

**STUDI KUALITAS PERAIRAN PADA KEGIATAN BUDIDAYA
TIRAM MUTIARA (*Pinctada maxima*) DI KECAMATAN GEROKGAK, KABUPATEN BULELENG, BALI**

APRI. I. SUPRI¹⁾ dan I W Arthana²⁾

1) Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut
P.O. BOX 140 Singaraja, Buleleng, Bali

2) Program Magister Ilmu Lingkungan PPs Unud
Email: apri-supri@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kegiatan budidaya tiram mutiara terhadap kualitas lingkungan perairan (fisika, kimia, dan biologi) dan sedimen disekitar lokasi budidaya, serta status mutu perairan di sekitar lokasi budidaya tiram mutiara tersebut. Penelitian dilakukan pada 10 stasiun, dimana 9 stasiun berada pada lokasi kegiatan budidaya tiram mutiara dan 1 stasiun diluar kegiatan budidaya tiram mutiara (kontrol).

Hasil penelitian di dapat bahwa sumber pencemaran dari hasil kegiatan tiram mutiara adalah *feces* dari tiram mutiara dan *biofouling* yang dihasilkan dari pembersihan *pocket* maupun kulit tiram mutiara. Kandungan *feces* memiliki kadar an organik yang tinggi (50,52-78,75 %) dibandingkan dengan kadar organiknya (21,25-49,48 %). Limbah *biofouling* yang dihasilkan semakin meningkat dengan bertambahnya ukuran dan kandungan *biofouling* yang didapat didominasi oleh bahan anorganik. Kualitas air laut yang diamati masih dibawah standar baku mutu air laut untuk biota laut (budidaya perikanan), kecuali fosfat.

Didapat 24 jenis/spesies plankton, yang terdiri dari 4 phylum yaitu phylum Bacillariophyta (diatom) , phylum Chromonadea, phylum Arthropoda dan phylum Molusca. Indeks Keanekaragaman Plankton yang cenderung tercemar sedang sampai berat, ini yang menunjukkan kecenderungan mengalami tekanan ekologis dan penurunan kualitas perairan.

Kapadatan bakteri baik dari total bakteri maupun *Vibrio* spp pada semua stasiun masih rendah (10^6 cfu/ml). Hasil penilaian parameter fisika, kimia dan biologi secara terpadu didapatkan nilai indeks pencemaran 2 - 3 yang semuanya masuk pada kriteria pencemaran ringan. Hasil uji Cluster menunjukan adanya perbedaan karakteristik yang nyata antara kelompok 1 (stasiun 1-9) yang merupakan perairan dimana terdapat kegiatan budidaya tiram mutiara dengan kelompok 2 (stasiun 10), dimana tidak ada kegiatan budidaya tiram mutiara (kontrol). Ini menunjukan bahwa kegiatan budidaya tiram mutiara mempengaruhi kualitas perairan.

Kata Kunci : Tiram Mutiara, Kualitas Perairan, Buleleng.

ABSTRACT

The purpose of this study were to know the effect of pearl oyster culture activities to the water quality (physical, chemical, biological parameters), and the sediment of culture site, waters quality status of pearl oyster culture site as well.

The research was done at 10 stations, which were 9 stations located around pearl oyster culture site, and 1 station located at out of pearl oyster culture site (as control). Results showed that the sources of pollution were from pearl oyster feces and biofouling produced from cleaning of pocket and its shell. An in organic matter of the feces produced (50.52-78.75 %) was higher than the organic matter (21.25-49.48 %). The amount of biofouling trash increased with the size and dominated by organic matter. Sea water quality observed was under sea water quality standard of marine organism (aquaculture) decided by government, except phosphate.

Twenty four species of plankton collected, consist of 4 phylum, that were Bacillariophyta (diatom), Protozoa, Arthropoda, and Mollusca. Plankton Diversity Index showed the level of low to high pollution condition indicated ecological suppression and decreasing of waters quality. The amount of total bacteria and *Vibrio* spp. at all stations were normal, that was less than 10^6 cfu/ml.

Integrated physical, chemical and biological parameters assessment found that pollution index was 2-3, mean of low pollution. Result of Cluster assessment indicate that there was real characteristic differentiation between first group (1-9) and second group (control). First group was around the pearl oyster culture waters, and second group was out of the pearl oyster culture waters. So the pearl oyster culture activities affected the waters quality.

Key Word : Pearl Oyster, Water Quality of Marine, Buleleng.

PENDAHULUAN

Salah satu usaha budidaya yang semakin meningkat di Indonesia adalah budidaya tiram mutiara dari jenis *Pinctada maxima*. Jenis hewan ini senang hidup dan terkonsentrasi pada perairan yang memiliki ekosistem terumbu karang, pecahan karang yang berpasir serta tersebar pada kedalaman antara 20 – 60 m. Selain itu pula didukung oleh potensi lahan untuk pengembangan budidaya laut, khususnya tiram mutiara dan abalone sebesar 62.040 Ha (Hamzah, 2007).

Menurut data Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Buleleng tahun 2007, bahwa terdapat 12 perusahaan tiram mutiara dengan pemakaian lahan sebesar 218,40 Ha, yang menyebar pada beberapa kecamatan di Kabupaten Buleleng. Dengan kondisi perkembangan yang semakin pesat ini sangatlah perlu diperhatikan efek yang akan ditimbulkan dari kegiatan budidaya tiram mutiara ini terutama bagi lingkungan perairan dan biota – biota yang terdapat didalamnya.

Kerang mutiara termasuk biota laut bersifat plankton *feeder*, sehingga dipercaya akan membersihkan mutu air dari kemungkinan adanya *blooming* plankton yang tidak dikehendaki. Namun apabila kegiatan budidaya ini dalam kapasitas yang besar dan melebihi daya dukung dari perairan diduga dapat juga menyebabkan krisis plankton yang merupakan produsen primer dalam suatu ekosistem perairan.

Dilain pihak dipertanyakan adanya ekskresi dan limbah buangan *biofouling* yang dihasilkan dari kegiatan budidaya tersebut. Salah satu isu adanya cemaran air sumber untuk kegiatan budidaya hatchery ikan diperkirakan berasal dari kegiatan budidaya kerang mutiara yang ada disekitar kawasan hatchery tersebut. Oleh karena itu perlu kiranya dilakukan penelitian mengenai dampak yang ditimbulkan oleh kegiatan budidaya tiram mutiara terhadap kualitas lingkungan perairannya.

Tujuan penelitian ini adalah : (1) Untuk mengetahui komposisi dan karakteristik limbah kegiatan budidaya tiram mutiara (*Pinctada maxima*) di Kecamatan Gerokgak, Kabupaten Buleleng, Bali. (2) Pengaruh kegiatan budidaya tiram mutiara terhadap kualitas lingkungan perairan (fisika, kimia, dan biologi) dan sedimen disekitar lokasi budidaya. (3) Status mutu perairan di sekitar lokasi budidaya tiram mutiara.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian Skala Laboratorium

Penelitian dilaksanakan dalam waktu 1 bulan (Oktober tahun 2008). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Basah Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut, Gondol, Bali. Tiram mutiara dengan

ukuran 5 - 7,5 cm, 7- 10 cm, 11-12,5 cm dan 13 - 16 cm, masing masing sebanyak 24, 24, 8 dan 8 individu yang diambil dari laut dan di letakan pada bak ukuran 200 L. Pengamatan yang dilakukan adalah pengambilan *feces* dari masing-masing tiram setelah di pelihara selama 24 jam. Analisis yang dilakukan terhadap *feces* mutiara dan sampel *biofouling* adalah berat total *feces* yang dihasilkan, kadar air, kadar abu serta jenis *feces* (organik atau anorganik).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Perairan Pantai Desa Banyupoh dan Desa Celukan Bawang, Banjar Brongbong

Penelitian di Lapangan

Waktu penelitian ini dilakukan selama 3 bulan (Oktober-Desember 2008). Lokasi penelitian adalah di perairan pantai Desa Banyupoh dimana terdapat kegiatan budidaya tiram mutiara, dan sebagai kontrol di perairan Dusun Brongbong, Desa Celukanbawang, Kecamatan Gerokgak, Kabupaten Buleleng, Bali,

Metode yang digunakan yaitu metode survei, untuk parameter lingkungan perairan yang meliputi parameter fisika, kimia dan biologi pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil sampel di stasiun pengamatan dan dianalisis dilaboratorium.

Penentuan titik-titik sampel dilakukan secara acak dan, titik-titik sampel yang dipilih diusahakan mewakili seluruh wilayah studi pengamatan (Gambar 1). Pengukuran parameter fisika dan kimia yang meliputi : suhu, salinitas, kecerahan, warna air, TSS, pH, nitrat, nitrit, BOD₅ dan COD serta Amonia. Parameter biologi meliputi : Kelimpahan Plankton, Indeks Keragaman (H'), Indeks keseragaman (E), dan Indeks Dominansi (C).

Analisis Fisika-Kimia Air

Hasil pengukuran parameter kualitas fisik, kimia air yang diperoleh dibandingkan dengan Baku Mutu air laut untuk Biota Laut (Peraturan Gubernur Bali No. 8 Tahun 2007), selanjutnya dianalisis berdasarkan kualitas air secara terpadu (Tabel 1)

Tabel 1. Penilaian Kualitas Air Secara Terpadu Antara Parameter Fisik (TSS), Kimia (DO, BOD, NH₃) Dan Biologi (Indeks Diversitas).

No	Parameter	Skor			
		1	3	6	10
1	DO (mg/l)	> 6,5	4,5-6,5	2,0-4,4	<2,0
2	B O D (mg/l)	<3,0	3,0-4,9	5,0-15	>15
3	Kadar amonia (mg/l)	<0,5	0,5-0,9	1,0-3,0	>3,0
4	Indeks Diversitas	>2,0	2,0-1,6	1,5-1,0	<1,0
5	TSS (mg/l)	<20	20-49	50-100	> 100

Sumber : Lee *et al.* (1978)

Keterangan :

Skor 1 : Kriteria kualitas air yang belum tercemar

Skor 3 : Kriteria kualitas air yang tercemar ringan

Skor 6 : Kriteria kualitas air yang tercemar sedang

Skor 10 : Kriteria kualitas air yang tercemar berat

Untuk mendeteksi sebaran karakteristik antar stasiun pengamatan, digunakan suatu pendekatan analisis multivariabel yang berdasarkan Analisis Cluster (Tamai, 1989). Untuk mengetahui tingkat hubungan kesamaan antar stasiun dilakukan penghitungan indek similiaritas (kesamaan) antar stasiun kemudian disusun sebuah matrik similiaritas dan dibuat gambar dendrogram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi dan Karakteristik Limbah Kegiatan Budiadaya Tiram Mutiara

Kegiatan budidaya tiram mutiara di laut meliputi, pendederan, pembesaran dan pemeliharaan pasca operasi (pemasukan *nucleus*). Pendederan adalah pemeliharaan spat yang berasal dari *hatchery* ke laut sampai dengan tiram mutiara berukuran 5 cm. Pembesaran tiram mutiara meliputi pemeliharaan tiram mutiara dari ukuran 5 cm sampai dengan 10 cm (siap untuk di operasi). Sedangkan pemeliharaan tiram pasca operasi di mulai dari tiram berukuran 10 cm sampai dengan panen (18 bulan -24 bulan).

1 Feces

Hasil pengukuran terhadap jumlah *feces* yang dihasilkan oleh tiram mutiara menunjukkan bahwa rata-rata berat basah *feces* berkisar 0,71-1,02 gr, dengan kadar anorganiknya lebih besar dari kadar organiknya. Hasil Pengukuran *feces* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran *feces* tiram mutiara

Ukuran (cm)	Jlh Tiram (ekor)	Rerata Berat <i>feces</i> Basah (gr)	Rerata Kadar air (%)	Rerata Kadar An Org (%)	Rerata Kadar Org (%)
5-7,5	24	0,71	15,49	71,58	28,42
7-10	24	0,73	12,33	73,81	26,19
11-12.5	8	0,75	14,67	77,70	22,30
13-16	8	1,02	14,71	75,10	24,90

Johnsen *et.al* (1993) dalam Rachmansyah (2004) mengatakan bahwa pengkayaan bahan organik dapat mempengaruhi kehidupan makrofauna benthic disekitar lokasi budidaya, dicirikan oleh rendahnya keragaman spesies yang bersifat oportunistik. Beberapa jenis bahan organik dalam proses penguraiannya bisa menghasilkan gas-gas beracun, asam-asam organik disamping pelepasan unsur kimia.

Kandungan *feces* yang diproduksi tersebut juga memiliki kadar an organik yang tinggi dibandingkan dengan kadar organiknya, maka kemungkinan terjadinya pengendapan di sekitar lokasi budidaya akan semakin besar, karena sifat bahan anorganik yang tidak bisa diurai oleh organisme pengurai. Rata-rata bahan organik yang dihasilkan oleh *feces* tiram mutiara sebesar 25,45% maka kemungkinan berkurangnya kandungan oksigen di perairan sekitar lokasi budidaya juga semakin besar, hal ini dikarenakan bahan-bahan organik dari *feces* ini akan diurai oleh organisme pengurai yang membutuhkan oksigen dalam proses penguraiannya.

2 Biofouling

Biofouling adalah organisme yang menempel pada jarring/*pocket* dan tiram yang diperlihara. *Biofouling* ini diperoleh pada saat membersihkan *pocket* dan cangkang tiram mutiara yang rutin dilakukan setiap bulan.

Selengkapnya hasil pengukuran limbah *biofouling* dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil pengukuran produksi *biofouling* tiram mutiara per *pocket*

Ukuran (cm)	Jumlah ind per pocket	Rerata Berat Basah (gr)	Rerata Kadar Air (%)	Rerata Kadar AnOrg (%)	Rerata Kadar Org (%)
5-7,5	24	181,85	64,84	66,66	33,34
7-10	24	489,59	72,32	75,08	24,92
11-12.5	8	302,78	72,47	61,61	38,39
13-16	8	408,73	74,09	79,45	20,55

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa tiap *pocket* rata-rata menghasilkan limbah *biofouling* semakin meningkat dengan bertambahnya ukuran, hal ini dikarenakan luas cangkang yang ditemplei oleh organisme penempel berbeda. Tingginya kandungan anorganik yang dihasilkan ini akan berpengaruh terhadap kualitas perairan disekitar lokasi budidaya tiram mutiara, dengan kandungan bahan anorganik yang tinggi apalagi kandungannya memiliki biomass yang melebihi arus perairan maka akan terjadi pengendapan unsur anorganik di perairan.

Kualitas Perairan

Secara umum rata-rata nilai TSS di perairan lokasi penelitian sangat kecil atau perairan masih sangat jernih dan masih berada dalam standar baku mutu yang

ditetapkan oleh pemerintah menurut Peraturan Gubernur Bali No.8 Tahun 2007.

Tabel 4. Data Parameter Suhu, TSS, Kecerahan, Salinitas dan pH

Stasiun	Suhu (°C)		TSS (ppm)		Kecerahan	Salinitas (ppt)		pH	
	0 M	10 M	0 M	10 M		0 M	10 M	0 M	10 M
1	29,6	28,8	0,0100	0,0080	7,5	34,2	34	8,22	8,20
2	28,7	28,5	0,0110	0,0100	9,4	36	35,2	8,24	8,23
3	28,8	28	0,0100	0,0080	10,5	36	33,5	8,24	8,23
4	28,5	27,5	0,0080	0,0110	7,3	35,5	34,3	8,37	8,31
5	28,7	28,7	0,0120	0,0110	6,1	35,5	35	8,33	8,24
6	28,4	28	0,0110	0,0090	8,8	36	34,7	8,32	8,26
7	29,5	29	0,0110	0,0090	7,2	35	35	8,31	8,24
8	29,2	29	0,0100	0,0100	6,5	35	34,2	8,31	8,26
9	28,6	28,2	0,0100	0,0120	9,1	35	33,5	8,33	8,26
10	29,5	29,2	0,0080	0,0070	9,4	36	35	8,27	8,21

Hasil nilai kecerahan di dapat berfluktuasi antar stasiun dan waktu pengukuran. Stasiun 5 merupakan daerah dengan nilai kecerahan yang sangat rendah yaitu sebesar 6,1 m, hal ini disebabkan karena stasiun ini berada di tengah-tengah kegiatan budidaya tiram mutiara, di duga konsentrasi partikel halus cukup banyak sehingga mengurangi kecerahan pada stasiun tersebut.

Secara umum nilai salinitas di daerah penelitian masih dalam batas standar baku mutu, meskipun ada beberapa stasiun yang berada di bawah baku mutu terutama pada stasiun 2, 3, 6 dan 10. Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai (Nontji, 1987).

Kisaran nilai pH (8,04-8,25) masih dalam batas standar baku mutu menurut Peraturan Gubernur Bali No.8 Tahun 2007 dan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 bahwa standar baku mutu air laut untuk biota laut untuk pH adalah 7-8,5. Hal ini sesuai juga dengan pendapat Effendi (2003), yang menyatakan bahwa pH air laut umumnya berada pada kisaran 7-8,5.

Tabel 5. Data Parameter DO, BOD₅, NH₃, NO₂ dan NO₃

Sta-siun	DO (ppm)		BOD ₅ (ppm)		NH ₃ (ppm)		NO ₂ (ppm)		NO ₃ (ppm)	
	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M	0 M	10 M
1	6,94	6,82	4,97	3,780	0,243	0,201	0,003	0,002	0,068	0,038
2	6,85	6,7	3,32	3,380	0,149	0,155	0,002	0,004	0,041	0,038
3	6,77	6,25	2,47	3,950	0,167	0,222	0,002	0,006	0,057	0,037
4	6,99	6,9	5,45	3,650	0,153	0,185	0,003	0,002	0,035	0,034
5	6,88	6,1	3,87	4,290	0,116	0,242	0,002	0,006	0,012	0,034
6	6,91	6,7	3,32	2,190	0,129	0,122	0,002	0,002	0,035	0,045
7	7,01	6,6	3,83	2,280	0,155	0,322	0,002	0,002	0,032	0,040
8	6,89	7,12	3,92	3,190	0,138	0,255	0,003	0,001	0,012	0,039
9	7,36	6,5	4,72	3,880	0,420	0,302	0,003	0,004	0,011	0,037
10	7,25	7,3	2,02	2,025	0,090	0,085	0,002	0,001	0,025	0,023

Secara umum nilai DO perairan yang diamati masih dalam batas standar baku mutu menurut Peraturan Gubernur Bali No.8 Tahun 2007 dan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 bahwa standar baku mutu air laut untuk biota laut untuk DO adalah > 5 ppm.

Manik (2003) mengatakan bahwa oksigen terlarut dapat berasal dari proses fotosintesis tumbuhan air dan dari udara yang masuk kedalam air. Lebih lanjut Boyd (1988)

dalam Effendi (2003) menerangkan bahwa selain respirasi hewan dan tumbuhan, hilangnya oksigen diperairan juga terjadi karena oksigen dimanfaatkan oleh mikroba mengoksidasi bahan organik.

Kandungan BOD₅ berkisar antara 2,02 – 5,45 ppm (Tabel 5). Menurut Manik (2003) dan APHA (1992), nilai BOD₅ (*Biochemical Oxygen Demand*) atau kebutuhan oksigen biokimia (KOB) adalah merupakan banyaknya oksigen (mg) yang diperlukan oleh bakteri untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan organik dalam 1 liter air limbah selama 5 hari pengerasan pada suhu 20°C.

Hasil pengamatan nilai fosfat terlihat bahwa beberapa stasiun menunjukkan nilai kadar fosfat yang tinggi seperti pada stasiun 1, 2, 6 dan 8. Kisaran nilai fosfat ini berada dalam batas memprihatinkan, kisaran tersebut sudah melewati ambang batas baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah.

Peningkatan konsentrasi fosfat dalam suatu perairan menunjukkan adanya bahan pencemar berupa senyawa-senyawa fosfat dalam bentuk organofosfat atau polifosfat. Kandungan fosfat yang tinggi pada suatu perairan yang melebihi kebutuhan normal organisme dapat terjadi eutrofikasi, sehingga akan meningkatkan pertumbuhan fitoplankton dalam waktu singkat (Wardoyo, 1975). Namun fosfat tidak merupakan faktor pembatas dalam produktifitas air laut; karena unsur ini mudah diperoleh dari mintaket tembus cahaya (Romimohtarto dan Juwana, 2001).

Nilai rata-rata kisaran ammonia pada beberapa stasiun pengamatan masih berada dalam batas normal untuk kehidupan biota laut sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah menurut Peraturan Gubernur Bali No.8 Tahun 2007 dan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 bahwa standar baku mutu air laut untuk biota laut untuk ammonia (NH₃) adalah <0,3 mg/liter.

Hasil pengamatan nilai nitrit dan nitrat di tiap-tiap stasiun masih menunjukkan nilai yang rendah. Menurut Effendi (2003) kadar nitrit yang melebihi 0,05 mg/l dapat bersifat toksik bagi biota laut, dan nitrit bersifat lebih toksik daripada nitrat bagi manusia dan hewan. Kadar nitrit di perairan relatif kecil karena segera dioksidasi menjadi nitrat, perairan alami mengandung nitrit sekitar 0,001 mg/l.

Substrat Dasar Perairan

Hasil pengamatan substrat dasar perairan menunjukkan bahwa pada stasiun 1, 2, 3, 4 dan 10 merupakan perairan dengan dasar berpasir, sedangkan pada stasiun 5, 6, 7, 8 dan 9 merupakan stasiun dengan dasar perairan lumpung berpasir. Hal ini disebabkan stasiun 5, 6, 7, 8 dan 9 merupakan lokasi dimana terjadi penumpukan sisa-sisa kotoran maupun *biofouling* dari hasil kegiatan budidaya tiram mutiara. Arus pantai yang kuat dan hempasan gelombang merupakan penyebab terjadinya redistribusi partikel sedimen.

Hasil pengamatan kandungan C-Organik, di dapat bahwa pada stasiun 5 memiliki nilai C- Organik yang cukup tinggi (1,904 %) bila dibandingkan dengan stasiun lainnya (Tabel 6). Ini diduga karena pada stasiun tersebut

memiliki dasar perairan pasir berlumpur dan merupakan titik tengah dari kegiatan budidaya tiram mutiara.

Tabel 6. Nilai Karakteristik Sedimen Pada Setiap Stasiun Pengamatan

Stasiun	Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	Tekstur	pH Kering	pH Basah	C-Organik (%)	P Tersedia (%)
1	90	7,6	2,4	Pasir	8,06	7,69	0,126	0,077
2	92	5,6	2,4	Pasir	7,93	7,77	0,124	0,076
3	94	3,6	2,4	Pasir	8,04	7,59	0,084	0,081
4	89	8,6	2,4	Pasir	7,95	7,59	0,124	0,075
5	61	33,6	5,4	Lempung berpasir	7,45	7,30	1,904	0,066
6	65	31,6	3,4	Lempung berpasir	7,72	7,40	0,796	0,050
7	63	32,6	4,4	Lempung berpasir	7,70	7,60	0,816	0,068
8	73	23,6	3,4	Pasir berlempung	7,85	7,44	0,484	0,065
9	66	30,6	3,4	Lempung berpasir	7,85	7,42	0,488	0,066
10	89	8,6	2,4	Pasir	8,05	7,71	0,422	0,082
Rata-rata	78,2	18,6	3,2		7,86	7,551	0,5368	0,0706

Sebaran pH sedimen (Tabel 6) di setiap stasiun memperlihatkan nilai yang masih baik untuk lingkungan perairan, yang dilihat dari nilai pH sedimen yang hampir sama dengan nilai pH airnya dan masih dalam batas ambang nilai baku lingkungan untuk biota laut (Keputusan Menteri lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004). Menurut Odum (1996), pH substrat sangat erat hubungannya dengan bahan organik substrat dan tipe substrat.

Hasil pengamatan nilai kandungan fosfat sedimen pada setiap stasiun (Tabel 6) masih cukup baik. Kandungan fosfat ini erat kaitannya dengan sumber fosfat yang berasal dari aktifitas di perairan seperti biota perairan, limbah kegiatan budidaya kerang mutiara.

Bakteri

Kepadatan bakteri baik dari total bakteri maupun *Vibrio spp* pada semua stasiun masih rendah yaitu masih pada kisaran batas normal yaitu masih dibawah 10⁶ cfu/ml Hasil analisa terhadap bakteri patogen pada semua stasiun tidak dapat terdeteksi, yang menunjukkan perairan yang cukup aman untuk budidaya perikanan dan masih dalam nilai batas ambang menurut Peraturan Gubernur Bali No. 8 Tahun 2007 dan Keputusan Menteri lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004.

Kemelimpahan dan Komposisi Plankton

Kemelimpahan plankton yang didapat bahwa pada stasiun pengamatan di dominasi oleh jenis *chaetoceros* dari genus Bacillarophyta, dengan jumlah 863 ind/l. Menurut Sigala (1991) dalam Sulistyowati (2001) kemelimpahan plankton tergolong rendah apabila nilai kelimpahannya lebih kecil dari 2.000 individu atau sel per liter.

Plankton yang ditemukan selama penelitian didapatkan 24 jenis/spesies, terdiri dari 4 phylum yaitu

phylum Bacillarophyta (diatom), phylum Chromonadea, phylum Arthropoda dan phylum Molusca.

Komunitas plankton yang berbeda-beda pada setiap stasiun pengamatan, diduga disebabkan oleh pergerakan arus. Adanya dominasi plankton ini menandakan bahwa perairan tersebut produktivitasnya telah menurun seperti yang dikemukakan oleh Barg (1992) yang menyatakan bahwa limbah budidaya mengandung nitrogen (ammonia, nitrat dan nitrit) dengan adanya fosfat akan mempengaruhi komposisi spesies dan produktivitas phytoplankton dan makroalga.

Tabel 7. Hasil Total Jumlah Individu/L, Spesies Dominan, Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi Plankton Tiap Stasiun

Stasiun	Jml ind/L	Jml Spesies	Spesies Dominan	H'	E	C
1	41	9	Chaetoceros dan Nauplius	1,58	0,72	0,28
2	99	10	Chaetoceros dan Nitzschia	0,91	0,40	0,62
3	152	11	Chaetoceros dan Rhizosolenia	0,91	0,38	0,62
4	182	12	Chaetoceros dan Rhizosolenia	1,00	0,40	0,60
5	217	9	Chaetoceros dan Rhizosolenia	1,05	0,48	0,49
6	140	6	Chaetoceros dan Melosira	0,39	0,22	0,85
7	74	8	Chaetoceros dan Rhizosolenia	1,15	0,55	0,51
8	38	7	Chaetoceros dan Rhizosolenia	1,35	0,69	0,40
9	116	9	Chaetoceros dan Rhizosolenia	1,16	0,53	0,42
10	138	9	Chaetoceros dan Ceratium	1,07	0,49	0,53

Indeks Diversitas, Indeks Similaritas, Indeks Dominansi Plankton

Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa pada stasiun 2, 3, 4 dan 6 menunjukkan nilai diversitas >1,00. Ini menunjukkan bahwa perairan tersebut tercemar berat. Sedangkan pada stasiun lainnya menunjukkan perairan tercemar sedang. Ini menunjukkan bahwa daerah penelitian mempunyai ketidak mantapan ekologis.

Dari nilai rata-rata indeks keseragaman (E) yang didapat, maka dapat dikategorikan bahwa keseragaman antar spesies dalam komunitas tersebut relatif tinggi (merata), karena nilai indeks keseragaman rata-rata dari tiap stasiun lebih besar dari 0,8100 (E > 0,8100), kecuali pada stasiun 6 yang memiliki indeks keseragaman sedang. Ini menunjukkan bahwa perairannya belum mengalami tekanan ekologis (Lee *et al.*, 1978),

Dari hasil nilai rata-rata indeks dominansi jenis plankton di setiap stasiun pengamatan (Tabel 7), didapatkan bahwa indeks dominansi plankton berbeda-beda pada setiap stasiunnya. Hal ini diperkirakan karena adanya pola arus yang bergerak, selain itu adanya pemangsaan dari tiram mutiara yang dipelihara di laut. Seperti dengan pernyataan Arinardi (1997), perbedaan dominansi plankton disebabkan karena adanya pemangsa.

Penilaian Kualitas Air Terpadu

Perbandingan penilaian kualitas air terpadu dari parameter fisik, kimia dan biologi yaitu parameter total padatan tersuspensi (TSS), DO, BOD₅, kandungan amonia serta indek keanekaragaman plankton dengan derajat

pencemaran yang dibuat oleh Lee *et al.* (1978) dapat digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran air antar stasiun.

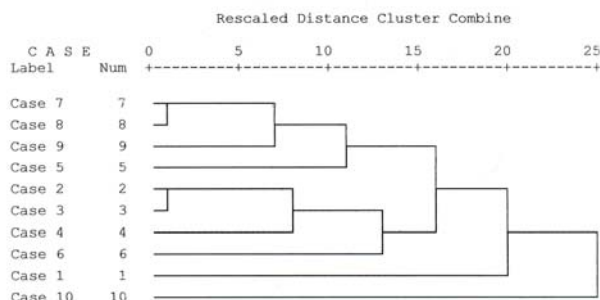
Tabel 8. Penilaian Kualitas Air Secara Terpadu dari Parameter Fisika, Kimia dan Biologi pada Setiap Stasiun

Stasiun	Do	NH ₃	BOD ₅	TSS	Indeks Diversitas plankton	Rataan skor	Keterangan
1	1	1	3	1	6	2	Tercemar ringan
2	1	1	3	1	10	3	Tercemar ringan
3	1	1	3	1	10	3	Tercemar ringan
4	1	1	3	1	10	3	Tercemar ringan
5	1	1	3	1	6	2	Tercemar ringan
6	1	1	1	1	10	3	Tercemar ringan
7	1	1	3	1	6	2	Tercemar ringan
8	1	1	3	1	6	2	Tercemar ringan
9	1	1	3	1	6	2	Tercemar ringan
10	1	1	1	1	6	2	Tercemar ringan

Berdasarkan standar skor kualitas air penilaian secara terpadu (Tabel 8) antara parameter fisika, kimia dan biologi di dapat rataan skor dari masing masing stasiun berkisar antara 2 dan 3. Ini menunjukkan bahwa pada lokasi penelitian tercemar ringan. Hasil ini menunjukkan adanya perbedaan kualitas perairan antara stasiun penelitian.

Pengelompokan sebaran karakteristik stasiun air laut

Hasil analisa cluster stasiun 1 sampai 10 (Gambar 2) jika dikelompokkan menjadi 3 kelompok maka : kelompok pertama adalah stasiun 1, Kelompok dua adalah stasiun 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 dan 9 dan kelompok tiga adalah stasiun 10. Stasiun-stasiun ini menjadi satu kelompok karena mempunyai kemiripan variabel fisika dan kimia, urutan kedekatan antar stasiun ditunjukkan dengan besarnya angka koefisien (Lampiran 4) dan urutan kedekatan ditunjukkan dengan dendogram dibawah ini.



Gambar 2. Dendrogram Pengelompokan Stasiun dari Analisa Cluster

Berdasarkan analisis Cluster pada pengelompokan penyebaran karakteristik stasiun menjadi dua kelompok didapatkan kelompok 1 terdiri dari stasiun 1-9 dan kelompok 2 adalah stasiun 10 (stasiun kontrol). Hasil ini menunjukkan adanya perbedaan karakteristik yang nyata antara kedua kelompok, antara lain kelompok 1 (stasiun 1-9) merupakan perairan dimana terdapat kegiatan budidaya tiram mutiara sedangkan kelompok 2 (stasiun 10) tidak ada kegiatan budidaya tiram mutiara (kontrol).

Hal ini disebabkan oleh perbedaan karakteristik seperti kualitas air, yang dapat memberikan perbedaan keruangan faktor eksternal dan internal dari suatu badan air serta perbedaan komposisi tingkat biota yang ada di dalamnya, di mana perubahan suatu lingkungan biasanya akan direspon oleh spesies yang ada di dalamnya (Chapman, 1996). Perbedaan karakteristik sebaran stasiun dapat juga dipengaruhi oleh perubahan lingkungan yang berupa penurunan kualitas lingkungan perairan pesisir yang dapat disebabkan salah satunya oleh buangan limbah budidaya perikanan laut selama operasional yang mengandung konsentrasi tinggi bahan organik dan nutrien, dari sisa pakan dan *feces* yang terlarut ke dalam perairan (Johnsen *et al.*, 1993; Buschmann *et al.*, 1996). Limbah budidaya mengandung nitrogen inorganik (ammonium, nitrat, nitrit). Di lingkungan perairan phospat diduga mempengaruhi komposisi spesies atau produktivitas phytoplankton dan makroalga (Barg, 1992).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah disampaikan, dapat ditarik beberapa simpulan sebagai berikut :

1. Kandungan *feces* yang diproduksi memiliki kadar anorganik yang tinggi dibandingkan dengan kadar organik, dengan kadar anorganik sekitar 50,52-78,75 %, Sedangkan bahan organik yang dihasilkan oleh *feces* tiram mutiara sebesar 21,25-49,48 %. Limbah *biofouling* yang dihasilkan semakin meningkat dengan bertambahnya ukuran tiram mutiara dan kandungan *biofouling* yang didapat didominasi oleh bahan anorganik dengan nilai rata-rata sebesar 7,07 %, sedangkan bahan organik rata-rata sebesar 29,3 %.
2. Kualitas air laut yang diamati masih di bawah standar baku mutu air laut untuk biota laut (budidaya perikanan), kecuali kisaran nilai phospat yang sudah melewati ambang batas baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah.
3. Didapat 24 jenis/spesies plankton, yang tergolong ke dalam 5 phylum yaitu phylum Bacillariophyta (diatom), phylum Chromonadea, phylum Copepoda, phylum Decapoda dan phylum Molusca. Indeks Keanekaragaman Plankton yang cenderung tercemar sedang sampai berat, ini yang menunjukkan kecenderungan mengalami tekanan ekologis dan penurunan kualitas perairan.
4. Kepadatan bakteri baik dari total bakteri maupun *Vibrio* spp pada semua stasiun masih rendah yaitu masih pada kisaran batas normal yaitu masih di bawah 10⁶ cfu/ml.
5. Hasil penilaian parameter fisika, kimia dan biologi secara terpadu didapatkan nilai indeks pencemaran 2 - 3 yang semuanya masuk pada kriteria pencemaran ringan.

- Hasil uji Cluster menjadi dua kelompok didapatkan kelompok 1 terdiri dari stasiun 1-9 dan kelompok 2 adalah stasiun 10 (stasiun kontrol). Hasil ini menunjukkan adanya perbedaan karakteristik yang nyata antara kedua kelompok, antara lain kelompok 1 (stasiun 1-9) merupakan perairan dimana terdapat kegiatan budidaya tiram mutiara sedangkan kelompok 2 (stasiun 10) tidak ada kegiatan budidaya tiram mutiara (kontrol). Ini menunjukkan bahwa kegiatan budidaya tiram mutiara mempengaruhi kualitas perairan.

Saran

Berdasarkan simpulan hasil penelitian, dapat disampaikan beberapa saran sebagai masukan dalam rangka pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya perairan pada lokasi budidaya tiram mutiara adalah:

- Agar segera dilakukan penataan tata letak dan sistem pengelolaan limbah terhadap kegiatan budidaya tiram mutiara sehingga aktifitas budidaya yang dilakukan di kawasan ini tidak menimbulkan penurunan kualitas lingkungannya.
- Untuk para pembudidaya tiram mutiara agar melakukan pembatasan kepadatan penebaran agar tidak melebihi daya dukung lahan, penataan tata letak sesuai arah arus, tidak membersihkan jaring/*pocket* di tengah laut yang dapat mencemari perairan.
- Untuk menghindari penumpukan sedimen organik di bawah kegiatan budidaya tiram mutiara, agar diperhatikan jarak aman penempatan antar unit keramba/*long line* dan dilakukan rotasi penempatan keramba/*long line* pada periode waktu tertentu untuk memberikan kesempatan penguraian limbah organik secara alami.

TINJAUAN PUSTAKA

- APHA. 1992. Standart Methods for The Examination of Water and Waste Water. 18th Edition. Washington.
- Arinardi, A. B., Sutomo, S.A Yusuf., Aswaryanti S.H Riono, dan Trimarningsih. 1997. Kisaran Kelimpahan dan Komposisi Fitoplankton Predominan di Kawasan Timur Indonesia. Pusat Pengembangan Oseanologi. LIPI. Jakarta.
- Barg, U.C. 1992. Guidelines for the promotion of environmental management of coastal aquaculture development. FAO Fisheries Technical Paper 328, FAO, Rome. 122.
- Buschmann, A.H., D.A. Lopes and A. Medina. 1996. A review of the environmental effects and alternative production strategies of marine aquaculture in Chile, Aquaculture Engineering, Vol. 15 (6) : 397-421.
- Chapman, D. 1996. Water Quality Assesments. E & FN Spon, London.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Buleleng. 2007. Laporan akhir tahun. Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Buleleng. Bali.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Hamzah, M. S. 2007. Variasi Musiman Beberapa Parameter Oseanografi, Kaitannya Dengan Kisaran Batas Ambang Toleransi Kehidupan Kerang Mutiara (*Pinctada maxima*) Dari Beberapa Lokasi Di Kawasan Tengah Indonesia. PROSIDING SEMINAR NASIONAL. Pusat Riset Perikanan Budidaya Badan Riset Kelautan dan Perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan bekerja sama dengan Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Johnson, R.I., O. Grahl-Nielsen, and B.T. Lunestad. 1993. Environmental Distribution of Organic Waste from a Marine Fish Farm, Aquaculture, 118: 229-244.
- Lee, R.F., S.S. Wang, and Huo. 1978. Bentic Macroinvertebrate Fish as Biological Indicator of Water Quality With Reference to Community Diversity Index. Modern Biology Series.
- Manik, K.E.S. 2003. Pengelolaan Lingkungan Hidup. Djambatan Jakarta.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 1997. AGENDA 21 INDONESIA. Strategi Nasional untuk pembangunan berkelanjutan. Kantor Menteri Lingkungan Hidup. 96 p.
- Nontji, A. 2002. Laut Nusantara. Djambatan, Jakarta. Viii, 351 hlm
- Odum. E.P. 1996. Dasar-Dasar Ekologi. Gajah Mada University Press.
- Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 Tahun 2007. Baku Mutu Lingkungan hidup dan kriteria baku kerusakan lingkungan hidup.
- Rachmansyah, 2004. Analisa daya dukung lingkungan perairan Teluk Awarange, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan bagi pengembangan budidaya banding dalam keramba jaring apung. Disetasi Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Romimohtarto, K. dan S. Juwana. 2001. Biologi Laut, Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut. Penerbit Djambatan.
- Sulistyowati, E. 2001. Pengaruh Kegiatan Budidaya Ikan Sistem Keramba Jaring dan Warung Apung Terhadap Indeks Diversitas Ikan dan Plankton (tesis). Surakarta; Universitas Sebelas Maret.
- Wardoyo, S.T.H . 1975. Pengelolaan Kualitas Air. IPB-Bogor.