

Kaji Eksperimental Pengaruh Debit Udara dan Air terhadap Peningkatan Oksigen Terlarut pada Air Kolam Ikan Koi

Kahartoni^a, Drajat Indah Mawarni^{a*}

^{a)} Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu

*E-mail : drajatindah74@gmail.com

Diterima : 12-12-2023

-

Direview : 20-12-2023

-

Diterbitkan : 31-12-2023

Intisari

Untuk mengoptimalkan usaha budidaya ikan koi tentu menghadapi sejumlah masalah. Masalah dalam kolam ikan koi tentu dapat menimbulkan masalah dari pertumbuhan yang lambat sampai kematian seluruh ikan koi dalam kolam. Sebagian besar masalah ini berasal dari produk limbah ikan yang menghasilkan amonia beracun. Berdasarkan fakta yang ada, kami melakukan Kaji Eksperimental Pengaruh Debit Udara dan Air terhadap Peningkatan Oksigen Terlarut pada Air Kolam Ikan Koi di Desa Kentong untuk mendapatkan parameter yang optimal dalam budidaya Ikan Koi menggunakan *microbubble generator*. Hasil penelitian ini berupa grafik peningkatan kadar oksigen dan nilai K_La pada setiap variasi debit air. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin lama proses aerasi maka konsentrasi DO (*dissolved oxygen*) dalam air akan semakin meningkat. Pada debit air yang tinggi menciptakan aliran turbulensi yang tinggi, sehingga dapat memecah udara menjadi lebih kecil. Pemasangan MBG dapat meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air. Debit air lebih berpengaruh dari pada debit gas dalam peningkatan kadar oksigen terlarut. Semakin lama proses aerasi maka konsentrasi DO dalam air akan semakin meningkat. Nilai K_La sangat dipengaruhi oleh suhu, karakteristik dan turbulensi air.

Kata Kunci : MBG Tipe Swirl, DO, Nilai K_La

Abstract

To optimize the koi fish farming business certainly faces a number of problems. Problems in koi ponds can certainly cause problems from slow growth to the death of all koi fish in the pond. Most of these problems stem from fish waste products that produce toxic ammonia. Based on the facts, we conducted an Experimental Study of the Effect of Air and Water Discharge on Dissolved Oxygen Increase in Koi Fish Pond Water in Kentong Village to obtain optimal parameters for Koi fish farming using a microbubble generator. The results of this study are in the form of graphs of increased oxygen levels and K_La values for each variation of water discharge. The results of this study indicate that the longer the aeration process, the DO (*dissolved oxygen*) concentration in the water will increase. At a high water discharge it creates a high turbulence flow, so it can break the air into smaller pieces. Installing MBG can increase dissolved oxygen levels in water. Water discharge is more influential than gas discharge in increasing dissolved oxygen levels. The longer the aeration process, the DO concentration in the water will increase. The value of K_La is strongly influenced by temperature, water characteristics and turbulence

Keywords : Swirl Type MBG, DO, K_La Value.

1. Pendahuluan

Berdasar pada Statistik ekspor hasil perikanan tahun 2016-2020 dari Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2021 menunjukkan bahwa nilai ekspor ikan koi pada tahun 2020 telah mencapai 34.881 USD, jauh lebih tinggi dari pada tahun 2019 yang hanya mencapai 14.750 USD (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2021)

Seiring meningkatnya permintaan ikan koi perlu juga untuk mengoptimalkan usaha budidaya ikan koi. Pengoptimalan budidaya ikan Koi tentu menghadapi sejumlah masalah. Salah satunya adalah kadar amonia yang tinggi yang dihasilkan dari kotoran dan sisa makanan ikan. Untuk mengurangi kadar amonia perlu meningkatkan kadar oksigen yang cukup agar bakteri dapat merubah amonia yang beracun menjadi nitrat yang tidak beracun bagi ikan.

Berdasarkan fakta yang ada, kami melakukan Kaji Eksperimental Pengaruh Debit Udara dan Air terhadap

Peningkatan Oksigen Terlarut pada Air Tambak Ikan Koi di Desa Kentong untuk mendapatkan parameter yang optimal dalam budidaya Ikan Koi. Alat utama yang akan kami gunakan dalam eksperimen ini adalah *Microbubble generator* (MBG) Aerasi dengan alat *microbubble generator* diharapkan dapat menjadi salah satu sarana dalam tujuan mencapai efisiensi sebaik mungkin.

2. Kerangka Teori

2.1. Microbubble

Microbubble adalah udara dalam bentuk gelembung berukuran mikro. Menurut Sadatomi et al (2005), *microbubble* adalah *bubble* yang memiliki ukuran kecil dengan diameter kurang dari 100 μm dan memiliki karakter berupa kelarutan yang tinggi di dalam air. Temesgen et al (2017), menjelaskan bahwa *microbubble* adalah *bubble* kecil yang memiliki batasan ukuran 10-50 μm . Ohnari (2002)

medefinisikan *microbubble* sebagai gelembung yang ukurannya kurang dari 10 μm . Sedangkan menurut Terasaka et al (2011) mendefinisikan *microbubble* adalah gelembung kecil yang memiliki diameter 10-60 μm .

Microbubble memiliki karakteristik yang unik yaitu memiliki *rising velocity* yang rendah, *internal pressure* berbanding terbalik dengan ukuran diameter gelembung, *interfacial area* yang luas, dan *gas dissolution* yang tinggi di dalam air (Tsuge, 2014)

2.2. Microbubble Generator

Microbubble Generator adalah sebuah Teknologi yang mampu menghasilkan gelembung-gelembung berukuran mikro.

Beberapa jenis/tipe *microbubble generator* yang telah dikembangkan (Li, 2006), yaitu: *microbubble generator pressurization type*, *microbubble generator cavitation type* dan *microbubble generator rotating flow type*.

2.3. Air kolam

Air adalah komponen penting dalam budidaya perikanan, karena di dalam air ikan dan hewan air lainnya hidup, tumbuh, dan berkembang. Menurut Mulyanto (1992) dalam Tania (2016) merujuk pada Kusumawati et al (2018), bahwa kondisi air sebagai media hidup biota air, harus disesuaikan dengan kondisi optimal bagi biota yang dipelihara. Kualitas air tersebut meliputi kualitas fisika, kimia dan biologi, yang disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Tabel persyaratan mutu ikan hias koi (katalog SNI tahun 2018)

Jenis uji	Satuan	Persyaratan
<i>Organolaptik</i>	Angka(5-9)	min. 7
Suhu	$^{\circ}\text{C}$	27-30
pH		6,5-8
Oksigen terlarut	mg/l	min. 5
<i>Amonia</i>	mg/l	max. 12
<i>karbon dioksida</i>	mg/l	Negatif
<i>nitrit</i>	mg/l	maks. 60
<i>nitrat</i>	mg/l	maks. 0,02
<i>sulfur</i>	mg/l	maks. 0,03

2.4. Dissolved Oxygen

Dissolved Oxygen atau oksigen terlarut adalah jumlah oksigen dalam miligram yang terdapat dalam satu liter udara. Oksigen terlarut merupakan faktor kritis dalam budidaya pembenihan ikan dan menentukan keberhasilan dan kegagalan dalam proses meningkatkan kualitas dan kuantitas pembenihan ikan (Riadh et al, 2017). Oksigen terlarut umumnya berasal dari difusi udara melalui permukaan air, aliran masuk, air hujan, dan hasil dari proses foto sintesis plankton atau tumbuhan air.

2.5. DO Meter

Untuk mengukur oksigen terlarut dalam air atau larutan kita perlu menggunakan alat ukur DO meter. prinsip kerja pengukuran dengan DO meter kurang lebih sama dengan alat conductivity meter atau pH meter. Alat ini juga

menggunakan *probe*, disebut dengan *oxygen probe* (batang oksigen) yang terhubung dengan unit alat.

2.6. Koefisien Transfer Gas/Oksigen (K_La)

Aerasi merupakan istilah lain dari transfer gas, lebih dikhususkan pada transfer gas oksigen atau penambahan oksigen ke dalam air. Dalam proses aerasi terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi perpindahan oksigen, yaitu : Suhu, Kejenuhan oksigen, Konsentrasi jenuh oksigen (C_{DO}^*), Karakteristik air dan Turbulensi air (Benefield et al, 1982).

Mengutip dari jurnal Pambudiarto et al (2020), laju disolusi oksigen dikuantifikasi menggunakan model laju transfer massa oksigen yang disederhanakan, yang disajikan dalam persamaan (1). Parameter yang dibandingkan antara berbagai kombinasi Ql dan Qg adalah nilai K_La yang diperoleh sebagai kemiringan negatif dari korelasi linier yang disajikan dalam persamaan (2).

$$\frac{dC_{DO}}{dt} = K_La(C_{DO}^* - C_{DO}) \quad (1)$$

$$\ln \frac{(C_{DO}^* - C_t)}{(C_{DO}^* - C_0)} = K_Lat \quad (2)$$

$$C_{DO}^* = 0.0032T^2 - 0.3316T + 14.567 \quad (3)$$

Dimana K_La adalah koefisien perpindahan massa volumetrik (1/detik), C_{DO}^* adalah konsentrasi oksigen terlarut jenuh dalam air (mg/L) yang secara empiris berkorelasi dengan suhu dalam persamaan (3), C_t adalah konsentrasi oksigen terlarut pada waktu tertentu (diukur dengan DO meter dalam mg/L) dan C_0 adalah konsentrasi awal oksigen terlarut dalam air (mg/L).

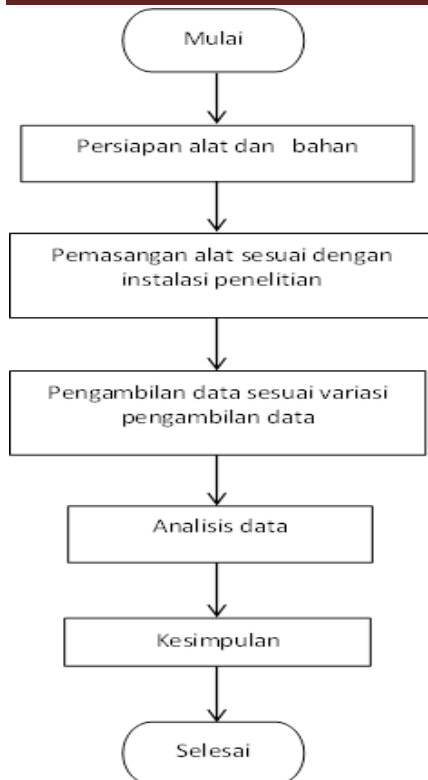
K_La dipengaruhi oleh temperatur dan saat pengambilan data, nilai temperatur dalam cairan bervariasi sehingga perlu dilakukan koreksi nilai K_La yaitu pada temperatur 20°C . Sehingga nilai K_La yang disajikan adalah

$$K_La_{20} = K_La(1,024^{20-T^{\circ}\text{C}}) \quad (4)$$

3. Metodologi

3.1. Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah pelaksanaan dalam penelitian ini seperti digambarkan pada diagram alir pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3.2. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi STTR Cebu.

3.3. Bahan Penelitian

1) Properti Material Fluida

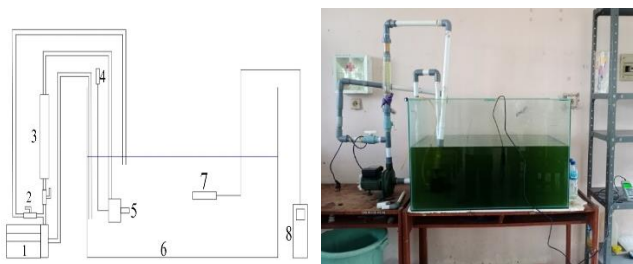
Fluida cair berupa air kolam ikan koi yang diambil dari kolam ikan koi di Desa Kentong. Fluida gas berupa udara berasal dari udara bebas.

2) Saluran fluida

Fluida yang digunakan pada penelitian ini dialirkan secara tertutup melalui pipa untuk cairan dan slang untuk udara, serta sambungan.

3.3. Instalasi penelitian

Instalasi penelitian yang digunakan oleh penulis adalah sesuai dengan gambar berikut :



Gambar 2. Instalasi penelitian (1. Pompa sentrifugal, 2. Valve, 3. Water flow meter, 4. Gas flow meter, 5. MBG, 6. Akuarium, 7. Probe oxygen, 8. DO meter)

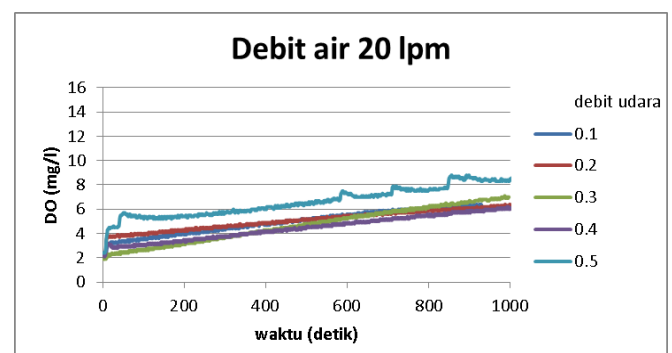
Sebelum melakukan pengambilan data, yang dilakukan adalah: 1). Memasang seluruh komponen alat sesuai dengan instalasi penelitian dan memastikan semua komponen tidak ada kendala yang mempengaruhi proses pengambilan data, 2) Mengisi akuarium dengan air sampel kolam, 3). Mengatur tanggal, waktu dan interval perekaman pada alat DO meter, 4). Melakukan kalibrasi pada alat DO meter setelah itu melakukan pengukuran kadar oksigen dalam sampel air kolam ikan sampai penunjukan kadar oksigen terlarut tidak berubah. Dengan pemasangan probe 30 cm dari ujung *nozel output*. 5). Mengatur flow meter air dan gas sesuai dengan variasi Q1 dan Q2 setelah pompa dinyalakan, 6). Menunggu perekaman alat DO meter selama 30 menit untuk setiap variasi, 7). Setelah 30 menit perekaman, hentikan perekaman pada DO meter lalu atur *flow meter* air dan gas ke variasi debit yang lain lalu matikan pompa, 8). Pengambilan data selanjutnya dilakukan setelah kadar oksigen terlarut turun sampai sama atau mendekati data awal perekaman. Lama kadar oksigen turun kurang lebih 3-6 jam, 9). Setelah semua data terkumpul dibuat grafik peningkatan kadar oksigen terlarut dan penghitungan nilai $K_L a$.

4. Hasil dan Pembahasan

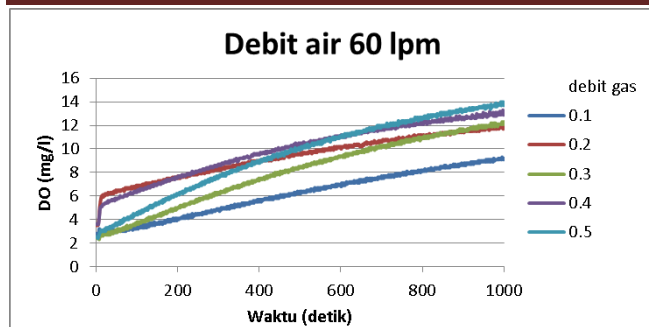
4.1. Dissolved Oxygen

Berdasarkan data hasil penelitian menunjukkan peningkatan oksigen terlarut pada setiap variasi debit air dan debit gas, bahwa semakin lama proses aerasi maka konsentrasi DO dalam air akan semakin meningkat. Peningkatan nilai oksigen terlarut selama proses aerasi berlangsung menandakan terjadi proses transfer gas secara difusi selama aerasi, yaitu difusi antara udara dan gelembung gelembung kecil (*fine bubble*) dengan air.

Berikut ini kami sajikan hasil penelitian berupa variasi debit air 20 dan 60 lpm dengan variasi gas.



Gambar 3. grafik variasi Debit air 20 lpm dengan debit udara 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 lpm



Gambar 4. grafik variasi Debit air 60 lpm dengan debit udara 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 lpm

Berdasarkan grafik 4., dapat disampaikan bahwa debit air lebih dominan mempengaruhi kenaikan DO dibandingkan debit gas. Hal ini disebabkan karena debit air yang tinggi lebih berpengaruh dalam memecah udara dibanding debit gas.

Pada perbedaan kenaikan nilai oksigen terlarut pada hasil penelitian terjadi karena semakin tinggi debit yang dialirkan maka jumlah *bubble* semakin banyak dengan ukuran semakin kecil. Hal ini seperti penelitian yang diperoleh dari Mawarni and Korawan, (2019).

4.2. Koefisien Transfer Gas/Oksigen ($K_L a$)

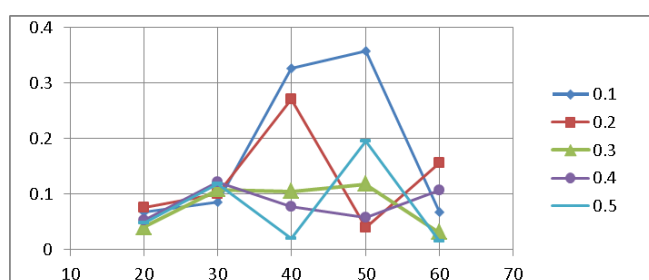
$K_L a$ merupakan unjuk kerja aerator yang didasarkan pada oksigen terlarut atau DO dalam air terhadap waktu saat microbubble diinjeksi terhadap waktu. Saat microbubble diinjeksi kedalam air, perhitungan koefisien perpindahan masa oksigen ($K_L a$) dilakukan seperti persamaan (2) dimana hubungan $\ln \frac{(C_{DO}^* - C_t)}{(C_{DO}^* - C_0)}$ linier terhadap waktu.

Berikut ini adalah tabel hasil perhitungan nilai $K_L a$ setelah semua data diolah menggunakan persamaan (1), (2), (3), (4).

Tabel 2. Hasil penghitungan $K_L a$

Qg	Ql				
	20	30	40	50	60
0.1	0.068	0.086	0.327	0.358	0.067
0.2	0.076	0.1	0.271	0.04	0.156
0.3	0.04	0.108	0.105	0.118	0.031
0.4	0.053	0.122	0.077	0.057	0.106
0.5	0.048	0.119	0.019	0.195	0.015

Berdasarkan data pada Tabel 2, selanjutnya data disajikan dalam bentuk grafik hasil perhitungan nilai $K_L a$ sebagai berikut.



Gambar 5. Grafik Hasil penghitungan Nilai $K_L a$

Berdasarkan grafik 5., dapat disampaikan bahwa pada debit air rendah terjadi peningkatan $K_L a$ meski tidak terlalu signifikan yaitu pada debit 20 ke 30. Pada debit 40 dan 50 terjadi turbulensi yang tinggi sehingga nilai $K_L a$ tidak stabil pada debit 60 terjadi banyak penggabungan gelembung sehingga nilai $K_L a$ turun

5. Simpulan

MBG merupakan teknologi aerasi yang mampu meningkatkan kadar oksigen terlarut. Semakin lama proses aerasi maka konsentrasi DO dalam air akan semakin meningkat. Hal ini dibuktikan pada hasil penelitian dengan peningkatan paling signifikan pada Ql 60 lpm dan Qg 0.5 lpm dalam waktu 30 menit dari 2.5 mg/l menjadi 14.3 mg/l. Selain itu debit air lebih berpengaruh dari pada debit gas dalam peningkatan kadar oksigen terlarut karena debit air lebih berpengaruh dalam memecah udara dibanding debit gas. Peningkatan $K_L a$ pada penelitian ini sangat dipengaruhi oleh suhu dan karakteristik air. Karena perbedaan suhu setiap hari dan jam ada selisih, serta karakteristik air mengalami perubahan setelah diimplementasikan MBG pada setiap pengujian.

Daftar Pustaka

- Benefield, L. D., Judkins, J. F., & Weand, B. L. (1982). *Process Chemistry For Water And Waster Treatment*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Direktorat Jendral Dan Bina Mutu, Direktorat Jendral Daya Saing Produk Kelautan Dan Perikanan, Kementerian Kelautan Dan Perikanan Ri. (2018). *Sni Produk Perikanan Non Pangan*.
- Kementerian Kelautan Dan Perikanan. (2021). *Statistik Ekspor Hasil Perikanan Tahun 2016-2020*. Jakarta Pusat: KKP Rebound 2021.
- Mawarni, D. I., & Korawan, A. D. (2019). Pengaruh Debit Fluida Air Terhadap Distribusi Diameter Bubble Pada Microbubble Generator Tipe Orifice-Porus Tube. *Simetris*, 17-21.
- Pambudiarto, B. A., Mindaryani, A., Deendarliyanto, & Budhijanto, W. (2020). Evaluation Of The Effect Of Operating Parameters On The Performance Of Orifice/Porus Pipe Type Micro-Bubble Generator. *J. Eng. Technol. Sci*, 196-207.
- Kusumawati, A.A., Suprpto, D., Haerudin. (2018). Pengaruh Ekoenzim Terhadap Kualitas Air Dalam Pembesaran Ikan Lele (*Clarias Gariepinus*). *Jurnal Of Maques*, 307-314.
- Li, P. (2006). Development Of Advanced Water Treatment Technology Using Microbubble. *Keio University*, 14-16.
- Ohnari, H. (2022). *Swirling Fine-Bubble Generator*. Jyugaoka: United States Patent.
- Riadhi, L., Rivai, M., Budiman, F. (2017). Sistem Pengaturan Oksigen terlarut Menggunakan Metode Logika Fuzzy Berbasis Micro Controler Teensy Board. *Jurnal Teknik Its* 6, 330-334.
- Sadatomi, M., Kano, K., Kawahara, A., Ohtono, A. (2005). Performance Of A New Microbubble Generator With A Shperical Body In Aflowing Water Tube. *Experimental Thermal And Fluids Science*, 615-623.
- Temesgen, T., Bui, T.T., Han, M., Kim, T., Park, H. (2017). Micro And Nanobubbletechnologies As A New Horizon For Water Treatment Techniques. *Advances In Colloid And Interface Scince*, 5.

- Terasaka, K., Hirabayashi, A., Nishino, T., Fujioka, S., Kobayashi, D. (2011). Development Of Microbubble Aerator For Waste Treatment Using Aerobic Activated Sludge. *Chemical Engineering Science*, 3172.
- Tsuge, H. (2014). *Micro-And Nanobubbles Fundamental Applications*. California: Pan Stanford Publishing.