



## Karakteristik dan status kualitas air di cekungan karst Cileungsi, Kabupaten Bogor, Jawa Barat

### *Characteristic and water quality status in karst sinkhole Cileungsi, Bogor, West Java*

Pedryn Dirgantara, Sigid Hariyadi\*, Niken Tunjung Murti Pratiwi

*Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University*

*Received 23 Agustus 2024    Received in revised 6 November 2024    Accepted 30 Desember 2024*

#### **ABSTRAK**

Kawasan karst merupakan suatu bentuk permukaan bumi dengan kondisi hidrologi yang khas akibat terdapatnya batuan yang mudah larut. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan karakteristik dan status kualitas air melalui pendekatan Indeks Kualitas Air (IKA-NSF) dan Indeks Pencemaran (IP). Penelitian dilakukan pada bulan Februari sampai Maret 2015. Pengambilan contoh air dilakukan tiga kali pada ketiga cekungan dengan interval dua minggu. Nilai indeks kualitas air (IKA-NSF) pada cekungan Klapanunggal 1, 2 dan 3 berkisar antara 50,50-60,75. Tingkat status kualitas air pada ketiga cekungan tergolong dalam kategori sedang. Berdasarkan nilai indeks pencemaran (IP) untuk baku mutu kelas II dan III, hanya cekungan klapanunggal 2 yang memenuhi baku mutu, sedangkan cekungan Klapanunggal 1 dan 3 tergolong tercemar ringan dengan parameter fosfat total dan *fecal coliform* yang melampaui baku mutu.

**Kata kunci:** IKA-NSF, indeks pencemaran, arst Cileungsi, kualitas air

#### **ABSTRACT**

*Karst region is a form of the earth's surface with unique hydrological conditions due to the presence of soluble rocks. This study intent to describe the characteristic and status of water quality through an approach Water Quality Index (WQI-NSF) and the Pollution Index. The study was conducted in February to March 2015. Sampling were conducted three times in three sinkhole biweekly. Value of WQI-NSF in Klapanunggal 1, 2 and 3 ranged beetwen 50,50-60,75. Status of water quality in all sinkhole was classified as medium category. Based on the value of the pollution index for the quality standard of class II and III, only Klapanunggal 2 that meet quality standards, while Klapanunggal 1 and 3 were classified as lightly polluted with parameter total phosphat and fecal coliform that exceed quality standards.*

**Keywords:** karst Cileungsi, pollution index, water quality, WQI-NSF

## 1. Pendahuluan

Karst merupakan suatu bentuk permukaan bumi dengan kondisi hidrologi yang khas akibat terdapatnya batuan yang mudah larut dan mempunyai porositas sekunder yang berkembang baik. Sebagai akibatnya, kawasan karst dicirikan dengan minimnya sungai permukaan dan berkembangnya jalur-jalur sungai bawah tanah. Karst dicirikan oleh beberapa faktor, di antaranya terdapatnya cekungan tertutup, bukit atau lembah kering dalam berbagai ukuran dan bentuk, tidak terdapatnya drainase atau sungai permukaan, dan terdapatnya goa dari sistem drainase bawah tanah (Ford & Williams 1989). Subratayati (2008) menambahkan bahwa karst merupakan tanah yang didominasi oleh batuan gamping. Sifat batu gamping ( $\text{CaCO}_3$ ) yang mendominasi tanah karst, mempunyai daya atau tingkat kelarutan yang tinggi, sehingga tanah menjadi porous.

Luas kawasan karst di Indonesia sekitar 15,4 juta hektar dan tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia, salah satunya terletak di Jawa Barat (Maulana 2011). Terdapat beberapa kawasan karst yang terletak di Jawa Barat, khususnya di Kabupaten Bogor, adalah karst Ciampea, Ciseeng, dan Cileungsi. Karst Cileungsi merupakan salah satu kawasan karst yang dimanfaatkan untuk kegiatan penambangan bahan baku industri. Kegiatan penambangan di karst Cileungsi menyebabkan terbentuknya cekungan. Cekungan tersebut lambat laun terisi air oleh proses hidrologi yang terdapat di kawasan ini.

Penetapan status kualitas air merupakan suatu hal yang sangat penting untuk kegiatan pengelolaan kualitas air dan pengendalian terhadap pencemaran, karena akan menjadi faktor penentu dalam kegiatan selanjutnya. Kondisi perairan dinyatakan tercemar jika nilainya tidak memenuhi baku mutu air, dan kondisi perairan dinyatakan baik jika nilainya memenuhi baku mutu air (PerMenLH Nomor 20 Tahun 2008). Penelitian ini menggunakan Indeks Pencemaran (IP) untuk mengetahui status kualitas air di perairan karst Cileungsi. Selain itu juga penelitian ini menggunakan Indeks Kualitas Air (IKA-NSF), yang banyak digunakan untuk masalah sanitasi atau air yang

digunakan untuk kegiatan sehari-hari. Selain itu juga digunakan sebagai alat untuk mengevaluasi keberhasilan dan kegagalan dalam strategi manajemen untuk meningkatkan kualitas air (Oot 1978).

Perairan karst juga memiliki beberapa parameter kualitas air tertentu yang menjadi penciri bagi perairan tersebut, yang berbeda karakteristiknya dengan perairan pada umumnya. Parameter kualitas air penciri daerah karst antara lain adalah kesadahan, alkalinitas, kalsium, magnesium dan daya hantar listrik (DHL) (Stankovic *et al.* 2010). Parameter kimia-fisika-biologi perairan lainnya juga dapat menjadi kajian penelitian di kawasan ini. Oleh karena itu, pengkajian mengenai kualitas air di perairan karst diharapkan dapat memberikan berbagai informasi lebih lanjut mengenai potensi serta peruntukannya untuk kegiatan sarana rekreasi air dan kegiatan budidaya perikanan serta memberikan informasi mengenai karakteristik dan kualitas air di perairan karst. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik dan status kualitas air melalui pendekatan Indeks Kualitas Air (IKA-NSF) dan Indeks Pencemaran (IP) serta memberikan informasi mengenai potensi di cekungan karst Cileungsi.

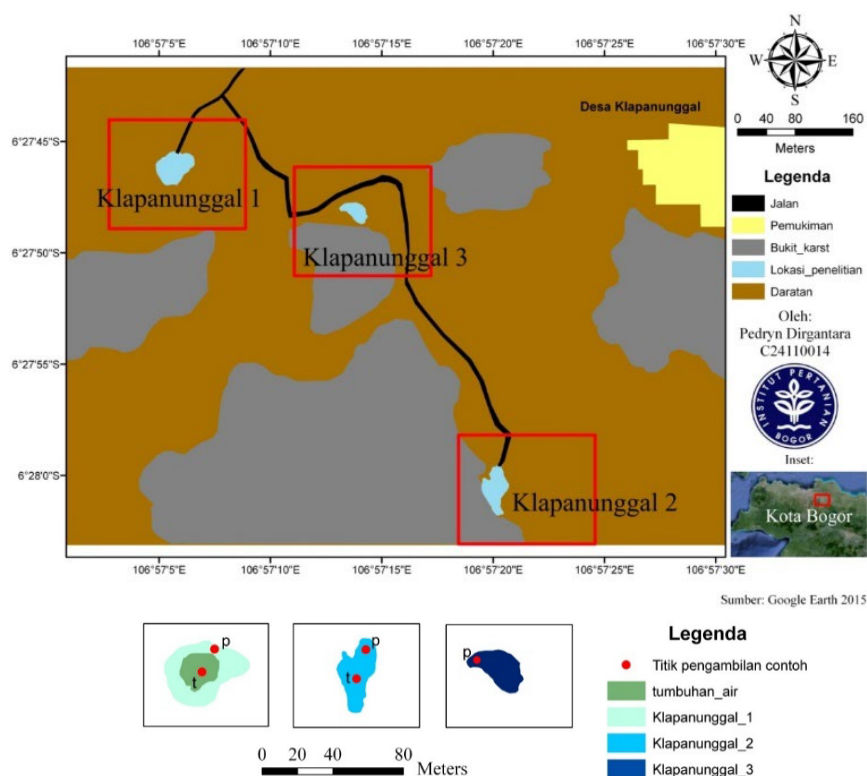
## 2. Metodologi

### 2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian terdiri atas penelitian lapang dan penelitian laboratorium. Penelitian lapang bertempat di kecamatan Klapanunggal, Cileungsi, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Penelitian dilakukan pada Bulan Februari sampai Maret 2015. Penelitian laboratorium dilakukan di Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Peta lokasi penelitian di daerah Cileungsi, Jawa Barat akan disajikan dalam Gambar 1.

### 2.2. Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh

Pengambilan contoh di perairan karst Cileungsi dilakukan pada tiga cekungan yang masing-masing memiliki kondisi berbeda. Cekungan Klapanunggal 1 merupakan perairan yang berada tidak jauh dengan pemukiman warga dan banyak terdapat



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Cekungan karst Cileungsi, Kabupaten Bogor, Jawa Barat.

tumbuhan air tenggelam, dengan keliling sebesar 215 m dan cekungan tersebut berusia  $\pm 10$  tahun. Cekungan Klapanunggal 2 merupakan cekungan yang dikelilingi batuan karst, dengan keliling sebesar 188 m dan cekungan tersebut berusia  $\pm 5$  tahun. Cekungan Klapanunggal 3 merupakan cekungan yang dijadikan tempat pembuangan limbah hasil aktivitas penambangan, dengan keliling sebesar 127 m dan cekungan tersebut berusia  $\pm 5$  tahun. Masing-masing cekungan terdiri atas dua titik pengambilan contoh, kecuali cekungan Klapanunggal 3 yang hanya terdiri dari satu pengambilan contoh. Titik tersebut dilambangkan dengan huruf p (pinggir) dan t (tengah). Stasiun pengambilan contoh disajikan dalam Gambar 1.

### 2.3. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan merupakan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui hasil pengamatan dan pengukuran di lapang, serta hasil analisis di laboratorium. Penelitian yang dilakukan terdiri dari pengukuran beberapa parameter kualitas

air secara *in situ* maupun laboratorium. Data sekunder berupa data curah hujan di wilayah Klapanunggal bulan Januari dan Februari 2015, yang didapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Klimatologi Darmaga Bogor.

Waktu pengambilan contoh pada ketiga cekungan adalah tanggal 1 Februari sampai 1 Maret 2015, pada jam 9.00-13.00 WIB dengan interval dua minggu. Pengambilan contoh kualitas air dilakukan sebanyak tiga kali pada cekungan Klapanunggal 1 (1 Februari, 15 Februari dan 1 Maret 2015), dua kali pada cekungan Klapanunggal 2 (15 Februari dan 1 Maret 2015) dan satu kali pada cekungan Klapanunggal 3 (1 Februari 2015). Pengukuran kualitas air dilakukan secara *in situ* dan di laboratorium terhadap berbagai parameter kualitas air (Tabel 1). Pengambilan contoh air dilakukan di lapisan permukaan perairan kemudian dimasukkan ke dalam botol polietilen 1 L dan disimpan di dalam *cool box* untuk selanjutnya dianalisis di laboratorium. Parameter yang diukur secara *in situ* adalah suhu, pH dan DO.

Tabel 1. Parameter, metode, dan alat ukur analisis kualitas air (APHA 2012).

Parameter	Satuan	Metode/Alat Ukur	Keterangan
<b>Fisika</b>			
Kekeruhan	NTU	Nephelometrik	Laboratorium
TSS	mg/L	Gravimetri	Laboratorium
TDS	mg/L	SCT Meter (Konversi DHL) *	Laboratorium
Suhu	<sup>0</sup> C	Termometer	<i>In situ</i>
DHL	μS/cm	SCT Meter	Laboratorium
<b>Kimia</b>			
DO	mg/L	Titrimetrik	<i>In situ</i>
pH	-	pH meter	<i>In situ</i>
BOD	mg/L	5 Day BOD Test, Iodometri	Laboratorium
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (Nitrit)	mg/L	Sulfanilamid, Spektrofotometrik	Laboratorium
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (Nitrat)	mg/L	Brucine, Spektrofotometrik	Laboratorium
Total-P	mg/L	Pottasium Persulfat, Spektrofotometrik	Laboratorium
PO <sub>4</sub> -P (Fosfat)	mg/L	Ascorbic Acid, Spektrofotometrik	Laboratorium
Alkalinitas	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Titrimetrik, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Laboratorium
Kesadahan	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Titrimetrik, EDTA ( <i>ethylene diamine tetra acetic acid</i> )	Laboratorium
Ca (Kalsium)	mg/L	Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)	Laboratorium
Mg (Magnesium)	mg/L	Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)	Laboratorium
SO <sub>4</sub> (Sulfat)	mg/L	Barium Chloride, Spektrofotometrik	Laboratorium
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (Bikarbonat)	mg/L	Titrimetrik	Laboratorium
Cu (Tembaga)	mg/L	Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)	Laboratorium
F <sup>-</sup> (Flourida)	mg/L	Spektrofotometrik, Garam Natrium	Laboratorium
<b>Mikrobiologi</b>			
<i>Fecal coliform</i>	MPN/ 100 ml	Most Probable Number (MPN)	Laboratorium

\*) Rumus *Total Dissolved Solid* (TDS) menggunakan alat ukur SCT-meter:  $TDS = K \times DHL$

Keterangan:

K = Konstanta

Alat ukur ini menggunakan K = 0,50

## 2.4. Analisis Data

### 2.4.1. Indeks Kualitas Air-National Sanitation Foundation (IKA-NSF)

Status kualitas air dihitung menggunakan metode Indeks Kualitas Air-National Sanitation Foundation (IKA-NSF) berdasarkan Ott (1978). Parameter yang diukur dalam perhitungan IKA meliputi oksigen terlarut (DO), *coliform* (*E. coli*), pH, BOD<sub>5</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, suhu, kekeruhan, dan padatan total. Nilai padatan total didapat melalui penjumlahan nilai *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Total Dissolved Solid* (TDS). Metode ini menggunakan uji *Water Quality Index Calculator*, dan dibandingkan dengan standar internasional untuk mengetahui status kualitas airnya.

Penghitungan nilai indeks kualitas air meliputi penentuan nilai sub indeks  $I_i$  dari kurva parameter ke- $i$ . Nilai sub indeks  $I_i$  tergantung pada nilai parameter ke- $i$ . Selanjutnya pengalihan nilai sub indeks  $I_i$  dengan nilai bobot parameter ke- $i$  ( $w_i$ ). Pembobotan untuk setiap parameter tersebut dapat dilihat selengkapnya pada Tabel 2. Selanjutnya penjumlahan nilai hasil perkalian untuk semua parameter. Indeks Kualitas Air ditentukan berdasarkan rumus.

$$IKA = \sum_{i=1}^n (W_i \times I_i)$$

Keterangan:

N = jumlah parameter (= 9)

IKA = indeks kualitas air, berskala 0–100

$W_i$  = nilai bobot untuk parameter ke- $i$ , untuk skala 0–100

$I_i$  = nilai dari kurva baku subindeks untuk parameter ke- $i$ , pada skala 0 – 100

Hasil yang diperoleh dari perhitungan IKA kemudian dibandingkan dengan kriteria mutu lingkungan perairan menurut IKA-NSF, seperti tercantum pada Tabel 3. Nilai tersebut menjadi kisaran suatu mutu lingkungan perairan.

Tabel 2. Parameter kualitas air dan pembobotan (Ott 1978 & www.waterresearch.net 2015).

Parameter	$w_i$ (bobot)
Oksigen terlarut	0,17
Suhu	0,10
Kekeruhan	0,08
Total Solid	0,07
pH	0,11
BOD <sub>5</sub>	0,11
Nitrat	0,10
Total fosfat	0,10
<i>Fecal coliform</i>	0,16
Total	1

Tabel 3. Kriteria mutu lingkungan perairan (IKA-NSF) Ott (1978).

Indeks Kualitas Air	Keterangan
0–25	Sangat buruk
26–50	Buruk
51–70	Sedang
71–90	Baik
91–100	Sangat baik

### 2.4.2. Indeks Pencemaran (IP)

Pada penelitian ini baku mutu yang digunakan adalah baku mutu kelas II (Sarana Rekreasi Air) dan baku mutu kelas III (Budidaya Perikanan). Indeks Pencemaran (IP) mencakup berbagai kelompok parameter kualitas yang independen dan bermakna (KepMenLH Nomor 115 Tahun 2003), yang diformulasikan sebagai berikut.

$$IP = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_M^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_R^2}{2}}$$

Keterangan:

IP : Indeks Pencemaran

$C_i$  : konsentrasi parameter kualitas air (i)

$L_{ij}$  : baku mutu peruntukkan air (j)

$(C_i/L_{ij})_M$  : nilai maksimum  $C_i/L_{ij}$

$(C_i/L_{ij})_R$  : nilai rata-rata  $C_i/L_{ij}$

Tabel 4. Kriteria Indeks Pencemaran (IP) (KepMenLH Nomor 115 Tahun 2003).

Nilai	Status Pencemaran Air
$0 < IP \leq 1,0$	Memenuhi baku mutu (kondisi baik)
$1,0 < IP \leq 5,0$	Tercemar ringan
$5,0 < IP \leq 10$	Tercemar sedang
$IP > 10$	Tercemar berat

### 3. Hasil dan Pembahasan

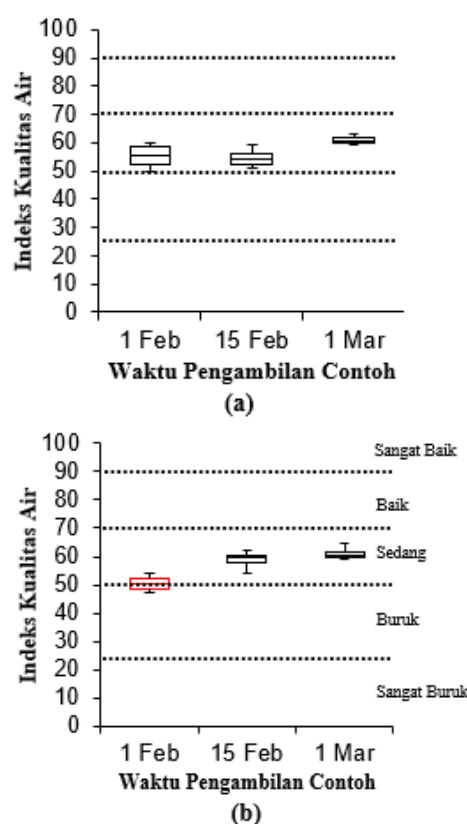
#### 3.1. Hasil

##### 3.1.1. Status kualitas air dan pencemaran cekungan karst Cileungsi

Analisis kualitas air pada perairan cekungan karst Cileungsi dievaluasi untuk mengetahui status kualitas perairan serta kesesuaian terhadap baku mutu untuk peruntukannya. Pengambilan contoh di perairan karst Cileungsi dilakukan pada tiga cekungan yang masing-masing memiliki kondisi berbeda. Gambar 2 menyajikan diagram boxplot indeks kualitas air pada cekungan Klapanunggal 1, 2 dan 3. Diagram yang memiliki ukuran box plot lebih panjang menandakan keberagaman data yang lebih besar. Cekungan Klapanunggal 1 memiliki kisaran nilai  $Q_1$  sebesar 52-59, nilai  $Q_2$  sebesar 54-60, dan nilai  $Q_3$  sebesar 56-61. Cekungan Klapanunggal 2 memiliki kisaran nilai  $Q_1$  sebesar 57-59, nilai  $Q_2$  sebesar 59-60, dan nilai sebesar  $Q_3$  60-61, sedangkan cekungan Klapanunggal 3 memiliki nilai  $Q_1$  sebesar 48,75, nilai  $Q_2$  sebesar 50,50, dan nilai  $Q_3$  sebesar 52,25. Tingkat status kualitas air rata-rata pada ketiga cekungan menurut indeks kualitas air tergolong dalam kategori sedang.

Gambar 3 menyajikan nilai indeks pencemaran untuk baku mutu kelas II (sarana rekreasi air) pada cekungan Klapanunggal 1, 2 dan 3. Cekungan Klapanunggal 1 memiliki kisaran nilai  $Q_1$  sebesar 0,48-1,20, nilai  $Q_2$  sebesar 0,53-3,27, dan nilai  $Q_3$  sebesar 0,58-5,93. Cekungan Klapanunggal 2 memiliki kisaran nilai  $Q_1$  sebesar 0,60-0,61, nilai  $Q_2$  sebesar 0,70-0,88, dan nilai sebesar  $Q_3$  0,78-1,11, sedangkan cekungan Klapanunggal 3 memiliki nilai  $Q_1$  sebesar 3,54, nilai  $Q_2$  sebesar

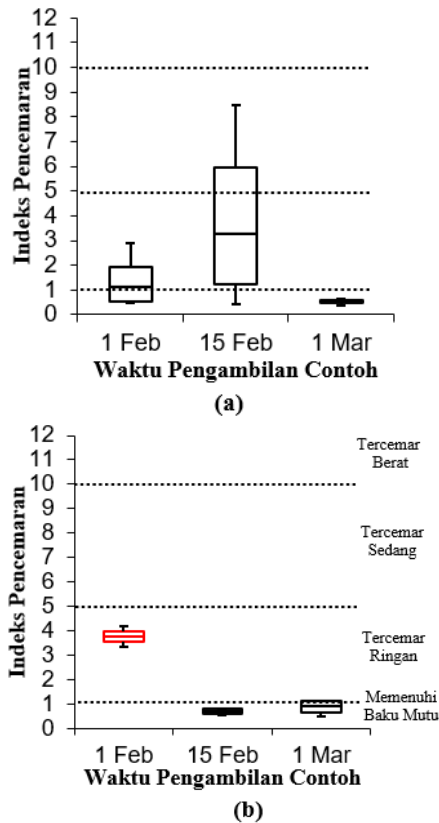
3,75, dan nilai  $Q_3$  sebesar 3,96. Tingkat status pencemaran rata-rata pada cekungan Klapanunggal 1 ini menurut indeks pencemaran tergolong dalam kategori memenuhi baku mutu pada pengambilan contoh 1 Maret 2015 dan tercemar ringan pada pengambilan contoh 1 Februari 2015 dan 15 Februari 2015. Tingkat status pencemaran rata-rata pada cekungan Klapanunggal 2 ini menurut indeks pencemaran tergolong dalam kategori memenuhi baku mutu, sedangkan pada cekungan Klapanunggal 3 tergolong dalam kategori tercemar ringan.



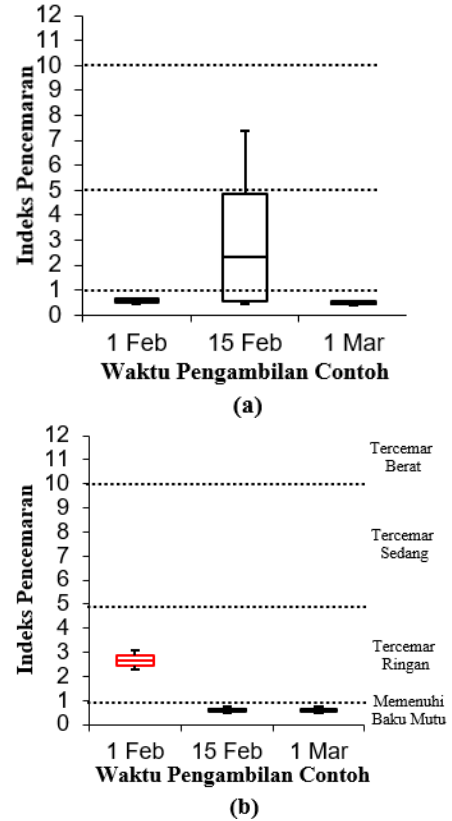
Gambar 2. Indeks kualitas air (IKA-NSF) pada cekungan Klapanunggal 1 (a); Klapanunggal 2 (■) dan Klapanunggal 3 (■) (b).

Gambar 4 menyajikan nilai indeks pencemaran untuk baku mutu kelas III (kegiatan budidaya perikanan) pada cekungan Klapanunggal 1, 2 dan 3. Cekungan Klapanunggal 1 memiliki kisaran nilai  $Q_1$  sebesar 0,43-0,56, nilai  $Q_2$  sebesar 0,46-2,31, dan nilai  $Q_3$  sebesar 0,48-4,86. Cekungan Klapanunggal 2 memiliki kisaran nilai  $Q_1$  sebesar 0,53-0,54, nilai  $Q_2$  sebesar 0,58-2,67,

dan nilai sebesar  $Q_3$  0,64-0,65, sedangkan cekungan Klapanunggal 3 memiliki nilai  $Q_1$  sebesar 2,46, nilai  $Q_2$  sebesar 2,67, dan nilai  $Q_3$  sebesar 2,87. Tingkat status pencemaran rata-rata pada cekungan Klapanunggal 1 ini menurut indeks pencemaran tergolong dalam kategori memenuhi baku mutu pada pengambilan contoh 1 Februari 2015 dan 1 Maret 2015, dan tercemar ringan pada pengambilan contoh 15 Februari 2015. Tingkat status pencemaran rata-rata pada cekungan Klapanunggal 2 ini menurut indeks pencemaran tergolong dalam kategori memenuhi baku mutu, sedangkan pada cekungan Klapanunggal 3 tergolong dalam kategori tercemar ringan.



Gambar 3. Indeks Pencemaran (IP) untuk Baku Mutu Kelas II pada cekungan Klapanunggal 1 (a); Klapanunggal 2 (■) dan Klapanunggal 3 (■) (b).



Gambar 4. Indeks Pencemaran (IP) untuk Baku Mutu Kelas III pada cekungan Klapanunggal 1 (a); Klapanunggal 2 (■) dan Klapanunggal 3 (■) (b).

### 3.1.2. Parameter kualitas air yang melebihi baku mutu pada perairan karst Cileungsi

Tabel 6 menyajikan parameter kualitas air yang melampaui baku mutu kelas II. Parameter kualitas air yang melampaui baku mutu kelas II adalah fosfat total dan *fecal coliform*. Parameter fosfat total melampaui baku mutu pada pengambilan contoh tanggal 1 Februari 2015 di cekungan Klapanunggal 1 dan 3 sedangkan parameter *fecal coliform* melampaui baku mutu II pada pengambilan contoh tanggal 15 Februari 2015 pada cekungan Klapanunggal 1 dan tanggal 1 Februari 2015 pada cekungan Klapanunggal 3.

Tabel 7 menyajikan parameter kualitas air yang melampaui baku mutu kelas III. Parameter kualitas air yang melampaui baku mutu kelas III adalah *fecal coliform* pada pengambilan contoh tanggal 15 Februari 2015 di cekungan Klapanunggal 1 dan tanggal 1 Februari 2015 di cekungan Klapanunggal 3.

Tabel 5. Hasil pengamatan dan parameter kualitas air yang melampaui baku mutu kelas II di cekungan karst (■).

Parameter	Satuan	BM Kelas II		KP 1		KP 2		KP 3
		Lij	1-Feb-15	15-Feb-15	1-Mar-15	15-Feb-15	1-Mar-15	1-Feb-15
Suhu	°C	25–29	26,6	26,6	26,5	25,5	25,4	25,1
TSS	mg/L	50	0,004	0,006	0,008	0,004	0,005	0,015
TDS	mg/L	1000	309,7	119,2	107,7	221,2	204,7	164,7
pH	-	6–9	8,4	8,4	8,3	6,8	6,9	7,2
DO	mg/L	4	6,8	5,7	5,2	8,6	7,6	6,1
BOD5	mg/L	3	2,4	1,2	0,7	2,5	2,9	0,7
Nitrat	mg/L	10	0,04	0,01	0,03	0,59	0,29	1,31
Nitrit	mg/L	0,06	0,008	0,001	0,001	0,002	0,003	0,007
T.Pospat	mg/L	0,2	0,28	0,03	0,04	0,02	0,02	0,39
Tembaga	mg/L	0,02	0,011	0,005	0,011	0,005	0,012	0,01
Fluorida	mg/L	1,5	0,9	0,67	0,38	0,93	0,67	0,08
<i>Fecal Coli</i>	MPN/100mL	1000	112,5	44720	34,7	258,2	37	7300

Tabel 6. Hasil pengamatan dan Parameter kualitas air yang melampaui baku mutu kelas III di cekungan karst (■).

Parameter	Satuan	BM Kelas III		KP 1		KP 2		KP 3
		Lij	1-Feb-15	15-Feb-15	1-Mar-15	15-Feb-15	1-Mar-15	1-Feb-15
Suhu	°C	25–29	26,6	26,6	26,5	25,5	25,4	25,1
TSS	mg/L	400	0,004	0,006	0,008	0,004	0,005	0,015
TDS	mg/L	1000	309,7	119,2	107,7	221,2	204,7	164,7
pH	-	6–9	8,4	8,4	8,3	6,8	6,9	7,2
DO	mg/L	3	6,8	5,7	5,2	8,6	7,6	6,1
BOD5	mg/L	6	2,4	1,2	0,7	2,5	2,9	0,7
Nitrat	mg/L	20	0,04	0,01	0,03	0,59	0,29	1,31
Nitrit	mg/L	0,06	0,008	0,001	0,001	0,002	0,003	0,007
T.Pospat	mg/L	1	0,28	0,03	0,04	0,02	0,02	0,39
Tembaga	mg/L	0,02	0,011	0,005	0,011	0,005	0,012	0,01
Fluorida	mg/L	1,5	0,9	0,67	0,38	0,93	0,67	0,08
<i>Fecal Coli</i>	MPN/100mL	2000	112,5	44720	34,7	258,2	37	7300

### 3.2. Pembahasan

#### 3.2.1 Status kualitas air berdasarkan indeks kualitas air (IKA-NSF)

Menurut perhitungan yang didapat, nilai indeks kualitas air pada ketiga cekungan bervariasi, adalah berada pada kisaran nilai 50,50-59,63. Nilai kisaran indeks kualitas air pada cekungan Klapanunggal 1, 2 dan 3 berturut-turut sebesar 56,83, 59,63, 50,50. Hasil ini tergolong dalam katagori sedang. Berdasarkan kategori tersebut kualitas air

cekungan karst dapat dikatakan masih belum tercemar, namun demikian dari ketiga cekungan tersebut yang paling baik kondisinya menurut indeks kualitas air adalah cekungan Klapanunggal 2. Kisaran nilai suhu pada ketiga cekungan berkisar mulai dari 25,15-26,58 °C dengan nilai berturut-turut sebesar 26,58, 25,49 dan 25,15 °C. Nilai tersebut tidak terlalu berfluktuasi pada setiap cekungannya dikarenakan waktu pengambilan contoh yang tidak berjauhan, sehingga cuaca pada saat



pengambilan contoh masih tergolong sama. Nilai tersebut juga masih termasuk ke dalam suhu normal daerah tropis. Menurut Boyd (1988) kisaran suhu pada daerah tropis berkisar antara 25-32 °C. Faktor yang mempengaruhi nilai suhu di suatu perairan diantaranya adalah ketinggian suatu daerah, curah hujan yang tinggi dan intensitas cahaya matahari yang menembus ke dalam suatu perairan (Maniagasi *et al.* 2013). Dari pernyataan berikut dapat dikatakan suhu merupakan faktor penting yang mempengaruhi kualitas air (Chapman 2000).

Oksigen terlarut (DO) pada ketiga cekungan memiliki nilai kisaran mulai dari 5-9 mg/L dengan nilai berturut-turut sebesar 5,95, 8,14 dan 6,11 mg/L. Dari ketiga Cekungan tersebut, cekungan Klapanunggal 2 merupakan perairan yang paling tinggi nilainya. Hal tersebut dikarenakan pengambilan contoh pada cekungan Klapanunggal 2 dilakukan pada siang hari. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Salmin (2005) yang menyatakan bahwa pada siang hari kadar oksigen terlarut akan meningkat seiring dengan proses fotosintesis yang dilakukan oleh organisme hijau. Ditambah lagi pada siang hari dengan intensitas cahaya matahari yang maksimal akan semakin membantu berlangsungnya proses fotosintesis. Selain itu Salmin (2005) juga menambahkan bahwa sumber utama oksigen terlarut di perairan berasal dari proses fotosintesis organisme yang hidup di dalam perairan tersebut dan proses dari difusi udara bebas.

Selain itu juga faktor-faktor yang menyebabkan kadar oksigen terlarut di dalam air adalah luasnya daerah permukaan air yang terbuka bagi atmosfer, tekanan atmosfer, pergolakan di permukaan air dan persentase oksigen dalam udara di sekeliling (Kurniawan 2006). Nilai BOD pada ketiga cekungan memiliki nilai kisaran 0-3 mg/L dengan nilai berturut-turut 1,52, 2,71 dan 0,78. Nilai BOD digunakan untuk mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan atau mengoksidasi hampir semua zat organik baik yang terlarut maupun yang tersuspensi di dalam air. Dari pengamatan pada ketiga cekungan, nilai BOD tertinggi

berada pada cekungan Klapanunggal 2, ini menandakan kandungan zat organik pada cekungan Klapanunggal 2 lebih banyak daripada perairan lainnya. Menurut (Kurniawan 2006) penguraian zat organik pada suatu perairan berlangsung secara alamiah, apabila suatu badan air dicemari oleh bahan organik maka bakteri akan menggunakan oksigen selama proses oksidasi.

Kandungan padatan pada ketiga cekungan memiliki nilai kisaran mulai dari 164-213 mg/L dengan nilai berturut-turut sebesar 127,25, 213 dan 164,77 mg/L. Dari ketiga cekungan tersebut didapatkan nilai kandungan padatan terbesar pada cekungan Klapanunggal 2 adalah sebesar 213 mg/L. Hal ini mengindikasikan cekungan Klapanunggal 2 paling banyak kandungan padatan yang berupa zat padat (seperti pasir, lumpur dan tanah liat) ataupun partikel-partikel tersuspensi berupa komponen hidup (biotik) seperti plankton, bakteri, fungi ataupun komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel anorganik. Pada saat pengambilan contoh juga dapat dilihat disekeliling perairan terdapat banyak lumpur dan berpotensi masuk kedalam perairan. Subchan (2008) berpendapat bahwa penyebaran zat padatan di perairan dipengaruhi oleh daratan dan keberadaannya dapat menyebabkan proses pengendapan bahan organik di perairan, selain itu juga dapat mengurangi intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan sehingga proses fotosintesis tidak berlangsung sempurna.

Nilai kekeruhan pada ketiga cekungan memiliki nilai kisaran 3-58 NTU dengan nilai berturut-turut sebesar 8,91, 3,53 dan 58,30 NTU. Dari ketiga cekungan tersebut dapat dilihat nilai yang paling besar terdapat pada cekungan Klapanunggal 3. Hal tersebut didasari oleh lokasi pada cekungan Klapanunggal 3 yang langsung bersebelahan dengan tebing karst, sehingga masukan partikel-partikel tersuspensi lebih besar pengaruhnya dibanding perairan lainnya. Menurut (Subchan 2008), peningkatan kekeruhan di kawasan karst disebabkan oleh masuknya butiran-butiran halus batu gamping ke dalam perairan sehingga terlarut bersama air. Hal tersebut juga mengakibatkan warna

perairan menjadi keruh sehingga penetrasi cahaya matahari ke perairan akan terhambat yang akan mengakibatkan aktivitas fotosintesis akan berkurang. Selain itu menurut Herlambang (2005) nilai kekeruhan suatu perairan dapat disebabkan oleh adanya partikel tanah, adanya buangan limbah ataupun terdapatnya jumlah mikroorganisme dalam jumlah besar.

Nilai pH pada ketiga cekungan memiliki nilai kisaran 6-9 dengan nilai berturut-turut 8,40, 6,88 dan 7,28. Dari ketiga cekungan tersebut dapat dilihat bahwa cekungan Klapanunggal 1 yang memiliki nilai pH paling tinggi. Kadar peningkatan pH di perairan disebabkan oleh adanya limbah penambangan batu gamping yang mengandung struktur kimia berupa kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) kemudian masuk kedalam air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) sehingga terjadi proses kimia yang menyebabkan unsur  $\text{Ca}^{2+}$  mengikat unsur  $\text{OH}^-$  menjadi  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  sehingga meningkatkan pH ke arah basa karena adanya unsur  $\text{OH}^-$  yang merupakan unsur basa (Subchan 2008).

Parameter pH merupakan parameter penting dalam penilaian kualitas air suatu perairan karena pengaruhnya terhadap proses-proses kimia dan biologis di dalam perairan. Nilai nitrat ketiga cekungan memiliki kisaran nilai 0–2 mg/L dengan nilai berturut-turut 0,03, 0,44 dan 1,31 mg/L. Konsentrasi nitrat tertinggi pada cekungan Klapanunggal 3 sebesar 1,13 mg/L. Wetzel (2001) mengemukakan bahwa konsentrasi nitrat dari sumber masukan eksternal sangat beragam karena perbedaan masukan dari permukaan dan sumber air tanah, terutama karena dipengaruhi oleh aktivitas manusia. Kadar total fosfat pada ketiga cekungan memiliki nilai kisaran 0–0,5 mg/L dengan nilai berturut-turut sebesar 0,12, 0,03 dan 0,39. Nilai kadar fosfat pada ketiga cekungan dapat dikatakan memiliki kadar yang rendah, namun nilai pada cekungan Klapanunggal 3 sudah melebihi baku mutu apabila dibandingkan dengan kriteria mutu air kelas II PP RI Nomor 82/2001 ( $< 2\text{mg/L}$ ). Menurut Saeni (1989) apabila suatu perairan memiliki kandungan total fosfat yang berlebih, maka hal tersebut dapat menyebabkan proses eutrofikasi di dalam

perairan dan mengakibatkan kondisi yang anaerob.

Kandungan *fecal coliform* di ketiga cekungan memiliki nilai kisaran 147–14.966 MPN/100ml dengan nilai berturut-turut sebesar 14.955,75, 147,63 dan 7.300 MPN/100ml. Dari ketiga cekungan tersebut dapat terlihat bahwa cekungan Klapanunggal 1 paling tinggi kadar bakteri *coliform*. Hasil tersebut dikarenakan terdapat pemukiman warga di sekitar cekungan Klapanunggal 1. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Ouseph *et al.* (2007) menyatakan bahwa sumber utama bakteri *coliform* di perairan berasal dari kotoran manusia.

### 3.2.2 Status pencemaran berdasarkan Indeks Pencemaran (IP)

Menurut hasil perhitungan yang didapat, nilai indeks pencemaran untuk baku mutu kelas II (sarana rekreasi air) di ketiga cekungan bervariasi, adalah berada pada nilai kisaran 0,77–3,75. Nilai indeks pencemaran pada cekungan Klapanunggal 1, 2 dan 3 berturut-turut sebesar 1,93, 0,77 dan 3,75. Nilai yang bervariasi juga didapatkan pada perhitungan nilai indeks pencemaran untuk baku mutu kelas III (kegiatan budidaya perikanan), adalah pada kisaran 0,61–2,67. Nilai pada cekungan Klapanunggal 1, 2 dan 3 berturut-turut sebesar 1,39, 0,61 dan 2,67. Dari semua hasil tersebut di ketahui baik nilai indeks pencemaran untuk baku mutu kelas II maupun baku mutu kelas III, cekungan Klapanunggal 2 tergolong dalam kategori yang memenuhi baku mutu, sedangkan cekungan Klapanunggal 1 dan 3 tergolong ke dalam kategori yang tercemar ringan. Kategori tercemar ringan ini perlu diwaspadai karena terdapat beberapa parameter perairan yang melebihi ambang batas, misalnya total fosfat dan *fecal coliform*. Hal tersebut dapat dilihat dari masing-masing parameter yang dijadikan sebagai indikator kualitas air.

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan indeks pencemaran, diketahui cekungan Klapanunggal 1 dan 3 tergolong tercemar ringan, dengan parameter yang melebihi baku mutu adalah total fosfat dan *fecal coliform*. Kedua parameter ini

merupakan indikasi bahwa pada cekungan Klapanunggal 1 dan 3 masuk padatan yang berasal dari limbah-limbah organik lebih tinggi dibandingkan cekungan Klapanunggal 2. Hal tersebut diakibatkan oleh adanya aktivitas pertambangan batu gamping di sekitar stasiun pengambilan contoh. Aktivitas masyarakat tersebut secara langsung memberi dampak dengan masuknya limbah atau buangan ke dalam perairan.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Costa *et al.* (2008) yang menyatakan bahwa aktivitas di darat sangat mempengaruhi buangan atau limbah ke perairan. Selain itu sumber utama fosfat di perairan disebabkan oleh kegiatan pertanian, limbah rumah tangga, pertambangan, dan limbah industri. Keberadaan fosfat yang tinggi di perairan juga dapat meningkatkan kesuburan perairan dan apabila berlebihan akan menyebabkan dampak yang buruk dengan adanya proses eutrofikasi. Proses tersebut akan menggunakan keberadaan oksigen di perairan dan akan menciptakan kondisi lingkungan yang anaerob dan bersifat anoksik bagi biota di dalamnya. Menurut Welch & Lindell (1992), unsur hara berupa N dan P sering menjadi faktor pembatas di perairan alami karena dapat menentukan proses *blooming* apabila jumlahnya di perairan tersebut berlebihan.

Selain fosfat total, parameter lain yang melebihi baku mutu yaitu *fecal coliform*. Bakteri coliform merupakan mikroba yang sering digunakan sebagai indikator biologi terhadap pencemaran di suatu perairan, khususnya bakteri golongan *coli*. Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri patogen dalam kelompok *coliform* yang dianggap paling cocok sebagai indikator pencemaran perairan karena dapat memberi informasi mengenai kualitas bakteriologi suatu lingkungan dan memberi sinyal bahwa perairan tersebut telah tercemar. Penyebab kadar *fecal coliform* yang tinggi pada cekungan Klapanunggal 1 disebabkan oleh keberadaan pemukiman penduduk yang terdapat di sekitar cekungan. Ouseph *et al.* (2007) menyatakan bahwa sumber utama bakteri *coliform* di perairan berasal dari kotoran manusia.

Hal ini dikarenakan sumber-sumber tersebut merupakan substrat bagi tumbuhnya bakteri *coliform*. Selain itu, pada cekungan Klapanunggal 1 dan 3 banyak terdapat ikan-ikan yang hidup, sehingga kotoran yang dihasilkan juga dapat meningkatkan kadar *fecal coliform* di cekungan tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ouseph *et al.* (2007) bahwa kehadiran bakteri *E. Coli* juga bisa berasal dari kotoran makhluk hidup, adalah manusia dan hewan. Hal yang mendukung selanjutnya adalah adanya saluran buangan sisa limbah pertambangan yang di alirkan melalui pipa ke dalam perairan. Ini sesuai terhadap pernyataan Permana (2012) yang menyebutkan bahwa buangan limbah dapat berpengaruh terhadap peningkatan bakteri coliform di perairan. Jelas keberadaan kadar *fecal coliform* yang tinggi ini dapat mengganggu kesetabilan lingkungan, karena dapat menimbulkan berbagai macam penyakit. Penyakit yang dapat di timbulkan seperti diare, kolera, muntaber dan lain-lain (Kusnaedi 2010).

Faktor lain yang dapat mempengaruhi tingkat pencemaran baik itu parameter total fosfat maupun *fecal coliform* adalah tingkat curah hujan yang berada di wilayah Klapanunggal. Dapat dilihat bahwa tingkat pencemaran pada setiap pengambilan contoh mengalami penurunan, mulai dari 1 Februari, 15 Februari hingga 1 Maret 2015. Hal tersebut sesuai dengan data curah hujan harian yang disajikan di lampiran 2. Pengaruh tingginya curah hujan akan berdampak pada masuknya bahan-bahan organik ke dalam perairan seperti *run-off* dari daratan yang membawa senyawa-senyawa organik ke dalam perairan sehingga dapat menyebabkan tingginya kandungan bahan tercemar di perairan tersebut. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Dwight *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa tingkat curah hujan sangat mempengaruhi tingkat pencemaran di suatu perairan apabila terjadi peningkatan curah hujan akan menyebabkan air banyak membawa bahan pencemar dan masuk ke dalam perairan.

#### 4. Kesimpulan

Pada cekungan karst Cileungsi terdapat

beberapa parameter yang nilainya relatif berbeda dengan nilai kualitas air pada perairan tawar lainnya seperti alkalinitas, kesadahan, kalsium, magnesium dan DHL. Status cekungan karst Cileungsi pada ketiga cekungan menurut indeks kualitas air (IKA) tergolong ke dalam kategori sedang, sedangkan berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) untuk peruntukan sarana rekreasi air dan kegiatan budidaya perikanan cekungan Klapanunggal 2 tergolong ke dalam katagori memenuhi baku mutu.

### Daftar Pustaka

- American Public Health Association [APHA]. 2012. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Ed ke-22. American Water Works Association [AWWA], Water Environment Federation [WEF]. Washington DC (US): APHA.
- [BMKG] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Darmaga Bogor. 2015. *Data Curah Hujan Tahun 2015*. Bogor (ID): BMKG.
- Chapman, D. 2000. *Water Quality Assesment*. E & FN Spon. London.
- Costa OS, Nimmo M, Cordier E. 2008. Coastal nitrification in Brazil: A Review of The Role of Nutrien Excess on Coral Reff Demise. *Journal of South American Sciences*. Vol (210). Hal. 257-270.
- Dwight RH, Caplan JS, Brinks MV, Catlin SN, Buescher G, Semenza JC. 2011. Influence of variable precipitation on coastal water quality in Southern California. *Water Environmet Research*. 83(12):2121-2130.
- Ford D, Williams P. 1989. *Karst Geomorphology and Hidrology*. London: Chapman and Hall.
- Guo F, Yuan D, Qin Z. 2009. Groundwater Contamination in Karst Areas of Southwestern China and Recommended Countermeasure. *Karst Dynamics*. Vol 39(2). Hal.389-399.
- Hadijah O. 2002. Kajian Morfometri dan Karakteristik Kualitas Air Situ Cilala, Kemang, Bogor, Jawa Barat. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Herlambang A. 2005. Pencemaran Air dan Strategi Penanggulangannya. *Jurnal Lingkungan..* Vol 2 (1). Hal 1-14.
- Hoerunisa I. Kajian Morfometri dan Karakteristik Kualitas Air Perairan Situ Malangnegah, Kecamatan Ciseeng, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- [KepMenLH] Keputusan Menteri Lingkungan Hidup. 2003. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Jakarta (ID): KepMenLH.
- Kurniawan B. 2006. Analisis Kualitas Air Sumur Sekitar Wilayah Tempat Pembuangan Akhir Sampah (Studi Kasus di TPA Galuga Cibungbulang Bogor). [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Kusnaedi. 2010. *Mengolah Air Kotor Untuk Air Minum*. Penebar Swadaya: Jakarta
- Maniagasi R, Tumembouw SS, Mundeng Y. 2013. Analisis Kualitas Fisika Kimia Air di Areal Budidaya Ikan Danau Tondano Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Budidaya Perairan*. Vol 1 (2). Hal 29-37.
- Nugroho N. 2002. Analisis Beberapa Aspek Limnologis Situ Cibuntu, Cibinong, Bogor, Jawa Barat. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Ott WR. 1978. *Enviromental Indices: Theory and Practice*, Ann Arbor Science Publishers Inc., Michigan, 1978.
- Ouseph PP, Prasanthan V, Abhilash PP, Udayakuma P. 2007. Occurrence and Distribution of Some Enteric Bacteria Along The Soutern Coast of Kerala. Chemical Science Division, Centre For Earth Science Studies Thiruvananthapuram India. *Indian Journal of Marine Science*. Vol 38 (1). Hal. 97-103.
- Permana RS. 2012. Kelayakan Air Sumur Sebagai Sumber Air Bersih di Desa Sendangsari Kecamatan Pajangan Kabupaten Bantul. [skripsi]. Yogyakarta (ID): Universitas Negeri Yogyakarta.
- [PerMenLH] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. 2008. Peraturan Menteri

- Lingkunga Hidup Nomor 20 Tahun 2008 tentang Petunjuk Teknis Standar Pelayanan Minimal Bidang Lingkungan Hidup Daerah Provinsi. Jakarta (ID): PerMenLH.
- Rosadi D. 2006. Tinjauan Kualitas Air Tanah di Daerah Karst Sukolilo dan Sekitarnya, Kabupaten Pati, Jawa Tengah. *Jurnal Geologi Tata Lingkungan*. Vol 16 (1). Hal 24-27.
- Saeni MS. 1989. Kimia Lingkungan. Depdikbud, Ditjen Pendidikan Tinggi. PAU – Ilmu Hayat, IPB. Bogor.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Jurnal Oseana*. Vol 30 (3). Hal 21-26.
- Stankovic I, Ivancica T, Furax L. 2010. Crustacean Plankton Community in Gypsum Karst Lakes and Their Relation to Abiotic Parameters. *Journal Hylobiologia*. Vol 666. Hal 145-153.
- Subchan M. 2008. Kajian Keberadaan Penambangan Marmer di Karst Hutan Lindung Bulusaraung Studi Kasus di Kelurahan Leang-Leang Kecamatan Bantimurung, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Subratayati AMF. 2008. Kajian Tentang Pengembangan Sumberdaya Air Sungai Bawah Tanah Bribin di Kecamatan Semanu Kabupaten Gunung Kidul DIY. [tesis]. Surakarta (ID): Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Vuckovic I, Bozak I, Ivkovic M. 2009. Composition and Structure of Benthic Macroinvertebrate Communities in The Mediterranean Karst River The Cetina And Tributary The Ruda, Croatia. *Journal Scientific*. Vol 18(1). Hal 49-82.
- Wetzel RG. 2001. Limnology. Lake and River Ecosystems. 3rd. Ed. Academic Press, San Diego, CA, USA
- Welch EB, Lindell T. 1992. Ecological effects of Wastewater: Applide Limnology and Pollution Effects. Chambridge University Press. 452p.