

Perubahan Komunitas dan Keanekaragaman Organisme Air Genangan Tanah Sawah pada Tanah Sawah Pagelaran dan Taman Bogor Provinsi Lampung

The Changes of Communities and Diversity of Aquatic Organisms on the Floodwater of Paddy Fields of Pagelaran and Taman Bogo, Lampung Province

Ainin Niswati¹ dan Purnomo²

¹*Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung*

²*Jurusan Proteksi Tanaman Pertanian Universitas Lampung*

Jl. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

niswati@unila.ac.id, purjomo@yahoo.com

ABSTRACT

The communities structure, diversity dan population density of aquatic organisms that inhabiting the floodwater of the paddy fields in Taman Bogo and Pagelaran were surveyed during the rice cultivation. The observation was conducted periodically during the paddy field flooding, from the beginning of transplanting until the harvest time. The results showed that twenty-two taxonomical groups of aquatic organisms were found in the four location as followed: 19 groups were at conventional paddy field Taman Bogo, 15 groups were at conventional paddy field Pagelaran, 14 groups were at organic paddy field at Pagelaran and 12 groups were found at organic paddy fields Pagelaran with microcosm methods. The diversity indices were not significant difference among location of paddy field because of dominantly by some aquatic organisms such as the groups of Cladocera, Cyclopoida, Podocopida, Ploima, Zygnemetales, and Volvocida. Cluster analysis and principal analysis showed that the communities structure of organic paddy field microcosm from Pagelaran was at different group with others.

Keyword: Aquatic organisms, organic paddy field, Communities structure, floodwater

PENDAHULUAN

Keadaan reduktif-oksidatif pada tanah dan genangan air yang 'hanya' berkisar 5 cm – 15 cm memungkinkan tanah sawah memiliki ekosistem yang unik.. Pada genangan tanah sawah yang unik itu hidup berbagai organisme, baik yang berukuran besar maupun kecil. Informasi tentang organisme tersebut banyak dilaporkan dari sawah-sawah di daerah subtropika seperti di Italia dan Jepang (Ferrari *et al.*, 1991; Kuwabara, 1999) Malaysia (Ali, 1990) dan Filipina (Simpson *et al.*, 1994). Di antara organisme yang mendiami air genangan tanah sawah, organisme yang cukup populer adalah "water fly" yang termasuk ke dalam kelompok

Cladocera (Yamazaki, *et al.* 2001). Selain itu kelompok Ostracoda (Cyclopoida) dan Copepoda juga banyak mendiami habitat tersebut. Disamping kelompok organisme yang disebutkan di atas, air genangan tanah sawah juga didiami oleh berbagai jenis protozoa, rotifera dan alga yang fungsi dan kegunaannya di ekosistem sawah tersebut belum banyak terungkap, kecuali alga yang secara langsung maupun tidak langsung dapat memfiksasi nitrogen dari udara (Grant *et al.*, 1983). Hal itu banyak dilaporkan dari ekosistem danau (Sommer *et al.*, 2001) dan hanya sedikit muncul dari ekosistem padi sawah. Organisme ini juga akan memakan protozoa dan fitoplankton (DeMott and Watson, 1991) dan secara signifikan mempengaruhi populasi organisme lainnya (Kivi

et al., 1996). Beberapa organisme juga dilaporkan sebagai detritus dengan meng-*grazing* bentuk seperti diatom (Carman *et al.*, 1997; Buffan-Dubau and Carman, 2000). Sedangkan Kankaala (1988) menyimpulkan bahwa aktivitas makan dari Cladocera *Daphnia longispina* berperan dalam memindahkan bahan organik dalam ekosistem ini. Selain itu di air genangan padi sawah juga terdapat beberapa serangga seperti diptera dan kepik air yang perannya dapat sebagai hama (Bambaradeniya and Amarasinghe, 2004).

Indonesia merupakan negara agraris yang menumpukan padi sebagai sumber pangan utama dan akan tetap menjadi komoditas strategis. Oleh karena itu penelitian tentang peningkatan produksi padi terus dilanjutkan sampai saat ini. Sementara itu penelitian tentang biologi pada tanah dan air genangan tanah sawah belum banyak dilakukan, terutama tentang perubahan komunitas dan keanekaragaman organisme air genangan tanah sawah tanah tropika selama pertanaman padi sawah. Organisme pada genangan tanah sawah dapat dijadikan indikator dari perubahan ekosistem padi sawah. Beberapa meneliti melaporkan bahwa kualitas dan kuantitas nutrisi serta suhu pada air sangat mempengaruhi fluktuasi organisme yang hidup di dalamnya (Amarasinghe *et al.*, 1997; Yoshida *et al.*, 2001). Walseng *et al.* (2003) menggunakan Cladocera dan Copepoda sebagai indikator pencemaran danau di Kanada dan Hatakeyama and Sugaya (1989); Wong (1997); dan Kikuchi and Wakabayashi (1997) juga menggunakan Cladocera sebagai indikator dari aplikasi pestisida karena kesensitifan organisme ini terhadap perubahan lingkungan. Untuk itu apabila sudah diketahui jenis-jenis organisme apa yang biasa terdapat di genangan air padi sawah pada keadaan normal maka perubahan lingkungan sekecil apapun dapat dideteksi.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perubahan komunitas, kemelimpahan dan keanekaragaman organisme air genangan tanah sawah selama pertanaman padi sawah di Taman Bogo dan Pagelaran.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian. Penelitian lapangan dilakukan di Kebun Percobaan Taman Bogo, milik

Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat Purbolinggo Kabupaten Lampung Timur dan sawah milik Kelompok Tani Pertanian Organik di Kecamatan Pagelaran Kabupaten Tanggamus.

Metode Sampling dan Pengamatan Organisme Air Sawah. Organisme air diamati dari praktik persawahan konvensional (menggunakan pupuk kimia dan pestisida sesuai dengan dosis normal pertanaman padi di lokasi penelitian) dan praktik persawahan organik (yang telah dilakukan lebih dari 5 (lima) tahun. Pada tiap-tiap satuan pengamatan diambil 5 (lima) titik sampel dari air genangan yang berada di antara baris tanaman. Sampel diambil secara berkala selama pertanaman padi, yaitu 10, 20, 30 hst, dan seterusnya sampai penggenangan selesai. Sampling dilakukan antara pukul 8.30 s.d. 10.00 di tiap lokasi. Kedalaman air yang diambil adalah berkisar antara 3-10 cm sebanyak 250 mL tiap sampel. Setiap sampel air dimasukkan ke dalam botol plastik dan dimasukkan dalam kontener yang berisi es batu untuk meminimalkan perubahan data selama pengangkutan dari lapangan ke laboratorium. Pengamatan dilakukan terhadap organisme air tanah genangan yang berukuran antara 30 μm s.d. 2.

Penyiapan sawah mini di rumah kaca dilakukan dengan mengambil tanah dari sawah organik Pagelaran, kemudian tanah dikering angin, diayak hingga lolos saringan 4 mm, dan diberi pupuk organik bokashi sebanyak 1 ton ha⁻¹. Sebanyak 10 kg tanah dimasukkan ke dalam pot-pot plastik lalu digenangi dan ditanami bibit padi umur 21 hari. Pengambilan sampel dilakukan selama pertanaman dengan interval 10 hari.

Di laboratorium, sampel air dituangkan ke cawan petri secara sedikit demi sedikit untuk diamati organisme yang terdapat pada sampel tersebut. Dalam pengamatan dan penghitungan organisme yang teramati dipisahkan dengan bantuan pipet yang diamati di bawah mikroskop stereo dengan perbesaran 20–40 kali. Kepadatan masing-masing organisme (jumlah per m²) dihitung berdasarkan persamaan: jumlah per m² = jumlah per 250 mL x {(kedalaman air x 10.000)/250}. Organisme diidentifikasi setidaknya sampai pada level ordo.

Analisis Statistika. Pengaruh lokasi dan sistem pengelolaan sawah sampling terhadap orga-

nisme air genangan tanah sawah dilakukan analisis ragam dan nilai tengah diuji dengan Uji Tukey (BNJ) serta *Box Plot* dengan menggunakan Program SPSS 10. Sedangkan komposisi organisme air genangan tanah sawah diuji dengan analisis kluster yang dilakukan dengan program Minitab 15. Untuk menghitung keanekaragaman digunakan Indeks Shannon-Wiener untuk diversitas (H') (Krebs, 1985).

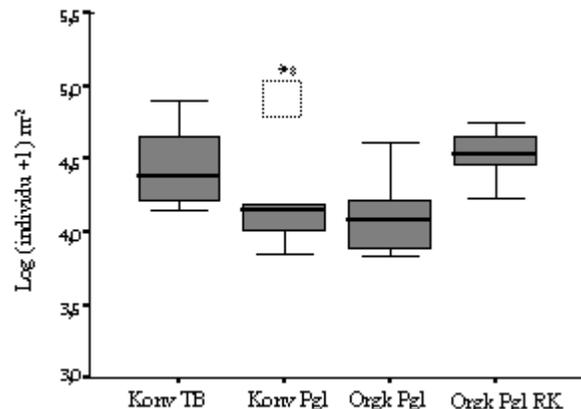
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Komunitas Organisme Air Genangan Sawah

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat sedikitnya terdapat 23 jenis organisme air dengan ukuran antara 50 µm sampai 1 cm di empat lokasi pengamatan (Tabel 1).

Organisme dari kelompok Cladocera, Cyclopoida, Ploima, Zygnemetales, Nematoda, Diptera, Podocopida, Volvocida, dan Archipora ditemukan pada semua lokasi pengamatan. Sedangkan Anostraca, Ephemeraptera,

Closterium, Bdelloida, dan Haplatoxida hanya ditemui pada tanah sawah konvensional Taman Bogo. Umumnya jenis organisme air genangan terbanyak ditemui pada sawah konvensional Taman Bogo dan jenis yang paling sedikit diperoleh dari sawah buatan di Rumah Kaca.

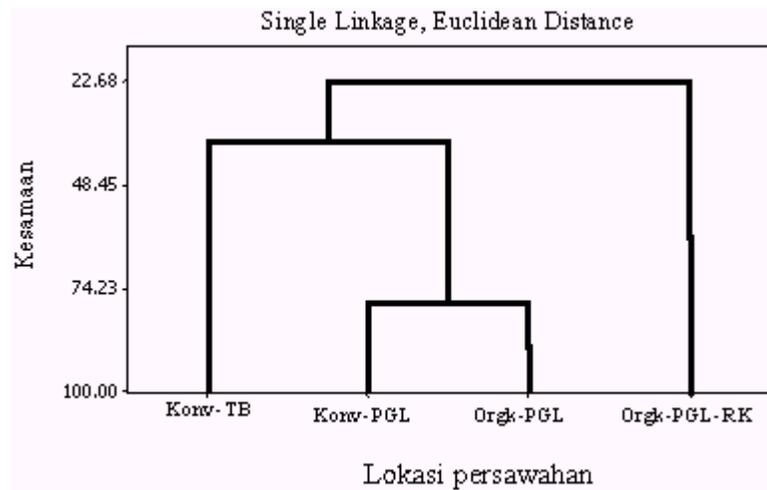


Gambar 1. Penyebaran komunitas organisme air genangan tanah sawah pada empat lokasi di Lampung. Konv = konvensional; Orgk = organik; TB = Taman Bogo; Pgl = Pagelaran; dan RK = rumah kaca

Tabel 1. Jenis-jenis organisme air pada empat lokasi pengamatan dan jumlahnya (individu m⁻²) selama pengamatan

Kelompok taxonomi	Lokasi pengamatan			
	Konvensional Taman Bogo ^{*)}	Organik pagelaran ^{**)}	Konvensional pagelaran ^{**)}	Organik rumah kaca ^{***)}
Cladocera	54,608	27,520	1,152	142,500
Cyclopoida	127,384	93,824	33,856	3,500
Ploima	24,192	33,600	21,888	25,250
Zygnemetales	12,416	6,400	3,392	14,750
Anostraca	824	0	0	0
Nematoda	752	6,080	13,632	2,250
Alga spyrogira	1,288	768	448	0
Diptera	360	1,600	1,472	4,000
Podocopida	2,496	2,880	2,688	6,000
Ephemeraptera	280	0	0	0
Closterium	688	0	0	0
Kepik	1,064	64	0	0
Isopoda	584	0	192	0
Clorococcum	1,240	0	0	11,500
Volvocida	5,280	640	1,344	19,500
Bdelloida	200	0	0	0
Haplatoxida	216	0	0	0
Turbellaria	480	3,328	1,088	10,750
Paramecium	0	128	576	40,750
Euglenida	0	256	1,408	82,500
Archipora	1,158	1,280	0	0
Sessilida	0	192	128	0

Keterangan: ^{*)} 7 kali pengamatan, ^{**) 5 kali pengamatan, dan ^{***)} 10 kali pengamatan}



Gambar 2. Analisis kluster struktur komunitas organisme genangan air tanah sawah pada empat lokasi persawahan. Konw = konvensional; Orgk = organik; TB = Taman Bogo; PGL = Pagelaran; dan RK = rumah kaca

Hasil analisis ragam dan uji Tukey (BNJ) menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan dalam hal jumlah populasi organisme air tanah sawah antar ke-empat lokasi (Konvensional Taman Bogo, Konvensional dan Organik Pagelaran dan Organik Pagelaran Rumah Kaca). Hal tersebut disebabkan oleh keragaman galat yang sangat besar, untuk hal tersebut maka dilakukan analisis *box plot* yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Pada Gambar 1 terlihat bahwa organisme air genangan tanah sawah pada lokasi tanah Taman Bogo memiliki jumlah populasi lebih tinggi dengan kisaran yang cukup lebar deviasinya dibandingkan dengan sawah organik dan konvensional Pagelaran. Antara sawah konvensional dan organik di Pagelaran terdapat perbedaan yang cukup menyolok, dimana pada sawah organik lebih tinggi variasinya dibandingkan dengan sawah konvensional. Sementara itu, pada sawah organik di rumah kaca, meskipun memiliki jumlah yang lebih tinggi tetapi variasi organismenya lebih homogen dibandingkan dengan organisme air dari sawah di lapangan.

Perubahan Populasi Organisme Tanah Sawah

Data pengamatan menunjukkan bahwa Cladocera, Cyclopoida, Ploimida, dan Volvocida teramati sepanjang pertanaman padi sawah,

sedangkan organisme lainnya tidak. Ada beberapa organisme yang teramati pada awal pertumbuhan padi saja seperti Nematoda, Ephemera, dan Chlorococcum dan tidak teramati pada fase akhir penggenangan. Sedangkan Bdelloida, Turbellaria, dan Archipora hanya teramati pada akhir penggenangan. Sementara itu beberapa organisme seperti Podocopida, Spyrogira, Zygnematales, Diptera, Closterium, kepik, dan Haplatoxida tidak konsisten keberadaannya. Hal tersebut terlihat baik pada sawah Konvensional Taman Bogo, Konvensional Pagelaran, Organik Pagelaran maupun Organik Pagelaran di Rumah Kaca. Namun demikian jenis organisme air genangan tanah sawah di Rumah Kaca jumlahnya lebih rendah dibandingkan dengan dari padi sawah sebenarnya, tetapi Moina Cladocera mendominasi ekosistem tersebut.

Perbedaan Struktur Komunitas Organisme Genangan Tanah Sawah

Hasil analisis kluster menunjukkan struktur komunitas pada sawah organik Pagelaran di rumah kaca berbeda dengan organisme air genangan sawah Taman Bogo dan Pagelaran dari lapangan dengan jarak kesamaan yang cukup jauh (Gambar 2). Sedangkan struktur komunitas untuk sawah konvensional dan organik Pagelaran dapat dikategorikan satu kelompok.

Tabel 2. Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') organisme air pada beberapa air genangan tanah sawah

Taman Bogo	Lokasi		
	Pagelaran konvensional	Pagelaran organik	Pagelaran organik (rumah kaca)
$0,58 \pm 0,11$	$0,61 \pm 0,22$	$0,63 \pm 0,20$	$0,72 \pm 0,11$

Perubahan Keanekaragaman Organisme Genangan Tanah Sawah pada beberapa Lokasi

Analisis ragam terhadap indeks keanekaragaman (H') menunjukkan bahwa lokasi tanah sawah tidak signifikan memberikan pengaruh terhadap perubahan indeks keanekaragaman organisme air genangan tanah sawah. Secara umum indeks keanekaragaman berturut-turut $0,58 \pm 0,11$; $0,61 \pm 0,22$; $0,63 \pm 0,20$; dan $0,72 \pm 0,11$ untuk sawah konvensional Taman Bogo, konvensional Pagelaran, organik Pagelaran, dan organik di rumah kaca.

Populasi dan indeks keanekaragaman organisme air genangan tanah sawah dari empat lokasi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan meskipun terjadi fluktuasi selama penggenangan tanah sawah. Namun demikian struktur komunitas antara empat lokasi menunjukkan perbedaan terutama pada sawah Pagelaran dengan sawah Taman Bogo. Hal ini disebabkan oleh perbedaan manajemen padi sawah dan ketersediaan air yang berbeda. Menurut Yamazaki *et al.* (2004) kondisi ketersediaan air akan mempengaruhi struktur komunitas organisme air tanah sawah.

Organisme dominan yang menghuni air genangan tanah sawah pada penelitian ini adalah Cladocera, Cyclopoida, Podocopida (kelompok mikrokrustasea), Volvocida, Ploimida, Zygnematales, Euglenida, Diptera dan Turbellaria. Mereka mendominasi keberadaan organisme lainnya pada ke-empat lokasi, sedangkan organisme air lainnya sangat fluktuatif keberadaannya yang tergantung pada waktu penggenangan. Namun demikian organisme-organisme tersebut sangat spesifik untuk padi sawah. Organisme Ephemera dan Closterium hanya ditemui pada sawah konvensional Taman Bogo yang hanya muncul pada awal dan akhir penggenangan saja. Hal ini juga menunjukkan kespesifikan organisme tersebut pada lokasi yang diamati. Selain mikrokrustasea yang memang selalu ada pada air genangan sawah di banyak lokasi di

Negara Asia selain Indonesia (Bambaradeniya dan Amarasinghe, 2004) Diptera juga selalu teramati keberadaannya di sawah tropis Provinsi Lampung. Hal ini menunjukkan bahwa air genangan sawah dapat menjadi tempat hidup bagi Diptera seperti pada penelitian (Simpson *et al.*, 1994).

Analisis kluster menunjukkan bahwa organisme air genangan tanah sawah organik di rumah kaca memiliki struktur yang berbeda dengan di lapangan. Hal ini disebabkan oleh kondisi rumah kaca yang sangat terkontrol dengan genangan air yang selalu sama dan air yang tidak mengalir sepanjang penanaman sehingga keanekaragaman organisme yang hidup juga kurang dinamis fluktuasinya. Namun demikian organisme yang mendominasi tidak berbeda dengan kondisi di lapangan.

Teoritis, pertanian konvensional yang menggunakan pupuk sintetis dan pestisida anorganik dalam pengelolaannya tetapi keberadaan organisme air genangan tanah sawah belum terpengaruh (konvensional dan organik Pagelaran, Tabel 1). Pada penelitian Simpson *et al.* (1994) dinamika Cladocera dan Diptera pada sawah di Filipina dipengaruhi oleh pemberian pupuk nitrogen dan pestisida. Selain itu indeks keanekaragaman (Tabel 2) juga tergolong rendah (Krebs, 1985). Artinya dalam air genangan tanah sawah terdapat organisme yang mendominasi organisme lainnya seperti kelompok Cladocera dan Cyclopoida yang jumlahnya selalu mendominasi organisme lainnya.

Sukses keberadaan organisme juga terjadi pada komunitas organisme air genangan tanah sawah. Hal ini terlihat pada organisme Sesillida, Ephemera, Chlorococcum dan Isopoda yang muncul pada awal penggenangan tetapi tidak muncul pada akhir penggenangan. Sebaliknya dengan Euglenida, Archipora, dan Paramecium, dan Volvocida sering teramati pada akhir penggenangan tetapi tidak muncul pada awal penggenangan. Sukses seperti ini sejalan dengan penelitian Yamazaki *et al.*, (2004).

Keberadaan beberapa rotifera, alga, diptera, mikrokrustasea, dan sebagainya dalam

kondisi normal akan membentuk suatu ekosistem yang stabil dan seimbang yang akan membentuk jaring-jaring makanan unik pada genangan air yang ketinggiannya hanya sekitar 10 cm tersebut. Namun kegunaan masing-masing organisme tersebut belum banyak diungkap. Sampai saat ini baru sebatas pengaruh tidak langsung dari alga biru yang dapat menfiksasi nitrogen (Grant *et al.*, 1983). Manfaat organisme-organisme tersebut setidaknya dapat membantu dalam proses dekomposisi bahan organik terlarut di air dan di permukaan tanah. Salah satu organisme yang mendiami air genangan tanah sawah adalah Nematoda, Turbellaria, dan Archipora. Mereka bersifat benthos yang hidup di permukaan akar tanaman air atau permukaan tanah yang peluang teramatinya lebih sedikit dibandingkan dengan organisme yang bersifat plankton. Sehingga meskipun mereka jumlahnya mungkin banyak dan fungsinya jelas tetapi pada penelitian ini belum dapat dianggap sebagai organisme yang mendominasi air genangan tanah sawah dibandingkan dengan mikrokrustasea dan Ploimida. Oleh karena itu perlu diketahui lebih jauh niche spesifik dari organisme air tersebut yang akan dilakukan pada tahun ke-2 penelitian ini.

KESIMPULAN

Terdapat perbedaan kelimpahan jenis organisme yang mendiami ke-empat lokasi penelitian (19 jenis pada konvensional Taman Bogo, 15 jenis pada konvensional Pagelaran, 14 jenis pada organik Pagelaran, dan 12 jenis pada organik Pagelaran di rumah kaca).

Indeks keanekaragaman di empat lokasi pengamatan termasuk rendah karena didominasi oleh beberapa Cladocera, Cyclopoida, Podocopida, Ploima, dan Volvocida.

Struktur komunitas antara organisme tanah sawah organik dan konvensional Pagelaran tidak berbeda, sedangkan struktur komunitas organik Pagelaran di rumah kaca berbeda dengan lainnya dan organisme air pada sawah konvensional Taman Bogo juga berbeda dengan lainnya.

SANWACANA

Terima kasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan pada Dirjen Dikti yang telah membiayai penelitian ini dan kepada Bapak Yoyo Sulaiman (Kebun Percobaan Taman Bogo) dan Bapak Widodo yang telah mengizinkan lahan sawahnya digunakan untuk penelitian ini. Terima kasih juga kami sampaikan kepada Sdr. Farhan, Wahyu dan Amir yang telah membantu dalam pengambilan sampel dan enumerasi organisme di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali AB. 1990. Seasonal dynamics of microcrustacean and rotifer communities in Malaysian rice fields used for rice-fish farming. *Hydrobiologia* 206: 139–148.
- Amarasinghe PB, M. Boersma, and J. Vijverberg. 1997. The effect of temperature, food quantity and quality on the growth and development rates in laboratory-cultured copepods and cladocerans from a Sri Lankan reservoir. *Hydrobiologia* 350: 131–144.
- Bambaradeniya CNB and P. Amarasinghe. 2004. Biodiversity Associated with the Rice Field Agro-Ecosystem in Asian Countries: A Brief Review. Working Paper 63. International Water Management Institute, Srilanka
- Buffan-Dubau E and K.R. Carman. 2000. Diel feeding behavior of meiofauna and their relationships with microalgal resources. *Limnol. Oceanogr.* 45: 381–395.
- Carman KR, J.W. Fleeger, and S.M. Pomarico. 1997. Response of a benthic food web to hydrocarbon contamination. *Limnol. Oceanogr.* 42: 561–571.
- DeMott WR and M.D. Watson. 1991. Remote detection of algae by copepods: responses to algal size, odors and motility. *J Plankton Res.* 13: 1203–1222.
- Ferrari I, A. Bachiorri, F.G. Margaritora, and V. Rossi. 1991. Succession of cladocerans

- in a northern Italian ricefield. *Hydrobiologia* 225: 309–318,
- Grant IF, A.C. Tirol, T. Aziz, and I. Watanabe. 1983. Regulation of invertebrate grazers as a means to enhance biomass and nitrogen fixation of Chyanophyceace in wetland rice field. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47: 669–675.
- Hatakeyama S and Y.Sugaya. 1989. A freshwater shrimp (*Paratya compressa improvisa*) as a sensitive test organism to pesticide. *Environ. Pollut.* 59: 325–336.
- Kankaala P. 1988. The relative importance of algae and bacteria as food for *Daphnia longispina* (Cladocera) in a polyhumic lake. *Freshwater Biol.* 19: 285–296.
- Krebs CJ. 1985. *Ecology, The experimental Analysis of Distribution and Abundance*, Third Edition, Harper & Row, Publisher, New York.
- Kikuchi M and M. Wakabayashi. 1997. Monitoring the biological effects of chemicals in river water using *Daphnia magn.* *Nippon Suisan Gak.* 63: 627–633. In Japanese with English summary
- Kivi K, H. Kuosa, and S. Tanskanen. 1996. An experimental study on the role of crustacean and microzooplankton grazers in the planktonic food web. *Marine Ecol. Prog. Ser.* 136: 59–68.
- Kuwabara R. 1999. Dynamic of water quality and planktonic community in a paddy of northeastern Hokkaido along with the growth of rice plant, Proc, of Int, Seminar on Development of Agribusiness and its Impact on Agricultural Production in Southeast Asia. 14-19 November 1998, Tokyo
- .Simpson IC, P.A. Roger, R. Oficial, and I.F. Grant. 1994. Effects of nitrogen fertilizer and pesticide management of floodwater ecology in a wetland rice field, II, Dynamics of microcrustaceans and dipteran larvae. *Biol. Fertil. Soils* 17: 138–146.
- Sommer U, F. Sommer, B. Santer, C. Jamieson, M. Boersma, C. Becker, and T. Hansen. 2001. Complementary impact of copepods and cladocerans on phytoplankton. *Ecology letters* 4: 545–550.
- Walseng B, N.D. Yan, and A.N. Schartau. 2003. Littoral microcrustacean (cladocera and copepoda) indicators of acidification in Canadian Shield Lakes. *Ambio* 32: 208–21.
- Wong CK. 1997. Effect of diazinon on some population parameters of *Moina macrocopa* (Cladocera. *Water Air Soil Poll.* 94: 393–39.
- Yamazaki M, Y. Hamada, T. Ibuk, T. Momii, and M. Kimura. 2001. Seasonal variation of community structure of aquatic organisms in a paddy field under a long-term fertilizer trial. *Soil Sci. Plant Nutr.* 47: 587–599.
- Yamazaki M, Y. Hamada, M. Kamimoto, T. Momii, and M. Kimura. 2004., Composition and structure of aquatic organism communities in various water conditions of a paddy field,. *Ecological Research* 19: 645-653
- Yoshida T, T.B. Gurung, M. Kagami, and J. Urabe. 2001. Contrasting effects of a cladoceran (*Daphnia galeata*) and a calanoid copepod (*Eodiaptomus japonicus*) on algal and microbial plankton in a Japanese lake, Lake Biwa. *Oecologia* 129: 602–610.