

STUDI KUALITAS AIR BEBERAPA MATA AIR DI SEKITAR BEDUGUL, BALI

(THE STUDY OF WATER QUALITY OF SPRINGS SURROUNDING BEDUGUL, BALI)

I Wayan Arthana
Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Udayana

Abstract

Spring is source of water that emerges automatically to the surface from the ground. Water samples were taken from springs at Gesing village, close to Buyan lake and at Teratai Bang Temple (PRTB), a temple in the central of Bedugul Botanical Garden. There were twenty three parameters of water quality measured and two microbiological parameters observed. Six of the twenty five parameters observed were over than standard namely BOD₅, COD, Sulfide, Iron, Lead and Cadmium. The content of BOD₅ at three springs (2.03 – 8.10 mg/l) the highest at PRTB and the lowest at Gesing and all are over standard of 2 mg/l. Cadmium that over standard of 0.01 mg/l is in Buyan spring (0.013 mg/l) and at PRTB (0.012 mg/l). The highest iron is in PRTB spring (0.463 mg/l) that has been over standard of 0.3 mg/l and much higher than that in Bali springs of Sanggalangit, Pemuteran and Banyuwedang (0.1567 – 0.1817 mg/l) also over iron content in Bali lakes that below 0.150 mg/l. Conductivity content in the springs (126-275 μ S/cm), is consistent to the total suspended solid (TDS) of 150-290 mg/l in which at the high TDS, the conductivity is high as well and vice versa. At Buyan spring, pH value is the lowest and a bit acid (6.07) that closes related to the highest content of sulfite (15.55 mg/l). Nitrate at the springs (3.388 – 6.735 mg/l) are high and much higher than that in Bali springs of Sanggalangit, Pemuteran and Banyuwedang (0.422 - 0.503 mg/l) also over than nitrate content in Beratan, Buyan and Tamblingan lakes that below 2.5 mg/l.

Key words : spring, water quality, metals

1. Pendahuluan

Mata air adalah sumber air yang muncul dengan sendirinya ke permukaan dari dalam tanah. Sumber dari aliran airnya berasal dari air tanah yang mengalami patahan sehingga muncul ke permukaan. Aliran ini dapat bersumber dari air tanah dangkal maupun dari air tanah dalam. Mata air yang berasal dari air tanah dalam, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya sama dengan keadaan air tanah dalam itu sendiri.

Berdasarkan keluarnya ke permukaan tanah, mata air dapat

dibedakan menjadi mata air rembesan, yaitu air yang keluar dari lereng-lereng dan mata air umbul, yaitu air yang keluar dari suatu daratan (Sutrisno dan Suciastusi, 2002). Sedangkan dari jenisnya, ada beberapa macam mata air di antaranya adalah (1) mata air panas yang biasanya memiliki kadar garam tinggi serta seringkali dijumpai di daerah vulkanis, (2) mata air besar dengan tingkat kesadahan yang tinggi yang umumnya dijumpai di daerah yang berkapur dan (3) mata air kecil dengan tingkat kesadahan rendah yang keluar dari celah batu dan kerikil atau batu kristal yang karena ukurannya kecil maka mata air jenis ini

lebih dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya (Odum, 1971).

Debit masing-masing mata air akan berbeda-beda sesuai dengan potensi alirannya di dalam tanah, serta sesuai dengan sumber utama mata air tersebut. Ada mata air yang bersifat musiman yang mana hanya muncul dan berair saat musim hujan. Akan tetapi mata air yang permanen akan mengalirkan air sepanjang tahun yang selanjutnya mengalir ke sungai-sungai tertentu.

Kualitas air dari mata air akan sangat tergantung dari lapisan mineral tanah yang dilaluinya. Hal ini menunjukkan karakter-karakter khusus dari mata air tersebut. Kebanyakan air yang bersumber dari mata air kualitasnya baik sehingga umumnya digunakan sebagai sumber air minum oleh masyarakat sekitarnya. Sebagai sumber air minum masyarakat, maka harus memenuhi beberapa aspek yang meliputi kuantitas, kualitas dan kontinuitas. Khusus dari segi kualitas harus memenuhi syarat kualitas fisik, kimia, mikrobiologi dan radioaktivitas (WHO, 2004). Kualitas fisik yang dimaksud mencakup beberapa parameter yaitu kekeruhan, warna, rasa dan bau. Rasa dan bau dapat berasal dari keadaan alamiah air yang mengandung bahan kimia organik dan anorganik dan dapat pula karena adanya proses biologik seperti mikroorganisme air (Irianti dan Sasimartoyo, 2006). Adapun indikator utama yang dipakai dalam menentukan kualitas mikrobiologi adalah keberadaan bakteri *Escherichia coli*. Bakteri ini biasanya terdapat dalam tinja manusia maupun hewan dan sangat jarang ditemui di tempat yang bebas dari pencemaran tinja, namun terbukti dapat tumbuh di tanah yang beriklim tropis. Bakteri *E. coli* ini sangat peka terhadap proses disinfeksi dibandingkan dengan protozoa dan virus

yang menyebabkan penyakit perut (Irianti dan Sasimartoyo, 2006).

Di antara jenis air yang dipergunakan sebagai air minum seperti dari sumur, hasil olahan PDAM serta air olahan isi ulang, maka air yang bersumber dari mata air umumnya merupakan sumber terbaik untuk diminum, kecuali untuk daerah-daerah mata air yang melalui lapisan mineral tertentu sehingga kurang layak untuk diminum, seperti teras belerang yang cukup tinggi.

Dio kawasan Bedugul yang merupakan daerah dataran tinggi, masyarakat juga memanfaatkan mata air sebagai sumber air minum utama, sehingga perlu dikaji bagaimana kualitas mata air di daerah tersebut. Perbandingan kualitas air di dataran tinggi dengan beberapa mata air di bagian bawahnya akan memberikan gambaran yang menarik mengenai fenomena dari kualitas mata air itu sendiri.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober tahun 2004. Sampel air diambil di tiga tempat yaitu di Desa Gesing, Dekat Danau Buyan dan di Pura Teratai Bang, sebuah pura di tengah Kebun Raya Bedugul. Sampel air yang diambil dengan menggunakan botol, selanjutnya dimasukkan ke dalam kotak pendingin (*cold box*) untuk dikirim ke laboratorium analitik, Universitas Udayana di kampus Bukit Jimbaran Bali. Ada dua puluh tiga parameter kualitas air yang diukur dan dua parameter mikrobiologi. Sehingga seluruhnya ada dua puluh lima parameter yang diukur. Hasil kualitas air selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu air kelas I (PPRI Nomor 82 tahun 2001). Adapun metode analisis kualitas air dan alat yang digunakan sesuai dengan yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Metode analisis kualitas air yang digunakan

No.	Parameter Kualitas Air	Satuan	Metode analisis	Alat yang digunakan
	Fisika			
1	Total suspended solid	mg/l	Gravimetrik	Timbangan analitik
2	Total dissolved solid	mg/l	Gravimetrik	Timbangan analitik
3	Daya hantar listrik	$\mu\text{S/cm}$	Pengukuran	DHL Meter
	Kimia			
1	pH	-	Pengukuran	pH meter
2	BOD5	mg/l	Pengukuran	DO Meter
3	COD	mg/l	Titration	Buret
4	Sulfida	mg/l	Perbandingan warna dengan standar	Spektrofotometer
5	Sulfat	mg/l	Perbandingan warna dengan standar	Spektrofotometer
6	Nitrat	mg/l	Perbandingan warna dengan standar	Spektrofotometer
7	Nitrit	mg/l	Perbandingan warna dengan standar	Spektrofotometer
8	Ammoniak	mg/l	Perbandingan warna dengan standar	Spektrofotometer
9	Minyak	mg/l	Titration	Buret
10	Kalsium (Ca)	mg/l	Titration	Buret
11	Magnesium (Mg)	mg/l	Titration	Buret
12	Nikel (Ni)	mg/l	Titration	Buret
13	Besi (Fe)	mg/l	Titration	Buret
14	Mangan (Mn)	mg/l	Titration	Buret
15	Tembaga (Cu)	mg/l	Pancaran warna	Spektrofotometer (AAS)
16	Timbal (Pb)	mg/l	Pancaran warna	Spektrofotometer (AAS)
17	Seng (Zn)	mg/l	Pancaran warna	Spektrofotometer (AAS)
18	Krom (Cr)	mg/l	Pancaran warna	Spektrofotometer (AAS)
19	Kadmium (Cd)	mg/l	Pancaran warna	Spektrofotometer (AAS)
20	Air Raksa (Hg)	mg/l	Pancaran warna	Spektrofotometer (AAS)
	Bakteriologi			
1	E. coli	MPN/100 ml	Most Probably Number (MPN)	Media agar dalam tabung reaksi
2	Total coliform	MPN/100 ml	Most Probably Number (MPN)	Media agar dalam tabung reaksi

3. Hasil dan Pembahasan

Kualitas air dari mata air yang diukur menyangkut kondisi kandungan mineral, logam, ion dan sebagainya yang terkandung di dalam air dari mata air

tersebut. Kondisi yang lain juga termasuk kondisi fisik dari mata air tersebut berupa bahan organik dan garam-garam terlarut. Hasil penelitian selengkapnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kualitas Mata Air di Sekitar Bedugul

No.	Parameter Kualitas Air	Satuan	Kualitas Mata Air (MA)			Baku Mutu Air Kelas I*
			M A Gesing	M A Buyan	M A PRTB**	
	Fisika					
1	Total suspended solid	mg/l	0,31	Ttd	1,00	50
2	Total dissolved solid	mg/l	150	290	180	1000
3	Daya hantar listrik	µS/cm	126	275	212	-
	Kimia					
1	pH	-	7,98	6,07	7,68	6-9
2	BOD5	mg/l	2,03	5,11	8,10	2
3	COD	mg/l	5,06	11,28	17,24	10
4	Sulfida	mg/l	Ttd	Ttd	0,007	0,002
5	Sulfat	mg/l	0,436	15,55	7,56	400
6	Nitrat	mg/l	4,479	6,735	3,388	10
7	Nitrit	mg/l	0,001	0,0036	0,018	0,06
8	Ammoniak	mg/l	0,007	Ttd	0,008	0,5
9	Minyak	mg/l	0,0002	Ttd	0,0007	1000
10	Kalsium (Ca)	mg/l	10,72	14,30	12,83	-
11	Magnesium (Mg)	mg/l	1,891	7,840	4,571	-
12	Nikel (Ni)	mg/l	0,031	0,021	0,036	-
13	Besi (Fe)	mg/l	0,116	0,113	0,463	0,3
14	Mangan (Mn)	mg/l	0,033	0,028	0,030	0,1
15	Tembaga (Cu)	mg/l	0,010	0,010	0,009	0,02
16	Timbal (Pb)	mg/l	0,019	0,032	0,026	0,03
17	Seng (Zn)	mg/l	0,014	0,011	0,013	0,05
18	Krom (Cr)	mg/l	0,005	0,005	0,007	-
19	Kadmium (Cd)	mg/l	0,009	0,013	0,012	0,01
20	Air Raksa (Hg)	mg/l	Ttd	Ttd	Ttd	0,001
	Bakteriologi					
1	E. coli	MPN/100 ml	Neg	Neg	Neg	100
2	Total coliform	MPN/100 ml	43	Neg	140	1000

*Baku Mutu Air Kelas I adalah air yang peruntukannya dipergunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. **PRTB (Pura Teratai Bang)

Secara umum, beberapa parameter kualitas air dari mata airnya berada di atas baku mutu air kelas satu. Artinya telah melampaui kriteria yang dipersyaratkan oleh peraturan. Baku mutu air kelas satu adalah air yang peruntukannya dipergunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Parameter-parameter yang telah melampaui baku mutu tersebut adalah BOD₅, COD, Sulfida, Besi, Timbal dan Kadmium.

Hasil pengukuran terhadap nilai total suspended solid (TSS) menunjukkan bahwa kandungan yang tertinggi dijumpai di mata air Pura Teratai Bang yang nilainya 1 mg/l. Di mata air Gesing 0,31 mg/l dan di mata air Buyan tidak terdeteksi (Table 2). TSS merupakan zat-zat yang tersuspensi yang ada di dalam air. Secara teoritis muatan padatan tersuspensi adalah semua bahan yang masih tetap tertinggal sebagai sisa penguapan dan pemanasan pada suhu 103-105 oC. Semakin besar nilai kandungan muatan

tersuspensi di dalam air akan mengakibatkan semakin terhalangnya berbagai proses fisik dan kimia perairan (Dahuri dan Damar, 1994).

Kalau nilai TSS terendah ada di mata air Buyan, tetapi nilai TDS justru yang tertinggi yaitu mencapai 290 mg/l. TDS merupakan semua komponen yang terlarut baik itu unsur-unsur organik maupun anorganik. Nilai ini juga lebih tinggi dari mata air yang ada di Sanggalangit dan Pemuteran, tetapi lebih rendah dari nilai TDS di mata air Banyuwedang (Tabel 3).

Untuk nilai daya hantar listrik (DHL), rupanya kondisinya di mata air yang diteliti seirama dengan kandungan TDS yang mana pada tingkat nilai TDS tinggi, nilai DHL juga tinggi dan sebaliknya (Tabel 2). Dalam hal ini tidak ada acuan mengenai persyaratan baku mutu yang ditentukan. DHL sendiri merupakan gambaran mengenai banyaknya kandungan garam-garam terlarut yang mana semakin tinggi ion-ion garam-garam yang ada akan semakin efektif sebagai konduktor dalam mengantarkan arus listrik.

Nilai keasaman (pH) di mata air masih tergolong normal yaitu 6-9. Meskipun demikian di mata air Buyan, sedikit asam dengan nilai pH hanya 6,07. Sedangkan mata air lain kandungan pH-nya di atas 7,5 (Table 3). Begitu juga pH air danau nilainya juga di atas 7,5 (Gambar 2). Rendahnya nilai pH di mata air Buyan berkaitan dengan nilai sulfatnya yang tertinggi yang mencapai 15,55 mg/l.

Bandingkan dengan sulfat di mata air Gesing yang hanya 0,436 mg/l dan di mata air Pura Teratai Bang (PRTB) yang hanya mencapai 7,56 mg/l. Dengan nilai sulfat yang tinggi, maka kandungan asam sulfatnya juga lebih tinggi, yang berakibat terhadap menurunnya pH.

Kandungan nitrat di ketiga mata air berkisar 3,388 – 6,735 ppm yang mana tertinggi ada di mata air Buyan. Nilai nitrat ini jauh lebih tinggi dari nitrat yang ada di mata air Sanggalangit, Pemuteran dan Banyuwedang yang berkisar 0,422 - 0,503 mg/l (Tabel 3). Kandungan nitrat ini juga lebih tinggi dari kandungan nitrat di Danau Beratan, Buyan dan Tamblingan yang di bawah 2,5 mg/l (Gambar 4).

Kandungan nitrit dan ammonia tertinggi ada di mata air PRTB yang masing-masing 0,018 mg/l dan 0,008 mg/l. Meskipun masih di bawah baku mutu air kelas I, tetapi ada kecenderungan bahwa proses oksidasi di mata air PRTB lebih rendah dari mata air yang lain. Hal ini ditunjang oleh nilai sulfidanya yang tertinggi yang mencapai 0,007 yang mana telah melampaui baku mutu air kelas I yang 0,002 mg/l. Terdeteksinya kandungan sulfida di mata air Pura Teratai Bang sangat menonjol. Hal ini karena di dua tempat lainnya, tidak terdeteksi. Di pura ini, saat-saat tertentu tercium bau sulfida yang cukup menyengat. Meskipun tercium bau sulfida yang bila larut di air akan menimbulkan asam, akan tetapi nilai pH airnya masih normal yaitu 7,68.

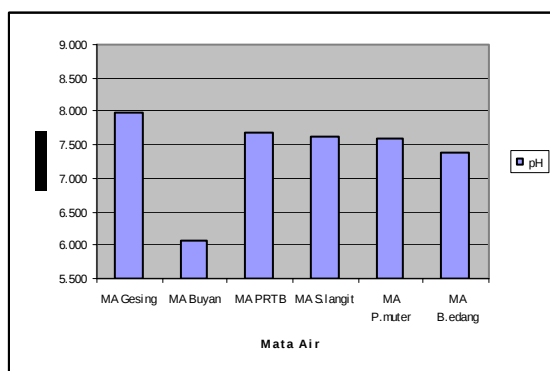
Tabel 3. Perbandingan Kondisi Kualitas Mata Air di Sekitar Bedugul dengan Mata Air Lain

No.	Parameter Kualitas Air	Satuan	Kualitas Mata Air (MA)					
			MA* Gesing	MA* Buyan	MA* PRTB	MA** Sanggalangit	MA** Pemuteran	MA** Banyuwedang
	Fisika							
2	Total dissolved solid	mg/l	150	290	180	100	211	432

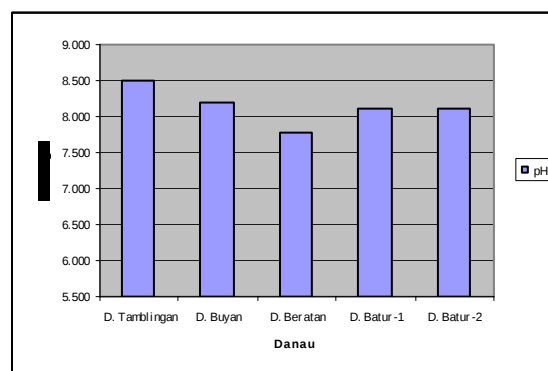
	Kimia							
1	pH	-	7,98	6,07	7,68	7,62	7,60	7,38
2	BOD ₅	mg/l	2,03	5,11	8,10	0,19	0,82	0,64
4	Sulfida	mg/l	Ttd	Ttd	0,007	Ttd	0,009	0,081
5	Sulfat	mg/l	0,436	15,55	7,56	11,5	85,6	129,5
6	Nitrat	mg/l	4,479	6,735	3,388	0,423	0,503	0,422
7	Nitrit	mg/l	0,001	0,0036	0,018	0,0053	0,0324	0,0076
8	Ammoniak	mg/l	0,007	Ttd	0,008	0,0011	0,0146	0,0290
13	Besi (Fe)	mg/l	0,116	0,113	0,463	0,1774	0,1817	0,1567
	Bakteriologi							
1	E. coli	MPN/ 100 ml	Neg	Neg	Neg	173	180	303
2	Total coliform	MPN/ 100 ml	43	neg	140	290	590	1043

* Hasil penelitian ini; ** Oviantari (2005); PRTB (Pura Teratai Bang)

Kandungan kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) di mata air Buyan yang masing-masing 14,30 mg/l dan 7,840 mg/l merupakan yang tertinggi dari dua mata air yang lain. Ca dan Mg adalah dua unsur utama yang menentukan tingkat kesadahan total air. Awalnya, kesadahan ini dikenal sebagai kapasitas ukuran air dalam melarutkan sabun. Sabun akan dapat dengan mudah dilarutkan dengan kehadiran ion Ca dan Mg (APHA, 1985).



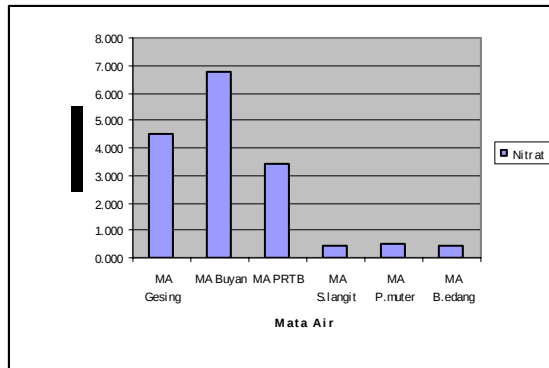
Gambar 1. Nilai pH di mata air



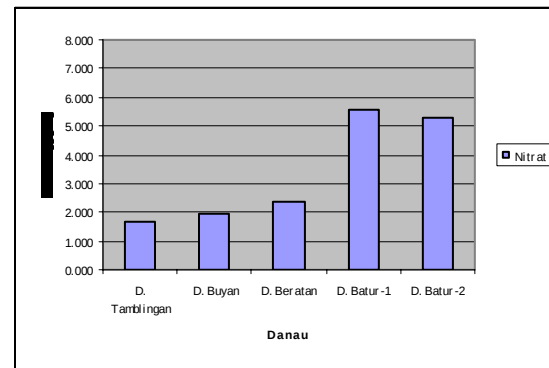
Gambar 2. Nilai pH di danau (Arthana, 2006)

Kandungan BOD₅ dari tiga mata air berkisar 2,03 – 8,10 mg/l. Kandungan tertinggi ada di mata air PRTB dan terendah ada di mata air Gesing. Di semua mata air yang diambil, nilai BOD₅ telah melampaui baku mutu sebesar 2 ppm. Kandungan BOD₅ ini merupakan indikasi dari banyaknya bahan organik dan tingkat

aktivitas mikroba dalam menguraikan bahan organik. Dalam melakukan aktivitasnya ini mikroba yang ada banyak memanfaatkan oksigen yang dalam lima hari telah mampu melakukan penguraian bahan organik mencapai 80 % pada suhu 20 °C.



Gambar 3. Nilai nitrat di mata air

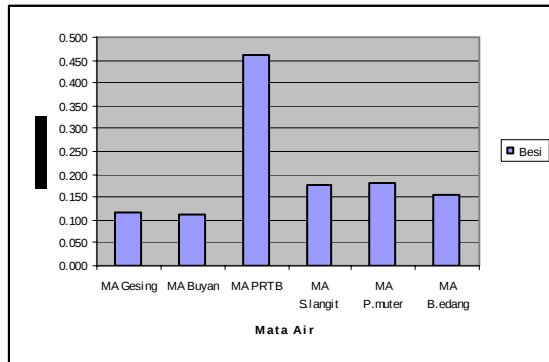


Gambar 4. Nilai nitrat di danau (Arthana, 2006)

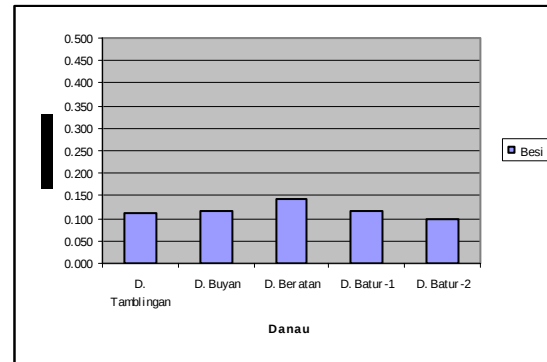
Sedangkan parameter Timbal, yang melampaui baku mutu adalah sampel mata air Buyan yang nilainya 0,032 mg/l sedangkan baku mutunya 0,03 mg/l. Tidak ada indikasi yang jelas tentang sumber-sumber pencemar Pb di mata air Buyan ini. Hanya saja lokasinya lebih dekat dengan aktivitas lalu lintas kendaraan di dibandingkan dengan dua mata air yang lain. Soemarwoto (2001) menyatakan bahwa Pb juga mampu mencemari tanah, walaupun kebanyakan pencemaran timbal di dalam tanah akan melalui perantara udara. Lebih lanjut dikatakan bahwa kegiatan transportasi merupakan sumber terpenting sebagai penyebab terjadinya pencemaran air tanah oleh logam timbal yang berasal dari bahan bakar minyak bensin. Senyawa Pb dalam air dapat dalam bentuk senyawa terlarut dan juga senyawa tersuspensi. Kandungan Pb rata-rata di dalam air tawar adalah 0.0003 mg/l (Darmono, 1995). Sedangkan Jambe (2004) mendapatkan bahwa kandungan Pb pada sumber air minum di

Bali rata-rata 0,0188 mg/l dan di air minumnya sendiri rata-rata 0,0137 mg/l.

Parameter cadmium yang melampaui baku adalah di mata air dekat Danau Buyan dan di Pura Teratai Bang yang masing-masing 0,013 dan 0,012 mg/l, sedangkan baku mutunya adalah 0,01 mg/l. Kadmium merupakan jenis logam yang berwarna putih keperakan menyerupai aluminium. Logam ini digunakan untuk melapisi logam seperti halnya seng, tetapi kualitasnya lebih baik dan harganya lebih mahal. Logam ini juga biasa digunakan sebagai elektrolisis di mana logam direndam atau disemprot. Belakangan Cd dalam campuran dengan Ni digunakan untuk pembuatan aki Ni-Cd baterai (Skinner, 1984). Di dalam air tawar, kandungan Cd rata-rata adalah 0.0003 mg/l (Darmono, 1995). Sedangkan Jambe (2004) mendapatkan bahwa kandungan Cd pada sumber air minum di Bali rata-rata 0,0157 mg/l dan di air minumnya sendiri rata-rata 0,0098 mg/l.



Gambar 5. Nilai besi di mata air



Gambar 6. Nilai besi di danau (Arthana, 2006)

Kandungan besi yang tertinggi di mata air PRTB yang mencapai 0,463 mg/l telah melampaui baku mutu 0,3 mg/l dan jauh lebih tinggi dari kandungan besi di mata air Sanggalangit, Pemuteran dan Banyuwedang yang berkisar 0,1567 – 0,1817 mg/l (Tabel 3). Juga lebih tinggi dari kandungan besi di danau-danau di Bali yang kurang dari 0,150 mg/l (Gambar 6).

Di mata air Pura Teratai Bang ini, nilai COD-nya juga tertinggi yaitu 17,24 ppm, sedangkan di Desa Gesing dan dekat Danau Buyan masing-masing hanya 5,06 dan 11,28 ppm. COD merupakan gambaran tentang aktivitas kebutuhan oksigen dalam proses-proses reaksi kimia dalam perairan yang secara umum kebutuhannya akan lebih tinggi dari kebutuhan oksigen dalam proses biologi. Data selengkapnya disajikan pada Tabel 2.

4. Simpulan

1. Enam dari dua puluh lima parameter yang diukur telah melampaui baku mutu air kelas I (PPRI Nomor 82 tahun 2001) yaitu BOD₅, COD, Sulfida, Besi, Timbal dan Kadmium.
2. Kandungan BOD₅ di tiga mata air (2,03 – 8,10 mg/l) tertinggi ada di mata air Pura Teratai Bang dan

terendah ada di mata air Gesing dan semuanya telah melampaui baku mutu 2 mg/l.

3. Kandungan Cadmium yang melampaui baku adalah di mata air Buyan dan di Pura Teratai Bang yang masing-masing 0,013 dan 0,012 mg/l, yang mana melampaui baku mutu 0,01 mg/l.
4. Kandungan besi yang tertinggi di mata air PRTB (0,463 mg/l) telah melampaui baku mutu 0,3 mg/l dan jauh lebih tinggi dari kandungan besi di mata air Sanggalangit, Pemuteran dan Banyuwedang (0,1567 – 0,1817 mg/l) serta lebih tinggi dari kandungan besi di danau-danau di Bali yang kurang dari 0,150 mg/l.
5. Nilai DHL (126-275 μ S/cm), di tiga mata air kondisinya seirama dengan kandungan TDS (150-290 mg/l) yang mana pada tingkat nilai TDS tinggi, nilai DHL juga tinggi dan sebaliknya.
6. Di mata air Buyan, nilai pH terendah dan sedikit asam (6,07), berkaitan dengan nilai sulfatnya yang tertinggi (15,55 mg/l). Dengan nilai sulfat yang tinggi, kandungan asam sulfatnya cenderung lebih tinggi, sehingga pH rendah.

7. Kandungan nitrat di ketiga mata air (3,388 – 6,735 mg/l) tergolong tinggi yang jauh lebih tinggi dari nitrat di mata air Sanggalangit, Pemuteran dan Banyuwedang (0,422 - 0,503 mg/l) serta lebih tinggi dari kandungan nitrat di Danau Beratan, Buyan dan Tamblingan yang nilainya di bawah 2,5 mg/l.

Daftar Pustaka

- APHA. 1985. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 16th Edition. Port City Press. Baltimore.
- Arthana, I W. 2006. Studi Kualitas Air Danau Beratan, Buyan dan Tamblingan di Bedugul Bali. *Jurnal Ilmu Lingkungan Ecotrophic*. Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Udayana. Volume 1, Nomor 2 : 34-38. Denpasar.
- Dahuri, R dan A. Damar. 1994. *Metode dan Teknik Analisis Koalitas Air*. Bahan Kuliah yang Disampaikan pada Kursus Amdal Tipe B. Kupang.
- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup*. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Irianti, S dan T.P. Sasimartoyo. 2006. Surveilans Kualitas Air Minum dari Sumber Penyediaan Air Minum Masyarakat. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Edisi Khusus, Agustus 2006 (Priana Sudjono, F.J. Nugroho dan W. Hadi Editor). Buku 1 : 93-102. ITB Bandung.
- Jambe, A.A.G.N.A. 2004. *Tingkat Pencemaran Logam berat Hg, Pb dan Cd pada Air Minum di Bali*. Tesis Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Udayana. Denpasar.
- Laws, E.A. 1981. *Aquatic Pollution. Introductory Text*. John Wiley and Sons. Inc., New York.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamental of Ecology*. Third Edition. W.B. Saunders Company. Philadelphia.
- Oviantari, M.V. 2005. *Studi Kualitas Air di Mata Air Sanggalangit, Pemuteran dan Banyuwedang, Kecamatan Grokgak, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali*. Tesis Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Udayana. Denpasar.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air
- Skinner, B.J. 1984. *Sumber Daya Bumi*. Terjemahan Permana. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Soemarwoto, O. 2001. *Atur Diri Sendiri*. Paradigma Baru Pengelolaan Lingkungan Hidup. Gajah Mada University Press.
- Sutrisno, T dan E. Suciastuti. 2002. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, Rineka Cipta, Jakarta.
- WHO. 2004. *Guidelines for Drinking-Water Quality*. Third Edition. Volume 1 : Recomentadtion. Geneva.