

KEMAMPUAN BAKTERI *Desulphovibrio* sp. DALAM PENGURAIAN SENYAWA BELERANG DAN ANALISIS LAJU SEDIMENTASI, UNTUK PERBAIKAN KUALITAS AIR PADA BUDI DAYA KERAMBA JARING APUNG

Chairulwan Umar¹⁾, Endi Setiadi Kartamihardja¹⁾, dan Hambali Supriyadi¹⁾

ABSTRAK

Usaha budi daya ikan di Keramba Jaring Apung (KJA) di perairan umum menunjukkan tendensi penurunan mutu perairan akibat akumulasi sisa hasil metabolisme, sisa pakan, dan limbah lain yang beracun. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi dasar dalam perbaikan lingkungan perairan yaitu: (a) isolat murni bakteri pengurai belerang (H_2S) dan uji kemampuan penguraiannya di laboratorium; (b) laju sedimentasi bahan-bahan buangan yang berupa sisa pakan dan kotoran ikan dari kegiatan budi daya keramba jaring apung di perairan waduk dan pengukuran kualitas air. Laju sedimentasi sisa pakan diukur dengan menggunakan tabung sedimen yang dipasang di lokasi KJA dan di luar lokasi KJA dengan kedalaman 1, 2, 4, 8, 14, 22, 32, 44 m, dan di dasar perairan. Hasil penelitian menunjukkan bakteri *Desulphovibrio* spp. dari Waduk Cirata dengan kepadatan 100 sel/mL selama 24 jam telah mampu menurunkan H_2S hingga mencapai 50% dari kandungan H_2S dalam air. Bakteri *Desulphovibrio* spp. dari Waduk Jatiluhur dan Saguling dengan kepadatan 100 dan 10.000 sel/mL belum mampu menurunkan senyawa H_2S sedangkan pada kepadatan 1.000.000 sel/mL telah mampu mengurai kandungan H_2S . Diduga jenis bakteri tersebut berbeda dari ketiga lokasi. Laju sedimentasi di lokasi budi daya KJA dengan sistem tunggal berkisar antara 714,69 - 1.894 $cm^3/m^2/hari$, sedangkan di luar KJA rata-rata berkisar 33,24 - 349,02 $cm^3/m^2/hari$. Sedimentasi di perairan waduk yang ada kegiatan budi daya bisa bertambah 6 - 15 kali jika dibandingkan perairan yang tidak ada kegiatan budi daya.

ABSTRACT: *The sulfide decomposition rate of the Desulphovibrio sp. bacteria and analysis of the waste sedimentation as a rehabilitation for water quality in floating cage culture. By: Chairulwan Umar, Endi Setiadi Kartamihardja, and Hambali Supriyadi*

Cage fish culture activity in the inland fisheries has shown lower water quality as the result of waste and metabolism accumulation. A study aimed to investigate information on water quality i.e.: (a) sulfide rate of Desulphovibrio bacteria isolated from the sediment was carried out in the laboratory, and (b) waste sedimentation rate of the cage fish culture in reservoir and water cheker. Food waste sediment rate in cages was measured using a PVC- sediment core placed inside and outside of cages at 1, 2, 4, 14, 22, 32, 44 m depth and at bottom. Results of the study showed that the Desulphovibrio sp. bacteria in Cirata Reservoir with a density of 100 cell/mL for 24 hours could decrease sulfida content by 50 % of the water media while those of Jatiluhur and Saguling Reservoir with densities of 100 and 10,000 cell/mL could not. The waste sedimentation rate inside the cage varried between 714.69 - 1,894 $cm^2/m^2/day$ and that of outside were 33,24 - 349,02 $cm^2/m^2/day$. Waste sedimentation inside the cage was higher six to fifteen times than that in outside.

KEYWORDS: *sulfide rate, bacteria, floating cage, waste sedimentation*

PENDAHULUAN

Usaha perikanan di perairan umum terutama budi daya ikan di Keramba Jaring Apung (KJA) menunjukkan tendensi penurunan mutu perairan yang diakibatkan oleh limbah, terutama oleh akumulasi sisa hasil metabolisme, sisa pakan, dan limbah lain yang beracun. Keadaan ini akan menimbulkan konsentrasi sulfat, amonia, dan nitrit menjadi tinggi sehingga produktivitas perairan menurun, yang akhirnya

menyebabkan produksi ikan rendah. Boyd (1984) dan Bay (1986) mengemukakan bahwa sulfat, amonia, dan nitrit terbentuk karena akumulasi sisa hasil metabolisme jasad perairan atau sisa pakan yang kemudian membusuk dan tertumpuk di dasar perairan.

Pemuatan unsur nutrisi (N dan P) yang berlebihan dalam suatu perairan umum dapat menyebabkan terjadinya *blooming* alga (plankton) antara lain *Microcystis* sehingga akan mengganggu rantai makanan dan menurunkan kualitas air di perairan

¹⁾ Peneliti pada Balai Penelitian Perikanan Air Tawar Sukamandi

akibat racun yang dikeluarkan *Microcystis*. Hal ini akan menimbulkan kematian bagi ikan (Ingram & Prescott dalam Hynes, 1974). Dalam suatu perairan senyawa belerang yang dominan adalah sulfat, dan hampir semua senyawa belerang diasimilasikan oleh makhluk hidup (terutama mikroba). Senyawa belerang dalam bentuk H_2S di perairan sangat beracun untuk biota air (ikan) walaupun konsentrasinya sangat rendah 0,1 mg/L (Boyd, 1984). Bagian terbesar H_2S di perairan dihasilkan melalui proses reduksi sulfat pada lingkungan anaerob. Di lain pihak H_2S ini banyak terdapat pada sedimen-sedimen yang ada di perairan tersebut.

Untuk menetralkan H_2S dapat dilakukan dengan menggunakan bakteri pengurai seperti *Desulfovibrio* spp. (Austin, 1988). Proses reduksi sulfat, H_2S terlepas ke udara dan hilang dari substrat, proses ini dinamakan *desulfurasi*. Pengaruh bakteri pengurai sulfat dapat diukur secara tidak langsung dengan mengukur tingkat bakteri pengurai sulfat dan menghubungkannya dengan kualitas air serta prevalensi penyakit (Lighner, 1988).

Perairan Waduk Cirata, Saguling yang syarat dengan aktivitas budi daya ikan dalam KJA hampir setiap tahun terjadi kematian ikan, sedangkan di perairan Jatiluhur sekitar 2 tahun terakhir terjadi kematian ikan. Di perairan Waduk Cirata pada bulan Desember 1995 kematian ikan mencapai 400 ton dan Waduk Saguling 210 ton (Pikiran Rakyat 1996), di Waduk Jatiluhur pada bulan Januari 1996 mencapai 1.560 ton (Dinas Perikanan Purwakarta). Kerugian materi dengan keadaan ini mencapai milyaran rupiah. Kematian ini disebabkan air yang naik ke permukaan mengandung zat-zat beracun antara lain amonia, H_2S dan faktor lainnya sehingga mengakibatkan kematian ikan dalam waktu yang singkat.

Usaha pemerintah untuk menanggulangi kematian ikan ini dengan jalan pengaturan tata ruang budi daya dan padat tebar ikan, tidak memberikan hasil yang berarti. Untuk itu diperlukan upaya-upaya perbaikan ekosistem perairan waduk melalui pendekatan eko-teknologi untuk mengurangi degradasi mutu perairan, agar kualitas perairan menjadi relatif statis jika mungkin menjadi lebih baik dengan menggunakan bakteri pengurai, di mana bakteri tersebut dapat menguraikan limbah, baik internal maupun eksternal. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi dasar dalam perbaikan lingkungan perairan yaitu:

- Isolat murni bakteri pengurai senyawa belerang (H_2S) dan uji kemampuan penguraiannya di laboratorium serta penggunaannya dalam mendukung perbaikan lingkungan perairan waduk.
- Laju sedimentasi bahan-bahan buangan yang berupa sisa pakan dan kotoran ikan dari kegiatan budi daya keramba jaring apung di perairan waduk.

BAHAN DAN METODE

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di lapangan dan di laboratorium selama 5 bulan mulai bulan Juli - Desember 1997. Pelaksanaan di lapangan dilakukan pada lokasi budi daya KJA dan di luar KJA, dengan berbagai kedalaman. Pengamatan di lapangan dilakukan sebanyak 2 kali dalam setahun saat puncak kegiatan budi daya di KJA (Juli dan September), antara lain kualitas air dan lumpur/tanah dasar perairan. Identifikasi, kultur bakteri, dan pengujian kemampuan penguraiannya dilakukan di Laboratorium Instalasi Penelitian Perikanan Air Tawar (Inlitkanwar) Jatiluhur dan Balitkanwar Sukamandi.

Cara Kerja Penelitian

Isolasi dan uji kemampuan bakteri pengurai senyawa belerang (H_2S)

Isolasi bakteri *Desulphovibrio* spp., sebagai pengurai belerang di perairan dengan menggunakan media khusus berdasarkan metode Poetgate (1984) dalam Austin (1988). Untuk isolasi bakteri diambil dari sedimen/lumpur yang terdapat di dasar perairan di lokasi KJA dengan menggunakan Eckman dredge, dari 3 lokasi di Waduk Saguling, Cirata, dan Jatiluhur maupun dari tabung sedimen di bawah KJA.

Uji kemampuan bakteri *Desulphovibrio* spp. dilakukan di laboratorium menggunakan akuarium dengan volume 100 L diisi air sebanyak 75 L, setiap akuarium dimasukkan sedimen dari dasar perairan yang telah dipanaskan sampai mencapai $80^{\circ}C - 90^{\circ}C$ masing-masing sebanyak 2.000 g. Bakteri *Desulphovibrio* spp. dari 3 perairan yaitu Waduk Jatiluhur, Cirata, dan Saguling dengan kepadatan 100 sel/mL, 10.000 sel/mL, dan 1.000.000 sel/mL diinokulasikan ke dalam akuarium. Akuarium yang tidak diinokulasi bakteri digunakan sebagai kontrol dan setiap perlakuan diulang sebanyak 2 kali. Pengukuran kandungan belerang (H_2S) dan sulfat menggunakan metode titrasi dan spektrometri (Anonim, 1981) dilakukan pada awal (sebelum inokulasi bakteri), kemudian waktu 24 jam, 36 jam, dan 48 jam. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap, kemudian untuk mengetahui tiap perlakuan digunakan uji F.

Pengukuran laju sedimentasi bahan-bahan buangan di KJA

Laju sedimentasi bahan-bahan buangan dari KJA terutama berupa sisa pakan yang terbuang dan kotoran ikan diukur dengan menggunakan tabung sedimen (*sedimen core*) diameter 8,75 cm dan tinggi 25 cm. Tabung sedimen tersebut digantungkan di

bagian sisi keramba jaring (di rakit) sistem pemeliharaan tunggal dan di luar KJA (100 m) dari lokasi KJA. Penampungan sedimen tersebut dilakukan pada beberapa kedalaman yaitu 1, 2, 4, 8, 14, 22, 32, 44 m, dan di dasar perairan. Tabung sedimen diangkat setelah dipasang selama 4 - 5 hari, kemudian diukur laju sedimentasi di lokasi KJA dan di luar KJA dengan menghitung banyaknya endapan persatuan luas

lengkung, dengan panjang 3 - 5 mm dan lebar 0,5 - 1 mm bergerak menggunakan koloid flagella, selanjutnya diperbanyak melalui kultur murni. Hasil pengujian kemampuan bakteri mengurai H₂S *Desulphovibrio* spp. dari 3 lokasi serta kepadatan bakteri yang berbeda tertera pada Tabel 1 dan Lampiran 1-3.

Tabel 1. Rata-rata kadar H₂S mg/L air dalam akuarium pada pengamatan 24, 38, dan 48 jam menurut perlakuan kepadatan bakteri *Desulphovibrio* spp.

Table 1. Average H₂S (mg/L) of the water media at 24, 38, and 48 hour observation by treatment of *Desulphovibrio* spp bacteria

Lokasi dan perlakuan <i>Locations and treatment</i>	Waktu pengamatan (<i>Times observation</i>)			
	0	24	36	48
Kontrol (<i>Control</i>)	1.24	1.71	1.57	1.48
Jatiluhur				
100 sel/mL	1.24	2.02	1.52	1.43
10,000 sel/mL	1.45	2.09	1.79	1.74
1,00,000 sel/mL	1.28	1.22*	1.14*	0.93*
Cirata				
100 sel/mL	1.31	1.36**	1.033**	0.98**
10,000 sel/mL	1.22	1.18*	1.03*	1.31*
1,00,000 sel/mL	1.20	1.03*	1.03*	1.31*
Saguling				
100 sel/mL	1.29	1.64	1.93	1.80
10,000 sel/mL	1.29	2.30	2.62	2.17
1,00,000 sel/mL	1.28	1.57	1.22	1.25

* Berbeda nyata/significant difference (P<0.05)

** Berbeda sangat nyata/significant difference (P<0.01)

tabung perwaktu pemasangan. Pengukuran sedimen bahan-bahan buangan sisa pakan dan kotoran ikan dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada bulan Juli dan September 1998. Selain itu dilakukan pengukuran kualitas air antara lain: suhu, pH, O₂, CO₂, PO₄, SO₄, Alkalinitas, NH₃, dan NH₄ di ketiga lokasi untuk mengetahui keadaan perairan.

HASIL DAN BAHASAN

Isolasi dan uji kemampuan mengurai bakteri *Desulphovibrio* spp.

Isolasi bakteri pengurai senyawa belerang (H₂S), yaitu *Desulphovibrio* spp. dilakukan dari sampel lumpur dasar perairan di sekitar KJA dari 3 lokasi yaitu Waduk Jatiluhur, Cirata, dan Jatiluhur dengan menggunakan media agar khusus Poetgate (1984) dalam Austin (1988). Bakteri tersebut merupakan bakteri yang tercatat negatif oleh pengecatan STA, bentuknya seperti V dan terkadang seperti basil

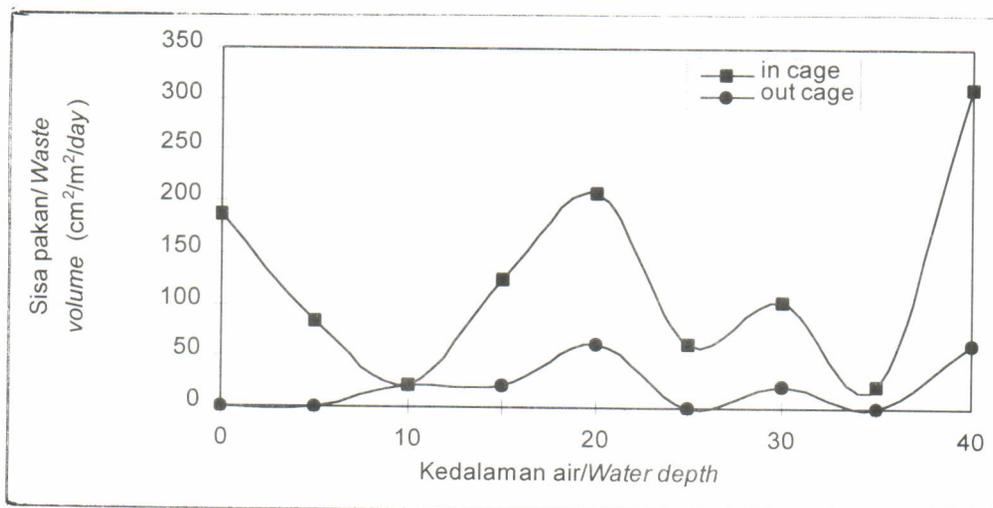
Bakteri *Desulphovibrio* spp. dari Waduk Cirata pada pengamatan 24 jam sampai 48 jam dengan kepadatan 100 sel/mL mampu mengurai H₂S hingga mencapai 40%. Sedangkan bakteri *Desulphovibrio* spp. dari Waduk Jatiluhur dan Saguling dengan kepadatan 100 dan 10.000 sel/mL belum mampu mengurai H₂S dan bahkan terlihat adanya peningkatan kandungan H₂S sampai pada pengamatan 36 jam, sama halnya pada kontrol. Pada kepadatan bakteri sebanyak 1.000.000 sel/mL baru mampu mengurai H₂S, yaitu masing-masing sebanyak 0,542 mg/L dan 0,356 mg/L selama 24 - 48 jam. Hal ini diduga jenis atau spesies bakteri *Desulphovibrio* spp. yang berasal dari Waduk Cirata berbeda dengan yang berasal dari Waduk Jatiluhur dan Saguling. Di lain pihak aktivitas dalam penguraiannya agak kurang dibandingkan dengan bakteri dari Waduk Cirata sehingga memerlukan jumlah bakteri lebih banyak dalam mengurai H₂S yang ada di perairan. Hal ini terlihat dari jumlah bakteri *Desulphovibrio* spp. dari Waduk Cirata dengan kepadatan 100 sel/mL telah mampu mengurai H₂S, sedangkan bakteri

Desulphovibrio spp. yang berasal dari Waduk Jatiluhur dan Saguling baru mampu mengurai dengan kepadatan 1.000.000 sel/mL. Jumlah bakteri dan lokasi isolasi berpengaruh nyata dalam kemampuan penguraian H₂S (P < 0,05). Sedangkan perlakuan jumlah bakteri dengan waktu pengamatan tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap penguraian H₂S (P > 0,05).

Perbandingan jumlah bakteri tersebut masih relatif kecil dalam satuan luas perairan yang ada, karena bakteri ini termasuk organisme mikroskopis yang jumlahnya sangat besar di perairan, di lain pihak siklus hidupnya sangat singkat (7 - 15 hari) dan untuk menguraikan sesuatu relatif kecil serta memerlukan waktu.

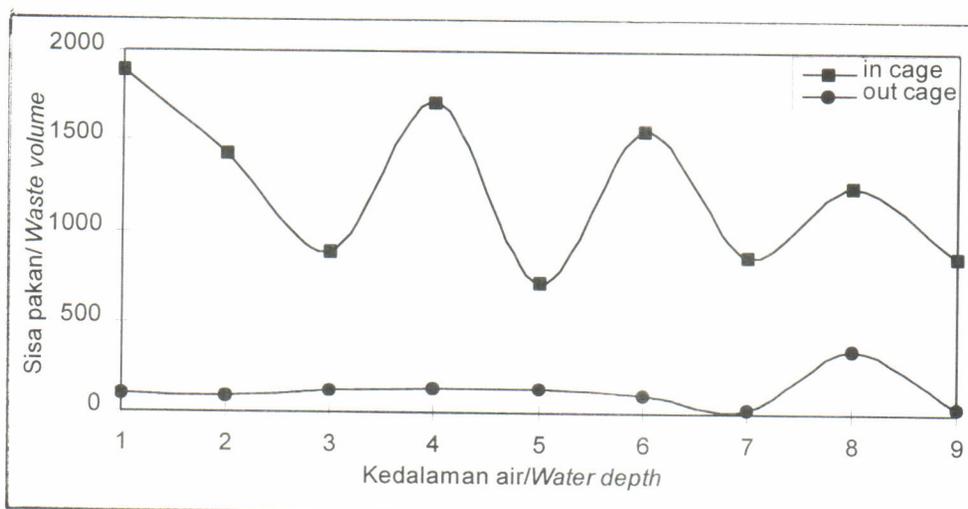
Laju sedimentasi bahan-bahan buangan di KJA dan di luar KJA

Laju sedimentasi bahan-bahan buangan dari KJA dengan sistem tunggal (pemeliharaan ikan mas atau ikan nila) pada bulan Juli 1997 rata-rata berkisar antara 20,77 - 311,6 cm³/m²/hari, dan laju sedimentasi di luar KJA rata-rata berkisar antara 20,77 - 62,32 cm³/m²/hari. Sedangkan laju sedimentasi pada bulan September 1997 di lokasi KJA rata-rata berkisar antara 714,69 - 1.894,68 cm³/m²/hari dan di luar KJA rata-rata berkisar antara 33,24-349,02 cm³/m²/hari. Profil sedimentasi menurut kedalaman perairan tertera pada Gambar 1a dan 1b.



Gambar 1a. Laju sedimentasi sisa pakan dan kotoran ikan pada budi daya keramba jaring apung pada bulan Juli 1997

Figure 1a. Sedimentation rate of the uneaten feed and waste product from floating cage culture in July 1997



Gambar 1b. Laju sedimentasi sisa pakan dan kotoran ikan pada budi daya keramba jaring apung pada bulan September 1997

Figure 1b. Sedimentation rate of the uneaten feed and waste product from floating cage culture in September 1997

Dari gambar tersebut terlihat pada bulan September 1997 rata-rata laju sedimentasi baik di lokasi KJA maupun di luar KJA lebih tinggi dibandingkan pada bulan Juli 1997. Hal ini karena aktivitas budi daya pada bulan September lebih tinggi dibanding bulan Juli dan tentunya dalam penggunaan pakan ikan akan semakin besar. Keadaan ini terlihat dan sangat berkorelasi positif dengan semakin tingginya usaha budi daya, sehingga semakin bertambah jumlah sedimen yang masuk ke perairan waduk tersebut, di mana pada bulan September sedimentasinya sekitar 5 - 7 kali lebih tinggi dari bulan Juli. Sedangkan di lokasi KJA pada bulan Juli dan September sekitar 6 - 15 kali sedimentasi di luar KJA.

Tingginya sedimen sisa pakan yang ada di lokasi KJA tersebut tergantung sistem budi daya yang ada serta laju pemberian pakan, pada sistem budi daya dengan menggunakan jaring ganda atau jaring triple sisa pakan yang tidak termakan akan terserap pada lapisan di bawahnya, sehingga pakan yang terbuang ke perairan sangat kecil. Pengaturan pemberian pakan yaitu jumlah pakan yang diberikan serta waktu pemberian pakan (pagi, siang, dan sore) yang tepat akan benar-benar dimanfaatkan oleh ikan yang dipelihara, hal ini akan lebih efisien dalam memanfaatkan pakan serta mengurangi sisa pakan yang terbuang ke perairan.

Hasil penelitian Kartamihardja (1999) menunjukkan laju sedimentasi budi daya ikan dengan sistem jaring ganda di Waduk Jatiluhur rata-rata sekitar 35,04 - 155,84 cm³/m²/hari di lokasi KJA dan sekitar 3,28 - 47,19 cm³/m²/hari di luar KJA (100 m), keadaan ini jauh lebih kecil dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan dengan sistem budi daya KJA tunggal.

Dari profil sisa pakan yang terbuang pada bulan Juli 1997 menunjukkan ada kesamaan penyebaran dari beberapa kedalaman baik di lokasi KJA maupun di luar KJA. Di lain pihak secara vertikal pola sedimennya bergelombang, hal ini diduga pada kedalaman tertentu ada arus yang kuat (kedalaman 5, 20 - 25 dan sekitar 45 m) sehingga sedimen tidak mudah jatuh ke tabung secara vertikal, pada level lainnya (kedalaman 0, 10 - 15 dan sekitar 50 m) keadaan arusnya sangat kecil sehingga sedimen sisa pakan jatuh ke tabung. Sedimen pada bulan September jumlah tertinggi diperoleh di permukaan dan menurun pada dasar perairan. Profil sisa pakan pada bulan ini terutama di lokasi KJA sangat bergelombang. Hal ini diduga sama dengan keadaan pada bulan Juli, namun keadaan arus pada bulan ini lebih banyak di beberapa kedalaman. Selain itu ketinggian juga mempengaruhi arus air yang ada, sebab pada bulan September ketinggian air lebih rendah dari bulan Juli.

Sedimen dari sisa pakan maupun kotoran ikan dari hasil budi daya tersebut pada akhirnya akan menumpuk di dasar perairan dan selanjutnya akan mengalami dekomposisi atau penguraian. Buangan sisa pakan dan sisa kotoran ikan yang berlebihan akan berpengaruh negatif terhadap kualitas air, di antaranya tingginya kandungan amonia, metan dan H₂S, hal ini dapat bersifat racun bagi kehidupan biota perairan.

Bakteri *Desulphovibrio* spp. yang telah teruji dalam penguraian H₂S di akuarium dapat digunakan untuk penguraian H₂S di perairan namun disesuaikan jumlah bakteri dengan luasan perairan serta keadaan lokasi.

Kandungan Fisika Kimia Perairan

Pengamatan kandungan fisika kimia air di ketiga perairan waduk (Saguling, Cirata, dan Jatiluhur) dapat dilihat pada Tabel 2.

Pengukuran kualitas air ini dimaksudkan untuk melihat keadaan perairan di ketiga lokasi tersebut karena pada saat pengamatan di lapangan terjadi kematian ikan budi daya di KJA yaitu di daerah Cirata dan Saguling yang cukup banyak. Selain itu untuk mengetahui kandungan beracun yang ada di perairan tersebut di antaranya amonia, nitrit, dan sulfida. Hasil analisis kualitas air terlihat bahwa kandungan oksigen di perairan Waduk Cirata dan Saguling sangat rendah yaitu sekitar 1,1 - 2,8 mg/L untuk Waduk Cirata dan 0,6 - 1,06 di Waduk Saguling. Sedangkan di perairan Waduk Jatiluhur relatif tinggi yaitu sekitar 3,8 - 7,4 mg/L. Rata-rata kandungan oksigen di dasar perairan jauh menurun, hal ini sangat berpengaruh terhadap kematian ikan yang ada. Kecilnya kandungan oksigen di kedua perairan ini menandakan adanya unsur lain yang mengikat oksigen di perairan di antaranya amonia, H₂S serta unsur lain yang mengandung racun. Kandungan amonia di kedua perairan tersebut cukup tinggi berkisar antara 0,66 - 1,73 mg/L di Waduk Cirata dan 1,47 - 3,53 di Waduk Saguling. Tingginya amonia ini di antaranya akibat sisa pakan yang terbuang cukup banyak dan mengendap di dasar perairan, dan dapat berakibat racun bagi ikan.

Di perairan Waduk Jatiluhur kandungan amonia jauh lebih rendah dibandingkan dari kedua perairan tersebut yaitu sekitar 0,16 - 0,27 mg/L. Kandungan sulfida di Waduk Jatiluhur cukup tinggi berkisar antara 0,639 - 1,01 mg/L. Hal ini dapat berakibat kurang baik bagi kehidupan ikan dan dapat mengganggu aktivitas budi daya di perairan tersebut.

KESIMPULAN

1. Bakteri *Desulphovibrio* spp. dari Waduk Cirata dengan kepadatan 100 sel/mL selama 24 jam telah

mampu menurunkan H₂S hingga mencapai separuh dari kandungan H₂S awal. Sedangkan bakteri *Desulphovibrio* spp. dari Waduk Jatiluhur dan Saguling dengan kepadatan 100 dan 10.000 sel/mL belum mampu untuk mengurai dan baru bisa mengurai kandungan H₂S dengan kepadatan 1.000.000 sel/mL.

2. Laju sedimentasi buangan budi daya KJA dengan sistem tunggal berkisar antara 714,69 – 1.894 cm³/m²/hari, sedangkan laju sedimentasi di luar KJA rata-rata berkisar 33,24 - 349,02 cm³/m²/hari.
3. Sedimentasi di perairan waduk yang ada kegiatan budi daya bisa bertambah 6 - 15 kali jika dibandingkan perairan yang tidak ada kegiatan budi dayanya.
4. Kandungan sulfida yang ada di perairan cukup tinggi berkisar antara 0,639 - 1,01 mg/L, demikian juga amonia sekitar 0,66 - 1,73 mg/L sedangkan kandungan oksigen di perairan Cirata dan Saguling sangat rendah sekitar 1,1 - 2,8 mg/L dan 0,6 - 1,06 mg/L, sedangkan Waduk Jatiluhur kandungan oksigen lebih tinggi dari kedua perairan waduk tersebut yaitu sekitar 3,8 - 74 mg/L, dan ini menandakan perairan Waduk Jatiluhur kualitas airnya masih lebih baik.

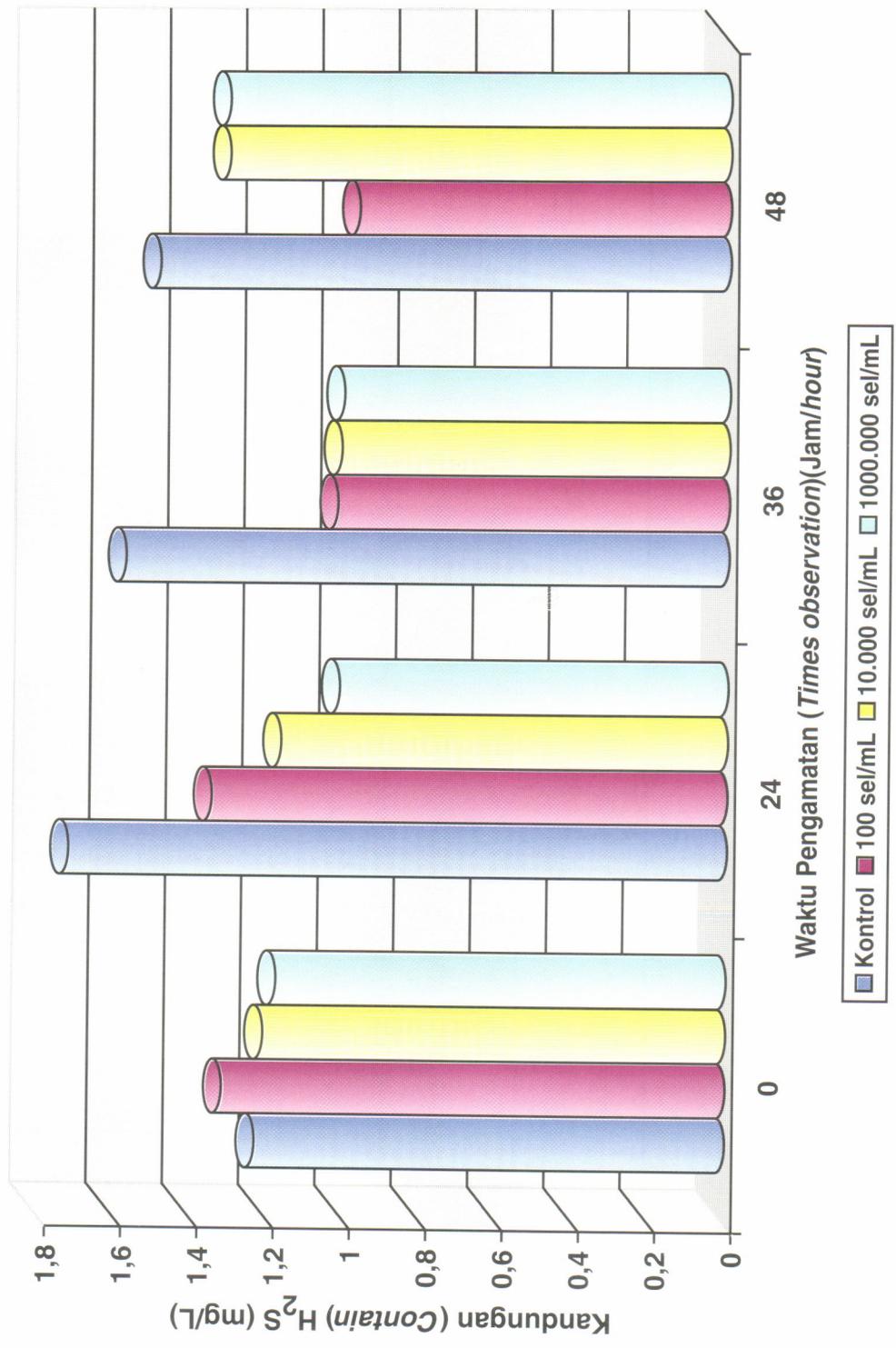
DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1981. *Pedoman Pengamatan Kualitas Air*. Direktorat Penyelidikan Masalah Air. Direktorat Jenderal Pengairan. Departemen Pekerjaan Umum. p:903-8.
- Austin, B., 1988. *Method in Aquatic Bacteriology*. John Wiley & Sons. A Wiley Interscience Publication. 425 pp.
- Bay, M., 1986. *Environmental Impact Assessment*. Institute of Aquaculture, University of Stirling. Scotland. 45 pp.
- Boyd, C. E., 1984. *Water Management for Aquaculture*. Auburn University, Auburn, Alabama. 86 pp.
- Bullock, G.L., 1974. Identification of fish pathogenic bacteria. Book 2B. S.F. Snieszko and, H.R. Axelrod (eds.) *In: Disease of Fishes*. TFH Publication. 40 pp.
- Clark, W.J.W, Viessman, and M. Hammer. 1977. *Water Supply and Pollution Control*. Harper and Row Publ. New York. 857 pp.
- Goldman, C.R. and A.J. Horne., 1983. *Lymnology*. Mc Graw-Hill International Book Company. Auckland. Tokyo. 464 pp.
- Hem, D.J., 1970. *Study and Interpretation of the Chemical Characteristic of natural water*. 2nd Edition. United State Government Printing Office. Washington. 363 pp.
- Hynes, H.B.N., 1974. *The Biology of Polluted Waters*. Liverpool University Press. 202 pp.
- Lighner, D.V., 1988. Diseases of cultured penaeid shrimp and prawn, pp 8-13. *In Disease diagnosis and Control in North American Marine Aquaculture, second revised edition*, C.J. Sindermann and D.V. Lighner (ds). Elsevier, Amsterdam.
- Kartamihardja, E.S, Supriyadi, H., 1999. Analisis laju sedimentasi unsur hara sedimen, dan uji kemampuan nitrifikasi bakteri *Nitrosomonas*, sebagai data dasar untuk restorasi kualitas air pada budidaya keramba jaring apung. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* Vol. V No.1. Puslitbang Perikanan. Jakarta. 7pp.

Lampiran 1. Kandungan belerang (H_2S) pada perlakuan bakteri *Disulphovibrio* spp. dari perairan Waduk Jatiluhur



Lampiran 2. Kandungan belerang (H_2S) pada perlakuan bakteri *Disulphovibrio* spp. dari perairan Waduk Cirata



Lampiran 3. Kandungan belerang (H_2S) pada perlakuan bakteri *Disulphovibrio* spp. dari perairan Waduk Saguling

