

ANALISIS PERKEMBANGAN KERAMBA JARING APUNG, KUALITAS AIR DAN SEDIMENTASI DI DANAU MANINJAU

Hafrijal Syandri¹, Azrita², Junaidi¹

¹*Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Perikanan Universitas Bung Hatta Padang*

²*Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Bung Hatta Padang*

syandri_1960@yahoo.com

ABSTRAK

Tingkat pemanfaatan Danau Maninjau untuk budidaya ikan dengan keramba jaring apung sangat tinggi sehingga berdampak terhadap kualitas air, ikan yang dipelihara dan penambahan limbah organik ke badan air. Riset ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan keramba jaring apung, kualitas air dan sedimen yang berasal dari keramba jaring apung. Data jumlah keramba jaring apung dan kualitas air diperoleh dari data primer dan sekunder, sedangkan data sedimen dianalisis dari jumlah pakan dan produksi ikan secara total. Pemantauan kualitas air dilakukan pada September 2015 pada level permukaan di stasiun Sungai Batang, Sungai Tampang, Maninjau, dan Muko-Muko. Hasil analisis menunjukkan bahwa tahun 2001 dan 2015 jumlah keramba jaring apung masing-masing adalah 3.500 dan 20.608 petak dengan luas badan air yang terpakai 26,25 ha dan 113,7 ha. Berdasarkan analisis terhadap ukuran ikan, padat tebar dan kebutuhan ikan terhadap oksigen, maka luas lahan yang ideal masing-masing adalah 240,49 ha dan 1.416,04 ha. Pada bulan September 2015 kecerahan air rata-rata $1,50 \pm 0,26$ m, total N $1,71 \pm 0,62$ mg/L, total P $0,51 \pm 0,17$ mg/L, Ortofosfat $0,20 \pm 0,05$ mg/L, Nitrat $1,36 \pm 0,8$ mg/L dan Klorophyl $1364,1$ mg/m³. Rasio kadar TP dan TN di Danau Maninjau pada bulan September 2015 adalah 3,51. Total sedimen yang berasal dari aktifitas Keramba Jaring Apung sejak tahun 2001-2015 adalah 178.889 ton. Berdasarkan data di atas dapat disimpulkan bahwa luas lahan yang dimanfaatkan untuk Keramba Jaring Apung tidak sesuai dengan kebutuhan ikan terhadap oksigen, terjadi penurunan kriteria mutu air, pembebanan limbah organik sehingga perairan tergolong hipereutrofik.

Kata Kunci : *Danau Maninjau, keramba jaring apung, kualitas air, sedimen.*

PENDAHULUAN

Danau Maninjau merupakan salah satu dari lima belas danau prioritas di Indonesia yang sangat penting untuk diselamatkan (Kementerian Lingkungan Hidup, 2011), karena berperan penting sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air dengan daya sebesar 64 MW dan nilai ekonominya Rp 71,8 milyar/tahun, pariwisata Rp 2,15 milyar/tahun, perikanan tangkap Rp 1,12 milyar/tahun (LIPI, 2009) dan budidaya ikan dengan keramba jaring apung (KJA) sebanyak 4.316 petak dengan nilai investasi Rp 112 milyar/tahun (Syandri, 2004). Pada tahun 2013 jumlah KJA mengalami perkembangan yang sangat pesat dengan jumlah sebanyak 15.680 petak (Syandri et al, 2014^a; Junaidi et al, 2014).

Pada dekade ini, tekanan terhadap lingkungan Danau Maninjau tidak hanya disebabkan oleh semakin berkembangnya budidaya ikan KJA, namun juga disebabkan penggunaan lahan yang semakin intensif di daerah tangkapan air, pemanfaatan lahan di sempadan danau untuk pemukiman, alih fungsi lahan sawah menjadi kolam ikan dan peruntukan lainnya untuk pembangunan infrastruktur (Kabupaten Agam Dalam Angka, 2012; Syandri et al, 2014^a). Aktivitas tersebut telah menyebabkan bertambahnya beban organik terhadap badan air danau yang secara langsung berdampak terhadap penurunan mutu air (Henny, 2009; Yusuf et al, 2011; Junaidi et al, 2014; Syandri et al, 2015^a) dan keanekaragaman spesies ikan (Dina et al, 2011; Syandri et al, 2014^b) sehingga ketika terjadi pembalikan masa air (umbalan) dapat menimbulkan kematian massal terhadap ikan di dalam KJA. Dampak dari penumpukan sedimen tersebut adalah ketika terjadi pembalikan massa air mengakibatkan kualitas air menjadi cemar berat ($O_2 < 3\text{ppm}$) dan meningkatnya senyawa toksik sehingga menimbulkan kematian ikan secara massal setiap tahun dan kerugian ekonomi pelaku perikanan (Tabel 1).

Riset tentang pengelolaan kawasan Danau Maninjau untuk ketahanan ekonomi masyarakat secara terintegrasi sedang dilakukan, namun pada riset ini pokok bahasan difokuskan terhadap perkembangan KJA, kualitas air dan sedimentasi yang berasal dari aktivitas budidaya ikan KJA.

Tabel 1. Data kematian ikan secara massal sistem KJA di Danau Maninjau.

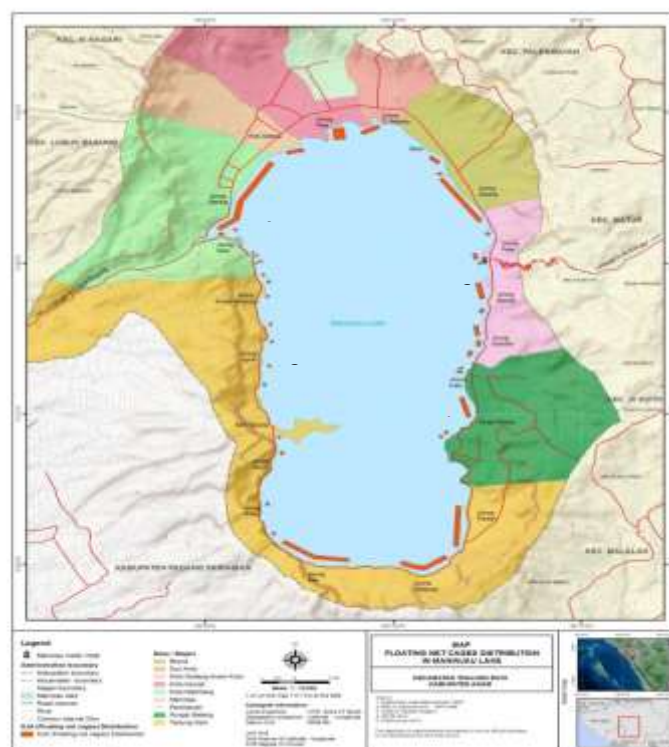
Tahun	Jumlah KJA (petak)	Jenis ikan yang dipelihara	Jumlah ikan mati massal (ton)	Kerugian pelaku perikanan (Rp)
1997	2.854	majalaya dan nila	950	Rp.2,7 milyar ¹
2009	9.830	majalaya dan nila	13.413	Rp.150 milyar ²
2010	13.129	majalaya dan nila	1.150	Rp.18,4 milyar ³
2012	15.860	majalaya dan nila	250	Rp 4,375 milyar ³
2013	16.120	majalaya dan nila	450	Rp 8,1 milyar ³
2014	16.520	majalaya dan nila	680	Rp.13,6 milyar ³
2015	16.620	majalaya dan nila	150	Rp.3,0 milyar ³
Jumlah			17.043	Rp 200 milyar

Sumber : ¹⁾ Syandri, 2003; ²⁾ Nasution et al, 2011; ³⁾ Data pencatatan Dinas Kelautan dan Perikanan Kab. Agam

METODE

Perkembangan jumlah KJA di Danau Maninjau diperoleh dari data primer dan sekunder. Data jumlah KJA dan distribusinya dihitung pada bulan Agustus 2015 dengan mempergunakan multi-temporal satellite image Landsat TM / ETM

+ and SPOT image selama 4 periode dari tahun 2014 to 2015, DEM SRTM resolusi 17 meter dan dianalisis dengan program ARCGIS 10.1. Sedangkan data jumlah KJA dari tahun 2001-2014 diperoleh dari data sekunder dari laporan Dinas Perikanan dan hasil publikasi Syandri (2015). Pengambilan sampel air dilakukan pada bulan September 2015, dan sebagai pembanding untuk menganalisis parameter kualitas air di sekitar KJA digunakan data kualitas air tahun 2012-2014. Parameter kriteria mutu air yang diukur yaitu faktor fisika - kimia pada daerah (1) Sungai Batang, (2) Sungai Tampang, (3) Maninjau, (4) Intake PLTA (Gambar 1) dan dianalisa dengan metode APHA (1995). Untuk mengetahui tingkat pembebanan bahan organik yang bersumber dari KJA, dirunut dari data jumlah keramba jaring apung dari 2001- 2015 yang diprediksi aktif dipergunakan setiap tahun sebesar 80%. Nilai rasio konversi pakan dihitung dari jumlah pakan yang diberikan /petak KJA dibandingkan dengan produksi ikan/petak KJA, padat tebar ikan, spesies ikan yang dipelihara, periode pemeliharaan /tahun dan produksi ikan diperoleh dari hasil wawancara dengan petani ikan. Analisa data pembebanan organik mengacu kepada formula yang dikemukakan oleh Adiwilaga (1999), Husen (2000), Garno dan Adibroto (1999).



Gambar 1. Stasiun penelitian di Danau Maninjau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perkembangan jumlah KJA

Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan pada bulan Juli sampai dengan September 2015 diperoleh jumlah KJA di Danau Maninjau pada setiap Desa di dalam wilayah Kecamatan Tanjung Raya Kabupaten Agam (Tabel 2).

Tabel 2. Perkembangan jumlah KJA di Danau Maninjau.

No	Desa	Jumlah KJA (petak)				
		2009	2012	2013	2014	2015
1	Maninjau	331	1.743	1.795	1.843	1.597
2	Bayua	224	2.349	2.425	2.856	4.178
3	II Koto	281	907	1.050	866	866
4	Koto Kaciek	600	1013	1.060	1260	1.409
5	K. Gadang VI Koto	9	202	190	200	200
6	Koto Malintang	1448	3.768	3.850	3.650	3.612
7	Tanjung Sani	5.194	4.140	4.000	4.108	5.461
8	Sungai Batang	742	1.741	1.750	1.797	3.285
	Jumlah	9.830	15.860	16.120	16.580	20.608

Keterangan : Data tahun 2009,2012,2013 dan 2014 adalah data sekunder dan Data 2015 adalah data primer hasil sensus

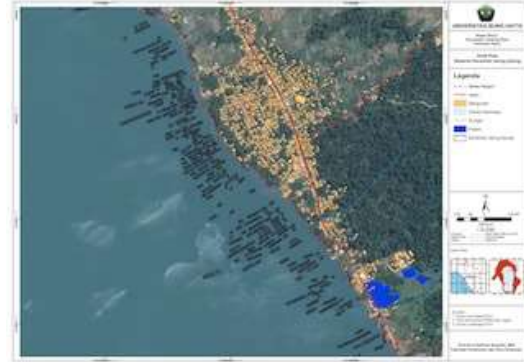
Jika dibandingkan data jumlah KJA tahun 2015 dengan data KJA tahun 2005, 2009, 2012, 2013 dan 2014 secara umum terjadi peningkatan setiap tahun. Berarti usaha pembesaran ikan nila (*Tilapia* sp) dan mas majalaya (*Cyprinus carpio* L) bagi pelaku perikanan (petani ikan, pedagang pakan, pedagang ikan, tenaga kerja pemberi pakan dan pemanen ikan serta sopir yang mengatarkan produksi ikan ke pasar-pasar yang terdapat di dalam Propinsi Sumatera Barat, maupun di luar Propinsi Sumatera Barat sangat penting artinya sebagai sumber mata pencairannya. Menurut Nasution et al, (2011) dan Syandri et al (2015^b) usaha KJA di Danau Maninjau berdampak positif terhadap peningkatan pendapatan masyarakat pelaku perikanan di Kecamatan Tanjung Raya. Namun sebaliknya telah berdampak negatif penting terhadap kualitas air (Henny, 2009; Syandri et al, 2014; Syandri et al, 2015^b).

Kondisi eksisting tata letak KJA di lingkaran Danau Maninjau masih dominan berada di areal litoral danau berjarak 25 - 100 m dari pinggir danau. Pada Gambar 2 - 5 ditampilkan tata letak KJA di jorong Pasa Desa Maninjau, Desa Bayur, Desa Duo Koto, dan Desa Sungai Batang. Berdasarkan jumlah petak KJA dari hasil sensus bulan Agustus 2015, luas lahan yang dipergunakan, dan

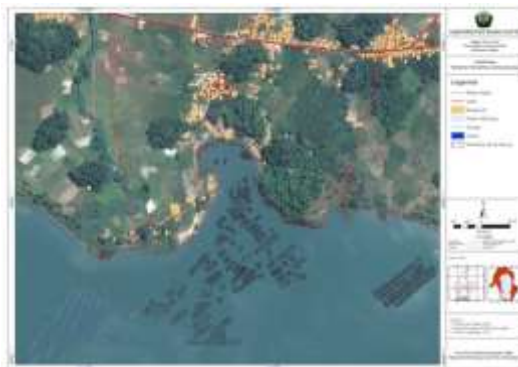
kebutuhan ikan terhadap oksigen beserta luas permukaan air danau, maka luas perairan yang dibutuhkan seharusnya untuk budidaya ikan agar sesuai dengan daya dukung lingkungan dan dapat mengurangi kematian kepada ikan dicantumkan pada Tabel 3.



Gamba 2. Tata letak KJA di Jorong Pasar
Desa Maninjau.



Gambar 3. Tata letak KJA di Desa Bayur.



Gambar 4. Tata letak KJA di Desa
Dou Koto.



Gambar 5. Tata letak KJA di Jorong Kubu
Desa Sungai Batang.

Tabel 3. Jumlah KJA, luas lahan eksisting dan luas lahan yang dibutuhkan berdasarkan analisis kebutuhan oksigen.

Nagari/Desa	Jumlah KJA berdasarkan hasil delinisasi citra satelite sensus (petak)	Luas lahan yang digunakan di lapangan (Ha)	Luas lahan ideal berdasarkan analisis kebutuhan ikan terhadap oksigen (Ha)
Maninjau	1.597	11,98	109,73
Bayua	4.178	31,34	287,08
II Koto	866	6,49	59,50
Koto Kaciek	1.409	10,57	96,82
K. Gadang VI Koto	200	1,60	13,75

Koto Malintang	3.612	27,09	248,20
Tanjung Sani	5.461	40,95	375,24
Sungai Batang	3.285	24,63	225,72
Jumlah Total	20.608	113,7	1.416,04

2. Kondisi kualitas air di sekitar KJA

Hasil analisis kualitas air di kawasan KJA di Danau Maninjau meliputi wilayah Sungai Batang, Sungai Tampang, Maninjau, Muko-Muko (dekat intake PLTA) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai kriteria mutu air Danau Maninjau.

	Stasiun	Kecerahan m	Nitrit mg/L	Nitrat mg/L	Total N mg/L	Total P mg/L	P-PO4 mg/L
Sept 2012							
1	S.Batang	2,0	0,14	0,58	2,44	0,70	0,25
2	S.Tampang	2,0	0,10	0,89	2,46	0,55	0,28
3	Maninjau	1,8	0,18	0,45	2,79	0,60	0,25
4	Intake PLTA	1,9	0,15	1,16	2,56	0,42	0,26
Agustus 2013							
1	S.Batang	1,5	0,22	1,81	2,70	0,55	0,30
2	S.Tampang	1,5	0,17	1,50	2,20	0,49	0,28
3	Maninjau	2,0	0,10	0,80	2,80	0,45	0,20
4	Intake PLTA	2,0	0,15	0,91	1,04	0,40	0,41
Sept 2014							
1	S.Batang	1,7	0,19	1,89	2,80	0,60	0,10
2	S.Tampang	1,6	0,20	1,35	2,30	0,62	0,23
3	Maninjau	2,0	0,11	0,25	2,95	0,39	0,19
4	Intake PLTA	2,1	0,17	0,56	1,07	0,35	0,22
Sept 2015							
1	S.Batang	1,5	0,15	1,75	2,04	0,55	0,13
2	S.Tampang	1,6	0,21	1,42	2,09	0,59	0,18
3	Maninjau	1,5	0,11	0,23	1,80	0,44	0,26
4	Intake PLTA	1,4	0,14	0,85	0,96	0,38	0,20

Pada bulan September 2015 kecerahan air rata-rata $1,50 \pm 0,26$ m, total N $1,71 \pm 0,62$ mg/L, total P $0,51 \pm 0,17$ mg/L, Ortofosfat $0,20 \pm 0,05$ mg/L, Nitrat $1,36 \pm 0,8$ mg/L dan Khlorophyl $1364,1$ mg/m³. Rasio kadar TP dan TN di Danau Maninjau pada bulan September 2015 adalah 3,39. Ammonia dan nitrit termasuk persenyawaan kimia yang tidak dikehendaki kehadirannya diperairan oleh ikan karena bersifat racun. Nitrit pada bulan September 2015 berkisar 0,11-0,21 mg/L, dihasilkan dari dekomposisi persenyawaan nitrogen organik yang berasal dari jaringan hidup atau bahan yang mengandung protein pada suasana anaerobik atau

defisiensi oksigen. Kadar ammonia 0,25-0,50 mg/L dapat menyebabkan ikan stress dan lebih dari 1,0 mg/L dapat mematikan ikan yang dipelihara di dalam KJA. Racun ammonia terhadap ikan tergantung dari daya permiabilitas insang terhadap amoniak, apabila konsentrasi amoniak cukup tinggi ikan akan mati karena terjadi hiperplasia (penimbunan lendir di dalam insang) sehingga ikan sulit bernafas.

Nitrat dapat digunakan untuk mengelompokan tingkat kesuburan perairan. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat 0-1 mg/L, perairan mesotrofik antara 1 - 5 mg/L dan eutrofik antara 5-10 mg/L (Volenweider *dalam* Wetzel., 1992). Nitrat di Danau Maninjau berkisar 0,23-1,75 mg/L. Mengacu kepada nilai tersebut tingkat kesuburan perairan Danau Maninjau cenderung mesotropik. Menurut Effendi (2003) kadar nitrat lebih dari 0,2 mg/L dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (pengayaan) perairan yang selanjutnya menstimulir pertumbuhan algae dan tumbuhan air secara pesat (*blooming*). Kadar nitrat > 5 mg/L di suatu perairan dapat menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik yang berasal dari aktifitas manusia dan tinja hewan.

Pada air permukaan, kadar TN yang terukur pada pada September 2012 berkisar antara 2,44-2,79 mg/L, dan cenderung lebih tinggi pada stasiun Maninjau, kadar TN pada bulan September 2015 berkisar antara 0,96-2,09 mg/L, kadar TP pada September 2012 berkisar 0,42-0,70 mg/L dan September 2015 berkisar 0,28-0,59 mg/L (Tabel 5).

Tabel 5. Kadar TP dan TN di badan air Danau Maninjau.

Stasiun	TP		TN	
	September 2012	September 2015	September 2012	September 2015
Sungai Batang	0,70	0,55	2,44	2,04
Sungai Tampang	0,55	0,59	2,46	2,09
Maninjau	0,60	0,44	2,79	1,80
Intake PLTA	0,42	0,38	2,56	0,96
Rataan	0,57	0,49	2,56	1,72

Mengacu kepada ketentuan tingkat status tropik perairan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.28/2009, berdasarkan kadar TP dan

TN, maka perairan Danau Maninjau umumnya berada pada status hipereutrofik. Komponen nitrogen di perairan Danau Maninjau hampir sama pada setiap stasiun dan cenderung sebagai faktor pembatas pertumbuhan alga karena memiliki rasio massa N:P <12. Rasio kadar N/P perairan Danau Maninjau pada bulan September 2012 adalah 4,49 dan bulan September 2015 sebesar 3,51. Nilai Rasio TN : TP ini perlu diwaspadai mengingat pernah terjadi blooming *Mycrocystis* di Danau maninjau pada tahun 2000 (Syandri, 2003).

3. Limbah organik dari Keramba jaring apung

Tingkat pembebanan organik di Danau Maninjau berdasarkan jumlah KJA, produksi ikan dan jumlah pakan dicantumkan pada Tabel 6. Beban organik dari limbah KJA sejak tahun 2001 - 2015 di Danau Maninjau telah terkumulasi sebanyak 178.889,00 ton dengan beban rata-rata per tahun sebanyak 11.925,93 ton, belum diperkirakan sejak tahun 1993 yaitu pada awal budidaya ikan dengan KJA dilaksanakan di Danau Maninjau. Pembebanan limbah organik setiap tahun tanpa berfluktuasi sejalan dengan tingkat produksi ikan dan tingkat tertinggi terjadi pada tahun 2009 yang mencapai 55,29 ton per hari. Di Waduk Cirata pembebanan limbah organik rata-rata 6.556,20 ton per tahun atau 17,96 ton per hari (Lukman and Hidayat, 2002). Namun demikian perbedaan tersebut memberikan dampak yang sama yaitu adanya kematian masal ikan budidaya di dalam KJA.

Tabel 6. Data produksi ikan, jumlah pakan yang diberikan dan perkiraan limbah organik dari sistem budidaya ikan KJA di Danau Maninjau.

Tahun	Jml KJA	Jml KJA Produktif	Produksi ikan (ton)		Pakan (ton)		Limbah Organik (ton)	
			BB ¹	BK ²	BB ³	BK ⁴	Per tahun ⁵	per hari
2001	3.500	2.800	10.500,00	2.625,00	16.800,00	8.400,00	5.775,00	16,04
2002	3.608	2.886	10.822,50	2.705,62	17.613,00	8.806,60	6.100,98	16,94
2003	3.960	3.168	11.880,00	2.970,00	19.008,00	9.504,00	6.534,00	18,15
2004	4.316	3.452	12.945,00	3.236,25	20.712,00	10.356,00	7.120,00	19,78
2005	4.920	3.936	14.760,00	3.690,00	23.616,00	11.808,00	8.118,00	22,55
2006	8.955	7.164	26.865,00	6.716,25	42.984,00	21.492,00	14.775,75	41,05
2007	9.100	7.280	27.255,00	6.806,25	43.560,00	21.780,00	14.973,75	41,59
2008	9.450	7.560	28.350,00	7.087,50	45.360,00	22.680,00	15.592,50	43,31
2009	9.830	7.864	14.745,00	3.686,25	47.184,00	23.592,00	19.905,75	55,29
2010	13.129	10.503	19.681,25	4.920,31	31.509,00	15.745,00	10.554,69	29,31
2011	15.000	12.000	22.500,00	5.625,00	36.000,00	18.000,00	12.375,00	34,37

2012	15.860	12.688	23.790,00	5.947,50	38.064,00	19.032,00	13.084,50	36,34
2013	16.120	12.896	24.180,00	6.045,00	38.688,00	19.344,00	13.299,00	36,94
2014	16.580	13.264	24.870,00	6.217,5	39.792,00	19.896,00	13.678,50	37,99
2015	20.608	16.486	30.912,00	7.728,00	49.459,2	24.729,6	17.001,60	47,22

Keterangan : Akumulasi Limbah dari tahun 2001-2015 (ton) = 178.889,00

BB: Berat Basah Beban rata-rata per tahun (ton) = 11.925,93

BK: Berat Kering

Ket : Tahun 2001-2009, pakan 3 ton/petak, tahun 2010-2015 pakan 1,5 ton/petak, panen 2 kali /tahun; Jumlah KJA produktif 80% dari KJA total (hasil sensus) (2) 25% BB¹ (Garono dan Adibroto, 1999), (3) Rasio konversi pakan 1,6, (4) 50% BB³ (Garono dan Adibroto, 1999), (5) BK Pakan-BK ikan

KESIMPULAN

Dalam rentang waktu sepuluh tahun sejak 2005-2015 terjadi pertambahan KJA di Danau Maninjau menjadi 16.160 petak atau bertambah 12.584 petak, yang berarti dapat meningkatkan pendapatan pelaku perikanan, namun berdampak negatif penting terhadap ikan yang dipelihara di dalam KJA dan kriteria mutu air ditandai dengan kecerahan rendah, nitrit, nitrat, total nitrogen, total fosfor, ortofosfat dan khlorophyl yang relatif tinggi serta bertambahnya jumlah sedimentasi di badan air Danau Maninjau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Kementerian Keuangan RI yang telah membiayai penelitian ini melalui Bantuan Dana Riset Inovatif-Produktif (RISPRO) Implementatif tahun 2015-2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwilaga, E. M. 1999. Pengelolaan Perikanan di Waduk Saguling dan Cirata (Suatu Tinjauan Ekologi). Prosiding Semiloka Nasional Pengelolaan dan Pemanfaatan Danau dan Waduk. PPLHLP-IPB – Ditjen Bangda Depdagri, Ditjen Pengairan, Kantor Meneg. LH. XIX:1-8
- APHA. 1995. Standard methods of the examination of water and wastewater. 20th Edn, American Public Health Association, Washington, D.C., USA.
- Dina, R, M. Boer, N.A. Butet. 2011. Profil ukuran panjang dan tingkat kematangan gonad ikan Bada (*Rasbora argyrotaenia*) pada alat tangkap berbeda di Danau Maninjau. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 37 (1): 105-118.

- Effendi, H. 2003. Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Kanasius Yogyakarta, 278 pp.
- Garno, Y. S., dan T. A. Adibroto. 1999. "Prosiding Semiloka Nasional Pengelolaan dan Pemanfaatan Danau dan Waduk". PPLH-LP , IPB – Ditjen Bangda Depdagri,Ditjen Pengairan, Kantor Meneg. LH. XVII:1-10
- Henny. C . 2009. Dynamics of biogeochemistry of sulfur in lake Maninjau. *Limnotek*, 16 (2) : 75-87.
- Husen, M. 2000. Kelestarian Danau dan Waduk di DAS Citarum, Potensi dan Ancaman. Prosiding Semiloka Nasional Pengelolaan dan Pemanfaatan Danau dan Waduk, Univ. Padjadjaran.
- Junaidi, Syandri, H. and Azrita. 2014. Loading and distribution of organic materials in Lake Maninjau West Sumatra Province-Indonesia. *Journal Aquaculture Research Development*, 5:7.
- Kabupaten Agam Dalam Angka, 2014. Statistik Kabupaten Agam Dalam Angka. Kerjasama BPS dengan Pemerintah Kabupaten Agam.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2011. Grand Design Rencana Pengelolaan Danau di Indonesia.
- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). 2009. Buku Biru Limnologi Danau Maninjau. Pusat Penelitian Limnologi LIPI.
- Lukman dan Hidayat. 2002. Pembebanan dan distribusi bahan organik di Waduk Cirata. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3(2) : 129-135.
- Nasution Z, Sari YD, Huda HM. 2011. Budidaya ikan di Danau Maninjau: Antisipasi kematian massal ikan. *Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Perikanan*, 1: 19-31
- Syandri, H. 2003. Keramba jaring apung dan permasalahannya di Danau Maninjau, Sumatera Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8 (2) : 74 – 81.
- Syandri, H. 2004. Penggunaan ikan asang (*Osteochilus vittatus*) dan ikan tawes (*Puntius javanicus*) sebagai agen hayati pembersih Danau Maninjau. *Jurnal Natur Indonesia*, 6 (2) : 87 – 91.
- Syandri H., Junaidi.,Azrita. and Yunus T. 2014^a. State of aquatic resources Lake Maninjau West Sumatra Province, Indonesia. *Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 1 (5) : 109-113.
- Syandri, H., Azrita., and Junaidi. 2014^b. Morphological characterization of asang fish (*Osteochilus vittatus*, CYPRINIDAE) in Singkarak Lake, Antokan River and Koto Panjang Reservoir West Sumatra Province, Indonesia. *Journal of Fisheries and Aquaculture*, 1 (5): 158-162.
- Syandri, H., Azrita., Junaidi., Elfiondri. 2015^a. Heavy metals in Lake Maninjau , Indonesia: water column, sediment and biota. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* ; 3(2): 273-278.
- Syandri, H., Elfiondri, Azrita., Junaidi. 2015^b. Social status of the fish-farmers of floating-net-cages in Lake Maninjau, Indonesia. *Journal Aquaculture Research Development*, 7:1

Yusuf Y, Zaki Z, Lukman U, Rahmi F. 2011. Analysis of heavy metals Fe, Cu, Pb and Cd in sediments around floating nets cages in the waters of Maninjau Lake. *J Ris. Kim.* 1(5):94-100.

Wetzel, R.G.1992. Limnology. W.B Saunders College Publ. Philadelphia, 744 pp.