

5. PENGEMBANGAN BAKU MUTU SIFAT LIMNOENGINEERING PUSAT DISTRIBUSI BIODIVERSITAS PERIKANAN PERAIRAN UMUM TROPIKA STUDI KASUS DI PROPINSI JAMBI

Oleh:
Dede Irving Hartoto¹⁾
Djadja Subardja Syafei²⁾
Komar Sumantadinata²⁾

PENDAHULUAN

Limnoengineering dalam penelitian ini diartikan sebagai "aktivitas penerapan informasi mengenai proses dan mekanisme interaksi faktor biotik dan abiotik di perairan darat (limnologi), yang ditujukan untuk kesejahteraan manusia dengan pertimbangan ekonomi". Dalam kaitan tersebut pendekatan yang digunakan dalam mengelola informasi iptek sumberdaya perairan, khususnya perairan umum adalah pendekatan pengendalian proses (process control approach) yang dikemukakan oleh Hartoto (1992). Diagram pertukaran informasi dalam pendekatan pengendalian proses dapat dilihat pada Gambar 1. Dalam pendekatan ini; sebagai salah satu sarana dalam mengevaluasi suatu sistem perairan; diperlukan adanya kriteria atau standard atau baku mutu untuk dibandingkan dengan hasil pemantauan. Sehubungan dengan itu yang akan dibahas kali ini adalah baku mutu ciri limnoengineering, khususnya untuk mengelola pusat-pusat distribusi diversitas perikanan perairan umum tropika.

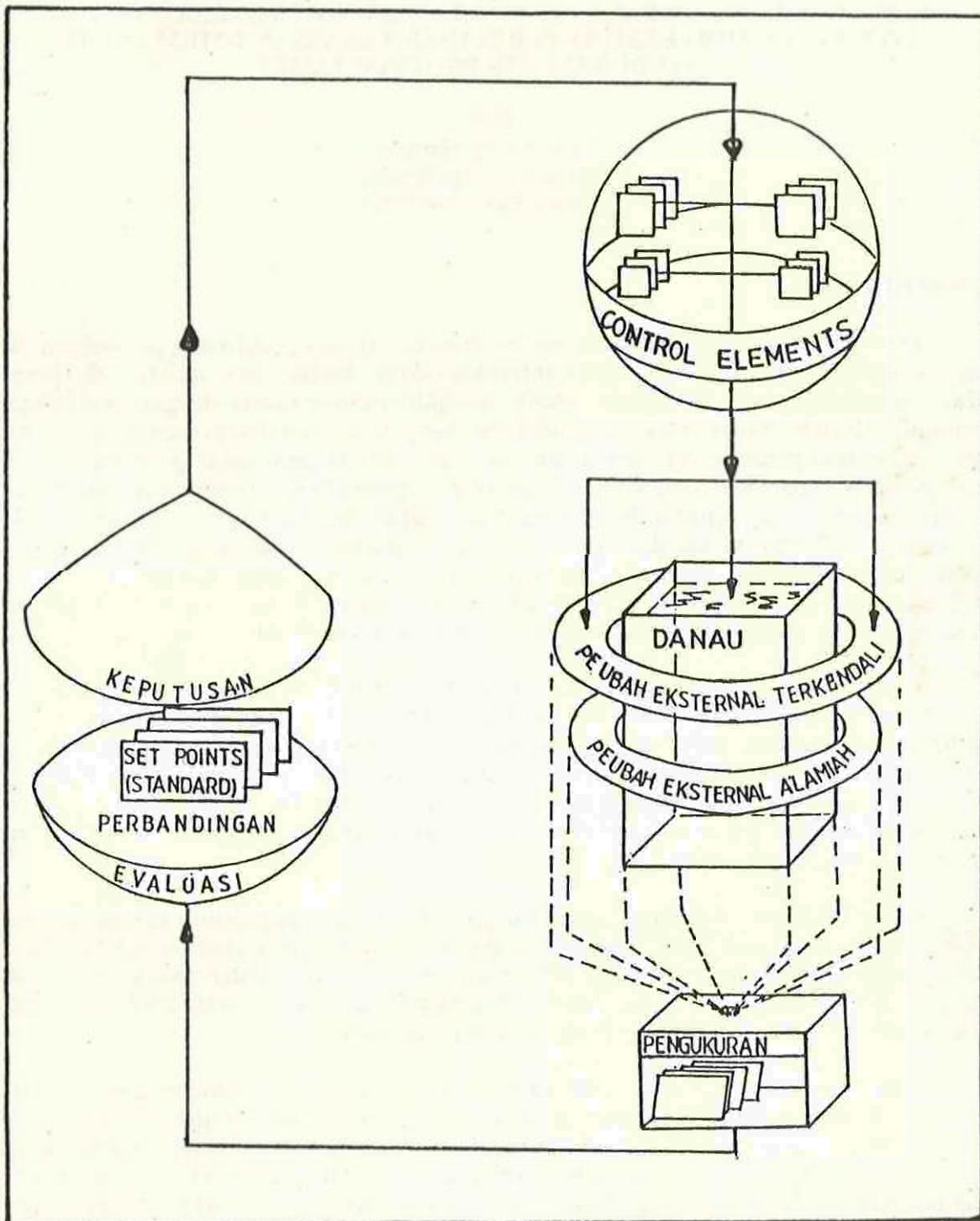
Secara operasional baku mutu kualitas air Golongan C (untuk perikanan dan peternakan) menurut PP 20 Tahun 1990 Tentang Pengendalian Pencemaran Perairan, sering dianggap belum memenuhi kebutuhan para manajer sumberdaya perikanan perairan umum. Kekurangan/kekurangan yang teridentifikasi adalah tidak diperhitungkannya tipe-tipe habitat perairan umum yang menjadi pusat-pusat sebaran keanekaragaman jenis (biodiversitas) perikanan perairan umum. Selain itu perlu pula dimasukkan kriteria kebutuhan ekologis sumberdaya perikanan perairan umum.

Kriteria kebutuhan ekologis keanekaragaman sumberdaya plasma nutfah perikanan perairan umum yang diusulkan untuk menyempurnakan baku mutu kualitas air Golongan C dikelompokkan menjadi dua kelompok. Kelompok pertama adalah kriteria yang berhubungan dengan berjalan/tidaknya proses biogeokimia di perairan secara wajar. Kelompok yang kedua adalah kriteria-kriteria yang berkaitan dengan rantai makanan.

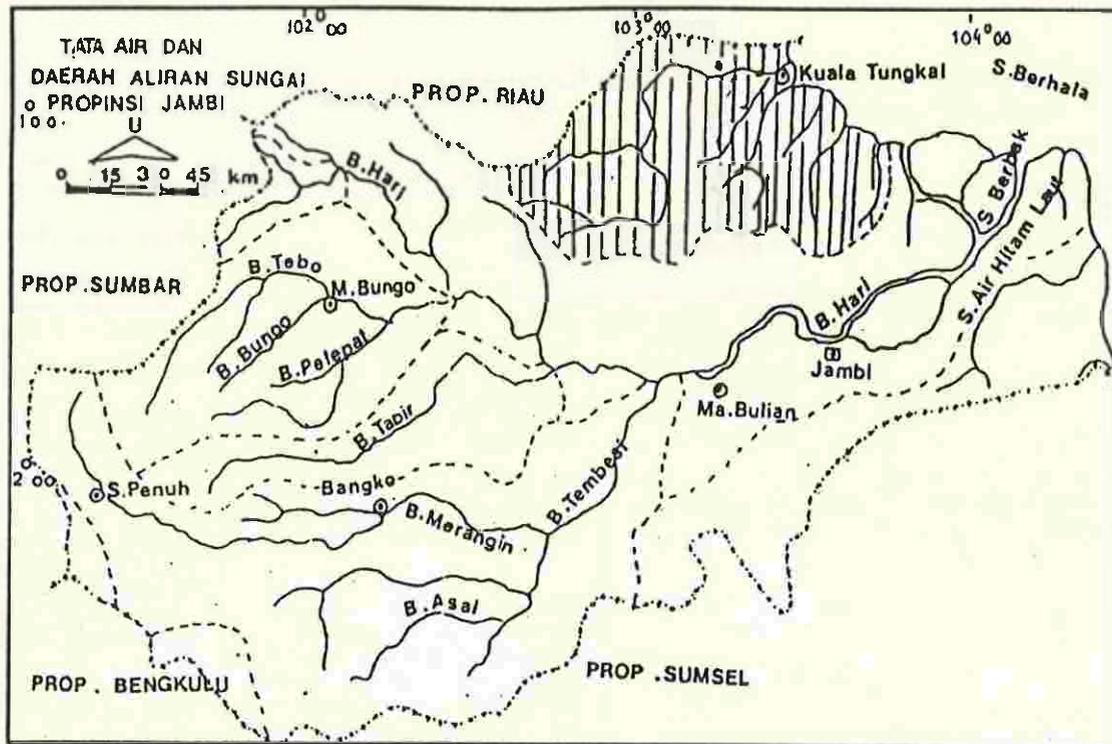
Penelitian ini bertujuan mengungkap bagaimana ciri-ciri limnoengineering pusat-pusat sebaran biodiversitas perikanan perairan umum, kondisi umum tipe-tipe habitat, dan juga jenis-jenis ikan yang menghuni pusat-pusat sebaran tersebut. Parameter-parameter limnoengineering yang akan dipantau dan dievaluasi antara lain adalah; Oxydative Reductive Potential (ORP), Total Nitrogen; Total Fosfor; Indeks Kimiawi; Indeks Keanekaragaman Fitoplankton; Kelimpahan Individu Fitoplankton dan Ketebalan Zona Vegetasi Riparian. Dari data yang diperoleh di Propinsi Jambi serta data dan pengalaman dari perairan tropika lain di Indonesia, akan dicoba dikembangkan baku mutu sifat limnoengineering untuk pengelolaan sumberdaya perikanan perairan umum.

1. Peneliti madya di Puslitbang Limnologi-LIPI, Jl. Juanda No. 3, Bogor

2. Staf pengajar di Fakultas Perikanan IPB, Kampus Darmaga, Bogor



Gambar 1. Diagram pendekatan pengendalian proses dalam limnology engineering (Sumber: Hartoto; 1992)



Gambar 2. Peta Daerah Aliran Sungai Propinsi Jambi (Sumber Bappeda DT I Jambi, 1991)

BAHAN DAN CARA KERJA

Gambaran Umum Daerah Penelitian

Perairan umum Propinsi Jambi luasnya 115.000 ha yang terdiri atas sungai, danau dan rawa lebak lebung ("floodplain"). Bentuk air permukaan yang mendominasi kondisi hidrologi perairan umum Propinsi Jambi adalah Sungai Batanghari dan anak-anak sungainya (Lihat Gambar 2). Selain Danau Kerinci sebagai danau terbesar di Propinsi Jambi (4000 ha), di Propinsi ini juga terdapat empat puluh enam danau lainnya yang sebagian besar berupa danau-danau oxbow.

Cara Kerja

Penelitian ini dilakukan pada tahun anggaran 1992-1993 dengan didahului suatu studi pemilihan lokasi penelitian pada tahun anggaran 1991-1992. Lokasi pengambilan contoh yang dipilih untuk penelitian ini didasarkan atas kriteria.

- Merupakan pusat kegiatan penangkapan kecuali Suaka Marga satwa Berbak di Tanjung Jabung
- Sudah terdapat atau merupakan lubuk larangan atau reservat
- Mempunyai sifat yang khas misalnya jenis ikan yang khas.

Lokasi penelitian tempat pengambilan contoh dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi Stasiun pengamatan studi limnoengineering pusat distribusi biodiversitas perikanan perairan umum

No.	Lokasi		Nama Stasiun	Tipologi habitat
	Kabupaten/ Kotamadya	Desa/Kecamatan		
1	Kab. Kerinci	1.1 Desa Tanjung Pauh Hilir 1.2 Desa Pulau Sangkar 1.3 Desa Pengasih Lamo	Inlet Danau Kerinci, Sungai Batang Merau Outlet Danau Kerinci, Batang Merangin Lubuk di Sungai Batang Merangin (Lubuk Sahab)	Danau > 700m dpl Danau > 700m dpl Lubuk di anak sungai berarus deras di dataran tinggi
2	Kab. Bunga Tebo	2.1 Desa Rantau Pandan 2.2 Desa Sungai Alai 2.3 Desa Pulau Temiang	Lubuk di Sungai Batang Bungo (Lubuk Apung) Reservat Perikanan Batang Alai, wakil perairan Lebak Lebung Salah satu ruas sungai Batang Hari, wakil lubuk di sungai utama	Lubuk anak sungai utama di dataran rendah; berarus cukup deras Rawa-rawa air tawar dataran rendah Lubuk-lubuk di sungai utama
3	Kab. Tanjung Jabung	3.1 Desa Air Hitam	Suaka Marga Satwa Berbak, Hutan Bakau	Ruas sungai perairan Mangrove
4	Kab. Batang Hari	4.1 Kecamatan Muara Bulian 4.2 Desa Sungai Bungur	Muara Sungai Bulian ke Sungai Batang Hari Sungai Kumpeh	Lubuk anak sungai utama di dataran rendah Lubuk anak sungai utama di dataran rendah
5	Kod. Jambi	5.1 Kecamatan Danau Teluk	Danau Teluk	Danau Oxbow

Data yang diambil pada masing-masing lokasi terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer yang diukur adalah data kualitas air yang meliputi kandungan oksigen terlarut (Dissolved Oxygen atau DO); pH; Oxydative Reductive Potential (ORP); suhu, konduktivitas; N-NH₃, N-NO₃; ortofosfat; BOD; COD; CO₂; Total P dan Total N. Pengukuran DO dan suhu dengan menggunakan alat ukur DO meter polarografik yang dikalibrasi dengan titrasi Winkler. ORP dan pH diukur dengan ORP meter Yokogawa Model pH-82 sedangkan konduktivitas diukur dengan Conductimeter Hanna Instrument Model HI 87333. Semua analisis kualitas air dilakukan dengan metoda yang disajikan dalam Anonymous (1975) di Balitbang Dinamika Perairan Puslitbang Limnologi-LIPI.

Selain sifat fisika-kimia air; data limnoengineering lainnya adalah data komunitas plankton. Sampel plankton yang diambil dari penyaringan 1 liter air dengan plankton net No. 25 diawet dengan lugol 4% dan dianalisis di laboratorium dengan Modified Lackey Drops Microtransect Methods. Identifikasi marga-marga plankton dilakukan menurut kunci-kunci identifikasi yang disajikan dalam Edmonson (1963), Prescott (1951 dan 1970), Mizuno (1970) dan Sachlan (1982).

Tabel 2. Kriteria sifat limnoengineering berdasar Indeks Kimiawi

Indeks Kimiawi	Pernyataan mengenai keadaan sifat limnoengineering	Kelas Kualitas
100 - 83	Kualitas air sangat baik, tidak tercemar sama sekali	I
73 - 82	Kualitas air baik, tidak tercemar	II
56 - 72	Kualitas air cukup baik, sedikit sekali tercemar	III
44 - 55	Kualitas air sedang, sedikit tercemar	IV
27 - 43	kualitas air kurang, tercemar sedang	V
17 - 26	kualitas air buruk, tercemar berat	VI
0 - 17	kualitas air buruk sekali, tercemar berat sekali	VII

Sumber : Dikembangkan berdasarkan pengalaman empiris Hartoto (1992), (Koleksi data yang belum dipublikasikan tentang kualitas perairan daerah tropika Indonesia)

Selain data fitoplankton dilakukan pula pengambilan spesimen ikan dari lokasi-lokasi terpilih untuk memastikan kembali data jenis ikan yang diperoleh dari pengumpulan data sekunder. Untuk identifikasi jenis-jenis ikan digunakan berbagai kunci identifikasi antara lain seperti yang dikemukakan oleh Saanin (1984), dan Weber dan Beaufort (1913-1953).

Data sifat kualitas air yang diperoleh dievaluasi dengan cara menghitung Indeks Kimiawinya seperti yang disajikan oleh Kirchoff (1991) dan hasilnya dibandingkan dengan kriteria yang disajikan pada Tabel 2. Data plankton yang diperoleh dihitung Indeks Keanekaragamannya menurut Metoda Shannon Wiener seperti yang dikemukakan dalam Krebs (1972). Angka Indeks Keanekaragaman yang diperoleh dibandingkan dengan kriteria yang selama ini dikembangkan oleh Balitbang Dinamika Perairan, Puslitbang Limnologi-LIPI seperti yang disajikan pada Tabel 3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ciri-ciri Limnoengineering Pusat Distribusi Biodiversitas Perikanan Perairan Umum Jambi

Bila kita simak data kualitas air pada Tabel 4, khususnya Indeks Kimiawinya maka akan terlihat bahwa kisaran kualitas airnya adalah dari kualitas cukup baik; sedikit sekali tercemar (musim kemarau) sampai kualitas air sedang, sedikit tercemar (musim hujan). Tapak pengambilan contoh di Desa Tanjung Pauh Hilir (inlet D. Kerinci) agak menurun kualitas airnya pada musim hujan. Hal ini mungkin disebabkan oleh terbawanya limbah organik dari daerah pemukiman yang ada di sekitar danau. Fenomena tersebut terlihat jelas dari meningkatnya konsentrasi Total Nitrogen pada musim hujan bila dibandingkan dengan data yang sama pada musim kemarau. Di lapangan teramati bahwa pada sempadan (riparian habitat) Batang Merao ditemukan pemukiman penduduk yang cukup padat dan berpotensi besar memuatkan bahan organik ke sungai ini. Terlihat pula bahwa S. Batang Merao cukup keruh sebagai akibat tersuspensinya material hasil erosi. Bila vegetasi di sempadan S. Batang Merao masih ada; material hasil erosi ini sedikit banyak akan terserap oleh tumbuhan yang ada.

Lubuk Sahap sebagai sebagai suatu reservat perikanan di Sungai Batang Merangin yang baru saja diresmikan oleh SK Bupati Kabupaten Kerinci Nomor 14 Tahun 1992 mempunyai kualitas air yang berkisar dari cukup baik, sedikit sekali tercemar sampai keadaan kualitas air sangat baik; tidak tercemar sama sekali. Sempadan Lubuk Sahap berupa kebun penduduk yang ditanami jagung dan sayuran lainnya. Keadaan seperti ini tidak begitu mendukung kelestarian sumberdaya plasma nutfah perikanan di lubuk. Seperti diketahui komunitas fauna perairan sungai tropika mengandalkan sumber pakannya pada sumber-sumber yang alohtonus (dari luar sistem yang bersangkutan). Berdasarkan informasi yang didapat di lapangan; pada beberapa puluh tahun yang lalu; lubuk-lubuk di Batang Merangin habitat sempadannya (minimum 50 m jaraknya dari tepi air sungai untuk sungai seperti Batang Merangin) ditumbuhi oleh pohon-pohon besar. Pohon-pohon tersebut antara lain pohon sipedes (*Ficus obscura*) yang buahnya menjadi pakan kesukaan ikan.

Stasiun ketiga yang diobservasi di Kabupaten Kerinci adalah outlet D. Kerinci; yakni bagian paling hulu dari S. Batang Meragin yang merupakan tempat pemijahan yang baik bagi ikan semah (*Tor douronensis*) dan beberapa jenis lainnya. Sayangnya perairan ini sekarang tertutup oleh "pulau eceng gondok" (*Eichhornia crassipes*) sehingga tata arusnya tidak memadai lagi sebagai tempat pemijahan ikan. Pulau eceng gondok ini cukup luas (\pm 2 hektar). Meskipun air masih dapat mengalir, tetapi penggelontoran partikel debu (silt) dari permukaan sedimen dasar perairan sungai tidak sempurna, sehingga tidak menarik lagi bagi ikan semah untuk melekatkan telurnya di habitat tersebut. Meskipun demikian secara fisika-kimiawi perairan ini masih tergolong cukup baik; sedikit sekali tercemar.

Petunjuk mengenai kualitas biologis (planktonologis), ketiga perairan tersebut dapat dilihat dari Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (Tabel 5), serta membandingkannya dengan Baku Mutu yang disajikan pada Tabel 3. Kisaran Indeksnya adalah antara 2,484 sampai 2,483 pada musim kemarau dan 1,787 sampai 2,113 pada musim hujan. Data dan baku mutu yang ada menunjukkan secara planktonologik perairan tapak-tapak pusat sebaran plasma nutfah di Kabupaten Kerinci kondisinya berkisar dari masih sangat baik sampai sedang; kecuali

Tabel 3. Kriteria sifat limnoengineering berdasarkan Indeks Keanekaragaman komunitas fitoplankton

Indeks Keanekaragaman Seluruh Komunitas Fitoplankton (menurut Metoda Shannon Wiener)	Kriteria sifat limnoengineering berdasarkan indeks keanekaragaman komunitas fitoplankton
> 2,5	Kondisi lingkungan masih sangat baik, tidak tercemar tetapi mungkin tidak terlalu produktif. Proses biogeokimiawi; terutama untuk zat hara perairan; masih berjalan baik. Tidak ada salah satu marga atau jenis fitoplankton yang mendominasi. Anggota Filum Chlorophyta dan Euglenophyta berkembang dengan baik, karena umumnya anggota filum ini adalah jenis yang intoleran ¹⁾ . Meskipun demikian biasanya ditemukan juga jenis-jenis yang moderat ²⁾ .
1,0-2,5	Kondisi lingkungan perairan sedang, dengan kandungan bahan organik cukup jelas. Kandungan bahan organik ini dapat berasal dari pencemaran atau sebab alamiah. Komunitas fitoplankton umumnya tidak secara mencolok didominasi oleh Filum Cyanophyta atau jenis-jenis moderat lainnya. Filum Chlorophyta dan Euglenophyta umumnya populasinya agak tertekan dan rendah keanekaragamannya. Filum Cyanophyta biasanya agaknya menonjol populasinya.
< 1	Lingkungan tercemar berat oleh bahan organik atau bahan pencemar lainnya. Ada jenis fitoplankton yang sangat menonjol dan mendominasi komunitas fitoplankton yaitu anggota-anggota filum Chrysophyta. Organisme yang bertahan pada kondisi buruk ini umumnya adalah organisme-organisme toleran ³⁾ .

- Catatan: 1). Organisme intoleran : organisme yang kelangsungan hidupnya sangat terpengaruh oleh kondisi perairan yang harus selalu baik. Daya adaptasinya terhadap lingkungan yang buruk sangat rendah.
- 2). Organisme moderat : organisme yang kelangsungan hidupnya cukup dipengaruhi oleh kondisi perairan. daya adaptasi tingkah laku dan fisiologisnya cukup mampu untuk menyesuaikan diri dengan kondisi perairan yang agak tercemar.
- 3). Organisme toleran : organisme yang daya adaptasinya sangat hebat sehingga dapat melangsungkan hidupnya dengan optimal pada perairan yang tercemar berat.
- a). Dikembangkan dari pengalaman empiris sebagai bagian dari koleksi data yang tidak dipublikasikan milik Hartoto. Gagasan pengembangan di inspirasikan oleh informasi yang dikemukakan oleh Davis (1955), Park (1980) dan Tjitrosomo (1986).

Tabel 4. Sifat-sifat limnoengineering ditinjau dari sisi kualitas air, tapak-tapak pusat sebaran nutfah perikanan perairan umum Propinsi Jambi

Lokasi	Tipologi habitat	Parameter limnoengineering						
		pH	Oksi- gen ter- larut mg/L	Ke jenuhan Oksigen %	Suhu oC	Kondukti- vitas uS/cm	N-NH3 mg/L	
No.	1	2	3	4	5	6	7	8
A. Kabupaten Kerinci								
1.	Ds. Tanjung Pauh Hilir, inlet Danau Kerinci S. Batang Merao	Danau > 700 m	6,7-7,7	4,20-4,56	50,0-58,0	24,6-22,0	145- 72	0,175-0,453
2.	Ds. Pengasih Lamo (Lubuk Sahap), lubuk di sungai Batang Merangin	Sungai arus deras di dataran tinggi	7,6-8,6	4,93-9,10	60,0-110	25,7-25,1	78- 68	0,020-0,020
3.	Ds. Pulau Sangkar (Tanjung batu) Outlet D. Kerinci Batang Merangin	Danau > 700 m	6,8-8,8	5,54-4,56	70,0-58,0	27,4-26,0	62-65,5	0,020-0,020
B. Kabupaten Bungo-Tebo								
4.	Ds. Rantau Pandan (Lubuk Apung) Lubuk di Sungai Batang Bungo	Lubuk anak sungai utama di dataran rendah	7,4-7,4	6,99-7,98	88,0-97,5	25,9-24,3	65-40	0,020-0,020
5.	Ds. Sungai Alai Reservat perikanan di Batang Bungo	Wakil perairan lebak lebung di dataran rendah	7,2-5,6	4,72-6,85	60-88	26,8-28,1	23-13	0,046-0
6.	Ds. P. Temiang Salah satu ruas S. Batanghari	Wakil lubuk di-sungai utama	6,9-6,4	6,99-6,85	87,0-52,4	27,8-26,3	85-52,4	1,090-0,193
C. Kabupaten Batang-Hari								
7.	Kec. Muara Bulian Muara Sungai Bulian ke S. Batanghari	Lubuk anak sungai utama di dataran rendah berarus lemah	7,7-6,0	5,34-5,13	67-66	27,8-29,5	68-40	0,283-0,156
8.	Ds. Kumpeh Sungai Kumpeh	Lubuk anak sungai utama di dataran rendah berarus lemah	6,4	4,04	53	28,7	200	0,813
D. Kabupaten Tanjung Jabung								
9.	Ds. Air Hitam Suaka Margasatwa Berbak	Ruas sungai di perairan mangrove	4,2	4,31	57	26,7	184	0,739
E. Kotamadya Jambi								
10.	Danau Teluk	Danau oxbow	7,2-8,2	6,44-13,0	82-130	28,7-27,1	62-148	0,441-0,020

Bersambung ke halaman berikutnya

* Data diperoleh dari hasil rata-rata pengambilan pada musim hujan dari musim kemarau

Sambungan Tabel 4.

Lokasi		Tipologi habitat	Parameter Limnoengineering				
			N-NO3 mg/L	P-PO4 mg/L	Total Nitrogen mg/L	Total fosfor mg/L	CO2 mg/L
No.	1	2	9	10	11	12	13
A. Kabupaten Kerinci							
	1.Ds. Tanjung Pauh Hilir, inlet Danau Kerinci S. Batang Merao	Danau > 700 m	0,389-0,155	0,860-0,025	0,937-1,540	0,181-0,145	0,94-0,09
	2.Ds. Pengasih Lamo (Lubuk Sahap), lubuk di Sungai Batang Merangin	Sungai arus deras di dataran tinggi	0,852-0,077	0,649-0,022	0,954-0,176	0,182-0,189	1,993-0,088
	3.Ds. Pulau Sangkar (Tanjungbatu) Outlet D. Kerinci, Batang Merangin	Danau > 700 m	0,274-0,113	0,667-0,025	0,549-1,540	1,883-0,145	1,329-0,090
B. Kabupaten Bungo-Tabo							
	4.Ds. Rantau Pandan (Lubuk Apung) Lubuk di Sungai Batang Bungo	Lubuk anak sungai utama di dataran rendah	0,285-0,162	1,597-0,08	2,252-4,213	1,178-0,192	1,485-0,162
	5.Ds. Sungai Alai Reservart perikanan di Batang Bungo	Wakil perairan lebak lebung di dataran rendah	0,102-0,086	2,142-0,018	0,485-3,010	4,946-0,156	1,993-0,193
	6.Ds. P. Temiang Salah satu ruas S. Batanghari	Wakil lubuk di-sungai utama	0,351-0,168	0,802-0,047	2,969-3,901	2,013-0,195	1,993-0,088
C. Kabupaten Batang-Hari							
	7.Kec. Muara Bulian Muara Sungai Bulian ke S. Batanghari	Lubuk anak sungai utama di dataran rendah berarus lemah	0,334-0,184	0,152	1,857	0,665	1,661
	8.Ds. Kumpuh Sungai Kumpuh	Lubuk anak sungai utama di dataran rendah berarus lemah	0,953	0,304	3,045	1,175	14,227
D. Kabupaten Tanjung Jabung							
	9.Ds. Air Hitam Suaka Margasatwa Berbak	Ruas sungai di-perairan Mangrove	0,996	0,425	2,512	2,211	0,996
E. Kotamadya Jambi							
	10.Danau Teluk	Danau Oxbow	1,590-0,149	0,160-0,018	1,279-2,341	0,807-0,178	1,495-0,264

Bersambung kehalaman berikutnya

Sambungan Tabel 4.

Lokasi	Tipologi habitat	Parameter Limnogeografi					Kelas Kualitas Air
		COD mg/L	BOD mg/L	ORP mV	Chemical Index		
No.	1	2	14	15	16	17	
A. Kabupaten Kerinci							
1.Ds. Tanjung Pauh Hilir inlet Danau Kerinci S. Batang Merao	Danau > 700 m	- - 6,78	30,12-8,56	132-65	70,0-48,0	III - IV	
2.Ds. Pengasih Lamo (Lubuk Sahap) lubuk di Sungai Batang Merangin	Sungai arus deras di dataran tinggi	- - 9,04	3,646-1,711	139-222	62,0-85,0	III - I	
3.Ds. Pulau Sangkar (Tanjungbatu) Outlet D. Kerinci Batang Merangin	Danau > 700 m	0 - 6,78	3,28-1,14	88-183	67,0-62,0	III - III	
B. Kabupaten Bungo-Tebo							
4.Ds. Rantau Pandan (Lubuk Apung) Lubuk di Sungai Batang Bungo	Lubuk anak sungai utama di dataran rendah	1,14-2,12	3,901-3,421	52-155	65-90	III - I	
5.Ds. Sungai Alai Reservart perikanan di Batang Bungo	Wakil perairan lebak lebung di dataran rendah	1,70-0,044	2,669-2,282	- -175	57-77	III - II	
6.Ds. P. Temiang Salah satu ruas S. Batanghari	Wakil lubuk di-sungai utama	- -2,21	3,440-3,421	43-217	62-80	III - II	
C. Kabupaten Batanghari							
7.Kec. Muara Bulian Muara Sungai Bulian ke S. Batanghari	Lubuk anak sungai utama di dataran rendah berarus lemah	1,717	3,082	-	67-71	III-III	
8.Ds. Kumpeh Sungai kumpeh	Lubuk anak sungai utama di dataran rendah berarus lemah	*	2,320	-	49	IV	
D. Kabupaten Tanjung Jabung							
9.Ds. Air Hitam Suaka Margasatwa Berbak	Ruas sungai di-perairan Mangrove	34,69	3,080	316	47	IV	
E. Kotamadya Jambi							
10.Danau Teluk	Danau Oxbow	0,569-*	2,870-9,687	95-148	65-55	III- IV	

Tabel 5. Sifat limnoengineering ditinjau dari segi Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener Komunitas Plankton di Tapak-tapak Distribusi Biodiversitas Perikanan Perairan Umum

Filum	Musim	Lokasi Tapak	Ds Tanjung Pauh Hilir	Ds. Pengasih Lamo	Ds. Pulau Sangkar	Ds Rantau Pandan	Ds Batang Alai	Ds Pulau Tamiang	Kec. Muara Sultian	Ds. Batang Bungur	Ds. Air Hitam	D. Teluk
		Kabupaten Nomor Stasiun Tipologi	Kerinci 1 Inlet Danau Kerinci S. Bt. Merau	Kerinci 2 Lubuk Sahap di sungai di Merangin Bt. Merangin	Kerinci 3 Outlet Danau Kerinci Bt. Merangin	Bungo Tebo 4 Lubuk Apung di Batang Bungo	Bungo Tebo 5 Reservat di S. Bt Alai	Bungo Tebo 6 Ruas sungai Batanghari	Batang hari 7 Muara S. Bulian pada S. Batanghari	Batang Hari 8 Ruas sungai di S. Batang-Kumpeh	Tanjung Jabung 9 Hutan bakau/nipah di Suaka Margasatwa	Kodya Jambi 10 Danau "oxbow"
a. Fitoplankton												
Chlorophyta	Kemarau Hujan	2,536	2,162	2,599	0,000	1,000	2,360	1,200	1,000	1,000	2,252	2,576
Chrysophyta	Kemarau Hujan	1,179	0,370	0,918	0,000	0,000	1,672	0,884	0,000	1,000	*	843
Rhodophyta	Kemarau Hujan	2,374	0,746	0,000	-	-	2,284	1,584	-	-	1,922	2,156
Pyrrhophyta	Kemarau Hujan	0,000	-	0,000	-	-	-	-	-	-	-	0,000
Cyanophyta	Kemarau Hujan	0,000	0,000	0,093	0,000	0,880	0,000	0,000	0,000	0,879	0,000	0,131
Euglenophyta	Kemarau Hujan	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Indeks Keanekaragaman Total	Kemarau Hujan	2,484	1,927	0,496	2,501	2,005	2,983	1,581	2,238	0,382	0,535	2,032
b. Zooplankton												
Protozoa	Kemarau Hujan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000
Arthropoda	Kemarau Hujan	-	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000
Rotifera	Kemarau Hujan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeks Keanekaragaman Total	Kemarau Hujan	-	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	0,371

Catatan: - Kelas yang bersangkutan tidak terwakili dalam contoh
* Data tidak tersedia karena satu dan lain hal

Tabel 6. Gambaran Umum Ciri-ciri Limnogeografi Tapak-Tapak Pusat Distribusi Biodiversitas Ikan di Propinsi Jambi Lengkap dengan Ikan yang diunggulkan

Kualitas Berdasarkan Kondisi	Lokasi Tapak	Ds. Tanjung pauh hilir	Ds. Pengasih Lamo	Ds. Pulau Sangkar	Ds. Rantau Pandan	Ds. Batang Alai	Ds. Pulau Tamiang	Kec. Muara Bulian	Ds. Batang Bungur	Ds. Air Hitam	D. Teluk
	Kabupaten No. Sta. Tipologi	Kerinci 1 Inlet Danau Kerinci S. Bt. Merau	Kerinci 2 Lubuk Sahap di sungai Bt. Merangin	Kerinci 3 Outlet Danau Kerinci Bt. Merangin	Bungo Tebo 4 Lubuk Apung di Batang Bungo	Bungo Tebo 5 Reservat di S. Bt Alai	Bungo Tebo 6 Ruas sungai Batanghari	Batang hari 7 Muara S. Bulian pada S. Batanghari	Batang Hari 8 Ruas sungai di S. Batang-Kumpeh	Tanjung Jabung 9 Hutan bakau/nipah di Suaka Margasatwa	Kodya Jambi 10 Danau "oxbow"
Indeks Kimia (Kelas)	111-IV	111-I	111-III	111-I	111-II	111-III	IV	IV	111-IV		
Planktonologis	sedang-sedang	sedang-sedang	tercemar bahan organik hasil pembusukan/sedimentasi oleh eceng gondok	baik-buruk	sedang-sedang	baik-buruk	sedang	sedang	buruk	sedang baik	
Vegetasi sempadan	miskin	miskin	miskin	miskin	kaya	miskin	Kaya	Miskin	Kaya sekali	miskin	
Ikan Yang potensial diunggulkan	<u>O. vittatus</u> (medik)	<u>I. douronensis</u> (semah) <u>P. huguenini</u> (klari) <u>O. vittatus</u> (Medik) <u>H. macrolepi dota</u> (baru)	<u>I. douronensis</u> (semah) <u>P. huguenini</u> (klari) <u>O. vittatus</u> (Medik) <u>H. macrolepi dota</u> (baru)	<u>B. macracantha</u> (botia) <u>L. hoeveni</u> (jelawat) <u>N. notopterus</u> (belida) <u>O. marmorata</u> (betutu)	<u>S. formosus</u> (Arwana)	<u>B. macracantha</u> (botia)	<u>B. macracantha</u> (botia)	<u>Pangasius</u> sp. (patin) <u>N. Notopterus</u> (belida) <u>S. Formosus</u> (Arwana)	<u>Pangasius</u> sp. (patin) <u>N. Notopterus</u> (belida) <u>S. Formosus</u> (Arwana)	<u>B. Macracantha</u> (Botia) <u>P. schwanefeldi</u> (lampam) <u>I. Thimoides</u> (ringo)	
Kesimpulan menyeluruh mengenai kondisi limnologi tapak yang bersangkutan	sudah kurang baik karena laju erosi-nya yang tinggi dari daratan disekitarnya	Masih sangat potensial untuk dibina lebih lanjut	Secara hidrologi gangguan pola aliran air sebagai akibat adanya eceng gondok	Masih sangat potensial untuk dibina lebih lanjut	Masih baik sekali hanya langka konversi yang lebih mantap	Kondisinya cukup saja, ada ancaman pencemaran dari limbah domestik	Masih baik sekali, hanya perlu langka konservasi yang lebih mantap	Kondisinya cukup saja; terancam oleh limbah residu pestisida dan pupuk pertanian	Kondisinya secara umum sedang saja; terancam oleh aktivitas pelabuhan perikanan rakyat dan industri pengolahan perikanan	Kondisi cukup baik bila diinginkan sebagai lokasi UPPU, maka perlu dilakukan revegetasi; pengendalian limbah domestik; atau penggunaan limnologi	

* UPPU : Unit Pembinaan Perikanan Perairan Umum
** RDTR : Rencana Detail Tata Ruang

untuk outlet D. Kerinci yang mempunyai Indeks Keanekaragaman rendah. Rendahnya Indeks Keanekaragaman ini disebabkan oleh adanya satu marga Cyanophyta yang dominan jumlahnya yaitu marga *Aphanothece*. Dominasi *Aphanothece* dari Filum Cyanophyta biasanya menunjukkan keadaan perairan yang mesotrofik. Selain itu diketahui bahwa anggota Filum Cyanophyta dapat bersimbiose dengan tumbuhan air.

Kualitas kimia fisika perairan di Lubuk Apung menunjukkan keadaan yang bervariasi dari **kualitas air cukup baik; sedikit sekali tercemar** (pada musim kemarau) sampai **kualitas air sangat baik; tidak tercemar sama sekali** (pada musim hujan). Lebih rendahnya mutu perairan di musim kemarau kemungkinan karena di sekitar Lubuk Apung terdapat pemukiman penduduk yang cukup padat. Penduduk tersebut melakukan kegiatan mandi, cuci, dan sanitasi tubuh di sungai ini sehingga memasukkan pencemar seperti sabun; minyak dan lain sebagainya. Kemungkinan pada musim hujan pencemar yang berasal dari sumber domestik sudah tergelontor dan terencerkan. Parameter planktonologi juga menunjukkan keadaan yang masih sangat baik di musim kemarau, tetapi menunjukkan keadaan memburuk pada musim hujan. Penyebabnya kemungkinan karena air hujan cukup banyak membawa bahan padatan terlarut (suspended solid) sebagai hasil proses erosi. Partikel yang tersuspensi dapat mempengaruhi laju fotosintesis tumbuhan akuatik karena sebagian sinar ultra violet yang masuk ke air akan terserap dan terpantulkan oleh partikel tersebut. Di lapangan teramati adanya sempadan yang relatif sudah gundul, sehingga partikel yang terbawa oleh air hujan tidak tertahan dan langsung masuk ke sungai.

Reservat perikanan di Batang Alai adalah wakil tipe perairan hutan rawang dan lebak lebung. Kualitas kimia-fisika airnya menunjukkan keadaan yang berkisar dari **cukup baik, sedikit sekali tercemar** sampai ke **kualitas air baik; tidak tercemar**. Kualitas biologis yang ditunjukkan oleh Indeks Keanekaragaman Fitoplankton menunjukkan keadaan perairan yang sedang ($H' = 1,581$ sampai $1,585$). Pola ini dapat dijelaskan sebagai berikut. Meskipun perairan ini merupakan suatu reservat dan relatif tidak terganggu oleh aktivitas manusia, tetapi produktivitas perairan bertipe lebak lebung dan hutan rawang seperti ini, umumnya lebih ditentukan oleh bahan masukan alohtonus (Lowe-Mc Connel, 1975). Bahan masukan tersebut dapat berupa serangga, sisa-sisa tumbuhan mati, serasah setengah terurai yang terbawa air hujan atau angin masuk ke perairan.

Di Desa Pulau Tamiang pengambilan data dilakukan di salah satu ruas S. Batanghari sebagai wakil lubuk sungai utama. Kualitas fisika kimiawi perairan yang dijumpai disini berkisar dari **cukup baik, sedikit sekali tercemar** (musim kemarau) sampai **kualitas air baik, tidak tercemar** (musim hujan). Meskipun secara relatif kualitas air di tapak habitat ini masih baik, tetapi tipe habitat sempadan (riparian habitat) di ruas ini sudah sangat miskin vegetasi dan sudah padat sekali pemukiman penduduknya. Evaluasi kualitas perairan secara planktonologi menunjukkan keadaan yang masih baik di musim kemarau ($H' = 2,983$) tetapi sangat memburuk di musim hujan ($H' = 0,341$). Seperti halnya pada Stasiun Lubuk Apung, penyebabnya diduga karena adanya partikel hasil erosi yang terbawa oleh hujan.

Di Kecamatan Muara Bulian, pengambilan contoh air dilakukan di S. Batang Bulian pada jarak lebih kurang 25 m dari titik sambung sungai ini dengan S. Batanghari. Kualitas fisika-kimiawi airnya **cukup baik dan sedikit sekali tercemar**, baik pada musim kemarau atau musim hujan. Di lain pihak, kualitas komunitas fitoplankton menunjukkan keadaan yang

selaras dengan kondisi kualitas airnya, yakni dengan Indeks Keanekaragaman Fitoplankton, yang nilainya hampir sama, pada kedua musim ($H' = 1,581 - 1,585$). Pola seperti ini memberikan petunjuk bahwa secara planktonologik perairan ini tergolong sedang. Untuk suatu perairan yang aliran arusnya melintasi suatu daerah rawa-rawa air tawar, kualitas perairan dengan Indeks seperti yang disebutkan diatas dapat digolongkan cukup baik. Selain untuk perikanan, rawa-rawa di Muara Bulian yang luasnya lebih kurang 50 hektar juga digunakan sebagai lahan cocok tanam padi lebak dan padang penggembalaan kerbau rawa.

Pengamatan di Batang Kumpeh memperlihatkan kualitas air yang **sedang, sedikit tercemar**. Hal ini mudah dipahami karena di kiri kanan Sungai Batang Kumpeh, tata guna lahannya berupa daerah persawahan yang dipupuk dan disemprot pestisida. Penanaman padi tersebut bahkan dilakukan tepat di batas air Sungai Batang Kumpeh. Tidak adanya vegetasi dan tata guna lahan yang kurang serasi di sempadan ini nampak menyebabkan kualitas perairannya hanya tergolong sedang. Kualitas biologis perairan ini juga menunjukkan perairan yang tergolong sedang ($H' = 2,238$).

Pengambilan contoh di Kabupaten Tanjung Jabung dilakukan di rawa-rawa mangrove yang termasuk Suaka Margasatwa Berbak. Perairan yang diperiksa kualitas airnya adalah perairan Sungai Air Hitam yang membelah hutan mangrove ini. Pengamatan terhadap air secara fisika-kimiawi menunjukkan keadaan yang tergolong **sedang, sedikit tercemar**. Diduga sumber pencemarnya adalah adanya perkampungan nelayan yang akhir-akhir ini semakin aktif dan banyak penduduknya. S. Air Hitam bermuara ke Selat Berhala dan aliran air lautnya pada saat pasang naik di musim kemarau dapat masuk ke arah hulu sejauh lebih kurang 15 km. Tidak mustahil, bila limbah pemukiman, industri pengolahan produk perikanan dan limbah minyak dari perahu penangkap ikan yang ada di muara juga akan terbawa arus pasang bersama air laut ke arah hulu.

Sungai ini dalamnya mencapai 20 m dan mengandung air gambut yang sangat asam. Vegetasi sempadannya masih asli; antara lain *Nypa fruticans* (nipah); *Pandanus litoralis* (pandan); *Gluta sp* (rengas); *Alstonia pneumatophora* dan lain sebagainya. Ditemukan pula sejenis tanaman air bernama *Susum anthelmicum* yang secara alami menghalangi lalu lintas permukaan air. Di sini masih ditemukan adanya buaya payau *Tomistoma schlegeli*. Selain itu sebagian besar mamalia Sumatra; diduga termasuk juga badak Jawa *Rhinoceros sondaicus*; terwakili di Suaka Margasatwa yang didirikan pada tahun 1935 ini (Scott, 1989).

Kualitas planktonologis perairan S. Air Hitam menunjukkan keadaan yang tidak baik ($H' = 0,382$). Meskipun fitoplankton dari Filum Chlorophyta masih dominan, tetapi fitoplankton anggota Filum Chrysophyta mulai menonjol. Seperti dikemukakan pada Tabel 5, Filum Chrysophyta anggota-anggotanya tergolong jenis yang toleran terhadap kondisi buruk atau ekstrim.

Danau Teluk adalah sebuah *danau oxbow* yang hubungan airnya dengan Sungai Batang Hari sangat erat karena limpasan air sungai pada saat banjir mengisi danau ini, tetapi pada musim kemarau hubungan airnya sangat berkurang atau putus sama sekali. Kualitas fisika-kimiawi perairan Danau Teluk pada musim kemarau **cukup baik, sedikit sekali tercemar**. Sebaliknya pada musim hujan, kualitas airnya menurun menjadi termasuk kriteria **sedang, sedikit tercemar**. Peningkatan pencemaran ini mungkin karena adanya masukan limbah

Tabel 7. Baku Mutu Ciri limnoengineering Pusat Distribusi Biodiversitas Perikanan Perairan Umum Propinsi Jambi

Tipologi Perairan darat							
Kriteria	Permukaan Danau di Dataran Tinggi > 700 m (d.p.l.)	Danau Oxbow Dataran Rendah <700 m (d.p.l)	Rawa rawa air Tawar Dataran Rendah < 700m (d.p.l) (lebak lebung)	Lubuk-lubuk anak sungai arus deras di Dataran Tinggi > 700 m (d.p.l.)	Lubuk di Anak Sungai Arus Sedang di Dataran Rendah < 700 m (d.p.l)	Lubuk Sungai utama (Batang hari)	Sungai di perairan Mangrove
Harus selalu memenuhi syarat baku mutu kualitas air Golongan C, PP No.20 Tahun 1990.							
Kriteria Tambahan							
a. Kimiawi							
- BOD (mg/L)	10 - 16	10 - 30	10 - 30	<16	10-30	10-30	10-30
- ORP (mV)	> +140	> + 75	>+75	>+135	>+75	>+100	> +50
- TN:TP	5<N:P<14	7<N:P<16	5<N:P<16	7<N:P<16	7<N:P<16	5<N:P<16	5<N:P<16
- Indeks Kimiawi	>73	>56	>56	>73	>56	>56	>50
b. Biologis							
- Indeks Keanekaragaman Fitoplankton	>2,5	>2,0	>1,5	>2,5	>2,0	>2,5	>1,0
- Kelimpahan Individu Fitoplankton ($\times 10^3$ Individu/L)	10-25	5-300	2-10	5-50	5-15	5-15	5-30
c. Tebalnya vegetasi sempadan dari tepi garis Air (m)	>200	>50	-	>50	>50	>100	-

Catatan: Dikembangkan dari Pescod (1973); Swingle (1968); Huet (1965); Hartoto (Koleksi data belum dipublikasikan); Chu 1943; PP 20 1990; Israelson dan Hansen (1962) dan Lund (1971)
 - = kriteria tidak ditetapkan karena tidak diperlukan.
 * Indeks Keanekaragaman Dihitung Menurut Cara Shannon Wiener (Krebs, 1972)

domestik dari pemukiman penduduk yang padat di habitat riparian Danau Teluk ini. Vegetasi tepian Danau Teluk dapat dikatakan tidak ada, oleh sebab itu bila terjadi hujan maka aliran permukaan di waktu hujan (surface run off) akan membawa limbah yang tersebar itu ke dalam danau. Selain itu vegetasi litoral Danau Teluk juga sangat miskin. Vegetasi sempadan (riparian vegetation) dan vegetasi litoral (littoral vegetation) berada dalam zona transisi yang disebut juga zona ekoton. Zona ekoton ini melalui proses-proses filtrasi, evapotranspirasi; adsorpsi dan dekomposisi akan mengurangi jumlah pestisida, logam berat, fosfor, bahan organik, senyawa-senyawa nitrogen yang akan masuk ke bagian limnetik (tengah) danau.

Kualitas biologis perairan Danau Teluk menunjukkan keadaan komunitas plankton yang anggota marga *Aphanothece* (Filum Cyanophyta) berjumlah cukup banyak, meskipun Filum Chlorophyta masih mendominasi di musim kemarau. Kualitas perairan secara biologik di musim hujan membaik seperti yang ditunjukkan oleh meningkatnya Indeks Keanekaragamannya dari 0,535 menjadi 2,032.

Secara umum tapak-tapak pusat sebaran plasma nutfah ikan di perairan darat Propinsi Jambi diisi oleh ± 130 jenis ikan air tawar. Setiap lubang atau setiap pusat sebaran biodiversitas ikan mempunyai jenis ikan yang berbeda. Jenis-jenis ikan apa yang mengisi pusat-pusat sebaran biodiversitas di Propinsi Jambi akan dibahas secara terinci dalam makalah yang terpisah yang berjudul "Keanekaragaman Plasma Nutfah Perikanan Perairan Umum Propinsi Jambi" (Syafei *et al*, 1993; seminar ini juga). Jenis-jenis ikan yang dianggap diunggulkan pada pusat distribusi biodiversitas perikanan perairan umum Propinsi Jambi dapat dilihat pada Tabel 6.

KESIMPULAN DAN SARAN

Ciri limnologis merupakan suatu komponen yang juga harus diperhatikan dalam rangka pelestarian biodiversitas perikanan perairan umum. Data ciri limnoengineering di tapak-tapak pusat sebaran biodiversitas perikanan perairan umum Propinsi Jambi yang dilakukan pada tahun 1992 dapat dikembangkan untuk dijadikan baku mutu dalam mengelola sumberdaya perairan umum. Baku mutu ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam rangka pemantauan perubahan-perubahan ekologis perairan tersebut.

Dari hasil studi ini, ada beberapa hal yang dapat disarankan untuk mengoptimalkan pengelolaan sumberdaya perikanan di Propinsi Jambi. Rekomendasi tersebut adalah :

1. Baku mutu sifat limnoengineering perairan umum di Propinsi Jambi yang fauna ikannya dianggap penting harus ditetapkan secara lebih khusus. Penetapan ini selain harus memenuhi syarat baku mutu kualitas air seperti ketentuan yang dicantumkan pada PP 20 1990 (Gol C); juga harus memenuhi syarat yang berlaku khusus untuk tipe perairan darat di Propinsi Jambi. Set point atau baku mutu itu disarankan dinamakan *Baku Mutu Sifat Limnoengineering Pusat-pusat Distribusi Biodiversitas Perikanan Perairan Umum Propinsi Jambi*. Baku mutu ini disarankan untuk disahkan oleh DPRD TK I/II untuk digunakan oleh semua pihak yang berkaitan dengan :
 - Pembuatan AMDAL, untuk semua kegiatan pembangunan baik yang akan; sedang dan telah berlangsung
 - Aktivitas Pengelolaan (pemanfaatan; pengendalian; pelestarian) sumberdaya perikanan perairan umum.

Baku mutu sifat sifat limnoengineering pusat distribusi perikanan perairan umum Propinsi Jambi yang disarankan adalah seperti pada Tabel 7 dan sifatnya melengkapi baku mutu kualitas air yang sudah ditetapkan melalui PP 20, 1990. Baku mutu sifat limnoengineering yang disarankan ini menambahkan kriteria kebutuhan ekologis fauna perairan umum, terutama untuk

lebih menjamin fungsi-fungsi ekologis yang harus tetap ada di perairan darat. Fungsi-fungsi tersebut adalah :

a. *Fungsi yang berkaitan dengan berjalannya proses biogeokimia yang wajar di perairan darat.*

Parameter yang ditambahkan adalah :

- ORP (Oxydative Reductive Potential). Parameter ORP ini dapat memberikan petunjuk apakah proses-proses siklus zat hara berjalan dengan baik atau tidak.
- TN : TP atau perbandingan antara jumlah Total Nitrogen dengan jumlah Total Fosfor. Parameter ini dapat memberikan petunjuk apakah perairan tertentu sudah atau belum tercemar oleh limbah pupuk pertanian atau limbah domestik. Dengan perkataan lain parameter TN: TP juga merupakan petunjuk terjadinya gejala *eutrofikasi kultural* atau *cultural eutrophication*.
- Parameter BOD sebagai ukuran sejauh mana jumlah mikroba yang harus ada di suatu perairan umum agar dapat mendukung ketersediaan pakan melalui rantai makanan detritus.
- Parameter Indeks Kimiawi (Chemical Index) sebagai sarana bagi para pengambil keputusan untuk memberikan gambaran secara cepat apakah perairan yang bersangkutan sudah mengalami kerusakan atau belum. Perhitungan Indeks Kimiawi ini memerlukan delapan parameter yaitu Kejenuhan Oksigen (%), BOD (mg/L); suhu ($^{\circ}\text{C}$); Konduktivitas ($\mu\text{S}/\text{cm}$); pH; nitrat-N (mg/L); ortofosfat-P (mg/L) dan amonia (mg/L). Perhitungannya dengan cara yang dikemukakan oleh Kirchoff (1991) sedangkan cara penafsirannya disempurnakan oleh Hartoto seperti pada Tabel 2.

b. *Fungsi yang berkaitan dengan sumber rantai makanan; baik yang dari luar (allohtonus) atau yang dari dalam (otohtonus) lingkungan yang bersangkutan.* Parameter-parameter yang digunakan adalah parameter Indeks Keanekaragaman Fitoplankton (Shannon Wiener) dan Kelimpahan Individunya. Selain itu ditambahkan pula kriteria Ketebalan Zona Vegetasi Sempadan.

2. Untuk lebih menjamin kelestarian biodiversitas perikanan perairan umum di Propinsi Jambi maka pada tapak-tapak yang vegetasi sempadannya sudah gundul perlu dilakukan aktivitas revegetasi (penghijauan kembali dan atau reboisasi). Pada prinsipnya yang harus di revegetasi adalah sempadan sungai (river riparian) dan sempadan serta habitat litoral danau. Ketebalan zona yang harus direvegetasi disesuaikan dengan kriteria pada Tabel 7. Untuk sempadan-semipadan yang sudah dihuni oleh manusia, sementara ini dapat dilakukan penghijauan dengan pohon-pohon yang bernilai ekonomis. Vegetasi sempadan dan vegetasi litoral (perairan dangkal dekat tepian air) merupakan daerah antara sistem perairan dengan sistem daratan yang dapat berfungsi mengurangi jumlah pestisida, logam berat, senyawa organik, senyawa fosfor, dan nitrogen yang akan masuk ke suatu perairan. Pengurangan tersebut melalui proses filtrasi, evapotranspirasi, dekomposisi dan adsorpsi.

3. Perlu dilakukan pemantauan berkala ciri limnoengineering perairan pusat distribusi biodiversitas perikanan perairan umum di Propinsi Jambi. Dana untuk kegiatan ini selain yang berasal dari pemerintah dapat pula diusahakan dari industri yang memperoleh manfaat langsung atau tidak langsung dari perairan umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 1975. *Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater*. 12th Edition. ALPHA-AWWA-WPCP. New York. 769 hal.
- Chu, S.P. 1943. The Influence of Mineral Composition of The Medium on The Growth of Planktonic Algae. Part II. The influence of concentration of inorganic nitrogen and phosphate phosphorus. *J. Ecol.* 31 (2). 109-148.
- Davis, C.C. 1955. *The Marine and Freshwater Plankton*. Michigan State University Press. Michigan State. USA. 562 hal.
- Edmonson, W.T. 1963. *Freshwater Biology*. John Wiley and Sons. New York. 1247 hal.
- Hartoto, D.I. 1992. *Kaidah-kaidah Limnoengineering Untuk Pengelolaan Sumberdaya Perikanan di Danau dan Waduk Tropika*. Makalah disajikan dalam Temu Karya Ilmiah Perikanan Perairan Umum, Palembang; 12-13 Februari 1992. 20 hal.
- Huet, M. 1965. Water Quality Criteria for Fish Life. In : *Biological Problem in Water Pollution*. Planned and Assembled by C.M. Tarzwell. US. Dept. Publ. Health-Educ. Welt. PHS. Cincinnati, Ohio: 160-167.
- Inger. R.F dan P.K. Chin, 1962. *The Freshwater Fisher of Nort Borneo*. Feldiana. Vol 45.
- Israelson, O.W. and V.E. Hanson 1962. *Irrigation Principle*. 3rd. Edition. John Wiley and sons, Inc. New York 263 hal.
- Krebs, C.J. 1972. *Ecology The Experimental Analisis of Distribution and Abundance*. Harper International Edition. Harper and Row. Publish. New York. 694 p.
- Kirchoff, W. 1991. *Water Quality Assesment Based on Physical, Chemical and Biological Parameters for the Citarum River Basin*. Paper presented in the Workshop on Water Quality Assesment and Standard Water Quality Management, Bandung. 12 hal.
- Lund, F.L. 1971. *Industrial Pollution Control Hand Book*, Mc Graw Hill Book, New York. hal.
- Mc-Connell, L. 1975. *Fish Communities in Tropical Freshwater. Their Distribution, Ecology and Evolution*. Longman, London. 337 hal.
- Mizuno, T. 1970. *Illustration of the Freshwater Plankton of Japan*. Hoikusha Publ. Co. Ltd. 351 hal.
- NTAC. 1968. *Water Quality Criteria*. UPCA, Washington. D.C. 243 hal
- Park, C.C. 1980. *Ecology and Environment Management*. W.M. Dawson and Sons Ltd. London. 371 hal.

- Pescod, M.B. 1973. *Investigation of Rational Effluents and Stream Standard for Tropical Countries*. A17, Bangkok. 59 hal.
- Prescott, G.W. 1970. *How to Know the Freshwater Algae*. W.M.C. Brown Company Publishers. 348 hal.
- Prescott, G.W. 1951. *Algae of the Western Great Lake Area*. Exclusive of Desmids and Diatoms
- Saanin. H. 1984. *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan*. Vol I dan II, Bina Cipta, Bandung.
- Sachlan, M. 1982. *Planktonologi*. Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro, Semarang. 156 hal.
- Scott, D.A. 1989. *A Directory of Asian Wetland*. IUCN. The World Conservation Union. 1181 hal.
- Swingle, H.S. 1968. *Standardization of Chemical Analysis for Water and Pondmuds*. FAO. Rep. 44L4 : 396-406.
- Tjitrosomo, S.S. 1986. *Botani Umum* 3. Angkasa. Bandung. 243 hal.
- Weber. M dan L.F. Beaufort. 1913-1953. *The Fishes of Indo-Australian Archipelago*. Vol II s/d X. E. J Brill Leiden.