

# **KERUSAKAN DANAU LIMBOTO DAN UPAYA KONSERVASI MELALUI PEMBERDAYAAN MASYARAKAT DAN PERAN PERGURUAN TINGGI**

**Elya Nusantari**  
**Universitas Negeri Gorontalo**  
**elya.nusantari09@yahoo.co.id**

**Abstrak:** Danau Limboto merupakan danau alami di Provinsi Gorontalo. Danau Limboto mengalami degradasi karena sedimentasi, eutrofikasi, pencemaran dan okupasi wilayah danau oleh masyarakat. Tahun 1932, luas danau 7.000 Ha, kedalaman 30 m. Tahun 2002 menjadi 3.000 Ha, 2 m. Musim kemarau, kedalaman 1,5 m. Selama 1972-2002 laju penyusutan 50 Ha/thn, laju sedimentasi 1,5-50 cm/thn. Permukaannya berupa dataran ditumbuhi eceng gondok, teratai, gelagah, rumput air. Akibat pendangkalan adalah banjir setiap musim hujan. Upaya konservasi mengacu pada penyebab pendangkalan. Konservasi dilakukan menyeluruh melalui kerjasama pemerintah pusat dan daerah dengan lintas departemen, pemberdayaan masyarakat dan peningkatan peran perguruan tinggi melalui Tri Dharma Perguruan Tinggi.

**Kata-kata kunci:** kerusakan, danau Limboto, konservasi, pemberdayaan masyarakat, perguruan tinggi

**Abstract:** This lake is a natural lake in Gorontalo. Lake Limboto subject to degradation due to sedimentation, eutrophication, pollution and occupational areas lake. 1932 year was 7000 ha lake area, depth of 30 m. In 2002 was to 3,000 ha, 2 m. The dry season, the depth was 1.5 m. During 1972-2002 the rate of depreciation was 50 ha/yr, the sedimentation rate from 1.5 to 50 cm/yr. The surface of the plains overgrown with water hyacinth, lotus, reed, and grass water. As a result of silting is flooded every rainy season. Conservation efforts based on the cause of silting which carried out a comprehensive conservation through cooperation with local and central government and cross departments, community empowerment, and increasing the role of universities.

Key words: damage, lake Limboto, conservation, community development, college

## **Pendahuluan**

Danau adalah daerah perairan yang terbentuk secara alami, berupa basin air yang sangat luas. Danau merupakan cekungan yang terjadi akibat peristiwa alam ataupun secara sengaja dibuat oleh manusia yang menyimpan air dari hujan, mata

air atau sungai. Danau Limboto merupakan danau yang terbesar di Propinsi Gorontalo yang merupakan danau alam yang tergolong unik karena berada dekat dengan pusat kota dan kabupaten Gorontalo melingkupi lima Kecamatan yaitu Batudaa, Limboto, Tibawa, Telaga dan Kota Barat.

Danau Limboto berada di dataran rendah dengan ketinggian 4,5 meter dari permukaan laut. Danau ini merupakan muara dari empat sungai besar di Gorontalo yaitu sungai Alo, sungai Daenaa, sungai Bionga dan sungai Molalahu. Danau tersebut sekaligus merupakan hulu sungai Tapodo yang muaranya menyatu dengan sungai Bone Bolango dan mengalir terus ke laut (Hienga, 2009). Selain itu danau Limboto merupakan muara dari beberapa sungai dan anak sungai. Dari 22 sungai yang mengalir ke danau Limboto hanya dua sungai yang masih mengalir ketika musim kemarau.

Salah satu masalah lingkungan yang cukup penting adalah degradasi lahan oleh erosi dari lahan dan menjadi sedimen di danau, rawa, dan pelabuhan yang mengakibatkan kerugian berupa pendangkalan tubuh perairan, yang pada akhirnya akan menyebabkan terjadinya bencana alam seperti banjir di musim hujan dan kekurangan air/kekeringan di musim kemarau. Demikian pula dengan danau Limboto menunjukkan degradasi yang terlihat dari pendangkalan, pencemaran, dan okupasi wilayah danau oleh masyarakat. Danau Limboto termasuk danau yang mengalami sedimentasi berat dan pengurangan luas seperti dinyatakan dalam Jurnal Litbang SDA (2006) bahwa danau yang mengalami sedimentasi yang berat antara lain danau Tondano, Tempe, Limboto di Sulawesi, danau Jampang, Semayang, Melintang di Kalimantan, danau Rawapening di Jawa Tengah dan danau lainnya mengalami sedimentasi ringan. Danau yang mengalami pengurangan luas antara lain danau Limboto, Rawapening, Cidanau di Banten.

Danau Limboto sekarang ini di kategorikan sebagai danau yang kritis. Danau Limboto serta daerah aliran sungai (DAS) sekitarnya menjadi salah satu dari 15 danau yang paling kritis/parah di Indonesia (Kompas, 2009). Dalam Diskusi Integrasi Antar Instansi Lintas Sektor dalam Pengelolaan DAS Limboto di Gorontalo disimpulkan bahwa umur danau ini tinggal lima tahun lagi (Tribun *Dimuat pada Jurnal Pendidikan Biologi Volume 1 Nomor 2 Februari 2010 ISSN 2085-6873*

Gorontalo, 2009). Selama 1972-2002 laju penyusutan luas danau Limboto 50 hektar pertahun dan laju sedimentasi 1,5-50 cm/thn. Menurut Legowo (2005) berdasarkan hasil running GeoWEPP DAS Limboto berada pada kondisi kritis yakni dengan total erosi pada DAS Limboto sebesar 3.409.067,36 ton/thn atau rata-rata erosi perhektar adalah 44,69 ton/ha/thn atau 3.72 mm/thn. Nilai erosi tersebut telah melewati ambang batas bahaya erosi yang diperkenankan (dapat ditoleransikan) yaitu sebesar 10 ton/ha/thn (Suripin 2002).

Pengurangan luas danau dapat dideskripsikan sebagai berikut. Pada tahun 1932 luas danau 7.000 ha kedalaman 30 meter. Tahun 1962 luasnya menyusut 4.250 ha kedalaman 10 meter. Tahun 2002 menyusut lagi menjadi 3.000 ha kedalaman 2 meter. Jika musim kemarau kedalaman 1,5 meter. Tanah timbul danau seluas 637 ha sudah berubah menjadi sawah, 329 ha menjadi ladang, 1.272 ha menjadi perkampungan dan 42 ha sisanya untuk keperluan lainnya. (Madjowa, 2008).

Kondisi saat ini permukaannya berupa dataran yang ditumbuhi flora air seperti enceng gondok, teratai, gelagah, dan rumput air. Dari tepi pantai hingga 50 meter ke tengah pendayung cukup mendorong perahunya karena dangkal. Setelah tiba di daerah agak ke tengah yaitu batas tepi tanaman air maka kedalaman danau mulai meningkat.

Berkurangnya luas danau dan sedimentasi yang cukup tinggi sering menyebabkan banjir. Pada musim hujan danau tidak bisa menampung luapan air sungai dan anak sungai yang bermuara ke Limboto. Akibatnya banjir menenggelamkan rumah-rumah penduduk, lahan, dan menggagalkan panen.

Artikel ini akan membahas kerusakan danau Limboto yang utama disebabkan oleh pendangkalan akibat pembalakan liar dan erosi lereng sungai, Eutrofikasi, pencemaran air, okupasi tanah timbul oleh masyarakat. Berdasarkan penyebabnya maka harus ada upaya konservasi danau Limboto. Penulis menawarkan solusi yakni melalui pengelolaan danau berbasis masyarakat atau pemberdayaan masyarakat dan peningkatan peran perguruan tinggi dalam

konservasi dengan mengacu pada fungsi Tridharma Perguruan Tinggi yakni pendidikan, penelitian dan pengabdian pada masyarakat.

### **Kerusakan Danau Limboto**

#### ***Pendangkalan Akibat Pembalakan Liar dan Erosi Lereng Sungai***

Danau Limboto mengalami sedimentasi berat. Penyebab utamanya adalah pembalakan liar di hulu dan erosi lahan tebing sungai di DAS yang bermuara di danau Limboto. Selain itu kondisi outlet Sungai Topadu yang sempit sehingga sedimen tidak mampu keluar dari danau (Legowo, 2005). Banjir juga membawa rerumputan, sampah, lumpur, dan bermacam sedimen lain yang kemudian mengendap di dasar danau dan menyebabkan pendangkalan. Berdasarkan data Sub Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Kanwil Kehutanan Sulut dalam Legowo (2005) bahwa luas hutan yang merupakan daerah resapan air menyusut dari 91.004 hektare pada awal 1980-an selama 28 tahun menjadi 23.257 hektare di akhir 2008.

Sebagaimana juga yang terjadi Bassenthwaite Lake sebuah danau di Inggris yang sekarang ini mengandung sedimen halus dan fosfor, menyebabkan ganggang rusak dan hilangnya habitat pemijahan ikan langka. Penyebab utama sedimentasi adalah penggundulan hutan dan kegiatan pertambangan. Sedimentasi melalui sungai Straighteningon sebagai aliran utama telah mengakibatkan kenaikan tiga kali lipat sedimen danau dibandingkan pada tahun 1990-an (Anonim, 2008).

Secara hidrologis daerah resapan air danau Limboto terdiri dari dua bagian yaitu bagian hulu yang berupa kawasan berbukit-bukit dan daerah dataran rendah yang menjadi daerah cebakan air (*water reservoir*). Bila bagian hulunya ditebangi air hujan akan mengalir ke daerah-daerah di bawah. Akibat penyusutan daerah resapan air maka banjir besar sering terjadi dan menggenangi perumahan di sekitar danau Limboto karena kapasitas tampungan sudah mengalami penurunan. Sungai-sungai di DAS Limboto juga mengalami peningkatan banjir baik frekuensi maupun kuantitas debitnya serta angkutan sedimennya (*debit solid*).

*Dimuat pada Jurnal Pendidikan Biologi Volume 1 Nomor 2 Februari 2010 ISSN 2085-6873*

Pola aliran sungai-sungai yang bermuara ke danau Limboto juga mempercepat erosi dan sedimentasi. Di beberapa tempat terdapat percabangan anak sungai yang hampir tegak lurus dengan sungai induknya. Panjang lereng danau di sisi barat relatif lebih besar daripada lereng utara dan timur. Hal itu mempengaruhi intensitas aliran banjir yang melanda kawasan dibawahnya. Di bagian barat air membanjiri danau Limboto. Daerah aliran Sungai Limboto-Bone-Bolango juga merupakan daerah pendangkalan yang paling kritis. Bagian timur, banjir mengalir ke sekitar sungai Poso dan Kelurahan Dambalo. Banjir besar terjadi pada bulan Juli-September 1995 yang disebabkan air di Danau Limboto meluap dan membanjiri Gorontalo.

Sedimentasi juga dipacu oleh para nelayan yang selama bertahun-tahun membangun perangkap ikan yang menggunakan gundukan tanah dari darat serta batang-batang pohon (Bibilo). Setelah itu mereka tinggalkan didanau. Saat ini pembuatan karamba ikan juga penyebab pendangkalan. Di sepanjang areal danau yang tersisa terdapat banyak rumah kecil yang digunakan sebagai tempat pembiakan ikan dengan sistem karamba. Jenis ikan yang dibiakkan adalah yang bernilai jual tinggi seperti ikan emas dan nila. Sampah daun dan batang kayu yang dipakai untuk membuat karamba itu ditinggalkan di danau dan membusuk.

### ***Eutrofikasi***

Selain menyebabkan erosi lereng sungai, banjir juga menyebabkan terjadinya proses penyuburan (*eutrofikasi*). Aliran banjir meningkatkan jumlah kandungan bahan organik di air, sehingga menaikkan pertumbuhan tanaman air pengganggu (gulma) yakni enceng gondok. Saat ini sudah menutupi sebagian besar permukaan danau. Eutrofikasi dapat dikatakan sebagai pengkayaan nutrisi anorganik dalam air dari suatu badan air. Nutrien tersebut pada umumnya adalah nitrogen atau fosforus dan mengakibatkan meningkatnya produktivitas primer. Perairan yang oligotrofik (miskin nutrisi) akan tampak jernih sedangkan perairan yang eutrofik akan tampak keruh karena mengandung banyak algae (Anonim,2007).

*Dimuat pada Jurnal Pendidikan Biologi Volume I Nomor 2 Februari 2010 ISSN 2085-6873*

Badan-badan air yang oligotrofik dicirikan oleh rendahnya konsentrasi nutrien dalam air, komunitas tumbuhan dan binatang yang beragam, produktivitas primer yang rendah, biomassa yang rendah, dan kualitas air yang cukup baik untuk berbagai keperluan. Bahkan air di danau yang oligotrofik dapat diminum langsung tanpa harus melalui proses pemasakan atau penjernihan. Sebaliknya badan-badan air yang mengalami eutrofikasi mempunyai ciri-ciri produktivitas dan biomassa yang tinggi, sering terjadi peledakan populasi alga (*Blooming algae*), air di dasar sering mengalami kekurangan oksigen, jenis-jenis tumbuhan dan binatang terbatas, pertumbuhan tumbuhan litoral semakin cepat (Ryding & Rast, 1989).

Proses eutrofikasi dapat menyebabkan kandungan oksigen di air menurun. Hal ini mengakibatkan matinya ikan dan hewan air lainnya. Pembusukan flora juga mengakibatkan air danau berbau busuk, serta mengurangi oksigen di dalamnya sehingga membahayakan biota di dalamnya. Salah satu indikator eutrofikasi adalah tumbuhnya gulma enceng gondok yang tidak terkendali. Gulma ini dengan cepat menutupi permukaan air sehingga kandungan oksigen air turun menyebabkan berkurangnya ikan yang menjadi sumber mata pencaharian masyarakat sekitar danau. Pada tahun 1970-an di danau Limboto hidup beragam jenis ikan, seperti ikan hulu, gabus, payangga, belut, manggabai, botuwa, monggaheto, dumbaya, bandeng, mujair, udang, dan kepiting (Madjowa, 2008). Berdasarkan data Sub Balai Perikanan Air Tawar Jatiluhur diketahui bahwa pada tahun 1970 Danau Limboto dapat menghasilkan panen sampai empat ribu ton/thn. Kini produksi perikanan di Danau Limboto hanya 223 kg/ha/thn. Saat ini ikan yang tersisa adalah mujair, nila, gabus atau sepat, dan udang lembut (rebon) yang khas (Madjowa, 2008).

Polusi dari kegiatan manusia secara radikal dapat mempercepat proses eutrofikasi. Hasil penelitian di danau Songhua menunjukkan bahwa total fosfor dan total nitrogen adalah faktor risiko utama penyebab eutrofikasi dan pengaruh fosfor eutrofikasi di danau lebih besar daripada nitrogen. Tingginya fosfor dan

nitrogen berkonsentrasi tinggi kebanyakan terdapat pada Huifahekou dan didistribusikan di Jiaohe dari danau Songhua (Xia, 2008).

Selama berabad-abad, danau-danau di banyak bagian bumi telah mengalami eutrofikasi oleh limbah pertanian dan limbah industri (pencemaran air, pencemaran sumber daya air oleh limbah berbahaya, pembuangan air kotor, air bersih, polusi, dan pencemaran industri). Kontaminan utama adalah nitrat dan fosfat yang berfungsi sebagai nutrisi tanaman. Kontaminan itu akan *mengoverstimulate* pertumbuhan ganggang, menyebabkan bau tak sedap dan tidak menyenangkan, serta menurunkan oksigen terlarut air yang sangat penting untuk kehidupan akuatik lain. Pada saat yang sama polutan lain yang mengalir ke danau menjadi racun bagi seluruh populasi ikan.

### ***Pencemaran Air***

Pencemaran air yang terdeteksi di danau Limboto adalah Hg dan klorin bebas. Sesuai hasil penelitian Badan Lingkungan Hidup, Riset & Teknologi Informasi Provinsi Gorontalo (2008) menyatakan bahwa kualitas fisik air danau Limboto secara umum pada semua titik sampel memenuhi syarat parameter fisika air. Namun Hg, chlorine bebas, dan BOD terdeteksi cukup tinggi, sehingga perlu adanya penelitian, pemantauan, dan aturan yang jelas tentang pengelolaan Danau Limboto. Sifat-sifat kimia, biologi, maupun fisika air merupakan indikator kualitas ekosistem di lingkungan air tersebut. Walaupun cemaran pada air danau belum berada di bawah nilai ambang batas yang ditetapkan, namun dapat mengakibatkan pencemaran pada biota air termasuk ikan. Hal itu akibat dari bioakumulasi pada biota tersebut.

Hampir semua air alami mengandung ion klorida dan ion sulfat. Konsentrasinya bervariasi, tergantung daerah. Dalam jumlah kecil, ion-ion itu tidak berpengaruh. Dalam konsentrasi tinggi, cemaran itu menyebabkan masalah. Biasanya konsentrasi klorida rendah. Sulfat dapat lebih bermasalah karena sulfat ada dalam konsentrasi yang lebih besar. Kadar rendah atau menengah dari kedua senyawa ion tersebut menambah rasa segar pada air. Pada kenyataannya ion-ion

*Dimuat pada Jurnal Pendidikan Biologi Volume I Nomor 2 Februari 2010 ISSN 2085-6873*

itu dibutuhkan karena alasan ini. Jumlah konsentrasi yang berlebihan dari keduanya akan membuat air menjadi tidak enak diminum. Aturan EPA tentang air minum merekomendasikan konsentrasi ion klorida maksimum sebesar 250 mg/l dan ion sulfat maksimum 250 mg/l (sebagai Cl<sup>-</sup> dan SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, bukan sebagai CaCO<sub>3</sub>).

Adanya klorin bebas yang cukup tinggi di danau Limboto merupakan petunjuk adanya cemaran yang berasal dari pestisida. Penggunaan pestisida untuk menopang peningkatan produk pertanian maupun perkebunan telah banyak membantu untuk meningkatkan produksi pertanian. Namun demikian, penggunaan pestisida memberikan dampak negatif, baik terhadap manusia, biota, maupun lingkungan. Menurut Manuaba (2008) bahwa terjadi resiko kematian janin dua kali lebih besar bagi ibu yang saat kehamilannya berusia 3-8 minggu tinggal dekat areal pertanian dibandingkan dengan yang tinggal jauh dari daerah pertanian. Penggunaan herbisida klorofenoksi yang mengandung SO<sub>4</sub><sup>-</sup> telah terbukti mengakibatkan resiko cacat bawaan pada bayi yang dilahirkan oleh ibu-ibu yang bermukim dekat daerah pertanian. Oleh sebab itu, perlu penanganan berhubungan dengan kualitas air danau, karena air danau digunakan untuk berbagai keperluan, terutama untuk keamanan biota maupun lingkungan.

### ***Okupasi Tanah Timbul oleh Masyarakat***

Pendangkalan danau menjadi kawasan bekas danau yang dimanfaatkan oleh warga setempat menjadi lahan pertanian yang cukup subur. Di Desa Bolihuangga sekitar dua kilo meter persegi luas areal danau itu kini sudah berubah menjadi tegalan yang ditanami padi dan jagung pada saat musim pancaroba. Tanah timbul danau seluas 637 ha sudah berubah menjadi sawah, 329 ha menjadi ladang, 1.272 ha berubah menjadi perkampungan, dan 42 ha sisanya untuk keperluan lainnya.

Di sepanjang tepian danau yang sudah menjadi daratan di Kelurahan Lekobalo Kota Gorontalo dijadikan rumah tinggal dan rumah makan terapung. Penguasaan lahan di tepi danau tersebut mendapat legalitas dari pemerintah pada

*Dimuat pada Jurnal Pendidikan Biologi Volume I Nomor 2 Februari 2010 ISSN 2085-6873*

tahun 1995 dengan dibagikannya sertifikat gratis. Masyarakat tidak memperhitungkan segi keamanan yang setiap tahun rumah-rumah itu hampir selalu tergenang air akibat luapan air danau. Selain itu masyarakat yang mampu dapat dengan bebas membuat peliharaan ikan sistem karamba. Hal itu dapat berakibat semakin tinggi eutrofikasi karena banyaknya zat nutrisi yang masuk ke badan air dan mencemari danau.

### **Upaya Konservasi Danau Limboto**

Untuk mempertahankan eksistensi dan kelestarian danau Limboto perlu dilakukan usaha-usaha konservasi. Upaya yang pernah dilakukan oleh pemerintah daerah adalah (1) penanggulangan penggundulan hutan dan penghijauan hutan di daerah aliran sungai Limboto tahun 1992 oleh Kanwil Kehutanan Sulawesi Utara, (2) perbaikan DAS danau Limboto selama 10 tahun terakhir dari bantuan pemerintah Jepang lewat program JICA (*Japan International Cooperation Agency*) (3) pengerukan endapan lumpur dan memangkas gulma air pada tahun 2007 oleh program Pemerintah Daerah Gorontalo. Akan tetapi, upaya itu tidak efektif karena gulma yang digusur tumbuh kembali dengan cepat., (4) pengerukan danau akibat sedimentasi berat melalui program Kementrian Negara Lingkungan Hidup. Danau di Sulawesi yang telah direkomendasikan dikeruk akibat sedimentasi berat adalah danau Limboto di Provinsi Gorontalo dan danau Tempe di Provinsi Sulawesi Selatan. Keduanya masuk Program Pengelolaan Danau Prioritas tahun 2010-2014 yang totalnya berjumlah 15 danau, (5) pengembangan rencana induk proyek pengelolaan sumberdaya air terpadu di Danau Limboto, di antaranya adalah pembangunan waduk-waduk, pembagian air dari satu sungai ke sungai lainnya, dan penggunaan air secara optimal. Upaya ini dilakukan oleh pemerintah daerah bersama *Canadian International Development Agency*. Alternatif yang dapat dilakukan dalam upaya penanggulangan masalah di danau Limboto adalah berdasarkan aspek penyebabnya.

### ***Pendangkalan Akibat Pembalakan Liar***

*Dimuat pada Jurnal Pendidikan Biologi Volume I Nomor 2 Februari 2010 ISSN 2085-6873*

*FMIQA Universitas Negeri Malang*

Pendangkalan akibat pembalakan liar di bagian hulu sebagai penyebab penyusutan luas daerah resapan air harus ditindak dan ditanggulangi. Hal itu dengan mengefektifkan undang-undang pelarangan pembalakan liar. Penindakan pembalakan liar di hutan sekitar danau Limboto dan hutan Taman Nasional Nani Wartabone dapat di laksanakan dengan penegakan hukum, yang dimana dalam penegakan hukum diperlukan keserasian hubungan dari empat faktor yang meliputi: hukum dan peraturan itu sendiri; mentalitas petugas penegak hukum; fasilitas pendukung; kesadaran hukum, kepatuhan hukum, dan perilaku warga masyarakat.

Hal ini perlu penegak hukum yang melakukan operasi khusus, dan penyidikan. Adapun gelar operasi khusus yang perlu dilakukan dengan mengedepankan fungsi Reskrim yang di dukung oleh fungsi lainnya dan melakukan penindakan. Serta dengan melakukan penyidikan, yang dilakukan dengan tahap penyelidikan terhadap kegiatan pembalakan di kawasan hutan sekitar danau limboto, dan perlu melakukan penyelidikan mulai dari pemanggilan, penangkapan, penahanan, dan penyitaan terhadap pelaku dan barang bukti.

Selanjutnya dilakukan konservasi di daerah hulu dengan penanaman pohon di hutan dan DAS Limboto. Penanggulangan erosi yang berakibat pada sedimentasi berat badan sungai dengan karakteristik unik seperti danau Limboto perlu penanganan khusus.

Myroba (2007) menyampaikan sedimentasi juga terjadi di danau McCarrons di Roseville Minnesota. Danau itu mengalami penurunan kualitas air hanya dalam beberapa dekade terakhir (pada akhir abad ke-20). Danau yang kini eutrophik dan oligomiktik dengan kandungan oksigen rendah di bawah permukaan air. Indeks darat produktivitas input dan ganggang menunjukkan bukti dari sebuah danau yang terkena dampak berat selama pertengahan abad ke-20 dan telah membaik dalam beberapa hal sejak tahun 1960-an. Catatan sedimentasi danau menunjukkan adanya efek dari kegiatan pertanian, rekreasi, dan pembangunan perkotaan di daerah aliran sungai.

Pendangkalan juga diatasi dengan pengerukan untuk menyelamatkan masyarakat sekitar dari banjir bila musim hujan tiba akibat danau tidak dapat menampung air dari hulu. Hal itu memerlukan penanganan pemerintah secara langsung khususnya dari Kementerian Negara Lingkungan Hidup secara penuh karena berkaitan dengan anggaran yang besar. Sedimentasi danau dapat dikurangi dengan melakukan penyaringan sedimen di muara sungai yang menuju Danau Limboto.

### ***Pendangkalan karena Eutrofikasi***

Pendangkalan karena eutrofikasi yang berakibat tumbuhnya enceng gondok, rumput, dan tumbuhan air lainnya secara tidak terkendali dilakukan dengan pembersihan tumbuhan air secara fisik. Pencegahan penyebaran enceng gondok dapat dilakukan dengan penyaringan di hulu sungai Tapodo yang muaranya menyatu dengan sungai Bone Bolango ke laut. Pada saat ini sudah banyak enceng gondok yang bertebaran di hulu sungai Tapodo yang akhirnya bersatu dengan muara sungai Bone Bolango menuju ke Teluk Tomini Gorontalo. Pemanfaatan enceng gondok dapat menjadi produk yang bermanfaat, seperti pupuk organik yang ramah lingkungan. Hal itu sesuai hasil penelitian Nusantari (2002) bahwa pupuk organik dari bahan enceng gondok dan kotoran kuda memberikan hasil pertumbuhan paling baik pada tanaman bayam dan sawi dengan indikator pertumbuhan yakni tinggi tanaman dan luas daun. Hal itu karena enceng gondok menyediakan unsur hara nitrogen tinggi, sedangkan kotoran kuda menyediakan unsur hara N, P dan K, sehingga bila digunakan sebagai bahan pupuk, maka unsur hara yang terkandung semakin kaya. Penelitian dilakukan kerjasama perguruan tinggi dengan Balitbangpedalda Provinsi Gorontalo tahun 2002.

Eutrofikasi di danau Limboto terjadi karena banyaknya nutrien yang masuk ke danau akibat aktifitas pertanian, karamba ikan, polutan dari pestisida dan merkuri, buangan limbah oleh masyarakat sekitar dan DAS Limboto. Dalam hal ini, penelitian perlu dilakukan untuk melihat pertumbuhan alga dan makrofita

*Dimuat pada Jurnal Pendidikan Biologi Volume I Nomor 2 Februari 2010 ISSN 2085-6873*

sebagai indikator perairan yang mengalami eutrofikasi. Dampak eutrofikasi bagi perairan danau dan bagaimana langkah pengendalian dan pemecahan masalah eutrofikasi secara tepat. Penelitian itu dapat dilakukan oleh perguruan tinggi bekerjasama dengan Litbang Provinsi Gorontalo.

### ***Pemanfaatan Enceng Gondok untuk Konservasi Ekologi***

Alternatif lain adalah perlu dipikirkan pemberantasan enceng gondok melalui konservasi ekologi seperti mencari alternatif hewan herbivor untuk memakan enceng gondok dalam ekosistem danau. Hal itu seperti gagasan Gubernur Gorontalo tahun 2008 untuk melepas kerbau ke areal Danau Limboto. Hasil Analisis yang dilakukan oleh pihak Dinas Perikanan, Kelautan dan Peternakan Kabupaten Gorontalo bahwa dahulu di pesisir Danau Limboto adalah habitat kerbau yang menjadi penghambat utama berkembangnya enceng gondok. Alasan kerbau dilepas di pesisir danau karena kerbau memiliki tubuh besar dan spesifikasi kaki kecil, sehingga hewan itu suka bermalas-malasan. Kerbau juga tidak tahan panas, sehingga berupaya membuat kubangan dan kerbau akan merusak struktur pertumbuhan enceng gondok sekaligus mengunyah daun-daun enceng gondok disekitarnya (Tribun, 2009). Gagasan itu telah diwujudkan pada Oktober 2008 dan telah diuji coba melalui penyerahan kerbau kepada kelompok tani secara bergilir.

Konservasi ekologi juga dapat dilakukan dengan melepaskan jenis ikan herbivora yang dapat memakan daun dan akar enceng gondok, seperti ikan patin dan ikan koan. Ini adalah hasil penelitian mahasiswa Universitas Negeri Gorontalo tahun 2008. Selanjutnya penulis menyarankan perlunya peran perguruan tinggi lebih intensif lagi dalam bidang penelitian untuk memberikan dukungan data yang lebih akurat, sehingga dapat ditindaklanjuti dengan pelepasan ikan herbivor lainnya untuk mendiami ekosistem danau Limboto.

### ***Peningkatan Kualitas Air dari Pencemaran***

Selain pengerukan danau perlu dilakukan peningkatan kualitas air. Hal itu dilakukan melalui penyadaran pada masyarakat untuk tidak menggunakan

*Dimuat pada Jurnal Pendidikan Biologi Volume I Nomor 2 Februari 2010 ISSN 2085-6873*

pestisida berlebihan yang akan merusak badan air. Perlu pencegahan untuk tidak melakukan karamba berpindah yang berakibat pada kecepatan pendangkalan dan semakin memicu eutrofikasi dari sisa makanan ikan secara berlebihan. Hal itu dapat dilakukan melalui pembinaan dan pelatihan kepada petani ikan di sekitar danau Limboto. Selain itu perlu dilakukan upaya pemulihan kawasan terpadu, pengawasan pemanfaatan multifungsi danau, peningkatan pariwisata, dan program perubahan iklim.

Suatu model pengendalian pencemaran telah dilakukan oleh Marganof (2007) yang terbangun dalam lima submodel limbah, yaitu (1) submodel limbah penduduk, (2) submodel limbah hotel, (3) submodel limbah peternakan, (4) submodel limbah pertanian, dan (5) submodel limbah Keramba Jaring Apung. Melalui analisis prospektif didapatkan lima faktor penting yang berpengaruh di masa depan dalam pengendalian pencemaran perairan di Danau Maninjau, yaitu (1) jumlah Keramba Jaring Apung, (2) pertumbuhan penduduk, (3) partisipasi masyarakat, (4) pemanfaatan lahan, dan (5) dukungan pemerintah daerah.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi di danau Limboto yakni pencemaran dari aktivitas pertanian dan keramba jaring apung, maka menurut pemikiran penulis perlu model pengendalian pencemaran submodel limbah pertanian, dan submodel limbah keramba jaring apung. Kebijakan yang harus ditempuh pemerintah Propinsi Gorontalo untuk pengendalian pencemaran di perairan danau Limboto berdasarkan prioritas adalah meningkatkan persepsi dan kesadaran masyarakat di sekitar perairan danau, menekan laju pertumbuhan keramba jaring apung, membatasi laju pertumbuhan keramba jaring apung, efisiensi pemberian pakan dan pemberian pakan dengan kandungan posfor (P) yang rendah, pemakaian pupuk dan pestisida yang efisien, serta pengolahan lahan dan vegetasi di sempadan danau.

### ***Penetapan Zonasi Pemanfaatan Danau***

Penulis berpendapat bahwa perlu penetapan zonasi pemanfaatan danau yakni kawasan konservasi danau meliputi luas danau dipertahankan, dan kawasan

*Dimuat pada Jurnal Pendidikan Biologi Volume I Nomor 2 Februari 2010 ISSN 2085-6873*

penyangga. Zona pemanfaatan secara ekonomi oleh masyarakat agar masyarakat tidak melakukan okupasi baik untuk perumahan, sawah, ladang maupun karamba ikan. Perlu pengaturan penerbitan sertifikat dan memperhitungkan keamanan penduduk sekitar danau dari bahaya banjir yang terjadi hampir setiap tahun. Pembagian lahan juga harus dilakukan dengan pengaturan yang cermat agar jangan ada kelompok masyarakat yang diuntungkan dengan kepemilikan lahan.

### **Peran Masyarakat dan Perguruan Tinggi dalam Konservasi danau Limboto.**

Berdasarkan permasalahan dan upaya yang dapat dilakukan untuk konservasi danau Limboto, maka perlu dilakukan upaya konservasi yang memerlukan kerjasama secara simultan antara pemerintah pusat, pemerintah daerah, masyarakat dan perguruan tinggi sekitar danau Limboto. Perlu komitmen sembilan departemen dan kementerian untuk kesepakatan pengelolaan danau berkelanjutan. Agar masyarakat mau ikut serta berpartisipasi dalam kegiatan, maka perlu adanya pemberdayaan masyarakat. Peran masyarakat sangat diperlukan agar program yang dijalankan berasal dari masyarakat sendiri sehingga mereka dapat merasa memiliki dan menyukseskan program yang mereka pilih. Sedangkan perguruan tinggi berperan sebagai *agent of change* bagi masyarakat yakni dapat berperan sesuai tugas dan fungsi perguruan tinggi bidang pendidikan, penelitian, pengabdian pada masyarakat. Perguruan tinggi memberikan masukan kepada masyarakat ketika memilih program, mendampingi program dsb. Secara rinci penulis kemukakan peran masyarakat dan perguruan tinggi dalam konservasi danau Limboto.

### ***Pemberdayaan Masyarakat dalam Konservasi Danau***

Pengelolaan berbasis masyarakat (*Community Based Management*) mengandung arti keterlibatan langsung masyarakat dalam mengelola sumberdaya alam di suatu kawasan (Nikijuluw, 2007). Dasar pemikiran pemberdayaan danau berbasis masyarakat adalah keberlanjutan (*sustainability*) usaha pemanfaatan dan pelestarian danau, ditinjau dari aspek sosial-ekonomi dan aspek lingkungan hidup, dan bersifat merakyat (*bottom-up*).

*Dimuat pada Jurnal Pendidikan Biologi Volume I Nomor 2 Februari 2010 ISSN 2085-6873*

Syarief (2008) menyatakan bahwa pada intinya program itu dilakukan melalui tiga pendekatan, yaitu **Kelembagaan**. Bahwa untuk memperkuat posisi tawar masyarakat mereka dihimpun dalam kelembagaan yang kokoh, sehingga segala aspirasi dan tuntutan mereka dapat disalurkan secara baik. Kelembagaan ini dapat menjadi forum untuk menjamin perguliran dana produktif di antara kelompok lainnya, sehingga perlu dibentuk kelompok petani/nelayan di sekitar danau Limboto. Masyarakat akan memikirkan program apa yang tepat dan menjalankan program tersebut. **Pendampingan**. Keberadaan pendamping sangat dibutuhkan dalam setiap program pemberdayaan. Masyarakat belum dapat berjalan sendiri karena kekurangtahuan, tingkat penguasaan ilmu pengetahuan yang rendah, atau masih kuatnya tingkat ketergantungan mereka. Peran pendamping sangat vital terutama mendampingi masyarakat menjalankan aktivitas usahanya. Pendampingan dilakukan oleh Lembaga Swadaya Masyarakat, perguruan tinggi bersama tokoh masyarakat dan tokoh agama. **Dana Usaha Produktif Bergulir**. Pada program pemberdayaan masyarakat perlu disediakan dana untuk mengembangkan usaha-usaha produktif yang menjadi pilihan dari masyarakat itu sendiri. Setelah kelompok pemanfaat dana tersebut berhasil maka dapat digulirkan kepada kelompok masyarakat lain yang membutuhkannya.

Pelaksanaan program untuk menghadapi situasi sekarang dan masa depan danau Limboto menurut penulis pada prinsipnya ada 2 kebijakan hal pokok yang dapat ditempuh pemerintah Provinsi Gorontalo agar melakukan konservasi danau berkelanjutan untuk kesejahteraan masyarakat, yakni (1) kebijakan yang berkaitan dengan upaya penyelamatan danau. Kebijakan itu meliputi penetapan kawasan konservasi, penyelamatan dampak pendangkalan danau, eutrofikasi, okupasi lahan oleh masyarakat; sistem karamba berpindah, (2) kebijakan yang berkaitan dengan cara-cara memanfaatkan danau yang dapat meningkatkan nilai sosial ekonomi masyarakat. Cara-cara memanfaatkan danau dapat dilakukan melalui (1) Peningkatan kemampuan dan ketrampilan masyarakat untuk dapat memanfaatkan sumberdaya danau, dan upaya peningkatan peran serta masyarakat

*Dimuat pada Jurnal Pendidikan Biologi Volume I Nomor 2 Februari 2010 ISSN 2085-6873*

dalam konservasi danau sebagai penyangga kehidupan di wilayah tersebut tersebut, (2) Peningkatan aksesibilitas masyarakat sekitar danau terhadap kegiatan ekonomi yang dapat mendorong kemampuan masyarakat untuk membudidayakan sumberdaya danau secara optimal. Dengan demikian, yang perlu diperhatikan adalah menjadikan masyarakat komponen utama penggerak pelestarian/konservasi danau Limboto.

Selanjutnya menurut penulis, langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk mewujudkan pemberdayaan masyarakat sekitar danau Limboto adalah (1) mengarahkan persepsi masyarakat terhadap keberadaan danau Limboto kepada cara pandang masyarakat akan pentingnya sumberdaya danau tersebut, (2) melibatkan masyarakat untuk mengelola danau dengan cara masyarakat ikut memikirkan, memformulasikan, merencanakan, mengimplementasikan, mengevaluasi maupun memonitoring sesuatu yang menjadi kebutuhannya, (3) melakukan pengelolaan danau secara lestari dengan menggabungkan antara kepentingan ekologis (konservasi danau) dengan kepentingan sosial ekonomi masyarakat di sekitar danau. Strategi yang diterapkan harus mengatasi masalah sosial ekonomi masyarakat selain tujuan konservasi danau tercapai. Hal ini menurut penulis perlu analisis kebutuhan mata pencaharian alternatif apa yang dapat dilakukan selain nelayan karena kondisi tidak memungkinkan bila semua masyarakat sekitar danau menjadi nelayan sedangkan produksi ikan sudah sangat turun. Alternatif yang dapat menjadi solusi yakni bertani sistem karamba yang aman, dengan tidak lagi menggunakan sistem karamba berpindah, tidak melakukan penangkapan ikan dengan strom, pemanfaatan limbah enceng gondok menjadi pupuk, melakukan konservasi ekologis dengan pemeliharaan ikan pemakan tumbuhan, dan pelepasan kerbau.

### ***Peran Perguruan Tinggi melalui Pendidikan, Penelitian, dan Pengabdian dalam Konservasi Danau***

*Dimuat pada Jurnal Pendidikan Biologi Volume I Nomor 2 Februari 2010 ISSN 2085-6873*

*FMIQA Universitas Negeri Malang*

Perguruan tinggi berperan penting sesuai Tri Dharma Perguruan Tinggi, yakni bidang pendidikan, penelitian dan pengabdian masyarakat. Pendidikan memegang peran penting berkaitan dengan upaya penyadaran masyarakat terhadap pentingnya melestarikan danau Limboto. Pendidikan dapat dilakukan melalui pendidikan formal dan non formal. Menurut penulis bahwa perguruan tinggi di Provinsi Gorontalo dapat merencanakan model pendidikan formal di sekolah-sekolah dan model pendidikan masyarakat yang tepat bagi masyarakat. Hal itu memerlukan data-data yang dapat diperoleh melalui penelitian kuantitatif dan kualitatif, sehingga dihasilkan buku ajar atau modul untuk sekolah. Pendidikan masyarakat dapat ditempuh melalui berbagai media informasi misalnya surat kabar, radio dan TV lokal. Para dosen dapat mengisi acara di media informasi untuk menyampaikan hasil penelitian, pendapat dan solusi permasalahan yang terjadi. Disinilah fungsi perguruan tinggi sebagai *agent of change* dapat terwujud.

Perguruan tinggi dapat melakukan penelitian berkenaan dengan permasalahan yang ada di danau Limboto. Penelitian dan pengabdian dapat diidentifikasi melalui suatu *Research Map* yang dapat dilakukan melalui penelitian payung. *Risearch Map* dapat direncanakan berdasarkan permasalahan utama yang ada di danau Limboto. Menurut penulis bahwa *Research Map* untuk danau Limboto dapat dipilah dalam beberapa point yakni penelitian tentang (1) konservasi hutan di bagian hulu sungai, (2) kualitas air fisik, kimia dan biologis, (3) eutrofikasi dan upaya pengendaliannya. Hal ini dapat dilakukan dengan metode penilaian risiko ekologis. Tes potensi pertumbuhan ganggang juga dilakukan untuk memvalidasi hasil, (4) ekosistem danau saat ini, komponen ekosistem apa saja yang saat ini mendiami Danau Limboto, (5) konservasi ekologi, (6) Pencemaran akibat aktivitas pertanian dan penambangan emas meliputi konsentrasi pencemar, cara penanganan dan sebagainya, dan (7) Penanganan eutrofikasi dapat mengadopsi sebuah Model eutrofikasi yang

dikembangkan untuk menghasilkan perkiraan produksi primer di danau Michigan, termasuk tiga kelas plankton dan beberapa nutrisi (Anonim, 2008).

Model, dikenal sebagai model Eutrofikasi danau Michigan (LM3-Eutro) memiliki resolusi tinggi yang memungkinkan komputasi grid deskripsi spasial baik musim semi dan konsentrasi fitoplankton yang memiliki gradien signifikan dalam danau. Model memberikan data lebih akurat dengan perkiraan cahaya ganggang berdasarkan interval tiga jam dibandingkan dengan rata-rata harian yang digunakan. Banyak potensi penelitian lainnya dapat dilakukan. Penelitian dapat bekerjasama dengan Litbang Provinsi Gorontalo sehingga hasil-hasil penelitian dapat segera disosialisasikan dan segera diambil kebijakan daerah. Perguruan tinggi juga berperan melalui pengabdian pada masyarakat bersama unsur LSM.

Selanjutnya menurut penulis bahwa masyarakat sekitar danau harus mengerti arti penting danau bagi kelangsungan hidup mereka sehingga merasa memiliki danau dan mau melakukan konservasi danau. Pengabdian masyarakat juga perlu perencanaan bentuk Pengabdian Masyarakat. Hal-hal yang dapat dilakukan, misalnya (1) penyadaran arti penting danau bagi masyarakat sehingga masyarakat dapat mengerti dan menjaga danau dari kerusakan yang lebih parah, (2) optimalisasi kelompok-kelompok tani dalam konservasi danau melalui kegiatan-kegiatan positif bagi konservasi danau sekaligus memperoleh manfaat sosial ekonomi bagi masyarakat. Masyarakat akan turut menjaga dan melestarikan danau bila mereka dapat merasakan segi manfaatnya bagi keluarga, (3) peningkatan keterampilan kelompok tani/nelayan melalui berbagai pelatihan yang akan meningkatkan keterampilan petani dalam memanfaatkan danau dan limbah enceng gondok.

Hasil penelitian dosen dapat diimplementasikan dalam bentuk pengabdian pada masyarakat melalui pelatihan. Pelatihan yang tepat adalah memelihara ikan pemakan herbivora di perairan danau Limboto yang kaya enceng gondok, cara memelihara ikan sistem karamba yang dapat mengurangi pencemaran badan air,

*Dimuat pada Jurnal Pendidikan Biologi Volume I Nomor 2 Februari 2010 ISSN 2085-6873*

pelatihan peningkatan produktivitas ikan melalui cara pemotongan sirip maupun pemotongan gonad, pelatihan dibidang pertanian dan pengolahan hasil pertanian. Selain upaya konservasi di atas, enceng gondok yang sangat mengganggu perairan danau Limboto sebaiknya dimanfaatkan misalnya diolah menjadi pupuk organik dengan biokatalisator EM-4, diolah menjadi aneka souvenir. Khusus pemanfaatan enceng gondok ini hanya bersifat sementara. Menurut penulis bila masyarakat sudah tahu cara memanfaatkannya, maka masyarakat akan memanfaatkan enceng gondok yang ada di danau Limboto. Hal ini akan membantu mengurangi pendangkalan danau Limboto. Diharapkan penyebaran enceng gondok akan semakin berkurang.

Alternatif usaha yang disebutkan diatas baru dirintis melalui penelitian oleh mahasiswa dan dosen di Jurusan Biologi Universitas Negeri Gorontalo. Hal ini membuka peluang yang sangat besar bagi penelitian di danau Limboto melalui “*Research Map*” Danau Limboto.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

### **Simpulan**

Danau Limboto termasuk salah satu danau yang paling kritis di Indonesia. Danau ini mengalami pendangkalan berat akibat sedimentasi. Penyebab pendangkalan adalah pembalakan liar sehingga terjadi penyusutan luas daerah resapan. Bila hujan terjadi erosi lereng sungai yang bermuara di danau. Pendangkalan juga disebabkan eutrofikasi. Akibatnya gulma air tidak terkendali dan mempercepat pendangkalan. Okupasi tanah timbul danau oleh masyarakat semakin mempercepat pendangkalan danau menjadi daratan.

Diperlukan upaya konservasi dengan menekankan pada pokok permasalahan yang ada. Diperlukan peran serta pemerintah pusat, daerah, perguruan tinggi, LSM dan pendekatan masyarakat agar berperan langsung pada upaya konservasi danau ini. Peningkatan peran serta masyarakat melalui pemberdayaan masyarakat sekitar danau. Peningkatan peran perguruan tinggi

*Dimuat pada Jurnal Pendidikan Biologi Volume I Nomor 2 Februari 2010 ISSN 2085-6873*

dilakukan melalui pendidikan formal dan nonformal, penelitian dan pengabdian masyarakat di sekitar danau Limboto.

### **Saran**

Perlu penanganan serius berkaitan dengan pengelolaan danau Limboto. Upaya konservasi harus dilakukan secara menyeluruh yang melibatkan pemerintah, perguruan tinggi serta pemberdayaan masyarakat yang bermukim di sekitar danau Limboto. Perguruan tinggi bersama badan Litbang Provinsi Gorontalo disarankan secara terintegrasi dan secara intensif melakukan kajian-kajian mendalam dalam upaya konservasi untuk penanganan lebih lanjut, demi kelestarian danau. Masyarakat hendaknya dilibatkan secara aktif dalam menjaga konservasi danau Limboto.

### **DAFTAR RUJUKAN**

- Anonim. 2007. *Eutrophication*, (online), (<http://encyclopedia.thefreedictionary.com/Eutrofication> from *Eutrofication*, diakses 24 Desember 2009).
- Anonim. 2008. *The Lake Michigan Eutrophication Model, LM3-Eutro:Model Development and Calibration*, (online), ([http://www.google.co.id/article lake eutrofication](http://www.google.co.id/article_lake_eutrofication).diakses 24 Desember 2009).
- Badan Lingkungan Hidup, Riset & Teknologi Informasi Provinsi Gorontalo. 2008. Tingkat Pencemaran Danau Limboto. *Jurnal Inovasi*. (online), Vol. 2, No.II. (<http://www.Gprntalo.ac.id>, diakses 17 September 2009).
- Balai Lingkungan Perairan. 2006. Pengelolaan Danau dan Waduk di Indonesia. *Jurnal Pusat Litbang SDA*. (online), Vol 1, No.1, (<http://www.Jakarta.ac.id>, diakses 17 September 2009).
- Hienga,D dan Solihin,A. 2009. Danau Limboto, Ikon Wisata Provinsi Gorontalo. Pertemuan Sungai Besar. *Jawa Post* 4 Oktober 2009 hlm. 5
- Kompas, 22 Juli 2009. *15 Danau Mengalami Sedimentasi Parah*, hlm. 6.

- Legowo,S. 2005. *Pendugaan Erosi dan Sedimentasi dengan Menggunakan Model GeoWEPP (Studi Kasus DAS Limboto, Propinsi Gorontalo)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Marganof. 2007. *Model Pengendalian Pencemaran Perairan di Danau Maninjau Sumatera Barat*. Disertasi tidak diterbitkan.Bogor: Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Madjowa.V. 2008. *Danau Limboto, Dulu dan Kini*, (online), (<http://blogdetik.com/2008/02/25> diakses 12 September 2009).
- Manuaba, Ida B. 2008. Cemarana Pestisida Phosphat-Organik pada Sedimen Danau Buyan Buleleng Bali. *Jurnal Kimia FMIPA Universitas Udayana*, X (2) : 7-14.
- Myrboa,A. 2007. *Sedimentary and Historical Context of Eutrophication and Remediation in Urban Lake McCarrons (Roseville, Minnesota)*, (online), (<http://www.informaworld.com>, di akses 2 Januari 2010).
- Nikijuluw, V.P.H. 2007. *Populasi dan Sosial Ekonomi Masyarakat Pesisir serta Strategi Pemberdayaan Mereka Dalam Konteks Pengelolaan Sumberdaya Pesisir Secara Terpadu*, (online), (<http://www.pemberdayaanmasyarakat/Info>, di akses 20 Desember 2010).
- Nusantari, E. 2002. *Pemanfaatan Enceng Gondok menjadi Pupuk Ramah Lingkungan*. Balitbangpedalda Provinsi Gorontalo.
- Ryding, S.O. & W. Rast (eds). 1989. *The Control of Eutrophication of Lakes and Reservoirs*. The Parthenon Publishing Group, New Jersey, USA.(online), (<http://www.google.co.id/article/Eotrophication>, diakses 3 Desember 2009)
- Subela. 2008. *Konservasi Danau Limboto*. (online), (<http://blogdetik.com> diakses 1 September 2009)
- Suripin. (2001), Pengaruh Sedimentasi Waduk Terhadap Keberlanjutan Pembangunan, *Jurnal dan Pengembangan Keairan*, No.1-Tahun 8-Juli 2001, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, 1-6.
- Syarief, Efrizal .2008. Pembangunan Kelautan dalam Konteks Pemberdayaan Masyarakat Pesisir. (online), (<http://www.bappenas.go.id/pemberdayaanmasyarakat/pesisir>, diakses 18 Desember 2009).
- Tribun Gorontalo.com, 20 Mei 2009 hlm 1.*Terkait janji Fadel Bantu 50 Kerbau*.

*Dimuat pada Jurnal Pendidikan Biologi Volume I Nomor 2 Februari 2010 ISSN 2085-6873*

Xia,W, et all. 2008. *Ecological risk assessment of eutrophication in Songhua Lake, China* Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, Vol. 22, No. 4, June2008, (online), (<http://www.ingentaconnect.com>, diakses 15 Desember 2009).