

DISTRIBUSI SPASIAL ZOOPLANKTON DI DANAU LINDU, DAN BEBERAPA FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KELIMPAHANNYA

Lukman

Pusat Peneliti Limnologi –LIPI
Komplek LIPI –Cibinong
BOGOR

Abstract

Lake Lindu is located in conservation area, the Lore Kalamanta National Park, and still on natural condition. Therefore, it is interesting to recognize their biological condition, especially zooplankton existence. It was observed the zooplankton spatial distribution on March 2001 and evaluated the factors which influenced to their abundance. Four sampling station at rivers, inlet of the lake, five in lake waters body at 0 m; 3 m, 5 m, and 10 m water depth were studied. Supporting data, namely organic content on COD (Chemical Oxygen Demand) parameter was measured on same location, for a while phytoplankton and heterotrophic bacteria data from secondary data. There were five genus zooplankton, namely Ceriodaphnia (Cladocera), Diaptomus, Cyclops (Copepoda), Brachionus and Filinia (Rotifera). It was not found zooplankton at rivers, therefore average of abundance in lake water body ranged 37 - 376 ind.l⁻¹, and based of depth stratum their abundance show to maximize at three meters depth. Zooplankton abundance seem correlate support factors quadratically, positively to COD and abundance of heterotrophic bacteria, but negatively to phytoplankton abundance.

Key words: Lake Lindu, zooplankton, phytoplankton, heterotrophic bacteria, organic material.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Danau Lindu memiliki kondisi yang masih cukup alami karena berada di kawasan hutan lindung, Taman Nasional Lore Kalamanta, meskipun beberapa bagian daerah tangkapan danau ini merupakan *enclave* dari pemukiman penduduk dari beberapa desa. Secara administratif Danau Lindu berada di Kecamatan Kulawi, Kabupaten Donggala Sulawesi Tengah¹⁾ (Anonim, 1981).

Danau Lindu merupakan danau tektonik, berada pada ketinggian ± 1.000 meter di atas permukaan laut, serta memiliki sifat kesuburan oligo-distroph dengan daya produksi alami yang sedang (Sarnita, 1973)²⁾. Berdasarkan hasil penelitian Lukman,³⁾ kondisi perairan Danau Lindu mencirikan tipe alkalin, tingkat konduktivitas sedang, sadah, dan alkalinitas total mencerminkan potensi kesuburan tinggi. Komponen nitrit, nitrat, dan amonium berada pada kisaran rendah,

sedangkan total nitrogen menunjukkan kisaran cukup tinggi yang mencirikan perairan eutrofik, sedangkan kedalaman eufotik hingga 596 cm.

Kondisi perairan Danau Lindu yang masih alami tersebut cukup menarik untuk dikaji berbagai kondisi biologisnya, diantaranya keberadaan zooplankton. Komponen biologis lainnya yang telah dikaji adalah kelimpahan bakteri heterotrofik (Badjoeri, 2005)⁴⁾, distribusi spasial fitoplankton⁵⁾ (Fahmiyani dan Lukman, 2003), serta kondisi ikan dan perikanan Danau Lindu⁶⁾ (Lukman, 2004).

1.2. Tujuan

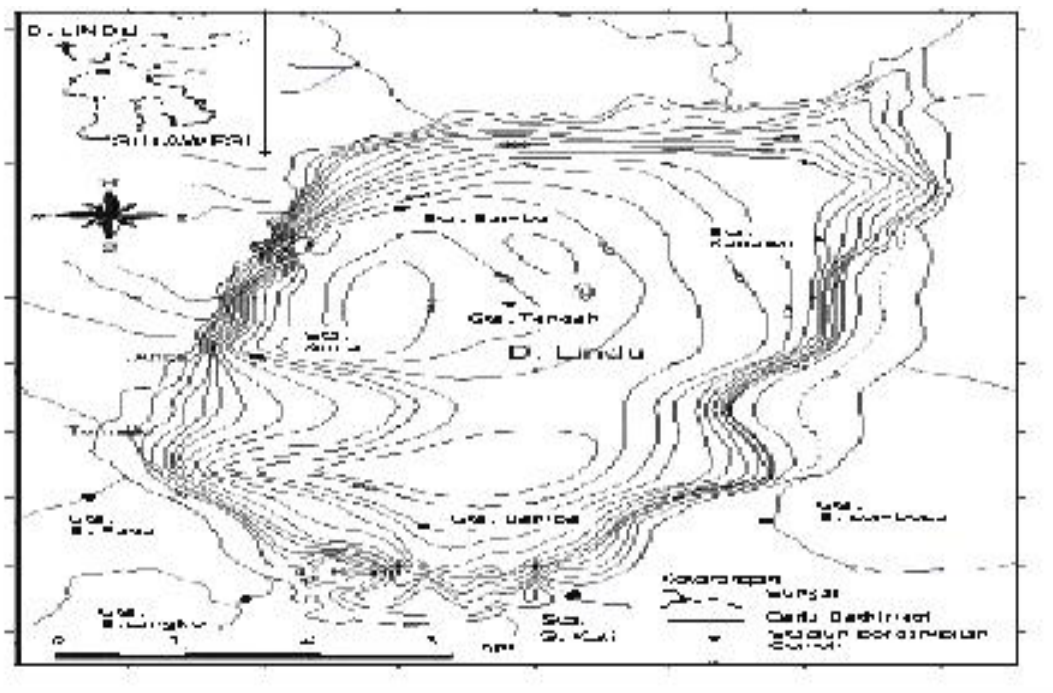
Telah diteliti pola distribusi spasial zooplankton serta peranan fitoplankton, bakteri heterotrofik dan kandungan organik perairan terhadap kelimpahan zooplankton dengan tujuan untuk mengungkap karakteristik biologi dari Danau Lindu secara lebih luas sehingga

dapat dijadikan referensi, baik dalam kajian maupun pengelolaannya selanjutnya.

2. BAHAN DAN METODE

Pengamatan zooplankton dilakukan pada bulan Maret 2001 di empat sungai inlet danau dan lima stasiun perairan Danau Lindu (Gambar 1). Contoh dari masing-masing stasiun di perairan danau diambil pada empat strata kedalaman, yaitu 0 m (permukaan), 3 m, 5 m dan 10 m. Pengambilan contoh zooplankton menggunakan tabung Kemmerer.

Air dari tabung Kemmerer disaring dengan jaring plankton nomor 25, contoh disimpan pada botol dan diawetkan dengan larutan lugol. Zooplankton diidentifikasi di laboratorium menggunakan acuan Edmonson⁷⁾ dan Mizuno⁸⁾ Untuk data-data penunjang, yaitu kadar organik dalam satuan parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*) diukur pada lokasi yang sama dengan pengukuran zooplankton, dan dianalisis menggunakan metode titrimetri⁹⁾ (Greenberg *et al*, 1992).



Gambar 1. Stasiun Pengambilan Contoh Zooplankton di Danau Lindu

Data penunjang lain, yakni kelimpahan fitoplankton dan bakteri heterotrofik digunakan data sekunder hasil penelitian yang juga dilakukan pada saat bersamaan dengan pengambilan zooplankton^{4,5)}

Dalam perhitungan pola hubungan antara kelimpahan zooplankton dengan parameter lain, digunakan angka rata-rata kelimpahan dari tiga strata kedalaman, yaitu 0 m, 3 m dan 5 meter. Hal ini disesuaikan dengan data-data parameter lain yang juga berada pada kisaran kedalaman tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Distribusi Kelimpahan Zooplankton

Zooplankton yang ditemukan di perairan Lindu sebanyak lima marga, yaitu *Ceriodaphnia* (Cladocera), *Diaptomus*, *Cyclops* (Copepoda), serta *Brachionus*, *Filinia* (Rotifera). Kelompok Copepoda umumnya ditemukan di seluruh stasiun dengan kelimpahan yang tinggi sementara kelompok lainnya memiliki kelimpahan rendah dan hanya ditemukan di dua stasiun (Tabel 1).

Tabel 1. Kelimpahan Rataan Zooplankton (ind.l^{-1}) Perairan Danau Lindu

	Bola	Kanawu	Anca	Tengah	Bamba
Cladocera	0	0	16	94	0
Copepoda	44	126	65	243	37
Rotifera	22	0	0	37	0
Jumlah	66	126	81	374	37

Kelimpahan rata-rata zooplankton di perairan danau berkisar antara 37 - 376 ind.l^{-1} , tertinggi terdapat di stasiun Tengah dan terendah di stasiun Bamba. Namun demikian di perairan sungai inlet Danau Lindu, tidak

ditemukan zooplankton. Berdasarkan strata kedalaman menunjukkan bahwa kelimpahan rata-rata tertinggi pada kedalaman 3 m (229 ind.l^{-1}) dan terendah pada kedalaman 10 m (10 ind.l^{-1}) (Tabel 2).

Tabel 2. Kelimpahan Zooplankton (ind.l^{-1}) berdasarkan Lokasi dan Kedalaman di Perairan Danau Lindu

Strata	Sungai				Danau					
	Lombosa	Kati	Langko	Pada	Bola	Kunawu	Anca	Tengah	Bamba	Rataan
0 m	-	-	-	-	-	113	50	170	-	111
3 m	td	td	td	td	198	66	150	621	112	229
5 m	td	td	td	td	-	200	50	338	-	118
10 m	td	td	td	td	-	-	50	-	-	10
Rataan*	-	-	-	-	66	126	81	374	37	

Keterangan : *) : Dari tiga strata (0 m, 3 m dan 5 m); td : tidak diukur

Sungai-sungai inlet Danau Lindu sangat miskin dengan zooplankton, yang mana sejalan dengan keberadaan fitoplanktonnya yang juga jarang dan kelimpahannya rendah¹⁰⁾ (Sulawesti dan Lukman, 2003). Kondisi sungai-sungai tersebut berada pada suatu kawasan hutan yang masih alami, yang mana tampaknya proses perombakan serasah belum sempurna, sehingga bahan organik yang ada tidak cukup tersedia untuk menunjang zooplankton.

Stasiun Tengah yang berada di wilayah tengah perairan danau, tampak lebih menunjang perkembangan zooplankton, sehingga kelimpahannya cukup tinggi. Wilayah lainnya yang berada di tepian memiliki kelimpahan rendah, seperti Bola dan Kunawu, tampaknya dipengaruhi oleh masukan dari sungai-sungai, yang memiliki kelimpahan zooplankton sangat rendah.

Berdasarkan tingkat kelimpahan rata-rata zooplankton di perairan Danau Lindu menunjukkan kelimpahan yang cukup tinggi. Hal mana seperti kelimpahan zooplankton di Danau Maninjau, danau yang mengalami eutrofikasi, berkisar antara 41 – 357 ind.l^{-1} (Sulastri, 2004). Demikian pula ternyata kelimpahan zooplankton Danau Lindu mendekati kelimpahan zooplankton di Waduk Cirata, yang mencapai 149 – 766 ind.l^{-1} , satu perairan yang mengalami pencemaran organik dari Karamba Jaring Apung¹²⁾ (Garno dan Adibroto, 1999).

Tingginya kelimpahan zooplankton tersebut diduga berkaitan dengan kelimpahan fitoplankton yang juga tinggi¹⁰⁾, berkisar antara 1.700 – 27.350 ind.l^{-1} (Sulawesti dan Lukman, 2003), serta ditunjang dengan cukup tersedianya bahan organik yang dicirikan dengan kondisi warna air yang menghitam, dan cenderung distrofik. Kadar COD rata-rata pada strata kedalaman 0 – 5 m berkisar antara 15,2 –

54,3 mg.l⁻¹ (Tabel 3). Kadar COD tersebut berada di atas kadar rata-rata COD di Danau Kerinci,¹³⁾ antara 12,2 – 37,6 mg.l⁻¹.

Distribusi vertikal kelimpahan zooplankton secara umum tertinggi pada kedalaman tiga meter (Gambar 2), yang tampak sejalan dengan distribusi vertikal kelimpahan

fitoplankton yang diamati oleh Sulawesi dan Lukman¹⁰⁾. Pola distribusi vertikal tampak jelas di stasiun Bola, Tengah, Bamba dan Anca yang menunjukkan suatu kelimpahan zooplankton maksimum pada kedalaman tiga meter, sementara itu di stasiun Kanawu pada kedalaman lima meter.

Tabel 3. Kadar COD (Cr) (mg.l⁻¹) Perairan Danau Lindu

Strata	Stasiun				
	Bola	Kanawu	Anca	Tengah	Bamba
0 m	19,95	32,97	30,03	23,94	17,08
5 m	71,19	52,71	12,39	84,63	13,43
Ratat-rata	45,57	42,84	21,21	54,28	15,25

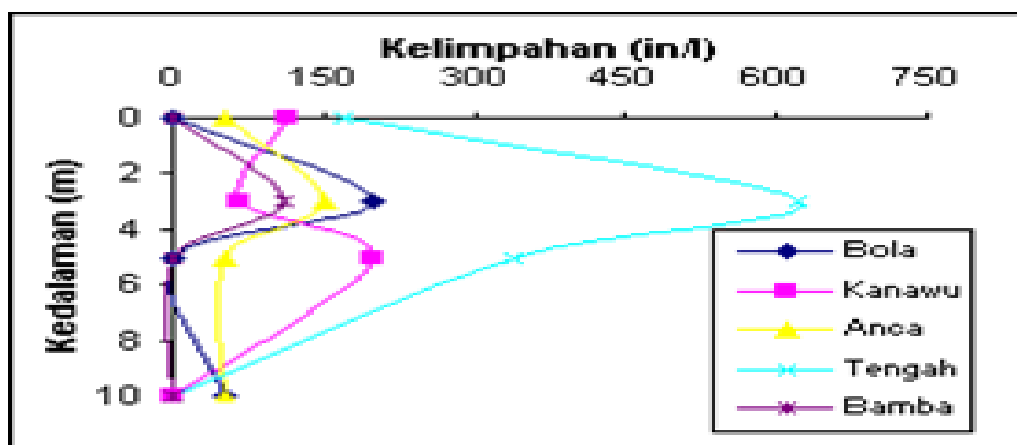
Faktor pergerakan massa air diduga berpengaruh terhadap distribusi vertikal zooplankton. Stasiun Anca, Bamba dan Tengah cenderung menunjukkan kondisi kolom air yang lebih stabil, sementara wilayah Kanawu menunjukkan kondisi lebih dinamis.

Kondisi tersebut diduga terkait dengan sering terjadinya gelombang besar, yang ditimbulkan oleh hembusan angin yang kuat dari arah barat ke arah timur, pada siang menjelang sore hari. Wilayah Kanawu cenderung berada di muka angin, dan sebaliknya lokasi yang lain. Kondisi tersebut memungkinkan Kanawu mengalami pencampuran massa air lebih intensif. Dengan demikian, pola distribusi vertikal kelimpahan zooplankton di Kanawu terdorong ke arah

dalam. Distribusi vertikal dari fitoplankton telah dilaporkan Haris¹⁴⁾ dipengaruhi oleh lingkungan fisik danau dan pola perulakan (*overtorn*) massa air.

3.2. Hubungan Kelimpahan Zooplankton dengan Faktor Lain

Berdasarkan koefisien determinasi (r^2) hubungan antara kelimpahan zooplankton dengan COD, kelimpahan bakteri heterotrofik, dan kelimpahan fitoplankton, cenderung menunjukkan pola kuadratik dibanding pola linier. Sementara itu kelimpahan bakteri heterotrofik menunjukkan hubungan yang lebih tinggi dibanding terhadap COD maupun kelimpahan fitoplankton (Tabel 4).

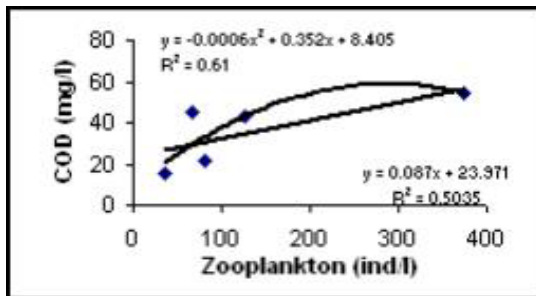


Gambar 2. Pola Distribusi Vertikal Kelimpahan Zooplankton di Danau Li

Tabel4. Kelimpahan Zooplankton

No.	Hubungan	Linier (r^2)	Kuadrat (r^2)
1.	Kelimpahan Zooplankton dan Kadar COD	0,50	0,61
2.	Kelimpahan Zooplankton dan Kelimpahan Bakteri	0,88	0,97
3.	Kelimpahan Zooplankton dan Kelimpahan Fitoplankton	-0,77	-0,96

Kelimpahan zooplankton tampak sejalan dengan kadar COD perairan, dengan korelasi positif ($r^2 > 0,5$) (Tabel 2; Gambar 3), yang menunjukkan adanya keterkaitan antara kelimpahan zooplankton dan kadar organik perairan. Namun demikian, hubungan yang ada membentuk pola kuadrat dan terdapat kecenderungan bahwa kelimpahan zooplankton yang tinggi tidak selalu ditunjang oleh kadar COD yang tinggi. Menurut Saunder *et al.*¹⁵⁾, zooplankton dapat mengasimilasi organik dalam bentuk detritus secara langsung dan secara energetik sama pentingnya dengan fitoplankton. Zooplankton memberikan peran yang tidak kecil sebagai salah satu rantai perombak organik di perairan.



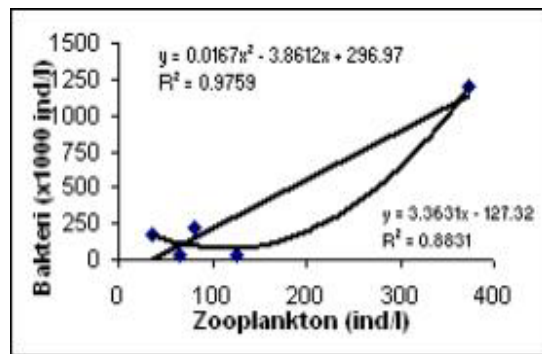
Gambar 3. Pola Hubungan antara Kelimpahan Zooplankton dan Kadar COD Perairan

Namun demikian ternyata hanya sebagian zooplankton yang dapat memanfaatkan bahan organik secara langsung.

Menurut Gliwicz (1974) dalam Morgan (1980). bahwa pada kenyataannya tidak satu spesiespun zooplankton detritivora yang secara obligat memanfaatkan detritus sebagai satu-satunya sumber energinya. Juga seperti dikemukakan Kiorboe dan Nielsen (1994), bahwa kelompok copepoda dapat memanfaatkan organik partikulat

terutama partikel tersuspensi berukuran $> 5- 10 \mu\text{m}$ dan $< 5 - 200 \mu\text{m}$, meskipun secara umum diperhatikan bahwa diatom atau mikrozooplankton merupakan makanan utamanya. Dengan demikian, kelimpahan zooplankton yang tinggi tidak mesti ditunjang oleh tingginya kadar organik.

Kelimpahan zooplankton tampak memiliki hubungan positif dengan kelimpahan bakteri heterotrofik (Tabel 2; Gambar 4). Menurut Salonen dan Hammar (1986), bakteri heterotrof merupakan perantara dari zooplankton dalam memanfaatkan nutrisi penting dari karbon organik terlarut pada danau berhumus dan danau jernih. Dengan demikian zooplankton dapat memanfaatkan bakteri heterotrofik sebagai salah satu sumber energinya.

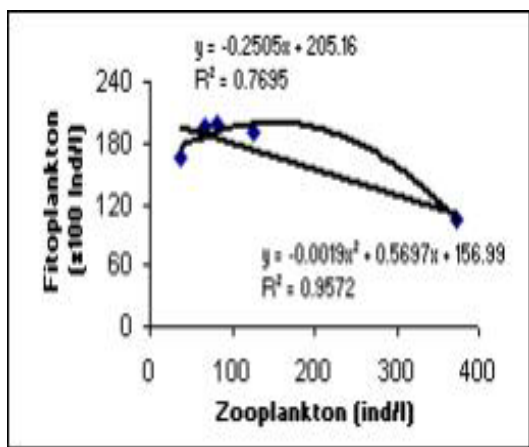


Gambar 4. Pola Hubungan antara Kelimpahan Zooplankton dan Kelimpahan Bakteri Heterotrofik

Peranan bakteri heterotrofik sebagai sumber energi zooplankton dilaporkan Culver & Brunskill (1969) pada kelompok rotifera yang cukup melimpah di wilayah interface hipolimnion yang kaya dengan sumber pakan dari bahan organik tenggelam. Zooplankton memanfaatkan sumber energi dari bakteri heterotrofik yang mampu secara langsung mengasimilasi bahan organik.

Menurut del Giorgia & Peters (19..) bakteri memiliki peranan di dalam jaring makanan plankton melalui *uptake* karbon organik terlarut, dan karbon organik terlarut memainkan peran kunci pada metabolisme plankton.

Keterkaitan antara zooplankton dan fitoplankton telah banyak dilaporkan, terkait dengan produser dan konsumen. Havens *et al* (1996) mengemukakan bahwa zooplankton memainkan peran penting di ekosistem danau, mengalirkan energi dari produser primer ke predator dan menekan kelimpahan dari fitoplankton. Dari hasil penelitian ini, pola hubungan yang terbentuk antara zooplankton dan fitoplankton menunjukkan pola kuadratik dan cenderung negatif (Tabel 2; Gambar 5).



Pada kelimpahan zooplankton rendah, tampak terjadi peningkatan kelimpahan baik zooplankton maupun fitoplankton. Namun demikian pada kelimpahan zooplankton di atas 150 ind.l⁻¹ terjadi penurunan kelimpahan fitoplankton. Telah diamati di Danau District, Inggris, yang ditunjukkan oleh George *et al* ¹⁹⁾ terdapat suatu keterkaitan diantara kelimpahan *Daphnia* dan kelimpahan alga yang dapat dimakan. Sedangkan fenomena pada kelimpahan zooplankton >150 ind.l⁻¹, diduga terkait dengan intensitas pemangsa zooplankton yang cukup tinggi terhadap fitoplankton. Hal ini telah dikemukakan oleh Lampert *et al*,²⁰⁾ bahwa ketika pemangsa sangat intensif, zooplankton dapat menurunkan produktivitas dan biomassa total fitoplankton

secara nyata, menghasilkan 'tahap air jernih' ketika fitoplankton sangat jarang.

Menurut Havens *et al*.¹⁸⁾ berdasarkan pengamatan di Danau Okeechobee dan merujuk pada penelitian sebelumnya, bahwa pemangsaan oleh zooplankton tidak merupakan suatu yang penting secara keseluruhan di dalam pengaturan biomassa dan produktivitas fitoplankton. Hal ini diantaranya terkait dengan jaranganya kelompok cladocera. Berdasarkan hasil penelitian di Danau Lindu ini, ternyata kelompok cladocera hanya memiliki kelimpahan yang cukup tinggi di stasiun Tengah (Tabel 1) yang mana sejalan dengan kelimpahan fotoplankton yang paling rendah¹⁰⁾. Tampaknya kelimpahan kelompok cladocera yang tinggi di stasiun Tengah mampu menekan kelimpahan fitoplanktonnya.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Anonim, 1981. Laporan Inventarisasi Flora dan Fauna di Hutan Wisata Lindung Danau Lindu dan Sekitarnya. Dirjen Kehutanan, Balai Konservasi Sumberdaya Alam VI Sulawesi, Sub Balai Kawasan Pelestarian Alam Lore Kalamanta Tg. Api Ds. 16 hal.
 - 2 Sarnita, A.1973. Laporan Survey Perikanan Danau Lindu dan Poso. Laporan No. 58. Lembaga Penelitian Perikanan Darat, Bogor. 17 hal.
 - 3 Lukman, 2002. Karakteristik kualitas air kawasan Danau Lindu, Sulawesi Tengah. Prosiding Seminar Nasional Limnologi. Puslit Limnologi-LIPI. Hal. 109 -117
 - 4 Badjoeri, 2005. Distribusi dan kelimpahan bakteri heterotrofik di perairan Danau Lindu, Sulawesi Tengah.10 hal. (*Belum diterbitkan*)
 - 5 Fahmiyanti Lukman 2007. distribusi spasial fitoplakton
 - 6 Lukman, 2004. Kondisi ikan dan perikanan Danau Lindu, Sulawesi Tengah. Limnotek, Vol.11 (*dalam proses penerbitan*)
 - 7 Edmonson, W. T., 1963. Fresh Water Biology. 2nd edition. John Wiley & Sons. Inc. Washington
 - 8 Mizuno, T. 1970. Illustration of the Freshwater Plankton of Japan. Hoikusha Publ. Co. Ltd. Osaka. 351 pp.
- Morgan, N. C., 1980. Secondary Production. In: Le Cren, E. D. & R. W.

- Lowe-MsConnel (Ed.). The Functioning of Freshwater Ecosystems. IBP 22. Cambridge Univ. Press, Cambridge. p. 247 - 340
- Salonen, K & T. Hammar, 1986. On the importance of dissolved organic matter in the nutrition of zooplankton in some lake waters. *Oecologia*, 68: 246 – 253
- 9 Greeberg, A. E., L. S. Clesceri, and A. D. Eaton (ed.) 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 18th edition. APHA-AWWA-WEF.
- 10 Sulawesti, F & Lukman, 2003. Spatial distribution of phytoplankton in Lake Lindu, Central Sulawesi. Proceedings of 2nd Asia-Pacific Training Workshop on Ecohydrology, Indonesia 2001. Edited by. P. E. Hehanusa, G. S. Haryani, & H. Pawitan. LIPI - UNEP – Unesco – Indonesia Power. p. 223 - 231
- 11 Sulastris, 2004. Komposisi dan Kelimpahan Zooplankton Danau Maninjau, Sumatera Barat. *Limnotek*, Vol.11 (***dalam proses penerbitan***)
12. Garno, Y. S dan T. A. Adibroto, 1999. Dampak penggemukan ikan di badan air waduk multiguna pada kualitas air dan potensi waduk. Prosiding Semiloka Nasional Pengelolaan dan Pemanfaatan Danau dan Waduk. PPLH-LP,IPB; Ditjen Pengairan dan Kanter Meneg KLH. XVII-1-10
- 13 Awalina & S. Aisyah, 2002. Basic water quality of Lake Kerinci. *In*: D. I. Hartoto & S. Sunanisari (*editors*). *Limnology of Lake Kerinci*. Monograph I. Research Center for Limnology – Indonesian Inst. Of Science. p.11 - 28
- 14 Haris, G. P., 1987. Phytoplankton Ecology. Structure, Function, and Fluctuation. Chapman & Hill, Ltd., 384 pp., Cambridge.
- 15 Saunders, G. W., K. C. Cummins, D. Z. Gak, E. Pezyska, V. Straskrabova, and R. G. Wetzel, 1980. Organic Matter and Decomposer. *In*: Le Cren, E. D. & R. W. Lowe-MsConnel (Ed.). The Functioning of Freshwater Ecosystems. IBP 22. Cambridge Univ. Press, Cambridge. p. 341 – 392
- 16 Culver, D. A. & G. J. Brunskill, 1969, Fayetteville Green Lake, New York. V. Studies of primary production and zooplankton in a meromictic marl lake. *Limnology & Oceanography*, 14: 862 - 873
- 17 del Giorgio, P. A. & R. H. Peters 1994. Patterns in planktonic P : R ratios in lakes: Influence of lake trophic and dissolved organic carbon. *Limnology & Oceanography*, 39(4): 772 - 787
- 18 Havens, K. E., T. L. East & J. R. Beaver, 1996. Experimental studies of zooplankton-phytoplankton-nutrient interactions in a large subtropical lake (Lake Okeechobee, Florida, U.S.A). *Freshwater Biology*, 36: 579 - 597
- Kiorboe, T & T. G. Nielsen, 1994. Regulation of zooplankton biomass and production in a temperate, coastal ecosystem. 1. Copepods. *Limnology & Oceanography*, 39(3): 493 - 507
- 19 George, D. G., D. P. Hewitt, J. W. G. Lund, & W. J. P. Smyly, 1990. The relative effects of enrichment and climate change on the long-term dynamics of *Daphnia* in Esthwaite Water, Cumbria. *Freshwater Biology*, 23: 55 - 70
- 20 Lampert, W., W. Fleckner, H. Rai & B. E. Taylor, 1986. Phytoplankton control by grazing zooplankton: a study of the spring clear-water phase. *Limnology & Oceanography*, 31 : 478 - 490