

The Use Of Continuous System Processor For Reducing Color And Turbidity Content In The Peat Water

By:
Aris ¹⁾, M. Hasbi ²⁾, Budijono ²⁾

Aris.msp@gmail.com

Abstract

Peat water is naturally brownish colored and it has high turbidity and thus it is not sufficient to support the life of fish, especially *Cyprinus carpio*. To understand the effectiveness of the continuous system processor to reduce the color and turbidity in the peat water and to understand the ability of *C. carpio* to live in the treated peat water, a study has been conducted in May 2014. The peat water was obtained from the Tarai River and then was processed using "a continuous processor". The water was pumped into water tank (120L), added with lime (225 gr), Aluminum Sulphate (225 gr), aerated and filtered with layers of zeolit, charcoal and sand. Sampling was conducted 4 times, once/week. Results shown that after being treated, the color of the water become clear (from around 890 to 7.49 PtCo) and the effectiveness was 99.17%. The turbidity decrease, from 40.0 NTU into 2.61 NTU (effectiveness 93.41%). Survival rate of *Cyprinus carpio* that were reared in the treated water was 100%. Based on data obtained, it can be concluded that the continuous system is effective to reduce the color and turbidity of the peat water.

Keywords : *Peat Water, Continuous system processor, water color, turbidity, Cyprinus carpio.*

1) *Student of the Fisheries and Marine Science Faculty, Riau University*

2) *Lecturer of the Fisheries and Marine Science Faculty, Riau University*

PENDAHULUAN

Lahan gambut mempunyai fungsi hidrologis, yaitu tempat penyimpanan air dan diperkirakan 1 m³ gambut mampu menyimpan air sebesar 845 L. sementara menurut Agus dan Subiksa (2008), lahan gambut mampu menyerap air sampai 13 kali lipat dari bobotnya.

Air gambut merupakan salah satu sumberdaya air permukaan yang sangat potensial dimanfaatkan untuk perikanan dan kebutuhan domestik. Potensi ketersediaan air gambut cenderung menurun karena pesatnya perluasan pemanfaatan lahan gambut

untuk perkebunan sawit seperti di Provinsi Riau. Laju konversi lahan gambut cenderung meningkat dengan cepat, sedangkan lahan untuk non gambut peningkatannya relatif lebih lambat (WWF, 2008). Gambut didefinisikan sebagai material organik yang terbentuk dari dekomposisi tidak sempurna dari tumbuhan daerah basah dan dalam kondisi yang sangat lembab serta kekurangan oksigen.

Kualitas air gambut alami sangat dipengaruhi oleh kondisi lahan atau tanah gambut dengan ciri yang sangat mencolok karena

warnanya merah kecoklatan, mengandung zat organik yang tinggi serta zat besi yang cukup tinggi, rasa asam, pH 3-5 dan tingkat kesadahan yang rendah (Said dan Widayat, 2004). Oleh sebab itu, kualitas airnya belum memenuhi untuk perikanan (PP.82/2001) dan air bersih (PERMENKES No. 416/MENKES/PER/IX/1990).

Warna dan kekeruhan dapat memberikan masalah untuk kegiatan budidaya ikan dan pemenuhan air domestik. Air yang sangat keruh tidak dapat digunakan untuk kegiatan budidaya ikan karena menyebabkan rendahnya kemampuan daya ikat oksigen, berkurangnya batas pandang ikan, selera makan ikan berkurang, sehingga efisiensi pakan rendah, dan ikan sulit bernafas disebabkan insangnya tertutup oleh partikel-partikel lumpur (Gusrina, 2008). Selain itu, membatasi pandangan mata untuk memantau keberhasilan penetasan pada kegiatan pembenihan ikan. Oleh sebab itu, warna dan kekeruhan air gambut sangat perlu ditingkatkan.

Peningkatan kualitas air gambut diupayakan dengan pengolahan air gambut sistem kontinu dimana pencampuran larutan kapur dan tawas serta air gambut menyatu dan diaerasi, dilanjutkan proses sedimentasi dan filtrasi hingga menjadi air bersih dengan aliran horisontal. Penelitian ini bertujuan (1) untuk mengetahui penurunan warna dan kekeruhan air gambut dan (2) untuk mengetahui layak atau tidaknya air gambut yang telah diolah sebagai media hidup ikan mas (*Cyprinus carpio*).

METODE PENELITIAN

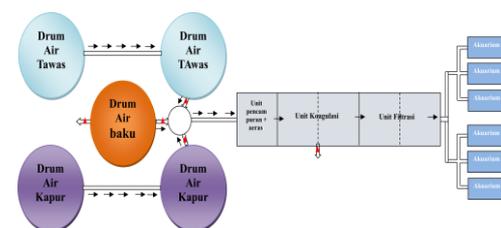
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2014 – Juni 2014 di

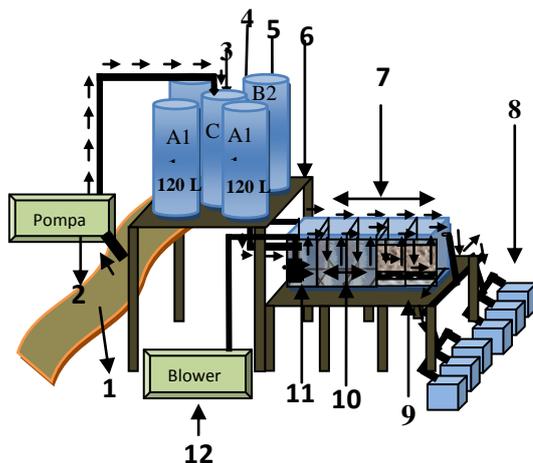
Desa Tarai Bagun Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar Provinsi Riau.. Analisis warna dan kekeruhan air gambut dilakukan di Laboratorium Unit Pelayanan Teknis Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Riau.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan menguji cobakan satu paket alat pengolahan air gambut dioperasikan dengan sistem aliran kontinu selama 30 hari. Paket olah air gambut ini terdiri dari unit air baku (air gambut), unit larutan kapur, unit larutan tawas dan unit pencampuran (*mixer*), unit koagulasi dan unit filtrasi.

Kapur dan tawas yang digunakan sebanyak 225 gram tiap 1 drum kapasitas 120 L, sehingga jumlah pemakaian kapur dan tawas masing-masing adalah 13.500 gram. Pencampuran larutan kapur dan tawas serta air gambut disatukan dan diaerasi. Selanjutnya dialirkan ke proses sedimentasi dan filtrasi dengan aliran secara kontinu. Parameter yang dianalisis adalah warna, kekeruhan, pH, DO dan suhu.

Alat pengolahan air gambut sistem kontinu dapat dilihat pada Gambar 1.



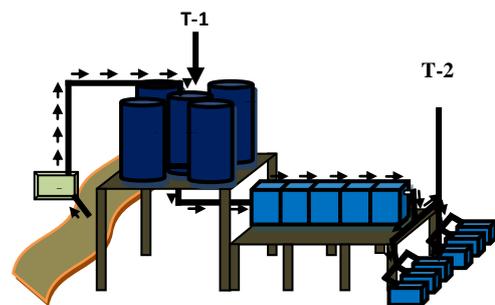


Gambar 1. Diagram Alir Pengolahan Air Gambut Sistem Kontinu

Keterangan :

- 1). Air gambut sungai tarai
- 2). Mesin pompa air
- 3). Unit penampung air gambut (C)
- 4). Larutan kapur (A1,A1)
- 5). Larutan tawas (B2, B2)
- 6). Kedudukan drum plastik
- 7). Bak pencampuran, koagulasi & filtrasi
- 8). Unit aquarium
- 9). Bak filtrasi
- 10). Bak koagulasi
- 11). Bak mixer
- 12). Blower

Parameter yang dianalisis adalah warna, kekeruhan, pH, DO dan suhu. Titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 2.



Keterangan:

- T-1. Drum penampung air gambut (Air baku)
- T-2. Air hasil olahan dengan sistem kontinu

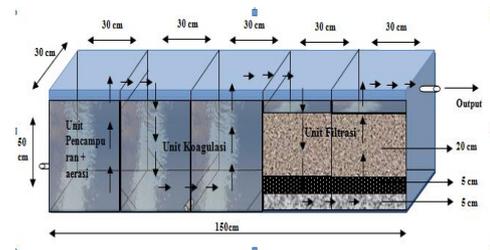
Gambar 2. Titik Pengambilan Sampel

Unit Pencampuran (Mixer), Koagulasi dan Filtrasi

Unit *mixer*, koagulasi dan filtrasi dibuat menjadi satu paket terbuat dari kaca dengan ketebalan 8 mm berukuran 150 cm (P) x 30 cm (L) x 50 cm (T) yang dibagi menjadi

5 ruang, yaitu 1 unit ruang *mixer*; 2 unit ruang koagulasi dan 2 unit ruang filtrasi. Masing-masing ruang tersebut berukuran sama yaitu 30 cm (P) x 30 cm (L) x 50 cm (T). Di bagian belakang sisi dinding ruang *mixer* dibuat lubang ½ inci sebagai tempat masuk air gambut yang akan terjadi proses pengolahan, pada ruang *mixer* diberi aerasi melalui pompa udara (*blower*).

Pada sisi samping bagian bawah ruang koagulasi dibuat lubang pengeluaran endapan yang terbentuk sebesar ½ inci yang diberi keran. Di dalam ruang filtrasi berisikan media filter dengan susunan dari bawah ke atas adalah zeolit, arang bakau dan pasir kasar. Pada bagian posterior sisi dinding ruang filtrasi juga dibuat lubang ½ inci sebagai tempat keluarnya air gambut yang telah diolah. Bentuk unit *mixer*, koagulasi dan filtrasi disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Unit Alat Mixer, Sedimentasi dan Filtrasi

Media Filter

Media filter dalam penelitian ini terdiri dari zeolit, arang bakau dan pasir kasar yang disusun berlapis dengan ketebalan zeolit dan arang masing-masing 5 cm serta pasir kasar 20 cm. Zeolit diperoleh dari toko akuarium, lalu dipecahkan dengan cara dipukul hingga didapatkan ukuran kerikil dengan bentuk tidak beraturan, kemudian dicuci bersih dan dijemur hingga kering.

Bongkahan besar arang bakau yang diperoleh, kemudian dikecil

seukuran kerikil dengan cara dipukul dengan palu dan dicuci bersih serta dikeringkan dengan cara penjemuran. Pasir berasal dari pasir sungai yang diayak untuk mendapatkan butiran kasar, lalu dicuci bersih dan dijemur hingga kering. Bentuk media filter pada Gambar 4.



Gambar 4. Jenis Media Filter

Parameter yang diamati adalah warna, kekeruhan, pH, DO dan suhu. Untuk keperluan pengukuran dan analisis air gambut sesuai dengan parameter di atas adalah air gambut, alkali iodida, larutan natrium thiosulfat 0,025 N, larutan asam sulfat, amilum, larutan mangan sulfat. Alat yang digunakan diantaranya adalah Erlenmeyer, botol sampel, botol BOD, pH meter dan termometer.

Untuk keperluan pengukuran secara *in-situ* (pH, DO dan suhu) dan analisis parameter air gambut secara *ex-situ* (warna, kekeruhan), maka sampel air diambil pada 2 titik, yaitu:

- T1 (drum penampung air gambut sebelum diolah).
- T2 (air yang keluar dari ruang filtrasi atau *output* filtrasi).

Pengukuran dan pengambilan sampel air di tiap titik tersebut dilakukan 4 kali dengan interval waktu 1 minggu selama 30 hari. Sampel air yang diambil, kemudian dimasukkan kedalam wadah botol sampel volume 400 ml dan diberi label.

Analisis parameter kualitas air untuk kadar warna dan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$EP = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100 \%$$

Keterangan:

EP = Nilai efektifitas perlakuan (warna dan kekeruhan)

C_{in} = Kadar warna atau kekeruhan sebelum diolah

C_{out} = Kadar warna atau kekeruhan sesudah diolah

Untuk mengetahui hasil olahan air gambut baik yang diolah oleh sistem kontinu dan kontrol (tidak diolah) dapat dijadikan media hidup ikan mas, maka dilihat berdasarkan kelulushidupan ikan (*Survival Rate – SR*) dengan rumus:

$$SR (\%) = \frac{\text{Jumlah ikan hidup setelah diuji}}{\text{jumlah ikan keseluruhan}} \times 100\%$$

Data primer berupa warna, kekeruhan, pH, DO dan suhu ditabulasikan ke dalam bentuk tabel dan dianalisa secara deskriptif. Hasil pengukuran kualitas air gambut dibandingkan dengan literatur dan baku mutu.

HASIL DAN PEMBAHASAN Keadaan Umum Sungai Tarai

Perairan Sungai Tarai merupakan salah satu anak sungai yang terdapat di daerah rawa Rimbo Panjang yang terletak ± 20-30 km di sebelah barat daya Kota Pekanbaru. Perairan ini merupakan wilayah aliran Sungai Kampar yang berada di daerah Rimbo Panjang Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar.

Pada dasarnya, air gambut di Desa Tarai Bagun memiliki karakteristik warna hitam kecoklatan dengan pH 4. Air gambut yang berwarna hitam kecoklatan disebabkan oleh kandungan organik yang merupakan partikel koloid

bermuatan negatif dan sulit dipisahkan dari cairannya karena ukurannya sangat kecil dan memiliki sifat muatan listrik pada permukaannya yang menyebabkan partikel menjadi stabil. Kondisi pH air gambut yang bersifat asam dipengaruhi oleh kondisi keasaman tanah gambut.

Efektivitas Penurunan Warna dan Kekeruhan

Hasil analisis nilai konsentrasi dan efektivitas warna dan kekeruhan air gambut pada inlet dan outlet disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa Warna dan Kekeruhan

Penga- matan (hari)	Warna		
	Nilai (PtCo)		EP (%)
	Inlet	Outlet	Inlet-Outlet
1	855	3,4	99,60
2	861	3,7	99,57
3	875	3,9	99,55
4	894	4,3	99,51
5	897	4,7	99,47
6	902	4,9	99,45
7	917	5,5	99,40
14	929	9,6	98,96
21	931	13,6	98,53
28	937	21,3	97,72

Penga- matan (hari)	Kekeruhan		
	Nilai (NTU)		EP (%)
	Inlet	Outlet	Inlet-Outlet
1	35,0	0,58	98,34
2	37,0	0,94	97,45
3	37,1	1,11	97,00
4	37,5	1,47	96,08
5	37,9	1,63	95,69
6	40,0	1,77	95,57
7	40,3	1,93	95,21
14	40,4	3,73	90,76
21	40,9	5,64	86,21
28	40,11	7,30	81,80

Sumber: Data primer

Unit alat pengolahan air gambut sistem kontinu mampu menurunkan warna dari kisaran 851,6 – 919,4 PtCo menjadi 3,4-21,3 PtCo dan kekeruhan dari 32,81 –

38,37 NTU menjadi 0,58 – 7,3 NTU. Nilai penurunan warna dan kekeruhan tersebut telah memenuhi baku mutu (PERMENKES RI NO. 416/MENKES/PER/IV/1990).

Penurunan warna dan kekeruhan tersebut disebabkan oleh pemberian kapur, tawas, proses sedimentasi dan filtrasi. Adanya proses aerasi juga membantu mempercepat reaksi proses pencampuran air gambut dengan kapur dan tawas. Akibatnya terjadi penggumpalan partikel koloid dan tersuspensi yang akhirnya terbetuk flok yang membesar dan mengalami flotasi dan mengendap di dasar wadah. Akhirnya kepekatan warna dan kekeruhan semakin menurun. Secara visual akan terlihat 2 (dua) lapisan yaitu air jernih di bagian atas dan endapan partikel padatan tersuspensi di dasar wadah yang berwarna coklat kehitaman. Ketebalan lapisan dasar akan terus bertambah seiring proses pengolahan air gambut berjalan sehingga perlu dilakukan pembuangan, karena dapat mempercepat penyumbatan media filter.

Kekeruhan dapat mempengaruhi habitat organisme perairan. Tingginya tingkat kekeruhan dapat menyebabkan stress bahkan kematian pada ikan (Jukri *et al.*, 2013). Kekeruhan dapat memberikan efek negatif pada kualitas air, terutama kadar DO, BOD, suhu, dan berdampak terhadap keragaman jenis ikan akibat penurunan cahaya sebagai proses fotosintesis berkurang dan populasi plankton, algae serta makrofita akan berkurang (James *dalam* Sawitri dan Iskandar, 2006). Ditegaskan oleh Gusrina (2008), air yang sangat keruh tidak dapat digunakan untuk kegiatan budidaya ikan, karena air yang sangat keruh

dapat menyebabkan rendahnya kemampuan daya ikat oksigen, berkurangnya batas pandang ikan, selera makan ikan berkurang, sehingga efisiensi pakan rendah; serta, ikan sulit bernafas karena insangnya tertutup oleh partikel lumpur.

Parameter Kualitas Air

• Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman awal air gambut sebelum diolah bersifat asam dengan kisaran 4,0-7. Nilai pH ini disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai pH

Pengamatan (hari)	pH	
	Inlet	Outlet
1	4,3	7,3
2	4,7	7,7
3	4,1	7,5
4	4,6	7,6
5	4,3	7,4
6	4,7	7,8
7	4,2	7,4
14	4,3	7,9
21	4,0	7,7
28	4,2	7,7

Sumber: Data primer

Dari tabel di atas terlihat peningkatan pH dari 4,0 – 4,7 menjadi ke arah netral – basa (7,3 – 7,9) setelah diolah dan telah sesuai baku mutu. Kenaikan pH ini disebabkan oleh pemberian kapur, fungsi dari pemberian kapur yaitu untuk meningkatkan pH, disamping untuk menetralkan air baku yang bersifat asam juga untuk membantu efektivitas proses selanjutnya.

Hasil olahan air gambut memiliki nilai pH rata-rata 7,6. Air olahan yang dialirkan ke aquarium dapat mendukung hidup dan kehidupan ikan mas. Hal ini sesuai dengan pendapat Wardoyo (1981) yang menyatakan bahwa pH yang dapat mendukung kehidupan organisme secara ideal berkisar

antara 5,0 - 9,0. Apabila nilai pH lebih kecil dari 4 dan lebih besar dari 11, maka dapat menyebabkan ikan mengalami kematian.

• Dissolved oxygen (DO)

Konsentrasi DO air gambut sebelum diolah selama penelitian berkisar 3,1 – 3,4 mg/l. Cukup tingginya DO tersebut disebabkan air gambut yang diperoleh berasal dari pada sungai yang mengalir. Adanya arus sungai ini dapat mempertahankan kondisi DO yang cukup bagi biota akuatik. Kondisi DO disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kondisi DO

Pengamatan (hari)	DO (mg/l)	
	Inlet	Outlet
1	3,1	5,6
2	3,3	5,7
3	3,0	5,5
4	3,2	5,7
5	3,5	5,8
6	3,3	5,8
7	3,2	5,6
14	3,0	5,3
21	3,3	5,7
28	3,4	5,7

Sumber: Data primer

Dari tabel di atas terlihat bahwa konsentrasi DO setelah diolah meningkat dari 3,0 – 3,4 mg/l menjadi 5,3 – 5,8 mg/l. Peningkatan DO yang terjadi berkisar 2,3 – 2,5 ini lebih disebabkan oleh adanya proses aerasi. Menurut Said dan Wahjono (1999), proses aerasi yaitu mengontakkan air baku dengan udara khususnya oksigen (O₂). Luas kontak antara gelembung udara dengan permukaan air sangat mempengaruhi keberhasilan proses oksidasi. Semakin merata dan semakin kecil ukuran gelembung udara yang terbentuk kedalam air, oksigen yang bereaksi makin besar.

Konsentrasi nilai DO pada outlet yang dialirkan ke dalam unit

akuarium untuk pengujian kelulushidupan ikan layak untuk mendukung kehidupan ikan. Hal ini sesuai dengan pendapat Menurut Kordi (1994), kisaran oksigen yang optimal bagi kehidupan ikan dan udang adalah 5 – 7 mg/l dan bila oksigen sudah turun melewati 3 mg/l akan membahayakan organisme dalam perairan. Ryding dan Rast (dalam Krismono, 2003) menambahkan bahwa kandungan DO yang tidak mengganggu kehidupan mikro-organisme yang ada di perairan tidak boleh kurang dari 3 mg/l.

- **Suhu**

Suhu air gambut sebelum diolah berkisar 29 – 30°C yang merupakan suhu alami air gambut yang terdapat pada Sungai Tarai. Nilai suhu air disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Suhu Air

Pengamatan (Hari)	Suhu Air	
	Inlet	Outlet
1	30	29
2	29	30
3	30	29
4	29	30
5	29	29
6	30	28
7	29	30
14	29	30
21	29	29
28	29	29

Sumber: Data Primer

Dari tabel di atas terlihat bahwa suhu air gambut sebelum dan setelah diolah memiliki fluktuasi yang kecil (1°C). Perbedaan suhu air ini sangat dipengaruhi kondisi cuaca setempat seperti panas atau hujan karena paket pengolahan yang diujicobakan berada di ruang terbuka. Menurut Syafriadiman *et al.* (2005), suhu pada air akan dipengaruhi oleh panas sinar

matahari yang masuk kedalam perairan dan disebarkan dari permukaan sampai ke dasar.

- **Survival Rate (SR) Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)**

Pengujian ikan mas menggunakan air gambut sebelum diolah dan setelah diolah dengan kondisi diaerasi dan non aerasi. Hasil pengujian ikan ini disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Survival Rate Ikan Uji Sebelum Pengolahan

Penga- matan (minggu)	Jlh	Diaerasi			Jlh	Non Aerasi			Jlh
		1	2	3		1	2	3	
I	10	0	0	0	10	0	0	0	0
II	10	0	0	0	10	0	0	0	0
III	10	0	0	0	10	0	0	0	0
IV	10	0	0	0	10	0	0	0	0
SR (%)		0	0	0		0	0	0	0

Sesudah Pengolahan

Penga- matan (minggu)	Jlh	Diaerasi			Jlh	Non Aerasi			Jlh
		1	2	3		1	2	3	
I	10	10	10	10	30	10	10	10	30
II	10	10	10	10	30	10	10	10	30
III	10	10	10	10	30	10	10	10	30
IV	10	10	10	10	30	10	10	10	30
SR (%)		100	100	100	100	100	100	100	100

Dari tabel di atas terlihat bahwa ikan mas yang diujikan pada air gambut sebelum diolah dengan kondisi diaerasi dan non aerasi mengalami kematian 100%. Sebaliknya *survival rate* 100% dicapai pada pengujian menggunakan air gambut yang telah diolah.

Perbedaan *survival rate* ikan mas ini disebabkan oleh kondisi kualitas air gambut sebelum dan setelah diolah. Kualitas air gambut yang telah diolah memiliki kondisi yang memenuhi syarat untuk mendukung kehidupan ikan seperti

warna dan kekeruhan yang sangat rendah, DO dan pH tinggi serta suhu. Kondisi sebaliknya terdapat pada air gambut yang belum diolah memiliki warna dan kekeruhan tinggi dan pH asam. Dengan kondisi H₂S 0,057 – 0,093 mg/L, zat organik 135,2 – 163,3 mg/L (Sunawirudin hadi, 2014), (Rahmaddani saputra, 2014) kondisi besi 0,4707 – 0,5717 mg/L, mangan 0,2121 – 0,2321 mg/L, kondisi yang terdapat pada air gambut tersebut belum memenuhi syarat untuk mendukung kehidupan ikan mas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pengolahan air gambut dengan menggunakan kapur, tawas, aerasi dan filtrasi yang diperasionalkan secara kontinu mampu menurunkan rata-rata warna 7,4 PtCo (EP = 99,17%) dan kekeruhan 2,61 NTU (EP = 93,41%) serta meningkatkan pH dan DO. Air gambut yang telah diolah layak sebagai media hidup ikan mas dengan tingkat SR 100%.

Saran

Disarankan penelitian lanjutan untuk melihat tingkat kejenuhan media filtrasi yang digunakan, substitusi media filter, bahan penetral dan koagulan yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Balitbang Riau. 2001. Laporan Akhir Pengembangan Purigatro Provinsi Riau.

Gusrina, 2008. Budidaya Ikan Jilid I.

PT Macanan jaya cemerlang. Jakarta.

Jukri, M, Emiyarti dan Kamri, S. 2013. Keanekaragaman Jenis Ikan di Sungai Lamunde Kecamatan Watubangga Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara. Jurnal Mina Laut Indonesia. Vol. 01 No. 01 (23-37).

Kordi, M. G. 1994. Parameter Kualitas Air. Karya Anda. Ujung Pandang. 55 hal.

Krismono. 2003. Kondisi Awal Kualitas Perairan di Saluran Primer Induk (SP1)Eks-PLG 1 Juta Hektar dan Wilayah Dudun Muara Puning Kalimantan Tengah. Consultant to Climate Change, Forest and Peatland in Indonesia (CCFPI) Project Weatland Internasional-Indonesia Programe, 15 :297-311.

Noor, M. 2001. Pertanian Lahan Gambut. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Said, N. I. Dan W., Widayat, 2004. Teknologi Pengolahan Air Gambut, Bahan Pelatihan Teknologi Pengolahan Air Bersih dan Limbah Cair, BPPT, Agustus 2003.

_____, N. I. dan H. D. Wahjono. 1999. Pengolahan Air Sungai/Gambut Sederhana. Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair BPPT, Jakarta.

Suyatno. 1998. Analisis Pendataan Luasan Lahan Gambut

Indonesia. Jurnal Kehutanan
Institut Pertanian Bogor.
Bogor.

Syafri, S.H. 2007. Rejeksi Zat
Organik Air Gambut dengan
Membran Ultra Filtrasi. Jurnal
Sains dan Teknologi. Jakarta.
Vol XII. Hal 9-14.

Syafriadiman, N.A. Pamungkas dan
Saberina. 2005. Prinsip Dasar
Pengelolaan Kualitas Air. MM
Press CV. Mina Mandiri,
Pekanbaru.

Wardoyo, S. T. H. 1981. "Kriteria
Kualitas Air untuk Evaluasi
Pertanian dan Perikanan".
Training Analisa Dampak
Lingkungan PPLH-UND -PSL
IPB. Bogor: PPLH-UNDD-PSL
IPB.

WWF. 2008. Deforestation, Forest
Degradation, Biodiversity Loss
and CO₂ Emission in Riau,
Sumatra, Indonesia: One
Indonesian Propinve's Forest
and Peat Soil Carbon Loss
Over A Quarter Century and
it's Plans for the Future. WWF
Indonesia Technical
Report.www.wwf.or.id. Rineka
Cipta. Jakarta.