
Deteksi dan Identifikasi Cemaran Kimiawi dan Mikrobiologis pada Sumber Air Tradisional (Beji) di Dataran Rendah Bali Selatan

Detection and Identification of Chemical and Microbiological Pollutions in Tradisional Water Springs (Beji) in South Bali Lowlands

I M. Mahaputra Wijaya*, I W. Wisma P. Putra, I B. Wayan Gunam, I B. K. Widnyana Yoga, I W. Suarta

Universitas Udayana

*e-mail: mahaputrawijaya@unud.ac.id

Abstract

This study was aimed to determine the safety of Balinese local traditional water sources (beji) which are commonly used by people in lowland villages in Bali for their daily needs. In this work both chemical and biological aspects were studied, namely the mineral content, heavy metals, and the content of harmful bacteria (such as *E. coli* and coliforms, others, Shigella, Salmonella, and others) which might exist in the spring waters using with modified guidelines from SNI on drinking water. The research was conducted by collecting water samples from springs (beji) located in the lowlands of southern Bali. Chemical contamination measurement on heavy metal content was carried out using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) and the dissolved particles was observed using UV-visible Spectroscopy. The spring water samples were then grown on specific media to identify the contaminating bacteria. Twenty nine samples of spring water from Klungkung, Gianyar, Denpasar, Badung, and Tabanan regencies were collected then the physical characteristics were measured. The chemical and biological contamination tests on the spring water samples were carried out and no samples were found to be chemically or biologically polluted, and the quality of all spring waters was deemed acceptable in the SNI regarding drinking water.

Keyword: *water spring, beji, pollution, spectroscopy*

Abstrak

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui keamanan dari air pada sumber air tradisional (beji) yang biasa digunakan oleh di masyarakat di pedesaan dataran rendah di Bali untuk keperluan sehari-hari. Aspek keamanan yang dikaji dalam penelitian ini dari sisi kimiawi dan biologis, yaitu kandungan mineral, logam berat, dan kandungan bakteri-bakteri berbahaya (seperti *E. coli* dan koliform, lainnya, Shigella, Salmonella, serta lainnya) dari sumber mata air tersebut dengan panduan SNI tentang air minum yang dimodifikasi. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan sampel air dari beji-beji yang terletak di daerah dataran rendah Bali selatan. Uji cemaran kimia tentang kandungan logam berat dilakukan dengan metode *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) dan partikel terlarut dengan *UV visible Spectroscopy*. Sampel air beji kemudian ditumbuhkan pada media spesifik untuk mengidentifikasi jenis-jenis bakteri cemaran biologisnya. Dari Kabupaten Klungkung, Gianyar, Kota Denpasar, Badung, dan Tabanan dikumpulkan 29 sampel air beji untuk kemudian diukur karakteristik fisik air beji, dan absorbansi *UV-visible* air beji-beji tersebut. Dari uji cemaran kimiawi dan biologis pada sampel air beji yang dilakukan pada seluruh sampel tersebut tidak ditemukan sampel yang tercemar secara kimia maupun biologis, dan kualitas air beji tersebut dapat diterima dalam aturan SNI tentang air minum.

Kata kunci: *sumber air, beji, cemaran, spektroskopi*

PENDAHULUAN

Air sangat penting bagi makhluk hidup, dan memiliki banyak fungsi dalam kehidupan seperti sebagai pelarut umum, air digunakan oleh organisme untuk reaksi-reaksi kimia dalam proses metabolisme serta menjadi media transportasi nutrisi dan hasil

metabolism. Bagi manusia, air memiliki peranan yang sangat besar bukan hanya untuk kebutuhan biologisnya, yaitu bertahan hidup namun juga untuk pendukung kebutuhan hidup sehari-hari dan pendukung usaha. Kebutuhan akan air bersih oleh manusia semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dimana kualitas dan

kuantitas air semakin menurun serta mengalami penyimpangan tatanan sebagai dampak dari eksploitasi secara berlebihan dan perilaku mahluk hidup terutama aktivitas manusia yang tidak memperhatikan aspek lingkungan dan tata ruang (Kementerian Lingkungan Hidup, 2003). Pemanfaatan air untuk berbagai kebutuhan harus memperhatikan parameter-parameter kualitas air sesuai baku mutu yang sudah ditetapkan.

Mata air merupakan sumber air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah (Arthana, 2012). Bali memiliki banyak sumber mata air alami yang biasa disebut beji yang terletak di sekitar pemukiman penduduk dan banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan hidup sehari-hari. Pertumbuhan penduduk yang makin padat menyebabkan semakin tingginya aktivitas manusia di sekitar sumber air tersebut, sehingga potensi tercemarnya sumber mata air semakin tinggi baik secara kimia maupun biologis. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 173/Men.Kes/Per/VII/1977, jika standar mutu air sudah diatas standar atau sesuai dengan standar yang ditetapkan, seperti air tersebut bebas dari kuman-kuman dan bahan kimia didalamnya, maka air tersebut sudah di atas standar baku mutu air bersih. Tingkat kualitas air yang dibutuhkan untuk setiap kegiatan tertentu memiliki baku mutu yang berbeda oleh karena itu harus dilakukan pengujian untuk mengetahui kesesuaian kualitas dengan peruntukannya sehingga dirasa perlu dilakukan analisa kualitas air dengan berdasarkan beberapa parameter yaitu parameter fisika, kimia dan biologi. Hasil dari analisis parameter ini akan dibandingkan dan disesuaikan dengan baku mutu yang sudah ditentukan.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini ditujukan untuk mengetahui kualitas air dalam beberapa parameter seperti fisika, kimia, dan biologi dari beberapa sumber mata air (beji) di wilayah Bali. Sumber mata air alami (beji) tersebut biasanya secara tradisional digunakan untuk tirta (air suci) untuk kegiatan upacara agama di Bali, dan berdasar pengamatan langsung biasanya juga digunakan untuk keperluan upacara (tirta) maupun sehari-hari dan dikonsumsi langsung tanpa dimasak ataupun difiltrasi, sehingga cemaran biologis maupun kimia yang mungkin terdapat dapat berbahaya bagi kesehatan masyarakat yang menggunakan. Sebelumnya beberapa penelitian tentang kualitas air beji telah dilakukan namun pada lingkup yang terbatas seperti pada beji di Kabupaten Gianyar (Gargitha et al, 2016), beji di Desa Sanggalangit (Faisal dan Atmaja, 2019) dan sumber air Kecamatan Sukasada (Fitriani dan Sriartha, 2021) di Kabupaten Buleleng, mata air di Desa Susut kabupaten Bangli (Aryasa et al, 2019), serta beji di Desa Kukuh Kabupaten Tabanan (Putri et al, 2018).

Dari potensi permasalahan tersebut di atas, perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah air dari beji tersebut tercemar secara biologis, seperti mengandung mikroba berbahaya, maupun tercemar secara kimia, seperti apakah mengandung logam berat. Berdasarkan potensi permasalahan yang telah dijabarkan dan dirumuskan di atas, penelitian ini secara spesifik ditujukan untuk mendeteksi jika terdapat cemaran logam berat dan cemaran mikrobiologis pada air beji yang dikonsumsi oleh masyarakat dataran rendah di daerah dengan lingkup yang lebih luas pada dataran rendah di Kabupaten Tabanan, Badung, Denpasar, Gianyar, dan Klungkung, untuk kemudian mengidentifikasi jenis unsur logam berat tersebut serta jenis cemaran mikrobiologisnya tersebut dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* dan penumbuhan pada media selektif.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengambilan sampel pada sumber mata air alami (beji) yang masih digunakan dan dimanfaatkan oleh masyarakat yang ada di daerah pedesaan di dataran rendah pada kecamatan-kecamatan yang berbatasan langsung dengan laut di Kabupaten Gianyar, Badung, Denpasar, Tabanan, dan Klungkung (kecuali Nusa Penida) Provinsi Bali yang kemudian sampel air beji tersebut dianalisis didalam laboratorium. Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif, yaitu menggambarkan hasil perbandingan data kualitas air hasil uji laboratorium dengan baku mutu yang berlaku, dan memetakan cemaran jika ditemukan cemaran kimia atau biologis pada suatu daerah. Analisis dilakukan di Laboratorium Bioindustri dan Lingkungan, Laboratorium Analisis Pangan, serta Laboratorium Mikrobiologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian. Penelitian dilaksanakan pada Juni sampai September 2021.

Bahan dan Peralatan

Botol sampel, tabung reaksi, rak tabung reaksi, bunsen, pipet ukur, autoclave, labu erlenmeyer, inkubator, tabung durham, oven, Spektrofotometer *UV-visible* (*UV-visible Spectroscopy*: Libra), Spektrofotometer Serapan Atom (*Atomic Absorption Spectroscopy*: Shimadzu GC-2010). Sampel-sampel air dari sumber mata air beji, Lactose Broth, disposable petri dish, Eosin Methylene Blue Agar (EMBA), *Escherichia coli* Broth (ECB), Brilliant Green Lactose Broth (BGLB), aquades, blue tips, yellow tips.

Pengambilan Sampel Air Beji

Pengambilan sampel pada mata air telah dilakukan di sumber-sumber mata air beji pada Kabupaten Klungkung, Gianyar, Denpasar, Badung, dan Tabanan dengan *grab sampling*. Kecamatan yang memiliki beji yang menjadi objek penelitian dipilih pada kecamatan yang terletak pada dataran rendah, dibawah 200 mdpl dan memiliki pantai, karena diduga cemaran logam berat dan biologis biasanya mengalir ke bawah dan terakumulasi pada dataran rendah. Pengambilan dilakukan dengan cara sampel air beji dimasukkan kedalam botol yang telah disterilkan kemudian disimpan di dalam *coolbox* secara aseptis agar sampel tidak terkontaminasi, setelah itu sampel di bawah ke lab untuk penelitian lebih lanjut. Beji-beji dan sumber air yang menjadi objek pada penelitian ini adalah:

- I. Kabupaten Klungkung:
 1. Kecamatan Dawan
 - a. Beji Pura Tirta Bima Dawan Kaler
 - b. Beji PAM Desa Dawan Kaler
 2. Kecamatan Klungkung (kota)
 - a. Beji Pura Segening Mas
 - b. Beji Labak Gulingan Tojan
 3. Kecamatan Banjarangkan
 - a. Beji Sudamala Sidayu
 - b. Beji Pura Dalem Tusan Banjarangkan
- II. Kabupaten Gianyar
 1. Kecamatan Gianyar (kota)
 - a. Beji Tukad Sangsang Lebih
 - b. Beji Pura Beginda
 2. Kecamatan Sukawati
 - a. Beji Desa Ketewel
 - b. Beji Sukawati-Pinda
 3. Kecamatan Blahbatuh
 - a. Beji Banda
 - b. Beji Prangsada
- III. Kota Denpasar
 1. Kecamatan Denpasar Timur
 - a. Beji Pura Puseh lan Desa Kesiman
 - b. Beji Tanggun Titi
- IV. Kabupaten Badung
 1. Kecamatan Kuta Utara
 - a. Beji Tegal Jaya Dalung
 - b. Beji Pura Sawang Sari Agung
 2. Kecamatan Mengwi
 - a. Beji Tegal Gundul
 - b. Beji Subak Pererenan
- V. Kabupaten Tabanan
 1. Kecamatan Kediri
 - a. Beji Villa Nyanyi
 - b. Beji Pura Panca Pandawa Nyanyi
 2. Kecamatan Tabanan (kota)
 - a. Beji Pura Dalem Manik Asem
 - b. Beji Dalem Yeh Gangga
 3. Kecamatan Kerambitan

- a. Pura Beji Pererenan Penarukan
 - b. Pura Beji Belumbang Kelating
4. Kecamatan Selemadeg Timur
 - a. Beji Patung Siwa Kelecung
5. Kecamatan Selemadeg
 - a. Beji Bebali
 - b. Beji SD 2 Antap
6. Kecamatan Selemadeg Barat
 - a. Ceplusan Pantai Suan Galuh
 - b. Beji Beda Surabrata

Pengujian Sifat Fisika Pada Air Beji

Pengujian sifat fisika pada sampel air beji dilakukan dengan cara mengukur suhu dengan menggunakan termometer, melihat warna air dan menguji absorbansi pada *UV-visible* spektrofotometer dan dibandingkan dengan absorbansi akuades, mencicipi rasa, dan mencium bau air dilakukan mengacu pada SNI 01-6242-2000 (Kemenperin, 2019).

Pengujian Sifat Kimia dan Cemaran Kimiawi pada Air Beji

Pengujian sifat kimia pada sampel air beji dilakukan dengan mengacu pada SNI 01-6242-2000 tentang kandungan logam dan mineral pada air mineral. Kandungan cemaran logam yang dapat diukur pada Laboratorium Analisis Pangan FTP dengan menggunakan mesin *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) dan standar yang dimiliki antara lain: Timbal (Pb), Tembaga (Cu), dan lain-lain seperti Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) dimana variable pengukurannya mengacu pada SNI 01-3554-1998 (Badan Standardisasi Nasional, 2019) yang dimofikasi dan pengukuran mengacu pada Yoga (2020).

Pengujian Cemaran Biologis pada Air Beji

Pengujian cemaran biologis pada air beji dilakukan dengan menguji sampel air beji pada beberapa uji mikrobiologis sesuai dengan SNI 01-6242-2000 yang dimodifikasi. Beberapa cemaran mikrobiologis yang diujikan antara lain Coliform, *E. coli*, dan Salmonella-Shigella. Pengujian cemaran *E. coli* dilakukan dalam 4 tahap yaitu uji penduga bakteri coliform menggunakan media LB, uji penegasan bakteri coliform BGLB, uji penduga bakteri *E. coli* dan uji penegasan bakteri *E. coli* menggunakan EMBA. Uji morfologi kemudian dilakukan dengan melakukan pewarnaan gram (Feng, 2002). Pengujian cemaran Salmonella-Shigella dilakukan dengan menumbuhkan sampel air beji pada permukaan agar di petri dish yang spesifik untuk pertumbuhan Salmonella dan Shigella tanpa dilakukan pengayaan (enrichment) terlebih dahulu pada media (Oxoid).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sifat Fisika Pada Air Beji

Hasil pengujian sifat fisika pada sampel air beji disajikan pada Tabel 1 berikut, dan difference absorbance spektra *UV-visible* pada Gambar 1 berikut: Dari data pada Tabel 1 menunjukkan pH sampel air beji berkisar antara 6,8 sampai dengan 7,6. Nilai pH 7,6 yang cukup tinggi didapat dari Ceplusan Suan Galuh dimana airnya bersumber dari rembesan pada tebing kapur, yang menyebabkan kemungkinan tinggi kandungan kalsium (Ca) karbonat yang diukur dengan menggunakan mesin AAS. Beberapa beji tidak lagi digunakan sebagai sumber air minum seperti Beji Dalem Banjaringan, Beji Sudamala, Beji Pura Panca Pandawa menjadi tidak terawat dan berbau tanah maupun ganggang, sementara beji-beji yang dimanfaatkan sebagai air minum tetap terawat dan berair jernih.

Pada hasil analisis dengan Spektroskopi *UV-visible* seluruh air beji menunjukkan tanda *scattering* berupa garis miring ke kiri atas, dimana absorbansi mengecil dari jangkauan (*range*) sinar UV (kiri) ke merah (kanan). Fenomena *scattering* ini menandakan pada

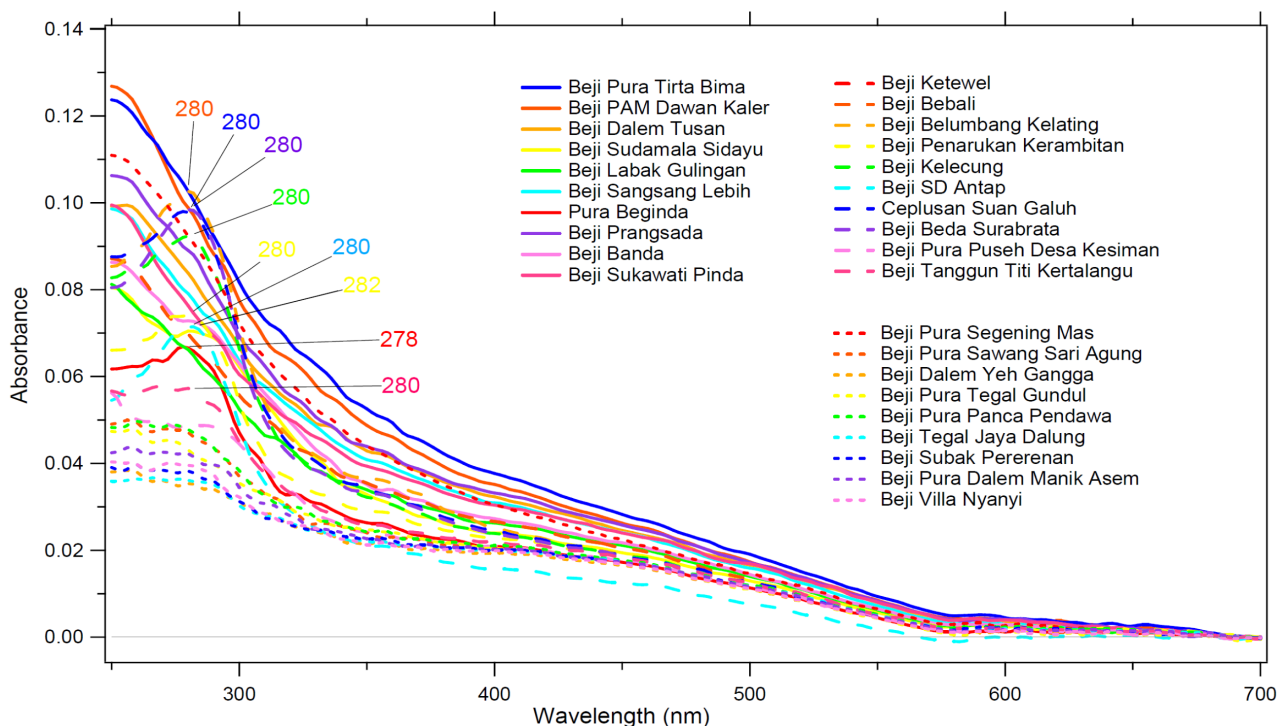
seluruh air beji terdapat material organik tidak larut air yang masih terlarut di dalam sampel, walaupun seluruh sampel telah disentrifugasi 5000 rpm selama 5 menit, kemudian dengan hati-hati dituang (*decanting*) dan disaring dengan kertas Whatman nomor 47, yang menandakan material terlarut atau tersuspensi berupa partikel mikroskopis yang masih sebaiknya diidentifikasi kembali di masa depan.

Beberapa sampel air beji seperti dari Beji Belumbang Kelating, Ceplusan Suan Galuh, Beji SD Antap, Beji Penarukan, Beji Kelecong, Beji Tanggun Titi Kertalangu, Beji Sudamala Sidayu, dan Beji Pura Beginda memiliki puncak absorbansi (*peak absorbance*) pada 280 nm, dimana hampir seluruh beji tersebut berada pada Kabupaten Tabanan, kecuali Beji Beginda (Gianyar) dan Beji Tanggun Titi (Denpasar Timur). Absorbansi pada rentang 280 nm ini kemungkinan menandakan absorbansi protein yang menandakan terdapat kemungkinan terdapat protein atau mikroorganisme yang terlarut pada air beji tersebut (Chang dan Zhang, 2017).

Tabel 1. Karakteristik Fisik Air Beji

No.	Nama	Suhu (°C)	pH	Rasa	Bau	Warna	Keterangan
1	Tirta Bima	23	7,2	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk tirta, air minum dan mandi.
2	Beji PAM Dawan Kaler	24	7,4	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk air minum dan mandi.
3	Pura Segening	24	7,0	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Hanya untuk tirta.
4	Pura Labak Gulingan	27	7,3	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk tirta dan air minum.
5	Beji Sudamala	27	7,5	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk tirta dan mandi.
6	Beji Dalem Banjaringan	25	7,2	terasa tanah	berbau tanah	berwarna kecoklatan	Hanya untuk tirta.
7	Beji Tukad Sangsang	25	7,2	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk air minum dan mandi.
8	Beji Pura Beginda	25	7,2	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk tirta, air minum dan mandi. *Air dari satu sumber, untuk umum diambil di luar pura. Air tirta tidak dapat diakses.
9	Beji Ketewel	25	7,2	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk air minum dan mandi.
10	Beji Sukawati Pinda	25	7,3	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk air minum dan mandi.
11	Beji Banda	26	7,0	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk air minum dan mandi.
12	Beji Prangsada	25	7,3	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk tirta, air minum dan mandi. *Air dari satu sumber, untuk umum diambil di luar pura. Air tirta tidak dapat diakses.
13	Beji Pura Puseh Desa Kesiman	24	6,9	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk tirta, air minum dan mandi.
14	Beji Banjar Tanggun Titi	24	6,9	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk air minum dan mandi.
15	Beji Tegal Jaya	24	6,8	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk air minum.

16	Beji Sawang Sari Agung	26	6,9	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk air minum.
17	Beji Tegal Gundul	25	7,2	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk tirta.
18	Beji Subak Pererenan	24	7,0	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk air minum.
19	Beji Villa Nyanyi	25	7.0	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk air minum. *Sumber air baru ditemukan, fondasi pembangunan villa menembus aliran air bawah tanah.
20	Beji Pura Panca Pandawa	27	7,4	tidak berasa	berbau ganggang	tidak berwarna	Untuk tirta dan mandi.
21	Beji Dalem Manik Asem	25	7,2	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk tirta, air minum dan mandi.
22	Beji Yeh Gangga	25	6,8	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk tirta, air minum dan mandi.
23	Pura Beji Penarukan	25	6,9	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk tirta, air minum dan mandi.
24	Pura Beji Kelating	26	6,9	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk tirta, air minum dan mandi.
25	Beji Kelecung	25	7,2	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk tirta.
26	Beji Bebali	25	7,6	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk tirta dan air minum.
27	Beji SD 2 Antap	26	7,2	terasa tanah	berbau tanah	keruh	Untuk air minum dan mandi.
28	Ceplusan Suan Galuh	27	7,6	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk air minum dan mandi*. *Digunakan untuk mencuci perahu dan mesin perahu.
29	Beji Bada Surabrata	25	6,9	tidak berasa	tidak berbau	tidak berwarna	Untuk air minum dan mandi.



Gambar 1. Spektra Selisih Absorbansi (*Difference Absorbance Spectra*) UV-visible dari Sampel Air Beji dengan Air Akuades

Hasil Pengujian Cemar Kimiawi pada Air Beji
Pengujian sifat kimia pada sampel air beji dilakukan dengan mengacu pada SNI 01-6242-2000 tentang

kandungan logam dan mineral pada air mineral. Kandungan cemaran logam berat dan mineral yang berguna diukur pada Laboratorium Analisis Pangan

FTP dengan menggunakan mesin *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) antara lain: Timbal (Pb), kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Tembaga (Cu) dan Kadmium (Cd), menggunakan metode pengukuran menggunakan mesin GC-2010 yang dikembangkan

oleh Yoga (2020). Pengukuran dilakukan mengacu pada SNI 01-3554-1998 (Badan Standardisasi Nasional, 2019). Hasil pengukuran kandungan mineral dan logam berat pada sampel air beji disajikan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Kandungan Mineral dan Logam Berat pada Air Beji (ppm)

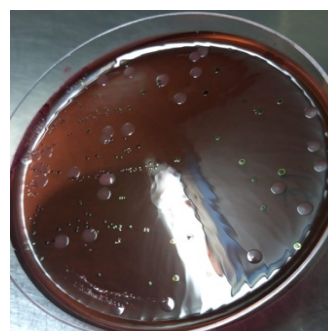
No.	Nama Sumber Air (beji)	Mg	Ca	Pb ¹	Cu ²
1	Beji Tirta Bima Dawan Kaler	3,850	28,185	0	0
2	Beji PAM Dawan Kaler	3,577	27,681	0	0
3	Pura Beji Segening Mas	3,748	20,825	0	0
4	Pura Beji Labak Gulingan	3,846	30,076	0	0
5	Pura Beji Sudamala Sidayu	2,815	31,509	0	0
6	Beji Pura Dalem Banjarangkan	2,953	31,641	0	0
7	Beji Tukad Singasing	3,837	34,372	0	0
8	Beji Pura Beginda	3,403	28,418	0	0
9	Beji Ketewel	3,810	33,469	0	0
10	Beji Sukawati-Pinda	3,824	30,011	0	0
11	Beji Banda	3,818	28,491	0	0
12	Beji Prangsada	3,818	30,760	0	0
13	Beji Pura Puseh Desa Kesiman	3,778	29,476	0	0
14	Beji Banjar Tanggun Titi	3,789	26,489	0	0
15	Beji Tegal Jaya Dalung	3,756	27,487	0	0
16	Beji Pura Sawang Sari Agung	3,777	28,469	0	0
17	Beji Pura Tegal Gundul	3,818	28,874	0	0
18	Pura Beji Subak Pererenan	3,849	26,396	0	0
19	Beji Villa Nyanyi	3,815	32,584	0	0
20	Pura Beji Panca Pandawa	3,811	28,449	0	0
21	Beji Pura Dalem Manik Asem	3,805	26,331	0	0
22	Beji Yeh Gangga	3,818	29,496	0	0
23	Pura Beji Penarukan	3,742	28,445	0	0
24	Pura Beji Kelating	3,750	26,385	0	0
25	Beji Patung Siwa Kelecung	3,858	30,817	0	0
26	Beji Bebali	3,883	32,384	0	0
27	Beji SD 2 Antap	3,838	31,964	0	0
28	Ceplusan Suan Galuh	3,817	33,572	0	0
29	Beji Beda Surabrata	3,688	26,458	0	0

*Data cemaran cadmium belum dapat diukur karena ditemukan kerusakan pada lampu Cd saat penelitian.

^{1,2}Kandungan logam berat Timah hitam (Pb) dan Tembaga (Cu) pada seluruh sampel air beji dibawah ambang batas deteksi mesin AAS (<0,5 ppm).

Pengujian Cemaran Biologis pada Air Beji

Pengujian cemaran biologis pada air beji dilakukan dengan menguji sampel air beji pada beberapa uji mikrobiologis sesuai dengan SNI 01-6242-2000. Beberapa cemaran mikrobiologis yang diujikan antara lain coliform, *E. coli*, dan *Salmonella-Shigella*. Contoh pengujian cemaran mikrobiologis *E. coli* pada air beji dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil pengujian cemaran coliform, *E. coli*, dan *Salmonella-Shigella* pada air beji disajikan dalam Tabel 3



Gambar 2. Koloni *E. coli* yang tumbuh pada media emba (hijau metalik)

Tabel 3. Hasil Uji *E. coli*, *Salmonella-Shigella*, dan Coliform

No.	Nama	<i>E. coli</i> (CFU/ml)	Pengujian <i>Salmonella-Shigella</i> (CFU/ml)	Coliform (MPN index/ml)
1	Beji Tirta Bima Dawan Kaler	0	0	4.6
2	Beji PAM Dawan Kaler	0	0	4.6

3	Pura Beji Segening Mas	0	0	11
4	Pura Beji Labak Gulingan	0	0	4.6
5	Pura Beji Sudamala Sidayu	0	0	4.6
6	Beji Pura Dalem Banjarangkan	0	0	11
7	Beji Tukad Singasing	0	0	11
8	Beji Pura Beginda	0	0	11
9	Beji Ketewel	0	0	4.6
10	Beji Sukawati-Pinda	0	0	11
11	Beji Banda	0	0	11
12	Beji Prangsada	0	0	11
13	Beji Pura Puseh Desa Kesiman	0	0	11
14	Beji Banjar Tanggun Titi	0	0	4.6
15	Beji Tegal Jaya Dalung	0	0	4.6
16	Beji Pura Sawang Sari Agung	0	0	11
17	Beji Pura Tegal Gundul	0	0	11
18	Pura Beji Subak Pererenan	0	0	4.6
19	Beji Villa Nyanyi	0	0	4.6
20	Pura Beji Panca Pandawa	0	0	>11
21	Beji Pura Dalem Manik Asem	0	0	>11
22	Beji Yeh Gangga	0	0	4.6
23	Pura Beji Penarukan	0	0	4.6
24	Pura Beji Kelating	0	0	4.6
25	Beji Patung Siwa Kelecong	0	0	11
26	Beji Bebali	0	0	11
27	Beji SD 2 Antap	0	0	4.6
28	Ceplusan Suan Galuh	0	0	4.6
29	Beji Beda Surabrata	0	0	4.6

Sampel coliform yang positif ditandai dengan gelembung pada tabung Durham sudah dikonfirmasi ke media BGLB dan EMBA namun tidak ada koloni hijau metallic yang tumbuh sebagai indikasi adanya *E. coli*, jadi pengujian tidak dilanjutkan pada tahap uji mikroskopik. Pengujian sampel diulangi sebanyak 3 kali, dan dapat dilihat seluruh air beji yang menjadi sampel penelitian lulus uji SNI dari sisi cemaran mikrobiologis tidak ada yang tercemar bakteri *E. coli* dan *Salmonella-Shigella*, serta angka perhitungan coliform berada pada nilai yang dapat diterima menurut SNI. Dari ke tiga aspek hasil pengujian di atas, seluruh hasil mengindikasikan bahwa kondisi air beji-beji yang menjadi objek pengujian dalam keadaan baik dan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Hal ini juga mengindikasikan kemungkinan besar belum atau kecil kemungkinan telah terjadi pencemaran air pada area yang menjadi daerah resapan sumber air dari beji-beji ini, paling tidak dalam batas deteksi pengujian yang telah dilakukan, walaupun tidak menutup kemungkinan pencemaran secara terbatas (*isolated pollution*) tetap dapat terjadi dan mencemari sumber air tanah di sekitar tempat tersebut (Arbain, et al 2012). Kondisi air beji-beji yang masih baik ini perlu dijaga oleh seluruh pengguna, masyarakat dalam lingkungan sekitar (*penyangga/buffer zone*), dan pemerintah daerah sebagai regulator untuk memastikan kelangsungan dan kepastian keamanan air beji di masa depan tetap terjaga, dan terus dapat digunakan

sebagai alternatif sumber air minum di masa depan oleh masyarakat jika terjadi bencana ataupun hal lain yang menyebabkan pasokan sumber air utama seperti air PDAM terganggu.

KESIMPULAN

Seluruh air beji yang diuji lolos dalam aspek pengujian, aman untuk dikonsumsi karena aman dari cemaran kimia dan biologis. Daerah penyangga di sekitar beji yang menjadi sumber resapan air yang mengalir ke beji pun secara umum dapat dianggap aman dari pencemaran kimia dan biologi, serta dari jumlah sampel yang diambil secara umum dapat disimpulkan air tanah di Bali Selatan belum tercemar dari cemaran biologis maupun kimia. Di masa depan penelitian ini dapat dilanjutkan untuk menguji kualitas air tanah di pemukiman sekitar berbagai lokasi kandidat *isolated pollution* tersebut untuk melihat jika skenario pencemaran terbatas tersebut terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

Arbain, Mardana, N, K., Sudana, I B. 2012. Pengaruh Air Lindi Tempat Pembuangan Akhir Sampah Suwung Terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal Di Sekitarnya Di Kelurahan Pedungan Kota Denpasar. *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, vol. 3, no. 2.

- <https://ojs.unud.ac.id/index.php/ECOTROPHIC/article/view/2504>
- Arthana, W. 2012. Studi Kualitas Air Beberapa Mata Air Di Sekitar Bedugul, Bali. Bumi Lestari Journal of Environment. vol. 7, no. 1. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/blje/article/view/2413>.
- Aryasa, I W. T., Risky, D. P., Artaningsih, N. L. P. J. 2019. Uji Pendahuluan Kualitas Air pada Sumber Mata Air di Banjar Tanggahan Tengah, Desa Susut Kecamatan Susut Kabupaten Bangli, Jurnal Kesehatan Terpadu, vol. 3 no. 2. <https://jurnal.undhirabali.ac.id/index.php/kesehatan/article/view/979>
- Badan Standardisasi Nasional, 2019, <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DetailSNI/7125>, diakses pada 5 Desember 2019.
- Chang S.K.C., Zhang Y. (2017) Protein Analysis. In: Nielsen S.S. (eds) Food Analysis. Food Science Text Series. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5_18
- Gargitha, I W. G. S., Restu, I W., Sari, W., Hermawati, A. 2016. Analisis Kondisi Indeks Kualitas Air Pada Enam Mata Air Di Kabupaten Gianyar, Bali. ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science), v. 10, n. 2, p. 116-122. <https://doi.org/10.24843/EJES.2016.v10.i02.p06>.
- Faisal, M. dan Atmaja, D. M. 2019. Kualitas Air pada Sumber Mata Air di Pura Taman Desa Sanggalangit sebagai Sumber Air Minum Berbasis Metode Storet. Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha, vol. 7 no. 2 <http://dx.doi.org/10.23887/jjpg.v7i2.20691>
- Feng, P., Weagant, S. D., Grant. M. A., Burkhardt. W. 2002. BAM: Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria. U. S. Food and Drug Administration., diakses pada 5 Desember 2019.
- Fitriani, N. K. T. dan Sriartha, I P. 2021. Analisis Kualitas Air di Kecamatan Sukasada. Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha, vol. 9 no.1. <http://dx.doi.org/10.23887/jjpg.v9i1.31412>
- Kemenperin library, <http://lib.kemenperin.go.id/neo/detail.php?id=230697>, diakses pada 4 Desember 2019.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2003. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003, tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, Jakarta.
- Putri, N. L. N. D. D., Sudarma, N., & Prihatiningsih, D. (2018). Identifikasi Kualitas Mata Air sebagai Sumber Air Minum Tanpa Pengolahan di Desa Kuku, Kecamatan Marga, Kabupaten Tabanan, Bali, 2018. Bali Medika Jurnal, 5(1), 127–135. <https://doi.org/10.36376/bmj.v5i1.28>
- Yoga, I B. K. W., Teknik Analisis Mineral Bahan Pangan Dengan Atomic Absorption Spectrophotometer, Gerakan Menulis Buku (GMB) Indonesia, 2020.