

FERMENTASI GULA DENGAN MENGGUNAKAN EFFECTIVE MICROORGANISM-4 (EM4) DAN OXYGEN TREATMENT (OTC) UNTUK MENGENDALIKAN KUALITAS AIR PADA BUDIDAYA IKAN PATIN DI KOLAM IRIGASI

Abdur Rahman

Fakultas Perikanan Prodi Manajemen Sumberdaya Perairan Universitas Lambung Mangkurat

Abstract

This research was carried out from June to September 2006. The location of this research was in Cindai Alus District Of Martapura, Sub-Province of Banjar, South Kalimantan.

Research location cover 4 perception pools, consist of 3 pools with EM₄ treatments and a pool as control, with perception time of 0 day, 7 days and 14 days. Result of perception obtained result of perception on ke-0 before EM₄ treatment and of OTC gyration of DO at pool of I and of II equal to 4,3 mg / ltr - 8,1 mg / ltr, pool of II gyrate 5,9 mg / ltr - 7,9 mg / pool and ltr of III rate of DO 3,9 mg / ltr - 8,3 mg / ltr, pool control equal to 8,12 mg / morning ltr and 8,15 in the evening. Happened the make-up of DO on ke-7 [at] pool of I and of II equal to 7,9 mg / ltr (pool I) 7,1 mg / ltr (Pool of II), and also 7,9 mg / ltr (Pool of III).

By Using Random Device of Factorial Group obtained by result of Parameter of NH₃, DO, pH, BOD and what overflows of Zooplankton, do not have an effect on reality. but having an effect on reality to what overflows of phytoplankton Result of calculation of doubled linear regression of method of Enter obtained by t-value parameter of BOD, NH₃, pH, temperature, what overflows of phytoplankton and of zooplankton among independent variable nothing that signifikan to variable of DO. While with method of Stepwise, obtained by Zooplankton signifikan paramater to variable of Y (DO). Thereby dissolve oxygen rate (DO) inversely proportional with rate of BOD, NH₃, pH, and temperature.

Key word: *fermentation, Sugar, EM4, water quality, patin culture pond*

1. Pendahuluan

Dalam dunia perikanan dan juga dunia jasaboga, ikan patin dikenal sebagai komoditi yang berprospek cerah. Rasa dagingnya yang lezat dan gurih mengakibatkan harga jualnya tinggi. Hal ini lebih dulu menarik minat perhatian para pengusaha restoran dibandingkan para cerdik pandai untuk memberdayakan ikan asli perairan Indonesia ini. Selain rasa dagingnya yang lezat, ikan patin memiliki beberapa kelebihan lain misalnya ukuran perindividunya besar.

Ikan patin cukup potensial dibudidayakan di berbagai media pemeliharaan yang berbeda, sebagaimana jenis ikan air tawar lainnya seperti mas, tawes dan lele. Media pemeliharaan kolam, karamba, bahkan jala apung dapat digunakan untuk memelihara ikan patin.

Kondisi perairan tempat pembesaran patin akan memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap kehidupan patin secara keseluruhan. Kondisi ini ditentukan dari sumber pasokan apakah secara alami seperti tadah hujan, sungai, waduk ataupun dari

perairan irigasi. Pada usaha budidaya ikan patin, selain ditentukan oleh kualitas benih, dan pakan yang diberikan, tidak kalah pentingnya yaitu kualitas air dan pakan alami pada kolam pemeliharaan.

Kualitas air sangat berhubungan erat dengan keselamatan dan kelangsungan hidup patin di kolam. Meskipun beberapa persyaratan sudah dipenuhi, tetapi bila kualitas air tidak mendukung maka usaha pembesaran patin tidak berjalan dengan baik. Pada beberapa kasus pemeliharaan ikan patin terjadi kematian massal yang disebabkan oleh air pasokan di kolam-kolam irigasi selama musim hujan. Kasus ini sampai sekarang menimbulkan keresahan di kalangan petani kolam. Pada beberapa kasus ditemukan gejala-gejala seperti ; ikan mula-mula megap-megap bernafas di permukaan, kemudian posisi lambat laun mulai terbalik dan akhirnya mati. Gejala-gejala ini kemudian diikuti oleh kematian massal pada kolam yang sama dalam beberapa hari.

Pada beberapa kasus pemeliharaan ikan patin terjadi kematian massal yang

disebabkan oleh air pasokan di kolam-kolam irigasi selama musim hujan. Kasus ini sampai sekarang menimbulkan keresahan di kalangan petani kolam. Hal ini semakin diperparah oleh padat tebar yang melebihi luasan yang tersedia. Sehingga ketersediaan *Dissolved Oxygen (DO)* yang mulanya sudah terbatas karena sumber air, semakin berkurang karena hasil respirasi dari ikan yang menghasilkan CO₂ sangat mudah larut dalam air dibandingkan oksigen. Salah satu tindakan untuk meningkatkan ketersediaan oksigen terlarut *Dissolved Oxygen(DO)* selain melalui aerasi dapat juga dimanipulasi dengan menggunakan fermentasi gula, EM₄ dan OTC (*Oxygen Treatment Carbondioxide*).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 5 (lima) bulan dari bulan Juni s/d September 2006 dengan penempatan lokasi penelitian di Desa Cindai Alus Kecamatan Martapura Kabupaten Banjar Propinsi Kalimantan Selatan. Lokasi penelitian meliputi 4 kolam

pengamatan, terdiri dari 3 kolam dengan perlakuan EM₄ dan satu buah kolam sebagai kontrol (pembanding), dengan waktu pengamatan 0 hari, 7 hari dan 14 hari.

Data primer yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Rancangan Acak Faktorial dan diuji lanjut dengan uji Uji Normalitas Lilliefors, Homogenitas Ragam Bartlett, dan uji F. Sedangkan data Plankton diuji dengan menggunakan uji indeks kelimpahan (Mogurran, 1988), Keseragaman (E), dan Indeks Dominasi (D). Data Sekunder yang diperoleh diuji lanjut dengan regresi linear berganda.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian

Hasil pengamatan dan pengukuran terhadap fermentasi gula dengan menggunakan *Effective Microorganism-4 (EM₄)* dan *Oxygen Treatment (OTC)* pada usaha budidaya ikan patin di kolam irigasi disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2, dan divisualisasikan pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Parameter Fisika-Kimia pada kolam penelitian pada pengamatan hari ke 0,7 dan 14 hari masa pemeliharaan ikan patin

Kolam	Pengamatan (Hari)	Parameter Kimia				Parameter Fisika		
		DO (mg/l)		BOD (mg/l)	NH3 (mg/l)	Suhu (°C)	Kecerahan (cm)	pH
		Pagi	Sore					
1	ke-0	4.49	4.05	6.66	1.30	30.0	35.0	7.9
2		3.51	6.08	2.33	1.50	29.5	55.0	8.1
3		7.33	7.63	3.66	1.3	29.5	60.0	7.7
4		8.12	8.15	24.66	0.03	30.5	40.0	7.1
Jumlah		23.45	25.91	37.31	4.13	119.5	190.0	30.8
Rata-Rata		5.86	6.48	9.33	1.03	29.9	47.5	7.7
1	ke-7	7.7	8.01	31.66	4.24	30.0	35.0	7.9
2		6.75	7.43	13.66	4.25	29.0	45.0	7.7
3		5.74	6.14	8.99	2.72	29.0	40.0	7.9
4		7.47	7.70	22.66	0.03	30.5	40.0	8.1
Jumlah		27.66	29.28	76.97	11.24	118.5	160.0	31.6
Rata-Rata		6.92	7.32	19.24	2.81	29.6	40.0	7.9
1	ke-14	4.05	5.80	6.66	1.02	29.0	30.0	7.9
2		6.14	7.70	2.33	1.01	30.0	35.0	7.9
3		6.55	7.75	3.66	1.00	28.0	30.0	7.7
4		8.01	8.51	24.66	0.03	29.0	30.0	8.1
Jumlah		24.75	29.76	37.31	3.06	116.0	125.0	31.6
Rata-Rata		6.19	7.44	9.33	0.77	29.0	31.3	7.9

Sumber : Data Primer yang diolah (2006)

3.2 Pembahasan

Pada Tabel 1 dapat kita lihat bahwa pengamatan pada hari ke-0 sebelum diberikan treatment EM₄ dan OTC pada kolam I dan kolam II kadar DO yang terukur dalam kisaran 4,3 mg/ltr – 8,1 mg/ltr, pada kolam II berkisar 5,9 mg/ltr – 7,9 mg/ltr dan pada kolam III kadar DO dalam kisaran 3,9 mg/ltr – 8,3 mg/ltr, untuk kolam kontrol sebesar 8,12 mg/ltr pada pagi hari dan 8,15 pada sore hari. Setelah pengamatan hari ke-7 pada kolam 1 dan 2 terjadi peningkatan kadar DO menjadi 7,9 mg/ltr (kolam I) dan 7,1 mg/ltr (Kolam II), serta 7,9 mg/ltr (Kolam III). Peningkatan kadar DO pada kolam pengamatan tersebut dimungkinkan pada kolam-kolam tersebut telah terjadi proses perombakan bahan-bahan organik oleh bakteri yang terdapat dalam EM₄ yang pada akhirnya memberi sumbangan nutrisi ke perairan, sehingga meningkatkan jumlah plankton dan air kolam, akibatnya jumlah oksigen terlarut pun (DO) meningkat.

Meningkatnya jumlah oksigen terlarut juga dimungkinkan sebagai hasil dari kegiatan fotosintesis dari phytoplankton yang meningkat kelimpahannya pada hari ke-7 sebesar 975425 sel/liter pada kolam I meningkat menjadi 1068250 sel/liter pada pengamatan hari ke-14, kelimpahan zooplankton meningkat dari 36875 sel/individu pada pengamatan hari ke-7 meningkat menjadi 55250 sel/individu. Pada kolam II peningkatan kelimpahan plankton dan zooplankton juga terjadi yaitu sebesar 621254 sel/liter meningkat menjadi 169009 sel/liter pada pengamatan hari ke-7 dan ke-14. Zooplankton meningkat dari 14351 sel/ind menjadi 22000 sel/ind pada pengamatan hari ke-7 dan ke-14. Pada kolam III phytoplankton meningkat dari 360250 sel/liter menjadi 832297 sel/liter pada pengamatan hari ke-7 dan ke-14. Sedangkan zooplankton meningkat dari 78500 sel/ind menjadi 351601 sel/ind.

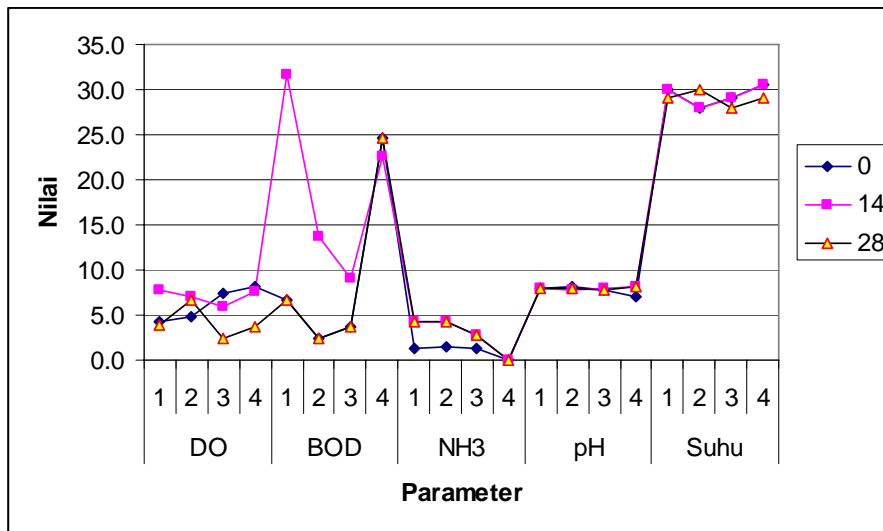
Tabel 2. Hubungan antara Parameter Kimia, Fisika, dan Biologi Pengamatan hari ke-0, 7, 14 Masa Pemeliharaan Ikan Patin di Kolam Irigasi

Kolam	Pengamatan	Parameter Kimia			Parameter Fisika		Parameter Biologi	
		Rerata DO	BOD	NH ₃	pH	Suhu	Phytoplankton (N)	Zooplankton (N)
1	Hari ke-0	4.3	6.66	1.30	7.9	30.0	1,661,000	617,200
2		4.8	2.33	1.50	8.1	29.5	10,151,563	578,125
3		7.5	3.66	1.30	7.7	29.5	10,706,250	1,059,375
4		8.1	24.66	0.03	7.1	30.5	1,636,000	316,425
Rata-rata		6.2	9.3	1.0	7.7	29.9	6,038,703	642,781
Kisaran		4,3 - 8,1	2,33 - 24,66	0,03 - 1,50	7,1 - 8,1	29,5 - 30,5	1,63x10 ⁶ - 10,7x10 ⁷	3,16x10 ⁵ - 1,05x10 ⁶
1	Hari ke-7	7.9	31.66	4.24	7.9	30.0	11,073,713	460,938
2		7.1	13.66	4.25	7.7	28.0	7,968,175	179,388
3		5.9	8.99	2.72	7.9	29.0	4,503,125	968,750
4		7.6	22.66	0.03	8.1	30.5	2,804,775	1,487,000
Rata-rata		7.1	19.2	2.8	7.9	29.4	6587447.0	774019.0
Kisaran		5,9 - 7,9	8,99 - 31,66	0,03 - 4,25	7,7 - 8,1	28,0 - 30,5	2,11x10 ⁶ - 1,1x10 ⁷	1,7x10 ⁵ - 1,4x10 ⁶
1	Hari ke-14	3.9	6.66	4.24	7.9	29.0	132,443,750	1,397,113
2		6.66	2.33	4.25	7.9	30.0	2,112,613	275,000
3		2.33	3.66	2.72	7.7	28.0	10,307,825	4,395,013
4		3.66	24.66	0.03	8.1	29.0	10,454,688	1,860,938
Rata-rata		4.1	9.3	2.8	7.9	29.0	38829719.0	1982016.0
Kisaran		2,33 - 6,66	2,33 - 24,66	0,03 - 4,25	7,7 - 8,1	28,0 - 30,0	2,1x10 ⁶ - 1,3x10 ⁸	2,7x10 ⁵ - 4,3x10 ⁶

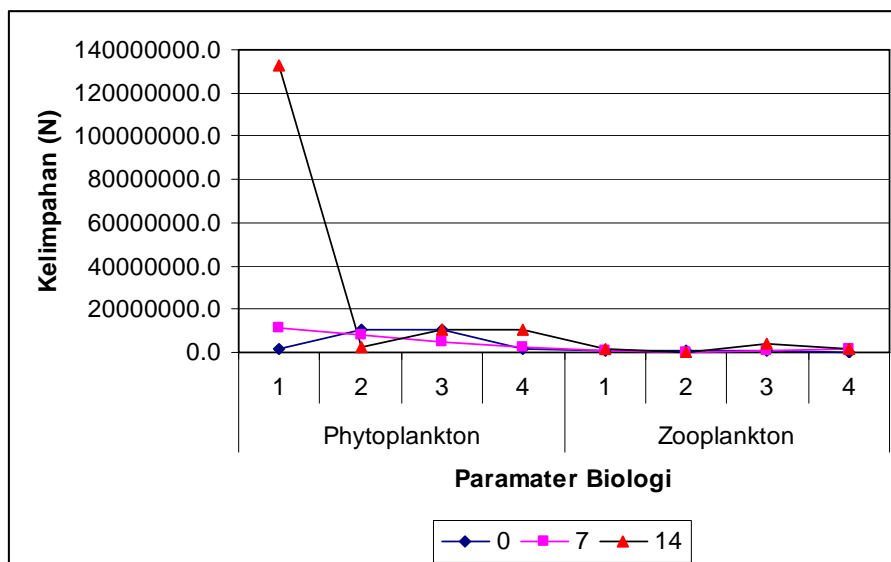
Sumber : Data Primer yang Diolah (2006)

Kadar BOD pada kolam I, II dan III pada pada pengamatan hari ke-0 dan ke-7. Pada kolam I terjadi peningkatan dari 6,66 mg/ltr menjadi 31,66 mg/ltr, pada kolam II terjadi peningkatan dari 2,33 mg/ltr menjadi 13,66 mg/ltr dan pada kolam III terjadi peningkatan dari 3,66 mg/ltr menjadi 8,99 mg/ltr. Peningkatan kadar BOD tersebut

dimungkinkan karena adanya densitas (kepadatan) plankton pada masing-masing kolam pengamatan. Dengan demikian semakin banyak plankton semakin banyak oksigen terlarut yang digunakan oleh plankton untuk melakukan proses oksidasi bahan organik secara aerob.



Gambar 1. Grafik Pengamatan Parameter Fisika Kimia pada kolam pengamatan ikan patin yang dipelihara di kolam irigasi dengan perlakuan fermentasi gula, EM₄ dan OTC



Gambar 2. Grafik Pengamatan Parameter Biologi pada kolam pengamatan ikan patin yang dipelihara di kolam irigasi dengan perlakuan fermentasi gula, EM₄ dan OTC

Kadar amoniak (NH₃) pada pengamatan hari ke-7 dan ke-14 terjadi penurunan dari 4,24 mg/ltr menjadi 1,02 mg/ltr pada kolam I, kolam II menurun dari 4,25 mg/ltr menjadi

1,01 mg/ltr dan pada kolam III dari 2,72 mg/ltr menjadi 1,00 mg/ltr. Penurunan kadar amoniak ini dimungkinkan karena aktivitas daur ulang nitrogen yang dilakukan oleh

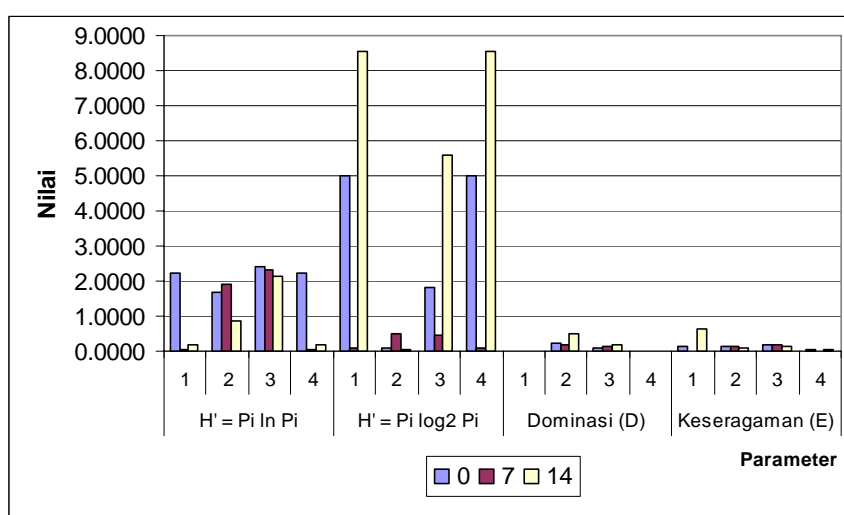
bakteri. Melalui proses amonifikasi senyawa NH_3 atau NH_4^+ tersebut diurai menjadi ion Nitrit (NO_2^-). Bakteri *Nitrobacter* kemudian mengoksidasi ion Nitrit menjadi ion Nitrat (NO_3^-) dapat diserap oleh phytoplankton dan melalui proses denitrifikasi oleh bakteri akan berubah lagi menjadi gas nitrogen (N_2) dan gas nitrosoksida (N_2O) kembali ke atmosfer.

Dari hasil pengamatan dan pencacahan terhadap fitoplankton dari keempat kolam pengamatan selama masa pengamatan 0, 7 dan 14 hari ditemukan 4 golongan yaitu Blue green algae (*Cyanophyceae*), Green algae (*Chlorophyceae*), Desmids (*Desmidiaceae*) dan Diatom (*Diatomae*). Jumlah genera yang ditemukan sebanyak 14 genera *Cyanophyceae*, 15 genera *Chlorophyceae*, 4 genera *Desmidiaceae* dan 15 genera *Bacillariophyceae*. Beberapa genera yang

banyak ditemukan pada kolam pengamatan antara lain *Mycrocystis*, *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Hydrodictyon*, *Tribonema*, *Ulpthrix*, *Stephanodiscus*, *Cyclotella*, *Flagillaria*, dan *Navicula*.

Sedangkan pengamatan zooplankton pada keempat kolam ditemukan 6 genera Protozoa, 7 genera Rotifera dan 2 genera Crustacea. Beberapa genera yang banyak ditemukan pada kolam selama masa pengamatan antara lain *Notolca*, *Tricoria*, *Volvox*, dan *Eudorina*.

Kelimpahan zooplankton dari keempat kolam penelitian berkisar $1,7 \times 10^5$ sel/liter – $1,3 \times 10^7$ sel/liter. Dari nilai kelimpahan fitoplankton dan zooplankton maka dapat dikategorikan perairan pada kolam pengamatan dikategorikan sebagai perairan cukup subur.



Gambar 3. Nilai-Nilai Indeks Keanekaragaman (H'), Dominasi (D) dan Keseragaman (E), pada kolam pengamatan ikan patin yang dipelihara di kolam irigasi dengan perlakuan fermentasi gula, EM₄ dan OTC

Indeks keanekaragaman fitoplankton pada kolam berfluktuasi dengan kisaran 0,0381 sampai 8,5375 dari kondisi perairan tidak stabil sampai sangat stabil. Berdasarkan atas kriteria kualitas air yang dikemukakan oleh Lee *et al* (1981), maka perairan kolam pengamatan dapat dikategorikan ke dalam perairan sangat stabil. Nilai indeks Dominasi fitoplankton pada pada kolam II yaitu sebesar 0,4873, dan yang terendah pada kolam IV sebesar 0,0014. dan Nilai Indeks Keseragaman berkisar antara 0,0079 – 0,6150 pada kolam I, 0,0735 - 0,1428 pada kolam II,

0,1573 – 0,1819 pada kolam III dan berkisar antara 0,0079 – 0,0526 pada kolam IV.

Analisa Statistik terhadap penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial diperoleh nilai Fhitung = 0,982 (parameter fermentasi) dengan probabilitas sebesar 0,493 (<0,05), dengan demikian dapat disimpulkan tolak H_0 terima H_1 . Ini berarti berbagai interaksi antara parameter DO, BOD, NH_3 , pH, Suhu dan kelimpahan plankton disebabkan oleh adanya perlakuan fermentasi EM₄, OTC dan Gula. Parameter NH_3 , DO, pH, BOD dan kelimpahan Zooplankton, tidak

berpengaruh nyata. Atau perlakuan fermentasi EM₄, OTC dan Gula tidak berpengaruh nyata terhadap paramater NH₃, DO, pH, BOD dan Zooplankton, tetapi berpengaruh nyata terhadap kelimpahan phytoplankton.

Diperoleh koefisien korelasi sebesar 0,846, ini berarti antara variabel independen (X) dan dependent (Y) terdapat korelasi yang kuat. Koefisien determinan (R²) sebesar 0,715 memberikan pengertian bahwa 71,5 % ketersediaan Dissolved Oxygen (DO) ditentukan oleh faktor-faktor BOD, NH₃, suhu, pH, kelimpahan phytoplankton dan zooplankton.

Diperoleh nilai Fhitung sebesar 2,093 sedangkan Ftabel pada taraf kepercayaan 0,05 diperoleh nilai sebesar 3,33 atau probabilitas

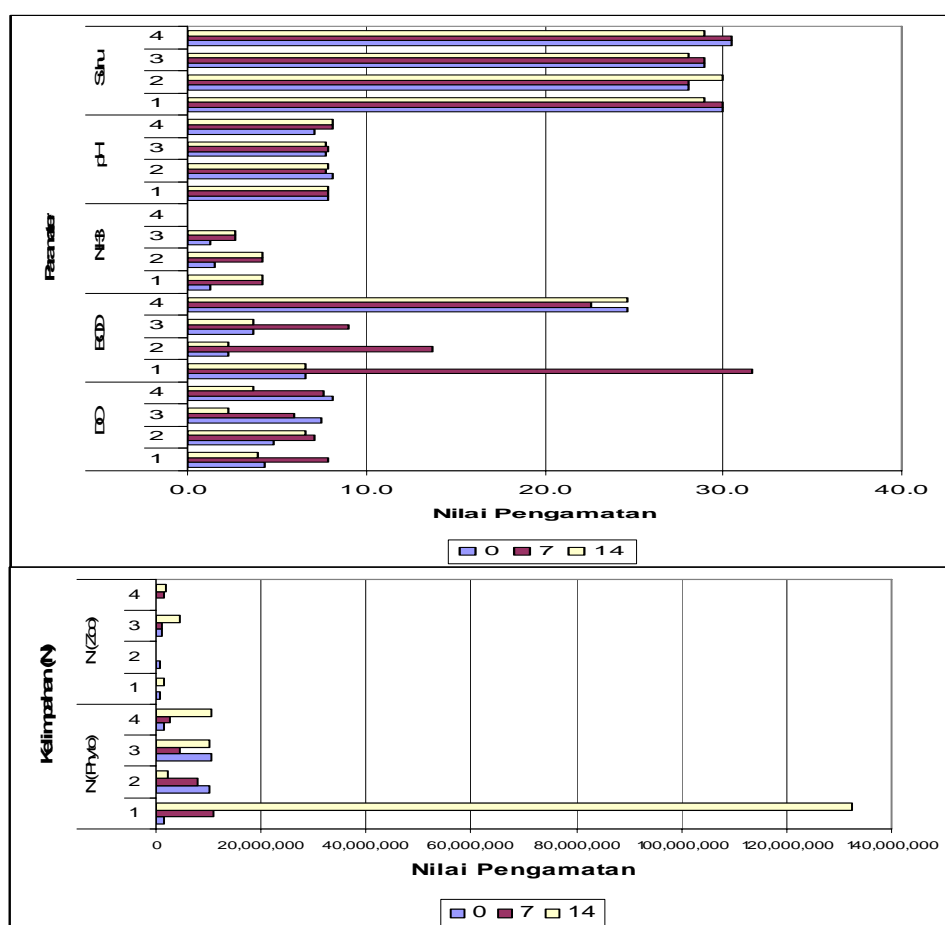
sebesar 0,218 (> 0,05). Dengan demikian nilai Fhitung > nilai Ftabel, berarti model persamaan regresi linear dapat diterima atau digunakan.

Persamaan Regresi dari hasil analisis dengan menggunakan program SPSS diperoleh pada metode Enter :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6 +$$

$$Y = 0,186 - 0,047X_1 - 0,261X_2 + 1,759X_3 - 0,6674X_4$$

Hubungan antara paramater DO, BOD, NH₃, pH, Suhu, dan kelimpahan phytoplankton dan zooplankton dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan antara paramater DO, BOD, NH₃, pH, Suhu dan Kelimpahan Phytoplankton dan Zooplankton pada pengamatan hari ke-0, 7 dan 14

Kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) secara diurnal (harian) dan musiman dalam suatu perairan tergantung pada pencampuran (*mixing*) dan pergerakan air (*turbulance*)

massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi, dan limbah (*effluent*) yang masuk ke badan air.

Hubungannya dengan oksigen terlarut adalah BOD adalah nilai yang menunjukkan

banyaknya bahan organik dalam suatu perairan, dengan demikian dengan demikian semakin banyak oksigen yang dibutuhkan oleh organisme mikro (dalam penelitian ditunjukkan oleh kelimpahan plankton) untuk menguraikan bahan organik tersebut. Hal ini berarti semakin tinggi nilai BOD dan kelimpahan plankton semakin tinggi, nilai DO menurun.

Menurut Brown (1987) setiap peningkatan suhu sebesar 1°C akan meningkatkan konsumsi oksigen sebesar 10 %. Dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai nol (anaerob). Dengan demikian semakin tinggi suhu semakin berkurang kadar oksigen dalam suatu perairan.

Semakin berat tingkat pencemaran air, oksigen terlarut semakin sedikit dan jenis organisme aerob yang dapat bertahan pada tingkat oksigen terlarut yang rendah semakin sedikit. Ketika oksigen terlarut tidak tersedia lagi, peruraian bahan organik dilakukan oleh mikroorganisme anaerob, yang mengeluarkan gas asam sulfida (H₂S) yang berbau seperti telur busuk dan gas metana (CH₄) sebagai output peruraiannya.

Sumber amonia di perairan adalah pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen organik yang terdapat dalam tanah, yang berasal dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan biota akuatik yang telah mati), oleh mikroba dan jamur yang dikenal proses amonifikasi. Amoniak yang terukur di perairan berupa amonia bebas (NH₃ dan NH₄⁺). Amonia bebas tidak dapat terionisasi, sedangkan amonium (NH₄⁺) dapat terionisasi. Persentasi amoniak bebas meningkat dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan. Pada pH 7 atau kurang, sebagian besar amoniak mengalami ionisasi, sedangkan pada pH lebih besar dari 7, amoniak tak terionisasi bersifat toksik (Novotny dan Olem, 1994). Dengan demikian oksigen terlarut (DO) berbanding terbalik dengan nilai BOD, NH₃, pH, dan Suhu, semakin tinggi nilai DO semakin rendah nilai BOD, NH₃, pH dan Suhu. Demikian sebaliknya semakin rendah nilai DO semakin tinggi nilai BOD, NH₃, pH dan suhu.

4. Simpulan dan Saran

4.1 Simpulan

1. Kadar DO terlarut pada kolam-kolam yang diberi perlakuan EM₄, gula dan OTC umumnya berfluktuasi dengan kecenderungan mengalami peningkatan dan penurunan yang dinamis. Sedangkan kadar BOD berfluktuasi.
2. Ditemukan pada kolam pengamatan 14 genera *Cyanophyceae*, 15 genera *Chlorophyceae*, 4 genera *Demidiaceae* dan 15 genera *Bacillariophyceae*. Sedangkan genera yang banyak ditemukan pada kolam selama masa pengamatan antara lain genera *Mycrocystis*, *Chorella*, *Scenedesmus*, *Hydrodictyon*, *Tribonema*, *Ulothrix*, *Stephanodiscus*, *Cyclotella*, *Fragillaria* dan *Navicula*. Zooplankton ditemukan 6 genera Protozoa, 7 genera Rotifera dan 2 genera Crustacea. Genra yang dominan ditemukan adalah *Notholca*, *Trichoria*, *Volvox*, dan *Eudorina*.
3. Kriteria Indeks Plankton dan zooplankton maka perairan dikategorikan dalam perairan dengan tingkat keuburan baik sampai sangat buruk.

4.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai fase-fase blooming plankton, daya dukung perlakuan fermentasi gula, EM₄ dan OTC terhadap ketersediaan oksigen terlarut (DO), dan penurunan kadar amoniak perairan.

Daftar Pustaka

- Anonim, 1995. EM₄ Bakteri Efektif Untuk Memperbaiki Kualitas Dasar Air Tambak. Penerbit Techner.
- Boyd, C.E. 1988. *Water Quality in Warmwater Fish Ponds*. Fourth Printing. Auburn University Agricultural Experiment Station, Alabama, USA. 359 p.
- Dodi Nandika, 2002. Panduan Pelaksanaan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Edisi VI. Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian

- Kepada Masyarakat. Dirjend Pendidikan Tinggi. Jakarta.
- Effendi. 2003. Telaah Kualitas Air. Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Khiatuddin. 2003. Melestarikan Sumberdaya Air Dengan Teknologi Rawa Buatan. Penerbit Gadjah Mada University-Press. Yogyakarta.
- Magurran, A.E., 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Prince University Press, New Jersey.
- Mc.Neely, R.N., Nelmanis, V.P., and Dwyer, L. 1979. *Water Quality Sources Book, A Guide to Water Quality Paramater*. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Canada. 89 p.
- Miller, G.T., 1992. *Living in the Environment*. Seventh edition. Wadsworth Publishing Company, California. 705 p.
- Notodarmojo. 2005. Pencemaran Tanah dan Air Tanah. Penerbit ITB Bandung.
- Pinus Lingga, 2003. Ikan Mas Kolam Air Deras. Penerbit PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Slamet Riyadi, 1984. Pencemaran Air, Seri Lingkungan, Dasar-Dasar dan Pokok-Pokok Penanggulangannya. Penerbit Karya Anda, Surabaya.
- Susanto dan Amri, 2002. Budidaya Ikan Patin. Penerbit PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suripin. 2002. Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air. Penerbit Andi-Yogyakarta.
- Sugiharto. 1987. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. Penerbit Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Tebbutt, .H.Y. 1992. *Principles of Water Quality Control*. Fourth edition. Pergamon Press. Oxford. 251 p.