

KAJIAN PERBAIKAN MUTU AIR GAMBUT UNTUK KEGIATAN BUDIDAYA IKAN DI DESA SUNGAI TOHOR, KECAMATAN TEBING TINGGI TIMUR, KABUPATEN KEPULAUAN MERANTI

Hendrik, Sukendi dan Benny Heltonika

Dosen Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau

ABSTRACT

This study aims to analyze the study of the effect of improvement of water quality parameters of peat water with filter system, biological coagulation and microalgae for fish farming activities. The research was conducted in Sungai Tohor Village, Tebing Tinggi Timur Subdistrict, Meranti Islands Regency.

Procedure of research activity is done by way of peat water coming from canal pumped by multilevel filtering. Water filtration by drum stratum is intended with macro and micro filtration separation, macro filtering using only ijuk and burlap sack. While micro-screening using layers of krikil, sand and charcoal, and the provision of lime tohor.

The results showed that there was a change (increase) to pH value from 3.7 to 5.4; Dissolved CO₂ decreased from 31.9 to 24.6 mg/l, dissolved DO increased from 3.92 to 4.09 mg/l, TSS decreased from 82.5 to 4.5 mg/l, increased brightness from 64.5 to 68.2 cm and the temperature rises from 27.9 to 30.1 °C and there is growth and multiplication of microalgae on the surface of water. From the experimental maintenance of catfish dumbu done, generally not possible to survive, because the still high dissolved CO₂ which is toxic to fish and pH that still needs to be improved again. Need further research on the technique of reducing the dissolved CO₂ value and increasing the pH value, thus reaching the recommended threshold point for fish farming. For fish cultivation activities from the results of this study only allows to cultivate the local fishes only.

Keywords: Coagulation, microalgae, macro filtering and micro-filtration

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Riau merupakan suatu wilayah dengan sumberdaya perairan yang tinggi dan mempunyai keanekaragaman jenis ikan yang tinggi. Salah satu perairan potensial yang besar yang terdapat di Riau adalah perairan gambut. Pada lahan gambut jenis ikan yang hidup sangat terbatas, hal ini disebabkan karena kondisi perairan gambut yang memiliki daya dukung yang rendah untuk budidaya ikan, seperti tingginya *total suspended matter* (TSS), rendahnya pH yang menyebabkan tingginya tingkat keasaman, tingginya CO₂ terlarut dan tingginya bahan organik serta rendahnya suhu pada air lahan gambut. Selain itu, tingginya TSS berupa bahan organik menyebabkan warna air coklat kemerahan.

Beberapa kajian untuk perbaikan mutu kualitas air telah dilakukan, namun selama ini belum ada yang dominan untuk penyediaan air bersih. Daud *et al.* (2016) melakukan pengolahan air dengan membran ultrafiltrasi sistem aliran *cross flow* untuk menyisihkan zat warna dan bahan organik. Sedangkan Suherman dan Sumawijaya (2013) menyatakan Penambahan 0,05 gram kapur tohor, 0,10 gram kaporit, 0,30 gram lempung dan 0,40 gram tawas ke dalam 1 liter air gambut serta pengadukan secara manual selama 30 detik, proses koagulasi berhasil menghilangkan warna 99,20 % yakni dari 383,50 TCU turun menjadi 3,80 TCU, dan kandungan zat organik turun sebesar 98,15 % dari 385,87 mg/L KMnO₄.



menjadi 7,19 mg/L KMnO. Baik warna maupun zat organik, keduanya menunjukkan nilai yang memenuhi persyaratan air minum.

Namun dalam pengolahan air untuk budidaya sangat tidak dianjurkan menggunakan tawas dan kaporit, karena memiliki efek negative pada ikan. Sedangkan pendekatan kajian secara biologi masih sangat jarang dilakukan dalam proses perbaikan air gambut, salah satu usaha yang patut dicoba adalah pendekatan kombinasi mekanik (fisik) dan biologi. Berdasarkan hal di atas, perlu dilakukan penelitian berkenaan “Kajian Perbaikan Mutu Air Gambut Untuk Budidaya Ikan”.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pendekatan mekanik dan biologi terhadap perubahan kualitas air gambut sehingga apakah layak atau tidak untuk melakukan budidaya ikan.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi praktisi dan peneliti perikanan budidaya akan pengelolaan lingkungan air gambut untuk kegiatan budidaya ikan. Selain itu, hasil dari kegiatan ini diharapkan dapat menjadi model pengelolaan air gambut untuk budidaya ikan.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian kajian perbaikan kualitas air gambut untuk kegiatan budidaya ikan ini dilaksanakan pada bulan April sampai dengan bulan Oktober 2017, di Desa Sungai Tohor, Kecamatan Tebing Tinggi Timur, Kabupaten Kepulauan Meranti, Provinsi Riau.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian kajian perbaikan kualitas air gambut untuk kegiatan budidaya ikan ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan Penelitian yang Digunakan Dalam Penelitian

Bahan	Fungsi
Lele Pakan Tropotik Gondok	Sebagai Ikan Uji Pakan selama pemeliharaan Sumber Mikroalga Untuk Perlakuan Pengendapan
Alat	Fungsi
Kolam Terpal Drum Plastik Pasir, Krikil, Arang, Ijuk dan Karung Heslin Air Hemeter Termometer pH Meter Refraktometer Tulis	Wadah perlakuan Wadah penyaring Bahan Penyaring air Pemompa air gambut kanal Mengukur pH air Mengukur suhu air Mengukur oksigen terlarut Dokumentasi Kegiatan Pencatatan data

Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini, kegiatan pertama yang dilakukan adalah pembuatan kolam sebanyak 3 buah, kemudian dilanjutkan dengan penyiapan media penyaring air gambut dengan menggunakan wadah drum yang disusun secara bertingkat.

Dalam pelaksanaannya air gambut yang berasal dari kanal akan dipompa kepenyaring bertingkat. Penyaringan air dengan drum secara bertingkat dimaksudkan



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan buku, penulisan berita, dan siaran pers.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin Universitas Riau.

dengan pemisahan penyaringan secara makro dan mikro, penyaringan makro hanya menggunakan ijuk dan karung goni. Sedangkan penyaringan mikro menggunakan lapisan kikir, pasir laut dan arang, untuk pemberian kapur tohor dilakukan pada penyaringan mikro. Perbandingan satu drum penyaring makro selanjutnya air keluar akan dibagi dengan mengalirkan ketiga drum penyaring mikro. Dari penyaring mikro akan masuk ke kolam penampung pertama untuk pengendapan dengan dibantu dengan enceng gondok, karena selama ini enceng gondok merupakan salah satu tumbuhan air yang berfungsi untuk penjernihan dan penyerapan logam berat di perairan. Selanjutnya air akan mengalir secara gravitasi ke kolam kedua, dimana pada kolam kedua ini terjadi penyinaran matahari total dan dibantu dengan mikroalga, mikroalga berfungsi untuk menurunkan kandungan CO₂ terlarut di perairan melalui fotosintesis dan menghasilkan Oksigen yang akan menambah oksigen terlarut pada perairan. Dari kolam kedua akan mengalir secara gravitasi ke kolam ketiga dimana pada kolam ketiga akan terjadi penjemuran air, diharapkan dari hasil penjemuran ini akan dapat mengurangi kandungan Hidrogen terlarut pada air, sehingga diharapkan dapat meningkatkan pH dan suhu air. Air hasil dari kolam ketiga inilah yang akan diukur parameter kualitas airnya dan dibandingkan dengan air awal yang berasal dari kanal gambut. Adapun sketsa tandon yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Parameter yang diukur

Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah :

Parameter kualitas air

Parameter kualitas air yang diukur sebagai data utama dalam penelitian ini adalah pH, CO₂ terlarut, kandungan oksigen terlarut, TSS, kecerahan dan suhu yang dilakukan pada awal dan akhir perlakuan.

Kelulushidupan Ikan

Pengukuran kelulushidupan dilakukan dengan menghitung jumlah ikan awal dan selama pemeliharaan 1 bulan, kemudian dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100 \%$$

SR : Kelulushidupan ikan (%)

Nt = Jumlah ikan pada akhir penelitian (ekor)

No = Jumlah ikan pada waktu awal penelitian (ekor)

Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis secara deskriptif, dimana akan pembedaan data kualitas air awal penelitian dan akhir penelitian.

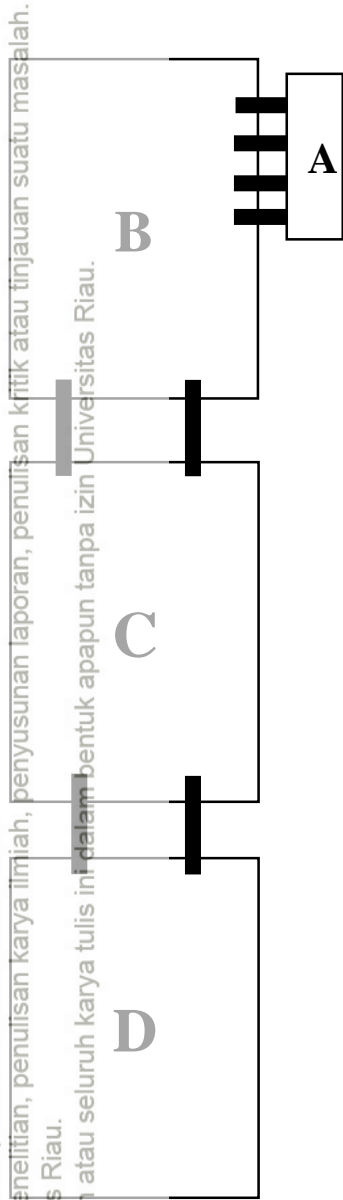


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penerbitan kritikan atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.

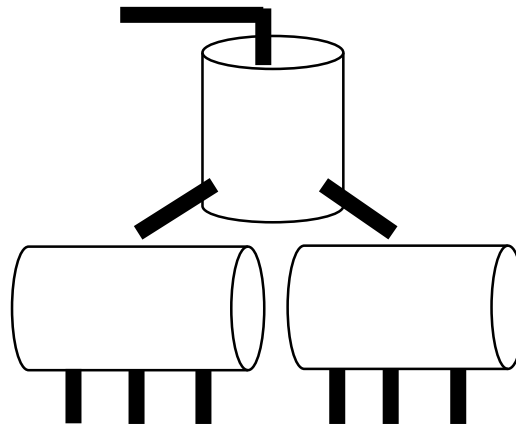
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.



Keterangan :

- A. Penyaring
- B. Kolam tandon dengan perlakuan enceng gondok sebagai filter biologi
- C. Kolam tandon dengan perlakuan probiotik
- D. Kolam tandon pengendapan dan pemanasan matahari

Sistem kerja, air baku masuk ke penyaring (A) yang kemudian mengalir ke tandon pertama (B), dari tandon B akan mengalir ke tandon kedua (C), dari tandon kedua akan mengalir ke tandon ketiga (D), dari tandon ketiga akan mengalir ke kolam-kolam pemeliharaan



Sketsa penyaring,

drum pertama (paling atas) berisi Goni, Ijuk, sabut kelapa, goni dan krikil (dari bawah ke atas)
 drum bagian bawah berisi goni, pasir, krikil, arang, goni dan krikil (dari bawah ke atas)

Gambar 1. Sketsa tandon yang digunakan dalam peneitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kualitas air dari penelitian ini terhadap air baku dan air yang telah dilakukan tretamen sesuai rancangan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kualitas Air Selama Penelitian

Pengukuran air	Parameter Kualitas Air					
	pH	CO ₂ (mg/l)	DO (mg/l)	TSS (mg/l)	Kecerahan (cm)	Suhu (°C)
Air Kanal	3.7	31.9	3.92	82.5	64.5	27.9
Tanah On 1 (Filterisasi)	4.8	26.8	3.86	8.5	69.7	29.8
Tanah On 2 (Tanaman air)	4.8	33.6	3.76	16	65.4	28.6
Tanah On 3 (Probiotik)	5.4	24.6	4.09	4.5	68.2	30.1

Jika dilihat dari Tabel 2, pH air kanal jauh dari kelayakan yang telah ditetapkan, sedangkan pada air yang telah diberi perlakuan mengalami kenaikan hingga mendekati pH namun nilai pH ini masih berada di ambang bawah yang ditolerir untuk budidaya ikan, oleh karena itu perlu ada usaha lain untuk dapat meningkatkan pH air gambut pada titik yang lebih baik. Dari perlakuan yang telah dilakukan dengan pemberian probiotik dapat meningkatkan pH air tertinggi, yaitu 5,4. Kenaikan pH air ini diperkirakan karena beberapa faktor, pada proses penyaringan besar kemungkinan arang, krikil dan ijuk menjadi factor yang mengikat H⁺, sehingga mengalami sedikit kenaikan. Sedangkan pada perlakuan tanaman air diasumsikan dikarenakan adanya proses penjemuran. Selanjutnya pada pemberian probiotik besar kemungkinan dengan tumbuhnya mikroalga di permukaan media sehingga kemungkinan ada pengurangan konsentrasi H⁺ diperairan. Perairan umum dengan segala aktivitas fotosintesis dan respirasi organisme yang hidup di dalamnya membentuk reaksi berantai karbonat karbonat Jangkaru, 1974). Usaha budidaya ikan akan berhasil baik dalam air dengan pH 6,5- 9,0, dan pertumbuhan optimal terjadi pada pH 7-9,0. Sedangkan Syafriadiman *et al.* (2005) menyatakan bahwa pH yang baik untuk ikan adalah 5,0-9,0.

CO₂ terlarut

Jika dilihat dari nilai CO₂ terlarut menunjukkan nilai jauh berada di atas ambang yang diperbolehkan. Dimana pada air kanal nilai CO₂nya adalah 31,9 mg/l, pada air gambut yang difilter turun menjadi 26,8 mg/l, pada air yang diberi biota air naik menjadi 33,6 mg/l dan pada air yang diberi probiotik turun menjadi 24,6 mg/l. Sedangkan nilai untuk budidaya ikan menurut Effendi (2003) air yang baik jika CO₂nya berada di bawah 5 mg/l, sedang berada antara 5-10 mg/l dan buruk berada di atas 10 mg/l.

Penurunan CO₂ pada air yang difilterisasi besar kemungkinan diakibatkan karena bahan penyaring seperti arang, krikil dan ijuk. Sedangkan kenaikan CO₂ pada media yang ada tanaman airnya besar kemungkinan disebabkan karena adanya kematian organisme air. Sedangkan terjadinya penurunan CO₂ pada wadah yang diberi probiotik, karena dengan tumbuhnya mikroalga dipermukaan sedikit banyak memberikan efek pengurangan CO₂ disebabkan dipakai oleh mikro alga untuk berfotosintesis, hal ini terlihat dengan adanya lonjakan pertumbuhan mikroalga dipermukaan air pada kolam uji coba. Namun kandungan CO₂ masih sangat tinggi, oleh karena itu perlu adanya perlakuan yang lebih baik lagi untuk mengurangi CO₂ terlarut didalam air, sehingga layak untuk dilakukan aktifitas budidaya ikan ke depannya di lahan gambut ini. Karena menurut

Effendi (2003) air yang baik jika CO₂nya berada di bawah 5 mg/l, sedang berada antara 5-10 mg/l dan buruk berada di atas 10 mg/l.



Dissolve Oksigen (DO)

Jika dilihat dari Tabel 2, terjadi perumabahan kondisi DO terlarut pada perairan namun tidak signifikan. Pada air baku kandungan DO adalah 3,92 mg/l, pada air yang difilter adalah 3,86 mg/l, pada air yang diberi tanaman air turun menjadi 3,76 mg/l dan pada yang diberi probiotik naik menjadi 4,09 mg/l. Kenaikan DO pada pemberian probotik besar kemungkinan kaitannya dengan terjadinya fotosintesis oleh mikroalga, dimana salah satu hasil kegiatan fotosintesis adalah menghasilkan O₂ yang akhirnya larut ke dalam perairan.

Namun secara umum kondisi DO ini dalam kondisi sedang dan baik, jika dilihat berdasarkan pendapat Effendi (2003) dimana kandungan DO besar dari 4 mg/l dikategorikan baik, kandungan DO antara 3-4 mg/l dikategorikan sedang sedangkan DO di bawah 3 mg/l dikategorikan buruk.

Total Solid Disolve (TSS)

Jika dilihat dari nilai TSS pada dasarnya masih dalam ambang yang aman bagi ikan, namun ada perubahan diknifikan TSS pada setiap perlakuan yang cukup signifikan dibandingkan air baku (Tabel 2). Kondisi penurunan pada air yang difilterisasi menunjukkan jika proses filterisasi berjalan dengan baik, itu ditunjukkan dengan adanya perubahan nilai TSS dari 82,5 mg/l menjadi 8,5 mg/l, lalu pada wadah yang ada tanaman air naik lagi menjadi 16 mg/l, hal ini disebabkan karena adanya kematian tanaman air yang menyebabkan hancuran dari tanaman yang mati meningkatkan TSS, sedangkan pada pemberian probiotik turun menjadi 4,5 mg/l, hal ini lebih disebabkan karena adanya proses pengendapan TSS pada wadah ujicoba. Masuknya padatan tersuspensi ke dalam perairan dapat berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh langsung, yaitu mengganggu proses respirasi organisme perairan, sedangkan pengaruh tidak langsung akan meningkatkan kekeruhan perairan dan menurunkan produktivitas primer perairan (Wardoyo, 1975). Menurut PP no 82 tahun 2001 nilai baku mutu untuk TSS sebesar 50 mg/l. Nilai TSS yang tinggi dalam perairan dapat mengganggu kehidupan organisme akuatik. Standar baku perairan menurut PP No. 20 (1990) kisaran TSS yang normal bagi kehidupan biota akuatik dalam perairan adalah < 400 mg/L.

Kecerahan

Kecerahan (penetrasi cahaya) dipengaruhi oleh kedalaman suatu perairan serta dipengaruhi oleh factor fisik lainnya seperti (TSS, kepadatan mikroalga dan warna air) sehingga semakin dalam perairan intensitas cahaya yang masuk semakin berkurang. Pada perairan tersebut akan mengurangi pertumbuhan plankton sebagai pakan alami ikan. Penetrasi cahaya matahari dapat menjadi tolak ukur kesuburan perairan, karena menurut Wardoyo (1982) cahaya matahari merupakan sumber energi plankton untuk melakukan fotosintesis. penetrasi cahaya yang baik bagi usaha budidaya ikan lebih besar dari yang diukur menggunakan keping secchi dan kedalaman yang ideal untuk kolam-pemeliharaan ikan adalah 60 – 150 cm. Salah satu pertimbangan dalam menentukan kedalaman suatu kolam, yaitu kemampuan sinar matahari untuk menembus ke dasar kolam (Sedana, 2001 dan Sedana *et al.*, 2004). Penetrasi cahaya akan menembus sempurna dengan kedalaman perairan 0,25-100 m. Menurut Wardoyo (1982), kondisi perairan berdasarkan nilai transparasi (penetrasi cahaya) perairan keruh (0,25-1,0 m); perairan sedikit keruh (1,0-5,0 m); dan perairan jernih (>5 m).

Secara umum hasil pengukuran kecerahan (Tabel 2) masih berada dalam kondisi normal untuk budidaya ikan. Dimana kecerahan pada air baku (kanal) adalah 64.5 cm pada air yang difilterisasi adalah 69.7 cm, pada air yang diberi tanaman air adalah 65.4 cm pada media yang diberi probiotik adalah 68.2 cm.



Temperatur adalah faktor penting dalam suatu pembudidayaan ikan karena mempunyai pengaruh yang besar pada makhluk hidup dalam proses pertukaran zat (Soeseno, 1974 dan Zonneveld *et al.*, 1991). Temperatur merupakan faktor penting dalam lingkungan perairan, karena temperatur mempunyai pengaruh universal dan sering menjadi faktor pembatas dalam suatu pertumbuhan serta sangat erat kaitannya dengan distribusi organisme akuatik, karena sering kali organisme kurang mentolerir perubahan temperatur yang terjadi (Odum, 1971). Menurut Boyd *et al.* (1986), kisaran temperatur yang baik untuk usaha budidaya ikan adalah 25 – 35 °C, menurut PP No. 82 tahun 2001 nilai baku mutu untuk temperatur sebesar deviasi 3.

Jika dilihat dari data kualitas air (Tabel 2), nilai suhu air semuanya masih dalam kondisi normal, dimana pada air baku (kanal) suhunya adalah 27.9 °C, pada air filterisasi adalah 29.8 °C, pada air yang diberi tanaman air adalah 28.6 °C serta pada air yang diberi probiotik adalah 30.1 °C.

kelulushidupan ikan

Jika dilihat dari kelulushidupan ikan lele dan nila uji, ikan tidak dapat bertahan hidup hal ini besar kemungkinan karena masih tingginya nilai CO₂ terlarut yang menyebabkan ikan keracunan. Hal ini dapat dilihat dari tingkah laku ikan yang selalu naik ke permukaan seperti kekurangan oksigen. Ditambah lagi nilai pH yang masih berada dalam kondisi letal, dimana pada kondisi letal ini ikan masih bisa hidup namun mengalami tekanan sehingga menyebabkan ikan terganggu pertumbuhannya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan dengan proses pengendapan dan pemberian probiotik memberikan perubahan (kenaikan) terhadap nilai pH dari 3,7 menjadi 5,4; CO₂ terlarut turun dari 31,9 menjadi 24,6 mg/l, DO terlarut meningkat dari 3,92 menjadi 4,09 mg/l, TSS turun dari 82,5 menjadi 4,5 mg/l, kecerahan meningkat dari 64,5 menjadi 68,2 dan suhu meningkat dari 27,9 menjadi 30,1° C serta terjadi pertumbuhan dan penayakan mikroalga dipermukaan air. Dari ujicoba pemeliharaan ikan lele dumbo yang dilakukan, secara umum belum memungkinkan untuk dapat bertahan hidup, karena masih tingginya CO₂ terlarut yang menjadi racun bagi ikan serta pH yang masih perlu dikendalikan lagi.

Perlu ada usaha lebih jauh lagi dalam mengurangi CO₂ terlarut dan menaikkan pH perairan, sehingga mencapai titik ambang yang direkomendasikan untuk budidaya ikan. Hasil aktifitas budidaya ikan dari hasil penelitian ini hanya memungkinkan untuk melakukan budidaya ikan-ikan lokal saja.

DAFTAR PUSTAKA

1. C. A. 1988. Water Quality in Warm Water fish Pond. Foudr Printing Aburn University Agricultural Experiment station alabama. USA
2. S., Asmura, J dan Sari, M. S. 2016. Pengolahan Air Gambut Dengan Membran Ultrafiltrasi Sistem Aliran *Cross Flow* untuk Menyisihkan Zat Warna Dengan Pengolahan Pendahuluan Menggunakan Koagulan Cair Dari Tanah Lempung Lahan Gambut. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan II. e-ISSN 2541-3880. Padang, 19 Oktober 2016
3. Pertiwi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanasius. Yogyakarta. 237 hal.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penerbitan kritikan, tinjauan, atau tinjauan sukarela.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun di Universitas Riau.

- Angkaru, Z. 1974. Sifat-sifat air pada umumnya dan untuk Budidaya Ikan. Latihan intensifikasi budidaya ikan air tawar. Sukabumi.
- Odum, E. P. 1971. Fundamental of Ecology 3 th edition. W.B. Saunders Campion. London.
- Medana. I.P., Syafriadiman, Saberina dan Pamungkas, N.A., 2004. Pengelolaan Kualitas Air. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. 52 hal. (tidak diterbitkan).
- Goeseo. 1977. Dasar-dasar Perikanan Umum. Yasaguna. Jakarta
- Herheman, D dan Sumawijaya, N. 2013. Menghilangkan Warna Dan Zat Organik Air Gambut Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Suasana Basa. Ris.Geo.Tam Vol. 23, No.2, 127-139
- Susanto, H. 2001. Budidaya Ikan di Pekarangan. Penebar Swadaya. Jakarta. 167 hal.
- Syafriadiman, N. A. Pamukas dan S. Hasibuan. 2005. Pengelolaan Kualitas Air. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.
- Yardoyo, S. T. H. 1981. Kriteria Kualitas Air untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan. IPB, Bogor.
- Donneveld N., E. A. Huisman dan J. H. Boon. 1991. Prinsip-prinsip Budidaya Ikan. PT. Gramedia Pustakan Utama. Jakarta. 336 hal.

