

**STUDI KUALITAS HASIL PENGOLAHAN AIR LIMBAH -
KASUS SALAH SATU HOTEL BERBINTANG DI BALI**
Oleh: N. Sudipa¹⁾, M.S. Mahendra²⁾ dan I.B. Sudana²⁾

¹⁾ Fakultas Teknik Universitas Mahendradata

²⁾ Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Unud

ABSTRAK

Hotel sebagai sarana penunjang pariwisata menghasilkan limbah cair seiring dengan air bersih yang digunakan. Industri pariwisata sebagai penyumbang terbesar pendapatan daerah ditengarai sebagai perusak dan pencemar lingkungan yang paling tinggi di Bali. Hal ini menarik perhatian penulis untuk meneliti kualitas hasil pengolahan air limbah, serta secara khusus mengetahui kualitas bakteriologis dan kimianya, karena kualitas hasil pengolahan air limbah pada hotel yang sangat berpengaruh terhadap air sungai yang telah tercemar secara fisik, kimia dan mikrobiologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air sungai pada outlet yang terdekat dengan salah satu hotel berbintang (hulu) dan pada bagian hilir sungai.

Metodologi penelitian ini adalah menganalisis air limbah hotel berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 52 Tahun 1995. Menganalisis hasil pengolahan air limbah dan air sungai berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001.

Dari pemeriksaan air diperoleh hasil sebagai berikut: untuk sampel yang diambil pada minggu I-III sebelum pengolahan pada IPAL hotel semuanya termasuk katagori cemar berat. Sampel air yang diambil sesudah pengolahan termasuk katagori cemar berat berdasarkan kriteria mutu air kelas I, II, III dan IV. IP terendah 13,39 dan tertinggi 22,15. Sampel air yang diambil pada bagian hilir termasuk katagori cemar ringan untuk kriteria mutu air kelas I dan memenuhi kriteria mutu untuk kriteria mutu air kelas II, III, dan IV. Sampel air yang diambil pada bagian hulu termasuk katagori cemar ringan untuk kriteria mutu air kelas I dan dan memenuhi kriteria mutu untuk kriteria mutu air kelas II, III, dan IV.

Indeks Pencemaran pada hasil pengolahan air limbah di hotel tidak berdampak terhadap kualitas air sungai.

Kata Kunci : Indeks Pencemaran, IPAL, Limbah, Mutu Air, Pencemaran.

ABSTRACT

Water is well thought-out as one of the basic need of human life. Beside its significant role in income contribution in the region, tourism industry is almost blamed as an environmental demolisher and polluter in Bali. This matter writer interest for research something result quality waste water processing at one case hotel and specific as know bacteriology and chemistry quality, because the result of quality hotel waste water processing very influential about water of river already polluted as physical, chemistry and bacteriology. The study aimed to investigate water quality of Ayung River at the nearest outlet of a star hotel STP and at upper-site rive..

The research of methodology is hotel waste water analysis be based on the Minister of Environment Life Regulation number 52, 1995. Analysis result waste water process and water ofr river be based on Government Regulation number 82, 2001.

The water analysis results evidently showed that water sample taken during the 1st - 3th weeks before processing at hotel's STP were classified as heavily polluted based on water quality class I, II, III, and IV, with lowest pollution index (PI) of 33.23 and highest at 42.56. Amazingly, samples taken after STP processing were categorized as heavily polluted as well, based on water quality class I II, III, and IV. The lowest PI was 13.4 and the highest at 22,15. Water sample taken at the nearest STP outlet at river was categorized as slightly polluted based on water quality class I and fill quality criteria based on water quality class II, III, and IV. Water sample taken at upper-site of Ayung River was categorized as slightly polluted based on water quality class I, and fill quality criteria polluted based on criteria of water quality class II, III, and IV.

Key Words: Pollution Index, WWTP, Waste, Water Quality, Pollution.

PENDAHULUAN

Air adalah esensial untuk kehidupan, kebutuhan air tidak hanya menyangkut kuantitas, melainkan juga kualitas dan kontinuitasnya. Disamping bermanfaat secara positif yang dapat mempertahankan kehidupan, namun apabila pengelolaannya kurang baik dan air tercemar oleh bahan-bahan yang berbahaya maka air dapat berakibat buruk bagi kehidupan (Soemarwoto, 2001).

Salah satu industri di Provinsi Bali yang mampu memberikan dampak terhadap perkembangan ekonomi kurang lebih 75 % adalah industri pariwisata (Darmawan, 2002). Industri pariwisata membutuhkan air yang sangat besar jumlahnya. Disamping sebagai penyumbang terbesar pendapatan daerah (Bali khususnya), industri pariwisata juga dikawatirkan sebagai perusak dan pencemar lingkungan yang tinggi di Bali. Sebut saja pemberitaan di media masa tentang hotel yang membuang limbahnya ke sungai, laut yang tanpa diolah sebelum dibuang (Dalem, 2004).

Kegiatan industri pariwisata tidak terlepas dari kebutuhan akan air. Dalam kegiatan industri pariwisata air dipergunakan untuk kegiatan MCK, *laundry*, aktivitas dapur/ restoran, dan aktivitas kebun (landskap hotel). Limbah yang dihasilkan tidak layak dibuang langsung ke lingkungan, seharusnya diolah untuk kelayakan bahkan dapat dipergunakan kembali seperti untuk menyiram kebun sebagai salah satu upaya penghematan penggunaan air atau dibuang kembali ke lingkungan tanpa menyebabkan pencemaran air lingkungan. Proses daur ulang limbah industri atau

Water Treatment Recycle Process adalah salah satu syarat yang harus dimiliki oleh industri yang berwawasan lingkungan (Wardana, 1995).

Penelitian ini untuk bertujuan mengetahui kualitas hasil pengolahan air limbah salah satu hotel, serta secara khusus mengetahui kualitas bakteriologis dan kimianya, karena kualitas pengolahannya sangat berpengaruh terhadap lingkungan sekitarnya terutama air sungai yang berada di depan hotel, karena hasil pengolahan air limbah akan dibuang ke lingkungan. Hotel yang berdekatan jaraknya dengan sungai akan terkena dampak jika limbah yang dibuang dari hotel belum memenuhi standar yang ditetapkan sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001.

Sungai Ayung yang melintas di kawasan pariwisata Ubud telah mengalami tekanan baik secara fisik, kimia dan bakteriologis (Adnyana *et al.* 2002). Menurut hasil penelitian Bapedalda Propinsi Bali Tahun 2004 menyatakan bahwa Sungai Ayung telah mengalami pencemaran yang cukup parah terutama pada bagian hilir. Hal ini akan berpengaruh terhadap dampak yang ditimbulkan dari pencemaran Sungai Ayung, karena air dari Sungai Atung akan dimanfaatkan oleh masyarakat yang berada di hilir. Berdasarkan hal tersebut diatas mendorong penulis untuk meneliti kualitas air Sungai Ayung baik pada bagian hulu yang dekat dengan hotel dan pada bagian hilir

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan pada hotel di Ubud dan Sungai Ayung yang terletak pada ketinggian 450 m diatas permukaan laut. Suhu rata-rata bulanan 23,6⁰C dengan suhu udara maksimum rata sebesar 28,4⁰C dan suhu udara minimum rata-rata 18,0⁰C.

Pengambilan Sampel Air

Metode penentuan stasiun pengambilan sampel air dilakukan dengan cara *purposive sampling* yaitu penentuan stasiun pengamatan dilakukan dengan memperhatikan berbagai pertimbangan kondisi dan keadaan tempat penelitian seperti kondisi dominan pemanfaatan Instalasi Pengolahan Air Limbah, aktivitas pada lokasi penelitian yang diduga berpengaruh terhadap kualitas air hasil pengolahan air limbah.

Teknik pengambilan sampel air untuk pengukuran parameter fisik, kimia dan mikrobiologi pada masing-masing tempat penelitian dengan cara mengambil di bagian kanan, tengah dan kiri bak penampungan air hasil pengolahan air limbah pada kedalaman 30 cm kemudian dicampur sehingga menjadi komposit sampel. Pengambilan sampel juga dilakukan pada *outlet* yang terdekat dengan hotel dan bagian hilir untuk mendapatkan perbandingan antara kualitas limbah hotel dengan kualitas air Sungai Ayung.

Variabel yang Diukur, Analisisnya dan Alat yang Dipergunakan

Variabel yang diukur dalam studi kualitas pengolahan air limbah di hotel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Kualitas Air yang Diukur, Analisisnya dan Alat yang Dipergunakan

No	Variabel	Satuan	Metode Analisis	Peralatan
A	Fisik			
1	Suhu	°C	Pemuaian air	Thermometer
2	TDS	ppm	raksa Gravimetri	Timbangan Analitik
B	Kimia Organik			
1	DO	Ppm	Elektrokimia	DO meter
2		-	Elektrometri	pH meter
3	pH	ppm	Spektrofotometrik	Spektrofotometer
4	BOD ₅	ppm	Spektrofotometrik	Spektrofotometer
5	COD	ppm	Spektrofotometrik	Spektrofotometer
6	NO ₃ ⁻	ppm	Spektrofotometrik	Spektrofotometer
7	NO ₂	ppm	Spektrofotometrik	Spektrofotometer
8	NH ₃	ppm	Spektrofotometrik	Spektrofotometer
	PO ₄	ppm	Spektrofotometrik	Spektrofotometer
	Minyak & Lemak		Gravimetri	Timbangan Analitik
C	Mikrobiologi			
1	<i>Fecal coliform</i>	Jm/100 ml	MPN	Tabung Reaksi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel air dilakukan pada instalasi pengolahan air limbah (*Sewage Treatment Plant* atau STP) dan di Sungai Ayung yaitu pada outlet yang terdekat dengan hotel dan pada bagian hilir Sungai Ayung. Pengambilan sampel pada instalasi pengolahan air limbah dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali yaitu pada pada tempat masuknya limbah dan pada bak penampungan terakhir sebelum di buang ke badan air lingkungan. Pengambilan sampel air pada bagian hulu dan hilir Sungai Ayung dilakukan sebanyak satu kali. Hasil analisis sampel air yang telah diambil dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Rata –Rata Air Limbah Sebelum dan sesudah Pengolahan pada IPAL hotel serta pada Bagian Hulu dan Hilir Sungai Ayung

No	Parameter	Satuan	Sebelum Pengolahan	Sesudah Pengolahan	Hulu	Hilir
1	Fisika Suhu	°C	27,83	27,4	26,4	26,8
2	Residu Terlarut (TDS)	ppm	259,33	236	84	97
	Kimia					
1	pH	-	7,22	7,56	7,658	7,457
2	BOD ₅	ppm	301,43	20,33	5,63	7,5
3	COD	ppm	241,72	11,25	1,52	1,83
4	DO	ppm	1,44	3,6	4,86	3,93
5	NO ₂	ppm	0,47	0,26	0,0717	0,0555
6	NO ₃	ppm	17,63	1,12	0,9495	0,8422
7	NH ₃	ppm	8,53	0,18	0,0706	0,0878
8	PO ₄	ppm	0,59	0,17	0,1584	0,0615
9	Lemak & Minyak	ppm	94,17	0,72	0,75	0,75
	Mikrobiologi					
1	<i>E. coli</i>	MPN	900.000	6.000	10	300
2	<i>Coliform</i>	MPN	37.000.000	350.000	460	2400

Sumber : Hasil Analisis lab. UPTD PU dan Lab. Mikrobiologi FMIPA-UNUD (2006)

Hasil rata-rata analisis sampel air sebelum pengolahan pada minggu pertama, kedua, dan ketiga dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Parameter Fisika

Parameter fisika seperti TDS tidak melewati ambang batas baku mutu.

b. Parameter Kimia

Hasil analisis parameter kimia menunjukkan bahwa parameter pH tidak melewati ambang batas baku mutu untuk semua kelas. Parameter COD dan BOD₅ melewati ambang batas baku mutu. Kadar parameter COD dari hasil analisis menunjukkan angka yang jauh berada di atas ambang batas baku maksimum yang ditetapkan yaitu sebesar 301,43 ppm. Kadar parameter BOD₅ juga berada diatas ambang batas baku mutu maksimum yang ditetapkan yaitu sebesar 241,72 ppm.

Hasil analisis rata-rata sampel air sesudah pengolahan yang diambil pada minggu pertama, kedua, dan ketiga dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Parameter Fisika

parameter fisika seperti suhu dan TDS tidak melewati ambang batas baku mutu untuk semua kelas, dimana suhu rata-rata sebesar 27,4 °C dan kadar residu terlarut sebesar 236 ppm.

b. Parameter Kimia

Hasil analisis parameter kimia menunjukkan bahwa parameter pH tidak melewati ambang batas baku mutu untuk semua kelas, besar nilai pH adalah 7,56. Parameter COD melewati ambang batas untuk kriteria mutu air kelas I. Nilai baku mutu yang dipersyaratkan untuk kriteria baku mutu air kelas I adalah 10 ppm, sedangkan nilai rata-rata COD hasil analisis sebesar 20,33 ppm. Parameter BOD₅ melewati ambang batas untuk kriteria mutu air kelas I, II, dan III. Besar nilai rata-rata BOD₅ hasil analisis adalah sebesar 11 ppm, sedangkan nilai kriteria baku mutu yang ditetapkan untuk kriteria baku mutu air kelas II, dan III mempunyai rentang antara 1 – 6 ppm. Parameter DO melewati ambang batas baku mutu untuk kriteria mutu air kelas I dan II. Nilai DO yang ditetapkan dalam kriteria baku mutu air kelas I dan II adalah

sebesar 6 dan 4 ppm sedangkan nilai DO hasil analisis lebih kecil yaitu 3,6 ppm. Parameter NO₂ melewati ambang batas baku mutu untuk kriteria baku mutu air kelas I, II, dan III. Nilai NO₂ hasil analisis lebih besar yaitu 0,26 ppm. Parameter NO₃, NH₃, minyak dan lemak tidak melewati ambang batas baku mutu untuk semua kelas air. Parameter PO₄ menunjukkan hanya kriteria mutu air kelas I dan II yang melewati ambang batas baku mutu sedangkan untuk kriteria mutu air kelas III dan IV juga melewati ambang batas baku mutu,. Nilai yang ditetapkan untuk baku mutu air kelas I dan II sebesar 0,2 ppm, kelas III dan IV adalah 1 ppm dan 5 ppm, sedangkan nilai PO₄ hasil analisis masih jauh lebih besar yaitu 0,17 ppm.

c. Parameter Mikrobiologi

Hasil analisis rata-rata parameter mikrobiologi yang terdiri dari parameter *E. coli* dan *Coliform* untuk semua kelas air jauh melewati ambang batas baku mutu untuk semua kelas air.

Hasil analisis sampel air outlet yang terdekat dengan Hotelatau pada bagian hulu Sungai Ayung dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Parameter Fisika

Parameter fisika seperti suhu melewati ambang batas baku mutu air untuk kriteria mutu air kelas I, II, dan III sedangkan untuk kriteria mutu air kelas IV tidak melewati ambang batas baku mutu maksimum dan minimum. Suhu air pada bagian hulu Sungai Ayung sebesar 26,4⁰ C. Parameter TDS tidak melewati ambang batas baku mutu untuk semua kelas air.

b. Parameter Kimia

Hasil analisis parameter kimia menunjukkan bahwa parameter pH tidak melewati ambang batas baku mutu maksimum dan minimum untuk semua kelas air. Parameter COD dan BOD₅ berada di bawah ambang batas baku mutu maksimum untuk semua kelas air. Kadar parameter DO berada di bawah ambang batas baku mutu minimum untuk semua kriteria baku mutu air kelas I. Kadar DO hasil analisis sebesar 4,86, sedangkan baku mutu yang ditetapkan sebesar 6 ppm dan 4 ppm untuk kriteria baku mutu air kelas II. Parameter NO₂

melewati ambang batas baku mutu untuk kriteria mutu air kelas I, II, dan III, dimana kadar parameter NO_2 sebesar 0,0717 ppm, sedangkan kriteria baku mutu air kelas I, II, dan III sebesar 0,06 ppm. Parameter NO_3 , NH_3 , PO_4 , lemak dan minyak tidak melewati ambang batas baku mutu untuk semua kelas air.

c. Parameter Mikrobiologi

Parameter mikrobiologi yang terdiri dari parameter *E. coli* dan *Coliform* untuk semua kelas air belum melewati ambang batas baku mutu.

Hasil analisis sampel air pada bagian hilir Sungai Ayung dapat di jelaskan sebagai berikut :

a. Parameter Fisika

Parameter fisika seperti suhu melewati ambang batas baku mutu air untuk kriteria mutu air kelas I, II, dan III sedangkan untuk kriteria mutu air kelas IV tidak melewati ambang batas. Hal ini disebabkan karena suhu hasil analisis sebesar $26,8^\circ \text{C}$, sedangkan kriteria baku mutu air kelas I, II, dan III berkisar antara 27°C - 338°C . Parameter TDS berada di bawah ambang batas baku mutu untuk semua kelas air.

b. Parameter Kimia

Parameter kimia menunjukkan bahwa parameter pH masih berada pada ambang batas maksimum dan minimum kriteria baku mutu untuk semua kelas air. Parameter COD dan BOD_5 berada di bawah ambang batas baku mutu maksimum untuk semua kelas air. Parameter DO untuk kriteria baku mutu air kelas I dan II melewati ambang batas baku mutu minimum. Parameter NO_2 , NO_3 , PO_4 , lemak dan minyak tidak melewati ambang batas baku mutu maksimum untuk semua kelas air

c. Parameter Mikrobiologi

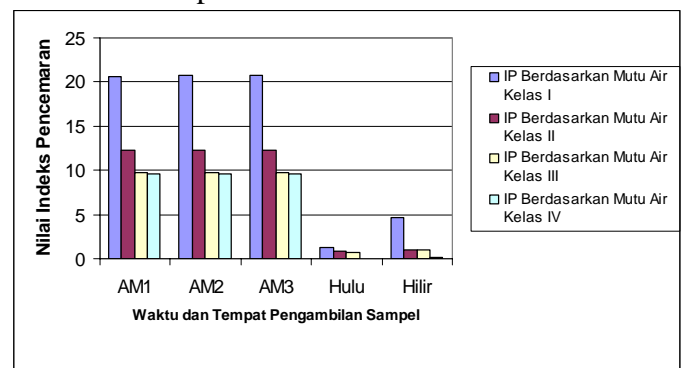
Parameter mikrobiologi yang terdiri dari parameter *E. coli* dan *Coliform* masih melewati ambang batas baku mutu maksimum untuk kriteria mutu air kelas I dan belum melewati ambang batas baku mutu untuk kriteria mutu air kelas II, III, dan IV.

Hasil analisis air limbah pada IPAL Hotel baik sebelum maupun sesudah pengolahan

dan air Sungai Ayung baik pada bagian hulu dan hilir belum menunjukkan kadar parameter air yang mengkhawatirkan, hanya beberapa parameter yang sedikit melewati baku mutu seperti DO, NO_2 , NH_3 , *E. coli*, dan *Coliform*.

Indeks Pencemaran

Indeks Pencemaran (IP) air limbah hotel yang diambil pada minggu I mencapai 9,24, minggu kedua mencapai 9,14, dan minggu III mencapai 9,09. Indeks Pencemaran (IP) pada saat sesudah pengolahan air limbah di Hotel, pada outlet yang terdekat dengan Hotel(hulu Sungai Ayung) dan pada hilir Sungai Ayung, kalau dilihat berdasarkan kriteria baku mutu air kelas I dengan nilai terendah 1,34 pada sampel air bagian hulu Sungai Ayung dan nilai tertinggi 22,15 pada sampel air minggu kedua sesudah pengolahan. Berdasarkan kriteria baku mutu air kelas II, nilai terendah 0,85 pada sampel air bagian hulu Sungai Ayung dan nilai tertinggi 16,14 pada sampel air minggu kedua sesudah pengolahan. Berdasarkan kriteria baku mutu air kelas III, nilai terendah 0,76 pada sampel air bagian hulu Sungai Ayung dan nilai tertinggi 13,58 pada sampel air minggu kedua sesudah pengolahan. Berdasarkan kriteria baku mutu air kelas IV, nilai terendah yang hampir mendekati nol pada sampel air bagian hulu Sungai Ayung dan nilai tertinggi 13,41 pada sampel air minggu kedua sesudah pengolahan. Sebaran Indeks Pencemaran (IP) air Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) air pada outlet yang terdekat dengan Hotel(hulu Sungai Ayung) dan pada Hilir Sungai Ayung dapat Gambar 1 dan pada Tabel 3.



Gambar 1. Persebaran Indeks Pencemaran

Tabel 3. Indeks Pencemaran Air IPAL hotel dan Sungai Ayung

No.	Waktu dan Tempat	IP Air IPAL hotel dan Sungai Ayung			
		I	II	III	IV
1	AM1	22,1	16,1	13,49	13,39
2	AM2	22,15	16,14	13,58	13,41
3	AM3	22,11	16,13	13,55	13,4
4	Hulu	1,34	0,85	0,76	Mendekati 0
5	Hilir	4,66	0,98	0,92	0,14

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas dapat ditarik simpulan sebagai berikut :

1. Kualitas air limbah hotel dibandingkan dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Tahun 1995 termasuk tercemar sedang. Parameter yang telah melewati ambang batas adalah COD dan BOD₅. Hasil pengolahan air limbah hotel dibandingkan dengan baku mutu air berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 sudah melewati ambang batas maksimum kriteria baku mutu air terhadap kadar COD, BOD₅, DO, NO₂, PO₄, *E coli*, dan *Coliform*. Parameter yang masih memenuhi ambang batas baku mutu minimum yaitu suhu dan ambang batas maksimum yaitu kadar TDS, pH, NO₃, NH₃, minyak dan lemak.
2. Hasil perhitungan dengan Indek Pencemaran menunjukkan bahwa hasil pengolahan air limbah hotel dibandingkan dengan baku mutu air berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 termasuk cemar berat untuk kriteria mutu air kelas I dan II, serta cemar sedang untuk kriteria mutu air kelas III dan IV.
3. Kualitas air Sungai Ayung pada bagian hulu dibandingkan dengan baku mutu air berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 sudah melewati ambang batas maksimum kriteria baku mutu air terhadap kadar DO, NO₂, dan NH₃, Kualitas air Sungai Ayung pada bagian hilir dibandingkan dengan baku mutu air berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 sudah melewati ambang batas maksimum kriteria mutu air terhadap kadar DO. Jumlah *E coli*, dan *Coliform* telah melewati ambang batas baku mutu untuk kriteria mutu air kelas I saja.

4. Indeks Pencemaran air pada bagian hulu termasuk cemar ringan untuk kriteria mutu air kelas I, memenuhi kriteria mutu untuk kriteria mutu air kelas II, III, dan IV. Indeks Pencemaran air pada bagian hilir termasuk cemar ringan untuk kriteria mutu air kelas I dan memenuhi kriteria mutu untuk kriteria mutu air kelas II, III, dan IV dibandingkan dengan baku mutu air berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. Hasil pengolahan ai limbah di hotel tidak mencemari Sungai Ayung.

Saran

Berdasarkan simpulan tersebut diatas dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Proses pengolahan air limbah di hotel perlu dipantau secara terus menerus untuk mendapatkan hasil pengolahan yang lebih baik, terutama pada proses-proses yang tidak berjalan sebagaimana mestinya.
2. Pemantauan kualitas air hasil pengolahan air limbah di hotel sebaiknya dilakukan secara periodik dengan mengacu kepada parameter yang ditetapkan seperti suhu, TDS, pH, COD, BOD₅, DO, NO₂, PO₄, NO₃, NH₃, Minyak dan lemak, *E coli*, dan *Coliform*. Jumlah *E coli*, dan *Coliform* perlu menjadi perhatian serius.
3. Pemantauan kualitas air Sungai Ayung perlu dilakukan secara berkala oleh Pemerintah Daerah Gianyar. Terkait dengan kegiatan usaha yang berpeluang menimbulkan pencemaran pada badan Sungai Ayung perlu diawasi dengan ketat, melakukan pembinaan dan penyuluhan secara periodik serta penegakan hukum lingkungan bagi yang sengaja maupun tidak sengaja (lalai) atau melanggar wajib dilaksanakan tanpa pilih kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, W. S., Sumarniasih, M. S., Trigunasih, M., Puja, N., Wiyanti, Diara, W. 2001 Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Universitas Udayana. Denpasar.

Dalem, R. 2003. Hotel Berwawasan Lingkungan. Bali Travel News. September, Edisi II, hal : 8, Kol. 6.

Darmawan, I. 2002. Pengaruh Industri Pariwisata Terhadap Ekonomi Bali. Bali Post. 22 Oktober, hal : 2, Kol. 4.

Soemarwoto, O. 2001 Paradigma Baru Pengelolaan Lingkungan Hidup. Gajah Mada University Press.

Wardana, A. W. 2001. Dampak Pencemaran Lingkungan. Andi. Yogyakarta.