

STUDI KUALITAS LINGKUNGAN PERAIRAN LAUT DI DAERAH PEMBENIHAN IKAN DI DUSUN GONDOL BALI

Suko Ismi

Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut Gondol, Bali

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan pengaruh pembenihan ikan terhadap kualitas lingkungan perairan laut di Dusun Gondol, melalui analisis fisika, kimia dan mikrobiologi. Pengambilan sampel air laut delapan stasiun air laut dan sampel air buangan kegiatan pembenihan Dusun Gondol di dua stasiun. Tingkat pencemaran ditentukan melalui indeks deversitas dan skor terpadu, sedangkan untuk mengetahui kemiripan karakteristik fisika dan kimia air antar stasiun dilakukan analisis *cluster*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter yang telah melewati baku mutu adalah nitrat dan fosfat. Ditemukan 21 genus plankton terdiri atas enam filum dengan komposisi 61% Bacillariophyta yang terdiri dari 13 genera, 5% Cyanophyta yang terdiri dari 1 genus; 10% Protozoa terdiri dari 2 genera; 5% Ctenophora terdiri dari 1 genus; 14% Arthropoda terdiri 3 genera dan 5% Mollusca terdiri atas 1 genus. Indeks keanekaragaman plankton (H') 0,078 – 1,968 yang berarti tercemar sedang hingga berat, nilai indeks keseragaman (E) 0,033 – 0,473 yang berarti kesamaannya rendah hingga sedang kemudian nilai indeks dominasi (C) 0,167 -0,974 yang berarti dominasi parsial plankton adalah rendah hingga tinggi. Penilaian kualitas air terpadu diperoleh skor rata-rata 4,63 - 6,25 yang berarti perairan stasiun tersebut tercemar sedang hingga berat. Hasil uji *cluster* didapatkan tiga kelompok, pertama stasiun 1-5 yang terletak di pinggir laut stasiun ini menerima langsung hasil air buangan., sehingga mempunyai karakteristik berbeda dengan stasiun 6,7,8 yang merupakan kelompok kedua yang letaknya jauh dari pantai, kemudian kelompok ketiga yaitu stasiun B1 dan B2 yang merupakan air pembuangan.

Kata kunci: Kualitas lingkungan, perairan laut, pembenihan ikan

PENDAHULUAN

Masalah pencemaran perairan pesisir tidak terlepas dari kondisi ekosistem alami di wilayah tersebut yaitu sebagai perangkat zat hara maupun buangan atau limbah yang mengalir masuk ke ekosistem perairan pesisir dan laut. Ekosistem perairan pesisir dan laut akan mempunyai akibat berantai sesuai dengan dinamika laut yang ada. Pola penyebaran limbah atau buangan ke sepanjang pesisir karena pengaruh pasang surut, sehingga menimbulkan dampak di perairan pesisir dan mengganggu kehidupan yang ada pada habitat disekitarnya (Sutarnihardja, 1992). Tingkat pencemaran dapat diketahui dari pengukuran parameter fisik, kimia dan biologi air. Hasil pengukuran ketiga parameter tersebut menghasilkan besaran yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran air yang terjadi. Apabila salah satu faktor terganggu atau mengalami perubahan, maka akan berdampak pada sistem ekologi perairan (Chapman, 1996).

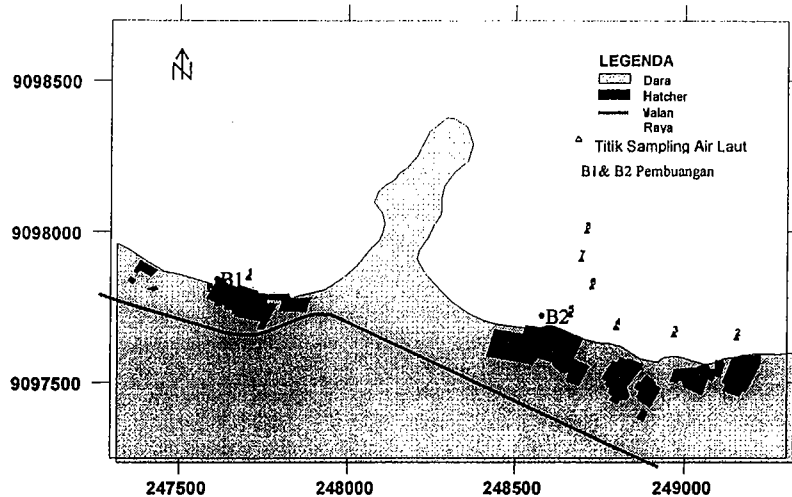
Pantai Gondol termasuk tipe pantai dengan karakteristik pantai terbuka, sepanjang pantai Gondol terdapat banyak pembenihan ikan dengan sumber air (inlet) dan pembuangan (outlet) pada tempat yang sama yaitu langsung ke pantai. Hasil pengamatan secara langsung di lokasi pembenihan didapatkan data bahwa limbah yang berasal dari pembenihan ikan dibuang ke pantai melalui saluran dan pipa-pipa, buangan tersebut diantaranya sisa-sisa plankton, bahan-bahan kimia, dan air sisa /kotoran dari bak larva yang merupakan bahan organik yang akhirnya membusuk dan menyuburkan perairan pantai dan bahkan diperkirakan akan menurunkan kualitas perairan pantai.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di sepanjang pantai yang merupakan daerah pembenihan di Dusun Gondol, Desa Penyabangan, Kecamatan Gerokgak, Kabupaten Buleleng-Bali. Pengambilan sampel air laut dibagi menjadi 10 stasiun yaitu (Gambar 1):

1. Lokasi yang berjarak 50 meter dari pantai ke laut dan sejajar dengan garis pantai. Lokasi ini menerima langsung limbah buangan dari pembenihan, masing-masing stasiun berjarak 200 meter, kecuali stasiun 1 yang terletak di barat tanjung Gondol, yang ditetapkan sebagai stasiun 1 sampai 5
2. Lokasi terletak ditengah laut (menjauh ke arah laut) dimulai jarak 100 meter dari stasiun 5 lokasi tersebut ditetapkan sebagai stasiun 6, 7 dan 8 masing-masing berjarak 100 meter ke arah laut

- Sampel air dari pembuangan kegiatan pembenuhan yang terletak di dua tempat yaitu disebelah barat dan timur tanjung Gondol yang ditetapkan sebagai stasiun B1 dan B2. Sampel air laut dan pembuangan diambil 2 kali ulangan berjarak 2 minggu yaitu saat terang bulan dan gelap bulan



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel air laut di perairan Dusun Gondol

Kualitas air yang diamati adalah parameter fisik yang meliputi suhu, kecerahan, padatan tersuspensi total (TSS), warna, dan bau. Parameter kimia: pH, salinitas, oksigen terlarut (DO), BOD₅, nitrit (NO₂), nitrat (NO₃), amoniak (NH₃), fosfat (PO₄) dan nikel (Ni), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), timbal (Pb), seng (Zn), krom (Cr), dan kobalt (CO). Parameter biologi : jenis dan kepadatan plankton, *Vibrio* spp., dan total bakteri.

Analisis data untuk pengamatan kualitas air laut menggunakan perbandingan secara deskriptif dengan baku mutu air untuk kehidupan biota laut mengacu pada parameter standar mutu Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 Tahun 2007. Tingkat pencemaran air laut dihitung melalui indeks deversitas plankton dan skor terpadu, sedangkan untuk mengetahui kemiripan karakteritik fisika dan kimia air antar stasiun dilakukan analisis *cluster*.

Indeks Keanekaragaman

Indeks diversitas dihitung berdasarkan rumus Shannon-Wiener:

$$H' = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

Keterangan:

H : Indeks keanekaragaman

N_i : Jumlah individu spesies ke i

P_i : Perbandingan antara jumlah individu spesies ke i dengan jumlah total individu seluruh spesies (n_i/N)

N : Jumlah total individu

Indeks Keseragaman

Indeks keseragaman jenis plankton dihitung menggunakan rumus keseragaman jenis Simpson yaitu:

$$E = H' / H_{\max}$$

Keterangan:

E : Indeks keseragaman

H' : Indeks keanekaragaman (Shannon-Wiener)

H_{max} = ln S : Keanekaragaman maksimum

S : Jumlah jenis biota

Nilai keseragaman jenis dapat dipakai untuk menentukan kualitas air suatu perairan. Semakin besar nilai E semakin baik kualitas airnya, dengan kriteria seperti terlihat pada Tabel 1.

Indeks Dominansi

Dominansi dihitung dengan menggunakan indeks dominansi Simpson, yaitu :

$$C = \sum P_i^2$$

Keterangan :

C : Indeks Dominansi

P_i : Proporsi individu spesies ke i

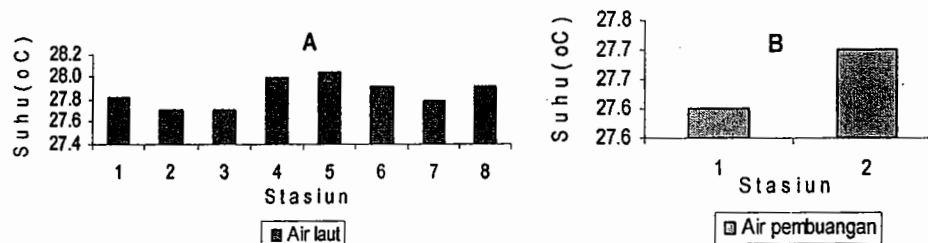
Semakin tinggi jumlah spesies dalam suatu komunitas, maka habitat tersebut semakin baik dari segi ekosistem. Untuk mengetahui tingkat pencemaran antar stasiun dilakukan perbandingan nilai pengukuran secara terpadu dari parameter fisik, kimia dan biologi yang terdiri atas parameter padatan tersuspensi (TSS), DO, BOD, konsentrasi N-amonia serta indeks diversitas plankton dengan nilai derajat pencemaran yang dibuat oleh Lee *et al.* (1978).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perairan laut Gondol dominan dipergunakan untuk aktivitas perikanan diantaranya budidaya kerang mutiara, rumput laut, dan pembenihan ikan laut. Hasil pengukuran di semua stasiun penelitian kualitas air laut (stasiun 1 sampai 8) dan air pembuangan (stasiun B1 dan B2) Dusun Gondol, menunjukkan bahwa nitrat dan fosfat telah melampaui batas baku mutu air untuk biota laut berdasarkan Peraturan Gubernur Bali NO. 8 Tahun 2007.

Bau, warna dan suhu

Pengamatan secara kualitatif di semua stasiun air laut (1 sampai 8) menunjukkan hasil bahwa air tidak berbau dan warnanya bening, sedangkan pada stasiun B1 dan B2, airnya tidak berbau tetapi keruh. Kisaran suhu rata-rata pada air laut di semua stasiun adalah 27,70 – 28,03°C (Gambar 2) dan di stasiun air pembuangan (27,60 – 27,7°C). Kisaran suhu tersebut masih berada pada kisaran suhu yang disarankan pada mutu air untuk biota laut yaitu temperatur alami dengan fluktuasi/perbedaan kurang dari 3 °C (Ismi, 2006).



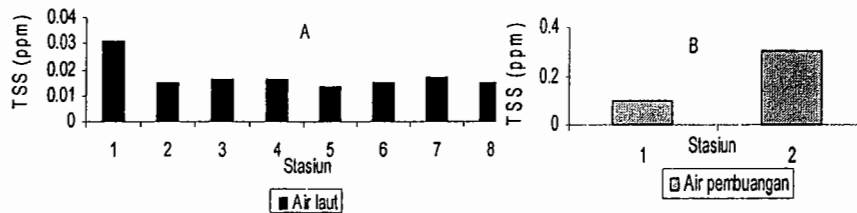
Gambar 3. (A).Rata-rata Suhu Air Laut dan (B)Air Pembuangan

Padatan tersuspensi total (TSS) dan kecerahan

Konsentrasi rata-rata padatan tersuspensi total (Gambar 4) air laut berkisar antara 0,013 ppm – 0,031 ppm. TSS terendah pada stasiun 5, sedangkan yang tertinggi ditemukan di stasiun 1. Konsentrasi TSS air pembuangan lebih tinggi dari air laut antara 0,098 dan 0,306 ppm. Konsentrasi TSS air laut masih belum melampaui batas baku mutu air laut untuk kehidupan biota laut yaitu 20 ppm.

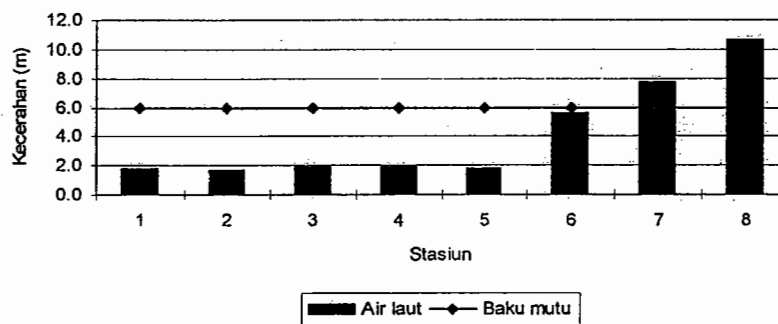
Konsentrasi padatan tersuspensi total tertinggi pada air laut stasiun 1 (0,031 ppm), hal ini disebabkan karena stasiun 1 terletak di sebelah barat Tanjung Gondol dimana pada daerah tersebut merupakan tempat buangan dari aktivitas pembenihan dari Balai Besar Riset Perikanan Laut Gondol (Gambar1). Konsentrasi padatan tersuspensi pada pembuangan yaitu stasiun B1 dan B2 lebih tinggi bila dibandingkan dengan stasiun yang lain karena berasal dari buangan

aktivitas pembenihan. Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misal lumpur dan pasir halus) maupun bahan organik dan anorganik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain (Effendi, 2003).



Gambar 4. (A) Konsentrasi Rata-rata TSS Air Laut dan (B) Air Pembuangan

Rata-rata kecerahan pada setiap stasiun air laut disajikan pada Gambar 5, berkisar antara 1,69 -10,65 meter. Kisaran kecerahan tinggi disebabkan pada stasiun 1 sampai stasiun 5 lokasi pantai dangkal dengan kedalaman 1,8 – 3,0 meter dan pada stasiun 6 sampai 8 lebih dalam dengan mencapai 5,0 – 12 meter. Stasiun pembuangan tidak diukur kecerahannya karena hanya berupa selokan yang menampung air buangan dari kegiatan pembenihan yang mengalir ke laut. Stasiun 1 sampai 6 kecerahan lebih rendah dari baku mutu air laut karena perairan tersebut dangkal.



Gambar 5. Kecerahan Rata-Rata Air Laut pada Setiap stasiun Penelitian dan Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut

Kecerahan perairan semakin ke tengah semakin besar, hal ini berhubungan dengan kedalaman perairan dan pengaruh besarnya ombak. Kedalaman stasiun 1-5 tidak sama dengan stasiun 6-8 maka kecerahan pada pengamatan ini tidak mempengaruhi konsentrasi padatan tersuspensi, padahal kecerahan dan padatan tersuspensi merupakan parameter yang saling terkait, dengan peningkatan konsentrasi padatan tersuspensi akan mengurangi kecerahan (Manik, 2003).

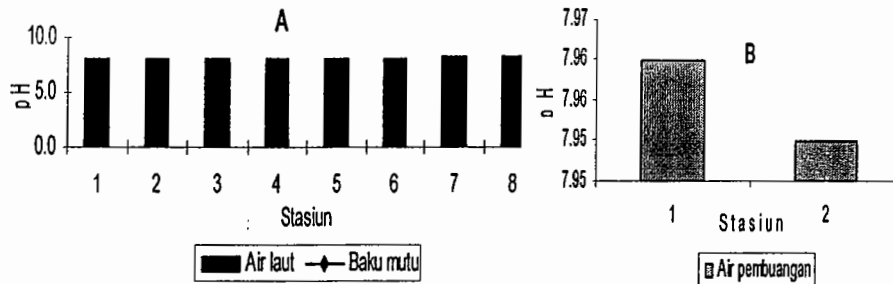
Derajat keasaman (pH) dan salinitas

Konsentrasi rata-rata pH air laut disajikan pada Gambar 6, berkisar antara 8,06 – 8,21, pH terendah pada stasiun 1 dan pH tertinggi pada stasiun 8. Konsentrasi pH air pembuangan lebih rendah dari air laut yaitu antara 7,95 – 7,96. Konsentrasi pH baik air laut maupun air pembuangan masih pada kisaran baku mutu air laut untuk kehidupan biota laut yaitu 7,0 -8,5.

pH tertinggi pada stasiun 8 (8,21 ppm) yaitu stasiun yang letaknya paling jauh (350 meter dari pantai) (Gambar 1). Hal tersebut disebabkan pada stasiun 8 jauh dari aliran air pembuangan maka mempunyai pH yang lebih tinggi dari stasiun yang lain. Peningkatan keasaman air (pH rendah) umumnya disebabkan oleh pencemaran limbah yang mengandung asam-asam mineral bebas dan asam karbonat, sedangkan meningkatnya pH disebabkan

adanya karbonat, bikarbonat dan hidroksida (Manik, 2003). Hal ini terbukti pH air laut semakin ke tengah (yaitu stasiun 6, 7 dan 8), pH lebih tinggi dari stasiun yang berada di pinggir dan air pembuangan.

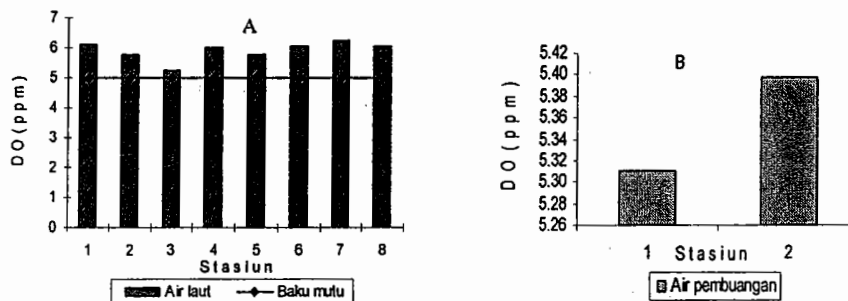
Konsentrasi salinitas air laut maupun air pembuangan pada setiap stasiun sama yaitu 35 ppt, salinitas tersebut adalah merupakan salinitas air laut normal, di sekitar perairan laut Dusun Gondol tidak ada sungai yang mengalir ke laut sehingga salinitas selalu stabil sekitar 34 - 35 ppt (Hanafi *et al.*, 2006). Pada air pembuangan salinitas mempunyai konsentrasi sama dengan air laut saat itu yaitu 35 ppt karena aktivitas pembenihan hanya menggunakan air laut. Fluktuasi salinitas tergantung pada musim, topografi, pasang surut dan jumlah air tawar yang masuk (Odum, 1996).



Gambar 6. (A) Rata-rata pH Air Laut dan (B) Air Pembuangan.

Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD₅)

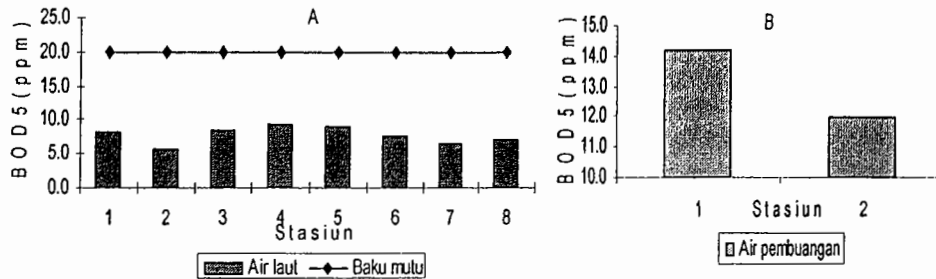
Rata-rata oksigen terlarut air laut dan pembuangan disajikan pada Gambar 7, berkisar antara 5,25 – 6,26 ppm oksigen terlarut terendah pada stasiun 3 dan oksigen terlarut tertinggi pada stasiun 7, oksigen terlarut air pembuangan 5,31 dan 5,40 ppm. Oksigen terlarut air laut masih dalam taraf yang normal di atas baku mutu air laut biota laut yang disarankan yaitu > 5 ppm.



Gambar 7. (A) Rata-rata DO Air Laut dan (B) Air Pembuangan

Hasil pengamatan konsentrasi oksigen terlarut pada pembuangan yaitu stasiun B1 dan B2 lebih kecil dari stasiun air laut (5,31-5,40), sedangkan pada stasiun 6-7 (6,06 – 6,26) yaitu lokasi yang ke arah tengah laut mempunyai konsentrasi lebih tinggi dari yang di pinggir yaitu stasiun 1-5 (5,25 – 6,09) dan pembuangan (Gambar 7). Konsentrasi oksigen sangat berhubungan dengan tingkat pencemaran suatu perairan, jenis limbah, dan banyaknya bahan organik. Konsentrasi oksigen terlarut akan turun dengan masuknya bahan organik ke perairan, karena dimanfaatkan oleh organisme untuk menguraikan zat-zat organik tersebut. Tingginya konsentrasi bahan organik dan populasi bakteri dalam substrat menyebabkan peningkatan kebutuhan oksigen di perairan. (Nybakken, 1992).

Rata-rata BOD₅ air laut antara 5,59 – 9,41 ppm, terendah pada stasiun 2 dan tertinggi pada stasiun 4, air pembuangan 11,99 dan 14,16 ppm (Gambar 8). BOD₅ air laut masih dalam taraf yang normal di bawah baku mutu air laut untuk biota laut yang disarankan yaitu 20 ppm.

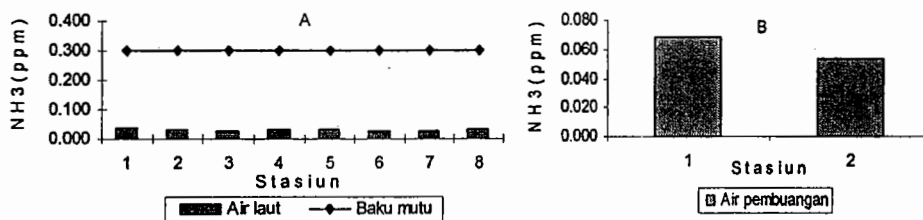


Gambar 8. (A) Rata-rata BOD₅ Air Laut dan (B) Air Pembuangan

Pada Gambar 8, menunjukkan bahwa semakin jauh stasiun dari pembuangan cenderung mempunyai konsentrasi BOD₅ lebih rendah yaitu pada stasiun 6 sampai 8 nilai BOD₅ (6,510 – 7,484 ppm), daripada stasiun yang terletak di pinggir pantai yaitu stasiun 1 sampai 5 nilai BOD₅ (5,535 – 9,410 ppm). Nilai BOD₅ yang tinggi tersebut diduga dipengaruhi oleh buangan limbah dari kegiatan pembenihan. Peningkatan nilai BOD₅ merupakan petunjuk adanya penurunan konsentrasi oksigen terlarut yang disebabkan oleh peningkatan jumlah populasi organisme pengurai dan meningkatnya laju pengurai (Manik, 2003). Hal ini ditunjukkan dengan tingginya konsentrasi BOD₅ stasiun B1 dan B2 stasiun yang berasal dari pembuangan yaitu 11,985 -14,160 ppm.

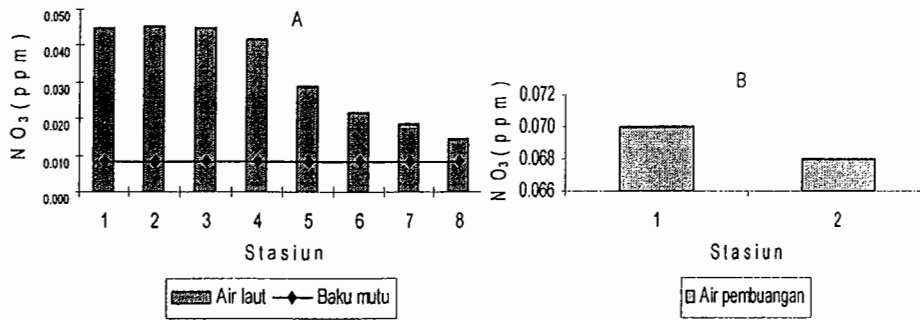
Amonia (NH₃), nirit (NO₂) dan nitrat (NO₃)

Konsentrasi amonia rata-rata air laut disajikan pada Gambar 9, berkisar antara 0,027 – 0,039 ppm, dan pada air pembuangan konsentrasi NH₃ berkisar 0,069 - 0,053 ppm. Konsentrasi NH₃ air laut belum melampaui batas ambang baku mutu yang ditentukan untuk kehidupan biota laut yaitu 0,300 ppm.



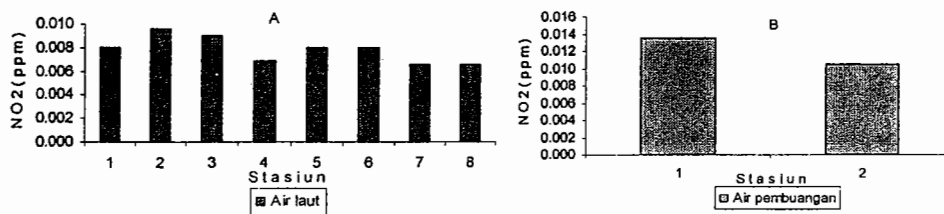
Gambar 9. (A) Konsentrasi NH₃ rata-rata Air Laut dan (B) Air Pembuangan

Konsentrasi nitrat rata-rata air laut berkisar antara 0,015 – 0,046 ppm. Konsentrasi terendah ditemukan di stasiun 8 dan tertinggi pada stasiun 2. Konsentrasi nitrat pada air pembuangan 0,070 ppm dan 0,068 ppm (Gambar 10). Konsentrasi nitrat air laut maupun air pembuangan pada setiap stasiun telah melampaui batas ambang baku mutu yang ditentukan untuk kehidupan biota laut yaitu 0,008 ppm.



Gambar 10. Konsentrasi NO_3 rata-rata Air Laut dan Air Pembuangan

Konsentrasi nitrit rata-rata disajikan pada Gambar 11, air laut berkisar antara 0,007 – 0,010 ppm, konsentrasi terendah ditemukan di stasiun 4, 7, dan 8, sedangkan tertinggi pada stasiun 2, konsentrasi nitrit pada air pembuangan 0,014 ppm dan 0,011 ppm



Gambar 11. (A) Konsentrasi NO_2 rata-rata Air Laut dan (B) Air Pembuangan

Hasil pengamatan terlihat bahwa pada stasiun air laut yang jauh dari pantai yaitu stasiun 6 sampai 8 mempunyai konsentrasi nitrat yaitu (0,015 – 0,022 ppm) konsentrasi ini lebih rendah dibandingkan dengan air laut pada stasiun 1 sampai 5 yaitu (0,029 – 0,046 ppm) yang terletak di pinggir (Gambar 10). Tingginya konsentrasi nitrat pada stasiun yang terletak di pinggir pantai disebabkan pada stasiun tersebut menerima langsung air buangan yang berasal dari aktivitas pembenihan, yang mempunyai konsentrasi nitrat lebih tinggi.

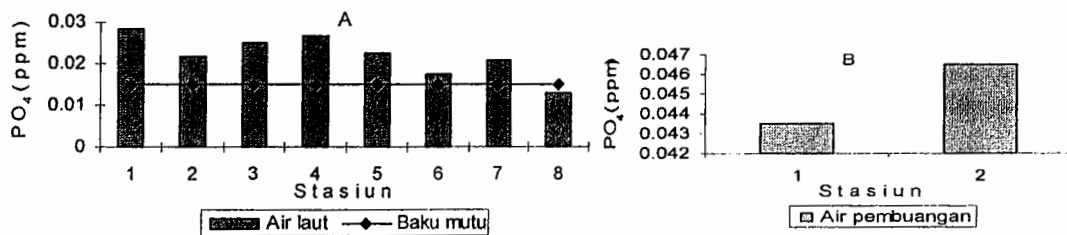
Salah satu bentuk nitrogen yang sering menjadi indikator kualitas perairan adalah amonia (NH_3) dan garam-garamnya yang mudah larut dalam air. Sumber amonia alami pada perairan adalah pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat di dalam tanah dan air yang berasal dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan biota yang telah mati). Amonia bebas yang tidak terionisasi bersifat toksik terhadap biota dan toksisitas tersebut akan meningkat jika terjadi penurunan konsentrasi oksigen terlarut, pH, dan suhu. Biota laut khususnya ikan tidak dapat bertoleransi terhadap konsentrasi amonia bebas yang terlalu tinggi karena dapat mengganggu proses pengikatan oksigen oleh darah dan pada akhirnya dapat menyebabkan sufokasi (kematian secara perlahan karena lemas) (Effendi, 2003).

Nirat adalah senyawa nitrogen yang stabil yang merupakan salah satu senyawa dalam sintesa protein hewani dan tumbuhan. Konsentrasi nitrat yang tinggi di perairan dapat menstimulasi pertumbuhan tumbuhan air (ganggang) apabila didukung oleh nutrisi yang lainnya (Alaerts dan Santika, 1987). Konsentrasi nitrat dapat dipergunakan untuk mengetahui polusi air. Jika konsentrasi nitrat lebih dari 5 mg/lit merupakan indikasi pencemaran yang berasal dari limbah domestik (Chapman, 1996).

Nitrit dalam air bersifat racun dan dapat membahayakan kesehatan, akan tetapi keberadaannya dalam air tidak bertahan lama karena akan segera teroksidasi menjadi nitrat (Alaerts dan Santika, 1987). Konsentrasi nitrit yang melebihi 0,05 mg/l dapat bersifat toksik bagi biota laut dan nitrit lebih bersifat toksik daripada nitrat bagi manusia dan hewan (Effendi, 2003).

Fosfat (PO₄)

Konsentrasi fosfat rata-rata air laut antara 0,013 ppm – 0,029 ppm. Konsentrasi terendah ditemukan di stasiun 8 dan tertinggi pada stasiun 1, fosfat pada air pembuangan 0,044 dan 0,047 ppm. Konsentrasi fosfat air laut telah melampaui baku mutu untuk biota laut yaitu 0,015 ppm kecuali di stasiun 8 (0,013 ppm) (Gambar 12).



Gambar 12. (A) Konsentrasi Rata-rata PO₄ Air Laut dan (B) Air Pembuangan

Konsentrasi fosfat terendah pada air laut ditemukan di stasiun 8 sebesar 0,013 ppm, hal ini terjadi karena stasiun ini terletak paling jauh dari pantai sehingga tidak menerima langsung air pembuangan dari pembenihan. Keberadaan senyawa fosfor seperti fosfat pada kawasan pemanfaatan untuk budidaya sebagian besar berasal dari sisa pakan (66-83%) yang tidak dimakan oleh organisme yang dibudidayakan maupun organisme alami yang berada disekitar dilingkungan tersebut (Canter dan Hill, 1979). Fosfat dalam suatu perairan bersumber dari limbah industri, limbah domestik dan pertanian, hancuran bahan organik, dan mineral-mineral fosfat (Manik, 2003). Peningkatan konsentrasi fosfat dalam suatu perairan menunjukkan adanya bahan pencemar berupa senyawa-senyawa fosfat dalam bentuk organofosfat atau polifosfat. Konsentrasi fosfat yang tinggi dalam suatu perairan yang melebihi kebutuhan normal organisme dapat terjadi eutrofikasi, sehingga akan meningkatkan pertumbuhan fitoplankton dalam waktu singkat (Wardoyo, 1975).

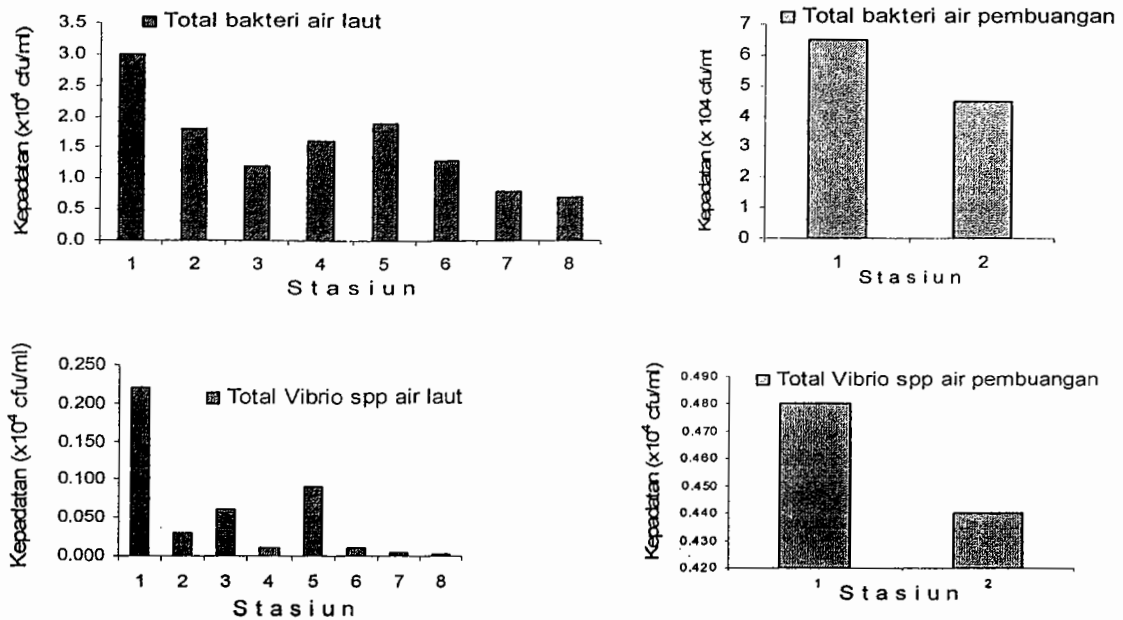
Konsentrasi logam berat dalam air laut

Semua air laut (stasiun 1-8) dan air pembuangan (stasiun B1 dan B2) dari hasil analisis konsentrasi logam berat dengan menggunakan metoda AAS (*Atomic Absorption Spect*) tidak terdeteksi, karena konsentrasinya di bawah limit deteksi alat (<0,01 ppm).

Kepadatan Bakteri Air Laut

Kepadatan bakteri pada air laut terendah ditemukan pada stasiun 8 yaitu $0,7 \times 10^4$ cfu/ml dan kepadatan tertinggi pada stasiun 1 yaitu $3,0 \times 10^4$ cfu/ml, sedangkan dari *Vibrio* spp. kepadatan terendah pada air laut berada di stasiun 8 yaitu $2,0 \times 10$ cfu/ml dan tertinggi pada stasiun 1 yaitu $2,2 \times 10^3$ cfu/ml. Kepadatan total bakteri stasiun B1 ($6,5 \times 10^4$) dan B2 ($4,2 \times 10^4$), sedangkan total *Vibrio* spp. di stasiun B1 ($4,8 \times 10^3$ cfu/ml) dan B2 ($4,4 \times 10^3$ cfu/ml). Hasil ini menunjukkan bahwa total bakteri maupun *Vibrio* spp. pada air pembuangan lebih tinggi dari air laut. Perbandingan kepadatan bakteri antar stasiun disajikan pada Gambar 13.

Kepadatan bakteri baik dari total bakteri maupun *Vibrio* spp (Gambar 13) pada semua stasiun masih rendah yaitu masih pada kisaran batas normal yaitu masih dibawah 10^6 cfu/ml (Roza *et al.*, 1996). Kepadatan bakteri *Vibrio* spp tampak bahwa pada stasiun 6, 7 dan 8 mempunyai kepadatan yang rendah yaitu ($2,0 \times 10 - 1,2 \times 10^2$ cfu/ml) dibandingkan dengan stasiun 1 sampai 5 yang mempunyai kepadatan ($1,1 \times 10^2 - 2,2 \times 10^3$ cfu/ml). Hal ini disebabkan pada stasiun 1 sampai 5 berada di pinggir pantai sehingga langsung menerima air pembuangan (stasiun B1 dan B2). Jika bahan buangan yang harus didegradasi cukup banyak, berarti mikroorganisme akan ikut berkembang biak. Pada tahap ini, tidak menutup kemungkinan jika mikroba patogen yang berbahaya bagi kesehatan ikan ikut berkembang pula. Patogenitas merupakan kemampuan suatu penyebab infeksi untuk menimbulkan suatu penyakit (Jawetz *et al.*, 1996).



Gambar 13. Kepadatan Total Bakteri dan Bakteri *Vibrio* spp pada Setiap Stasiun Air Laut dan air Pembuangan Saat Penelitian

Kelimpahan plankton

Hasil identifikasi plankton air laut (Stasiun 1-8) didapatkan jenis dan kelimpahan plankton (Tabel 1) dan ditemukan 21 genera dari enam filum yaitu 61% Bacillariophyta yang terdiri dari 13 genera; 5% Cyanophyta yang terdiri dari 1 genus; 10% Protozoa terdiri dari 2 genera; 5% Ctenophora terdiri 1 genus; 14% Arthropoda terdiri 3 genera dan 5% Mollusca terdiri dari 1 genus. Jumlah genus dari masing-masing stasiun antara 9-15 genera. Dari hasil pengamatan kelimpahan plankton di perairan laut Dusun Gondol, hanya banyak terdapat pada stasiun 1 sampai 6 yang didominasi oleh genus *Skeletonema*, *Nitzschia*, *Gymnodinium*, *Peridinium* dengan kelimpahan berkisar 82.090 – 530.104 sel/l, sedangkan kelimpahan pada stasiun 7 (60 sel/l) dan stasiun 8 (104 sel/l). Menurut Sigala (1991) dalam Sulistyowati (2001) kepadatan plankton tergolong rendah apabila nilai kepadatannya lebih kecil dari 2.000 individu atau sel per liter.

Jumlah 21 genera yang diwakili oleh genus tersebut adalah menandakan bahwa perairan tersebut termasuk dalam kriteria miskin jenis plankton karena menurut Suarna *et al.*, (2007) suatu perairan termasuk kriteria miskin apabila memiliki jenis plankton kurang dari 50 jenis, seperti juga yang diketemukannya di perairan laut Pamaran yang hanya 23-28 jenis plankton. Dominasi plankton 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 fitoplankton dan makroalga. Hal ini terjadi pada perairan laut Dusun Gondol yang mempunyai konsentrasi nitrat dan fosfat yang tinggi akibat pengaruh buangan limbah pembenihan ikan laut.

Keanekaragaman (H'), Keseragaman (E) dan Dominasi (C) Plankton

Indeks keanekaragaman (H') plankton air laut di setiap stasiun pengamatan berkisar antara 0,078 – 1,968 yang berarti semua stasiun tercemar sedang hingga tercemar berat, sedangkan indeks keseragaman (E) berkisar antara 0,019 – 0,473 berarti keseragaman plankton rendah hingga sedang dan indeks dominansi (C) berkisar antara 0,167 – 0,974 yang berarti plankton mempunyai dominansi parsial rendah hingga tinggi, selengkapnya indeks diversitas setiap stasiun pada dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Jenis dan Kepadatan Plankton (sel/l) Air Laut pada Setiap Stasiun Penelitian

		Stasiun							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Phylum Bacillariophyta									
Genus 1	<i>Melosira</i>	0	2	10	0	0	0	0	0
2	<i>Skeletonema</i>	182.000	380.000	120.000	505.000	60.000	285.062	6	8
3	<i>Coscinodiscus</i>	16	12	22	20	16	24	18	22
4	<i>Rhizosolenia</i>	0	4	6	0	8	0	0	10
5	<i>Chaetoceros</i>	0	0	82	0	10	0	8	32
6	<i>Biddulphia</i>	16	13	26	48	18	22	8	4
7	<i>Hemiaulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
8	<i>Streptothea</i>	0	0	2	0	0	0	0	0
9	<i>Eucampia</i>	0	0	2	0	0	0	0	0
10	<i>Fragilaria</i>	0	2	0	6	12	16	8	8
11	<i>Thalassiothrix</i>	0	0	2	2	2	12	2	4
12	<i>Gyrosigma</i>	12	10	10	14	6	0	2	0
13	<i>Nitzschia</i>	40.008	22	4	20.006	10	4	0	0
Phylum Cyanophyta									
Genus 14	<i>Pelagothrix</i>	0	0	2	0	0	0	6	0
Phylum Protozoa									
Genus 15	<i>Gymnodinium</i>	10.000	5.000	2.000	2.000	2.000	1.000	0	0
16	<i>Perdinium</i>	20.000	5.000	20.000	3.002	20.002	2.652	0	0
Phylum Ctenophora									
Genus 17	<i>Brachionus</i>	6	0	0	0	0	0	0	0
Phylum Arthropoda									
Genus 18	<i>Calanus</i>	2	0	0	2	0	4	2	0
19	<i>Acartia</i> (naupli)	0	0	0	2	6	0	0	10
20	<i>Balanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	6
Phylum Molusca									
Genus 21	<i>Oikopleura</i> (larva)	4	0	6	2	0	0	0	0
Jumlah		252.064	390.065	142.174	530.104	82.090	288.796	60	104
Jumlah Genus		10	10	15	12	12	9	9	9

Tabel 2. Nilai Indeks Keanekaragaman (H'), Keseragaman (E) dan Dominasi (C) Plankton di Perairan Laut Gondol pada Setiap Stasiun

Stasiun	Indeks Keanekaragaman (H')	Keterangan	Indeks Keseragaman (E)	Keterangan	Indeks Dominasi (C)	Keterangan
1	0,859	Tercemar berat	0,206	Keseragaman rendah	0,554	Dominasi parsial sedang
2	0,139	Tercemar berat	0,033	Keseragaman rendah	0,949	Dominasi parsial tinggi
3	0,489	Tercemar berat	0,118	Keseragaman rendah	0,732	Dominasi parsial tinggi
4	0,222	Tercemar berat	0,053	Keseragaman rendah	0,909	Dominasi parsial tinggi
5	0,673	Tercemar berat	0,16	Keseragaman rendah	0,594	Dominasi parsial sedang
6	0,078	Tercemar berat	0,019	Keseragaman rendah	0,974	Dominasi parsial tinggi
7	1,968	Tercemar sedang	0,473	Keseragaman sedang	0,167	Dominasi parsial rendah
8	1,951	Tercemar sedang	0,469	Keseragaman sedang	0,176	Dominasi parsial rendah

Penilaian Kualitas Air Laut Terpadu

Tingkat pencemaran air laut antar stasiun diketahui menurut Lee *et al.*, (1978) dalam Firngadi (1995) dengan membandingkan nilai pengukuran secara terpadu dari parameter fisika-kimia dan biologi air laut yaitu parameter DO, BOD, NH₃, TSS dan indeks deversitas plankton. Hasil penilaian kualitas air secara terpadu pada setiap stasiun di perairan Gondol disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penilaian Kualitas Air Secara Terpadu dari Parameter Fisika, Kimia dan Biologi di Perairan Laut pada Setiap Stasiun

Stasiun	Rata-rata Skor		Rata-rata Skor		Rata-rata	Kualitas Perairan
	Σ	Rata-rata	Σ	Rata-rata		
1	11	2,75	20	10	6,25	Tercemar berat
5	9,5	2,38	20	10	6,19	Tercemar berat
3	11	2,75	20	10	6,25	Tercemar berat
4	11	2,75	20	10	6,25	Tercemar berat
5	11	2,75	13	6,5	4,63	Tercemar sedang
6	11	2,75	20	10	6,25	Tercemar berat
7	11	2,75	13	6,5	4,63	Tercemar sedang
8	11	2,75	13	6,5	4,63	Tercemar sedang

Berdasarkan standar skor kualitas air penilaian secara terpadu (Tabel 3) antara parameter fisika, kimia dan biologi diperoleh hasil bahwa pada stasiun 1 sampai 4 dan stasiun 6 mempunyai skor rata-rata > 6 berarti perairan laut pada stasiun tersebut tercemar berat, sedangkan pada stasiun 5, 7 dan 8 mempunyai skor rata-rata 4,1 – 6,0 yang berarti tercemar sedang. Tingkat pencemaran dari penilaian kualitas air secara terpadu (Tabel 3) menunjukkan perairan Dusun Gondol pada kategori sedang sampai berat (Lee *et al.*, dalam Firngadi, 1995).

Pengelompokan sebaran karakteristik stasiun air laut

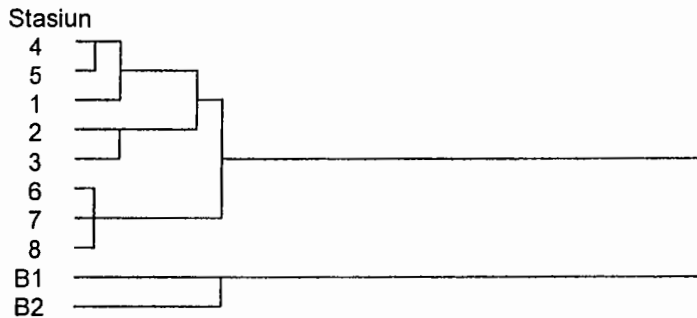
Analisis multivariabel dari air laut pada stasiun 1 sampai 8 serta air pembuangan (stasiun B1 dan B2) hasil pengelompokan disajikan pada Tabel 4 dan urutan kemiripan antar stasiun digambarkan pengelompokannya dengan dendogram (Gambar 3).

Tabel 4. Pengelompokan antar stasiun air laut (stasiun 1 - 8) dan air pembuangan (stasiun B1 dan B2) berdasarkan kemiripan variabel fisika dan kimia

Stasiun	4 Kelompok	3 Kelompok	2 Kelompok
1	1	1	1
2	1	1	1
3	1	1	1
4	1	1	1
5	1	1	1
6	2	2	1
7	2	2	1
8	2	2	1
B1	3	3	2
B2	4	3	2

Berdasarkan pengelompokan (Tabel 4 dan Gambar 3), stasiun 1 sampai 8 dan stasiun B1 dan B2, jika dikelompokkan menjadi tiga kelompok maka:

- Kelompok 1 adalah stasiun 1, 2, 3, 4 dan 5
- Kelompok 2 adalah stasiun 6, 7 dan 8
- Kelompok 3 adalah stasiun B1 dan B2



Gambar 3. Dendrogram air laut pada stasiun 1 - 8 dan air pembuangan (B1 dan B2)

Hasil pengelompokan menunjukkan bahwa kelompok pertama yaitu stasiun 1 sampai 5, stasiun ini mempunyai letak yang sama yaitu di pinggir berjarak 50 meter sejajar dengan pantai (Gambar 1), parameter yang mempunyai kemiripan dan membedakan dengan kelompok yang lain : kecerahan yang rendah, NO_3 mempunyai nilai yang lebih rendah dari kelompok tiga tetapi lebih tinggi dari kelompok satu. Kelompok kedua stasiun 6, 7 dan 8 yang terletak menjauh dari pantai dan parameter yang membedakan dengan kelompok lain adalah kecerahan lebih tinggi dari kelompok satu, nilai TSS, BOD_5 , NO_3 , PO_4 lebih rendah dari kelompok yang lain. Kelompok ketiga adalah air pembuangan stasiun B1 dan B2, beberapa nilai parameter yang membedakan adalah nilai pH lebih rendah dari kelompok yang lain, dan TSS, BOD_5 , NH_3 , NO_3 , NO_2 dan PO_4 mempunyai yang lebih tinggi dari kelompok yang lain.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pembenihan ikan mempengaruhi kualitas air laut di Dusun Gondol, yang terlihat dari kualitas air laut yang telah melampaui batas baku mutu air untuk biota laut berdasarkan Peraturan Gubernur Bali N0. 8 Tahun 2007 yaitu nitrat (0,015 – 0,046 ppm) dan fosfat (0,013 – 0,029 ppm).
2. Perairan Dusun Gondol dari 8 stasiun air laut mempunyai kelimpahan plankton 8,0 – 530.104 sel/l, dengan 21 genus plankton dari 6 phylum dengan komposisi 61% Bacillariophyta yang terdiri dari 13 genus, 5% Cyanophyta yang terdiri dari 1 genus; 10% Protozoa terdiri dari 2 genus; 5% Ctenophora terdiri 1 genus; 14% Arthropoda terdiri 3 genus dan 5% Mollusca terdiri dari 1 genus.
3. Indeks keanekaragaman (H') plankton air laut (stasiun 1-8) berkisar antara 0,078 – 1,968 yang berarti tercemar sedang hingga tercemar berat, sedangkan indeks keseragaman (E) berkisar antara 0,019– 0,473 berarti keseragaman plankton rendah hingga sedang dan indeks dominansi (C) berkisar antara 0,167 – 0,974 yang berarti plankton mempunyai dominansi parsial rendah hingga tinggi.
4. Penilaian kualitas air terpadu dari parameter DO, BOD_5 , NH_3 , TSS dan indeks diversitas plankton perairan laut Dusun Gondol mempunyai skor 4,63-6,25 yang berarti perairan tersebut tercemar sedang hingga berat.

Saran

1. Masyarakat diwajibkan membuat kolam penampungan dan mengolah air limbah hatchery sebelum dibuang ke laut
2. Instansi terkait melakukan penertiban perijinan usaha agar perkembangan usaha pembenihan ikan laut dapat dikontrol sesuai dengan tata letak dan acuan yang telah ditentukan

DAFTAR PUSTAKA

- Barg, U.C. 1992. Guidelines for the promotion of environmental management of coastal aquaculture development. *FAO Fisheries Technical Paper 328*, FAO, Rome. 122.
- Canter, W.L. and L.G. Hill. 1979 *Handbooks of Variable or Environmental Impact Accesment*. Ann Arbor Sci. Pub. Iae. USA.
- Chapman, D. 1996. *Water Quality Assesments*. E & FN Spon, London.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Firngadi, S. 1995. *Komunitas Hewan Makrobenthos yang terdapat di Sungai Samin, Kodya Surakarta*. Unsoed. Purwokerto.
- Hanafi, A. 2006. *Peran Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut dalam Memberikan Pelayanan Publik*. Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Balai besar riset Perikanan Budidaya Laut, Gondol, Bali
- Ismi, S. 2006. Pembenhian Beberapa Jenis Kerapu Pada Hatchery Skala Rumah Tangga Sebagai Alternatif Usaha. *Jurnal Penelitian Perikanan*. Fak. Perikanan Univ. Brawijaya malang, 9(1) : 108-111.
- Jawetz, E. Melnick and Adelberg. 1996. *Mikrobiologi Kedokteran (Medical Microbiology)*. Edisi 20. Penerbit Buku Kedokteran.
- Lee, R.F., Wang, S.S. and Huo. 1978. *Benthic Macroinvertebrate Fish as Biological Indicator of Water Quality with Refference to Community Diversity Index*. Modern Biology Series.
- Manik, K.E.S. 2003. *Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Djembatan Jakarta.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Penerbit PT. Gramedia, Jakarta. Penerjemah Eidman, M. et al.
- Odum. E.P. 1996. *Dasar-Dasar Ekologi*. Gajah Mada University Press.
- Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 Tahun 2007. *Tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup*.
- Roza, D., T. Aslianti, Zafran dan I. Taufik. 1996. Uji Patogenisitas Bakteri *Vibrio* yang Dominan di Panti Benih Skala Rumah Tangga terhadap Larva Bandeng (*Chanos chanos*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 3(4) : 33-37.
- Suarna, I. W., I.W. Restu dan I.M.S.Wijana. 2007. Studi Biota Air Laut di Perairan Pemaron Singaraja Bali. *J. Bumi Lestari*, 7 (1): 24 – 30.
- Sulistiyowati, E. 2001. Pengaruh Kegiatan Budidaya Ikan Sistem Karamba Jaring dan Warung Apung Terhadap Indeks Diversitas Ikan dan Plankton. *Tesis*. Surakarta, Universitas Sebelas Maret.
- Sutamihardja, R.T.M. 1992. *Pengelolaan Kualitas dan Pencemaran Air. Seminar on industrial Water Pollution Control and Water Quality Management*. Jakarta, 6- 10 Januari 1992.
- Wardoyo, S.T.H . 1975. *Pengelolaan Kualitas Air*. IPB-Bogor.