan penangkapan ikan dengan menggunakan racun ikan oleh penduduk. Beberapa spesies seperti ikan semah dan ikan pelus dapat dijadikan bioindikator terhadap kondisi pencemaran air sungai.
4. Kecenderungan peningkatan kekeruhan air terutama terlihat pada musim penghujan di Sungai Semuong dan anak-anak sungainya dalam jangka panjang dapat menurunkan tingkat kepadatan serta keanekaragaman biota perairan, baik plankton, benthos maupun ikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Brewer, R and M.T. McCann, 1982. Laboratory and field manual of ecology. Saunders Co;ege Publishing. Philadelphia.
- Hanson, A.J. 1973. Quantitative methods in aquatic ecology. Materi Pelatihan di Fakultas Perikanan IPB. Bogor.
- Hill, KM. 2004. Understanding Environmental Pollution. New York: Cambridge University Press.
- Koesobiono. 1979. Dasar-dasar ekologi umum. Bagian II: Ekologi perairan. Sekolah Pasca Sarjana, Jurusan Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. IPB. Bogor.
- Koesobiono. 1979. Dasar-dasar ekologi umum. Bagian II: Ekologi perairan. Sekolah Pasca Sarjana, Jurusan Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. IPB. Bogor.
- Rasyidin, R. 1995. Pengaruh Perkembangan Penggunaan Lahan Terhadap Kondisi Hidrologi dan Kualitas Air Sungai (Studi Kasus Daerah Aliran Ciliwung). [tesis]. Jakarta : Program Pasca Sarjana. Universitas Indonesia.
- Wardhana, WA. 2001. Dampak Pencemaran Lingkungan. Yogyakarta: Penerbit ANDI.