

# KAJIAN KUALITAS AIRTANAH BERDASARKAN BENTUKLAHAN DI KABUPATEN CILACAP, JAWA TENGAH

Dwi Nila Wahyuningsih  
dwinila.dn@gmail.com

Ig. L. Setyawan Purnama  
setyapurna@geo.ugm.ac.id

## Abstract

*The aims of this research were examining and analyzing the quality of groundwater by physical and chemical dominant in every landform, comparing the chemical type, evaluating the waters feasibility based on baku mutu air PP No. 82 year 2001 and Permenkes No. 492 Tahun 2010. The sampling method which was used in this research was purposive sampling with 20 samples. The results of examination were processed in stiff diagram, were classified using Stuyfzand and compared using baku mutu air. The data analysis which were used in this research are descriptive, graphic and spatial analysis. This research resulted with some significant differences in the physical parameters which show on the conductivity of electric (DHL). Based on baku mutu air Permenkes, there are 14 samples are proper for first and second level of waters feasibility, otherwise based on PP, there are 13 samples which are not proper for first level.*

*Keywords: groundwater quality, landform, baku mutu air, Cilacap Regency.*

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan menganalisis kualitas airtanah fisik dan kimia dominan di setiap bentuklahan, membandingkan tipe kimia airtanah di setiap bentuklahan, dan mengevaluasi kelayakan kualitas airtanah di Kabupaten Cilacap berdasarkan baku mutu air PP No.82 Tahun 2001 dan Permenkes No. 492 Tahun 2010. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah metode *purposive sampling* dengan sampel yang diambil sejumlah 20. Sampel airtanah yang telah diuji kemudian diolah dalam bentuk diagram stiff, klasifikasi Stuyfzand, dan dibandingkan dengan baku mutu air. Analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif, grafis, dan spasial. Penelitian ini menghasilkan perbedaan yang signifikan pada kualitas fisik airtanah terlihat pada nilai Daya Hantar Listrik (DHL). Berdasarkan baku mutu air Permenkes, terdapat 14 sampel yang layak memenuhi peruntukan tingkat I dan II, sedangkan menurut PP hanya sampel 13 yang tidak layak peruntukan kelas I.

Kata kunci: kualitas airtanah, bentuklahan, baku mutu air, Kabupaten Cilacap

## PENDAHULUAN

Airtanah merupakan salah satu sumberdaya air utama yang digunakan oleh penduduk sebagai sumber air minum maupun air bersih. Secara kuantitas, airtanah memiliki kuantitas yang jauh lebih besar dibandingkan air permukaan tawar, yakni sebesar 98,89% dari total air tawar di bumi 10.665.110 km<sup>3</sup> (di luar es di kutub, salju, dan es lainnya) (Kodoatie, dkk. 2010). Begitu pula dengan kualitasnya, keberadaannya yang di bawah tanah membuat kecil kemungkinan airtanah tercemar langsung oleh lingkungan dan aktivitas manusia (Miswadi, 2005).

Karakteristik relief yang khas akibat bekerjanya proses geomorfologi pada setiap batuan yang menyusunnya dapat membentuk kenampakan muka bumi yang khas atau disebut sebagai bentuklahan (Sunardi, 1985). Karakteristik bentuklahan yang khas secara tidak langsung juga membawa pengaruh pada karakteristik airtanah yang ada, karakteristik kualitas airtanah salah satunya. Seperti halnya bentuklahan di Kabupaten Cilacap, dengan beragamnya bentuklahan yang ada di kabupaten tersebut, besar kemungkinan juga adanya variasi kualitas airtanah antar bentuklahan, baik kualitas fisik maupun kimia. Hal inilah yang melatarbelakangi penelitian dengan tujuan (1) menguji dan menganalisis kualitas airtanah fisik dan kimia (unsur dominan) di setiap bentuklahan, (2) membandingkan tipe kimia airtanah di setiap bentuklahan Kabupaten Cilacap, dan (3) mengevaluasi kelayakan kualitas airtanah di Kabupaten Cilacap sesuai peruntukannya berdasarkan baku mutu air peraturan pemerintah dan peraturan menteri kesehatan.

Kualitas airtanah menurut Effendi (2003) didefinisikan sebagai sifat, makhluk hidup, zat, dan komponen lain yang terkandung dalam air. Pengujian kualitas airtanah mencakup tiga parameter, antara lain parameter fisik, kimia, dan biologi, tetapi hanya parameter fisik dan kimia saja yang diuji dalam penelitian ini. Parameter fisik yang diuji umumnya

meliputi parameter suhu, kekeruhan, warna, bau, rasa, dan nilai Daya Hantar Listrik (DHL). Tinggi rendahnya nilai DHL ditentukan dari besar kecilnya konsentrasi ion-ion yang terlarut dalam air, sehingga semakin banyak ion terlarut maka kemampuan air untuk meneruskan listrik semakin tinggi (Effendi, 2003).

Pengujian kualitas kimia airtanah identik dengan nilai pH dan kandungan unsur-unsur kimia. Kandungan unsur-unsur kimia dalam airtanah dapat disebabkan oleh 2 faktor, yaitu faktor alami dan non alami. Unsur kimia dari faktor alami dapat berasal dari adanya interaksi batuan dengan material batuan penyimpan airtanah, proses masuknya airtanah, dan keadaan lingkungan terbentuknya akuifer. Sementara, unsur kimia dari faktor non alami dapat disebabkan oleh pengaruh dari aktivitas manusia (Sudadi, 2003). Unsur-unsur kimia yang larut dalam perairan dikategorikan ada yang dijumpai dalam jumlah banyak (ion mayor), jumlah sedikit (ion minor), dan jumlah sangat sedikit atau ion renik (Effendi, 2003).

Menurut Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, baku mutu air didefinisikan sebagai ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditoleransi keberadaan dan kandungannya di dalam air. Berdasarkan definisi tersebut, maka sangatlah penting peranan baku mutu air sebagai pembanding hasil uji kualitas air agar diketahui tingkat peruntukan airtanah.

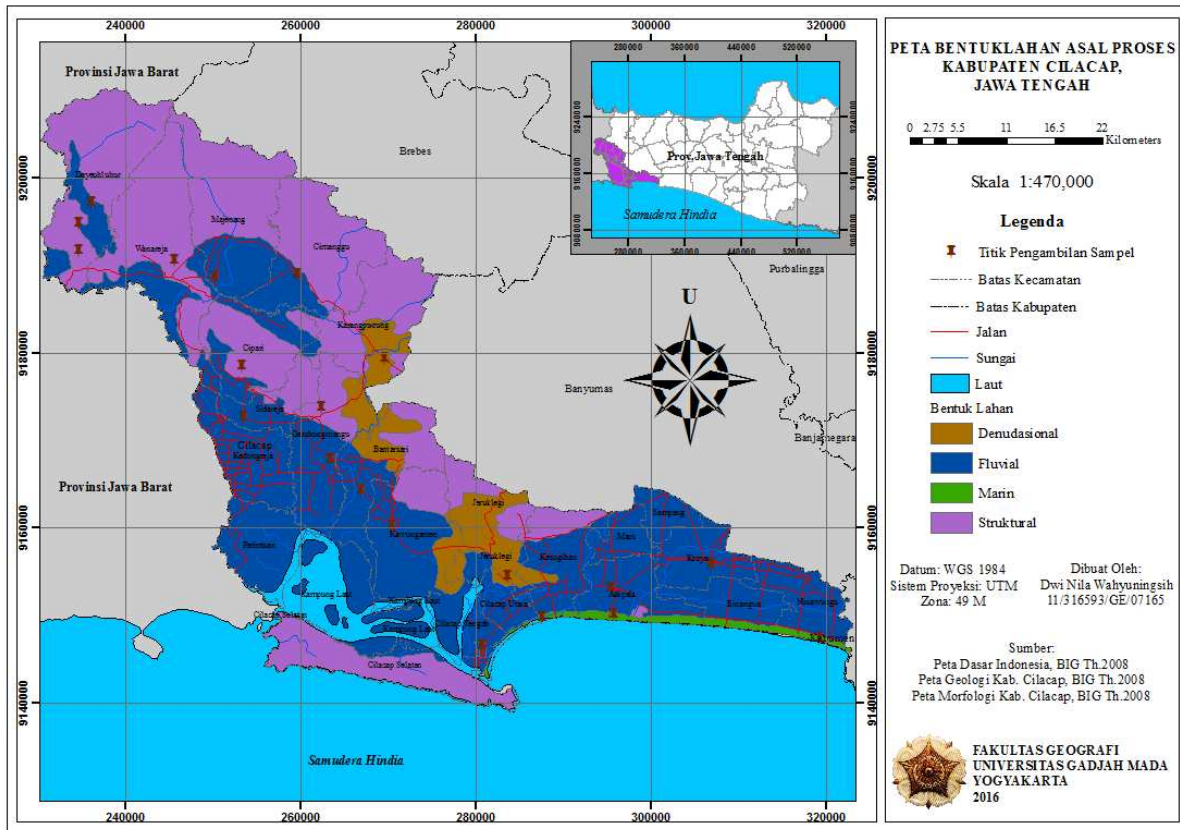
## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Kabupaten Cilacap yang memiliki luas wilayah 213280,84 Hektar (tanpa Pulau Nusakambangan). Secara geografis, daerah penelitian terletak di antara 7° 30' – 7° 45' 20" garis Lintang Selatan dan 108° 4' 30" – 109° 30' 30" garis Bujur Timur. Data yang digunakan dalam penelitian meliputi dua sumber data, yaitu (1) data primer, yang mencakup lokasi sumur, sifat fisik sampel airtanah (warna, bau, rasa, suhu, dan DHL), dan

sifat kimia airtanah (pH dan unsur kimia dominan) dan (2) data sekunder, yang meliputi peta geologi, peta RBI, klasifikasi tipe kimia air Stuyfzand, data statistik Kabupaten Cilacap, baku mutu air PP No. 82 Tahun 2001 dan Permenkes No. 416 Tahun 1990.

Unit analisis dan dasar pemilihan lokasi pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah keempat bentuklahan yang tersebar di Kabupaten Cilacap, antara lain bentuklahan

fluvial, marin, struktural, dan denudasional. Teknik pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling*. Teknik *sampling* ini dipilih berdasarkan pertimbangan kajian daerah penelitian yang sangat luas dan penyesuaian dengan kondisi di lapangan seperti keberadaan sumur yang harus jauh dari kepadatan penduduk dan tempat industri, ada tidaknya air, waktu tempuh dan akses jalan (Gambar1).



**Gambar 1** Peta Bentuklahan Asal Proses dan Lokasi Pengambilan Sampel Airtanah di Kabupaten Cilacap  
Sumber: Hasil Olah Data

Waktu pengambilan sampel dilakukan pada waktu musim kemarau, tepatnya pada tanggal 20-21 September 2015, yang mulai diambil pukul 07.00 hingga 16.30 WIB. Total sampel yang diambil sejumlah 20 dengan ketentuan jumlah sampel di masing-masing bentuklahan yang dirincikan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Pembagian Jumlah Sampel di Masing-masing Bentuklahan

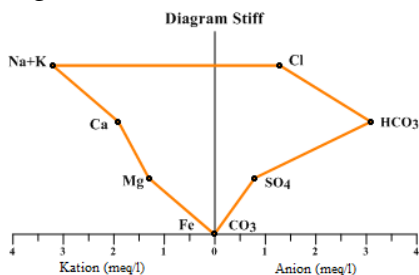
No.	Bentuklahan	Luas (km)	Σ Sampel	Pertimbangan
1	Struktural	868.10	5	akses jalan, keberadaan sumur, ada tidaknya air

2	Fluvial	1191.51	10	paling luas, ada yang terpisah, akses jalan, keberadaan sumur
3	Denudasional	148.95	2	keberadaan sumur, akses jalan, luas kenampakan
4	Marin	32.33	3	akses jalan, keberadaan sumur

Sumber: Hasil Analisis dan Olah Data

Data parameter fisik bersamaan parameter kimia berupa pH diperoleh dengan pengukuran langsung di lapangan. Sementara, parameter kimia untuk kandungan unsur kimia perlu adanya pengujian sampel airtanah di laboratorium agar dapat diketahui besar kandungan unsur dominan dalam airtanah.

Teknik pengolahan data dilakukan dalam bentuk diagram stiff, klasifikasi stuyfzand, dan penggunaan baku mutu air. Penyajian diagram stiff dinilai dapat membantu dan memudahkan dalam analisis ion dominan dan pemetaan tipe kimia airtanah yang sama. Berikut gambar plot unsur kation dan anion dalam diagram stiff (Gambar 2).



Gambar 2 Plot Unsur Kation dan Unsur Anion pada Diagram Stiff  
Sumber: Purnama, 2010

Pengklasifikasian tipe kimia air menurut sistem klasifikasi Stuyfzand dikelompokkan menjadi 4 tingkat, yaitu

- a. tipe utama, yang ditentukan berdasarkan muatan klorida seperti Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Klasifikasi Tipe Utama Kimia Air Menurut Stuyfzand

No	Tipe Utama	Kode	Cl (mg/l)
1	air tawar	F	<150
2	air tawar payau	Fb	150-300
3	air payau	B	300-10000
4	air payau asin	Bs	10000-100000
5	air asin	S	100000-200000
6	air asin kadar tinggi	H	>200000

Sumber: Purnama, 2010

- b. tipe, yang ditentukan dengan membagi tipe utama menjadi 11 tipe berdasarkan nilai kesadahan total ( $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$ ). Pembagian tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

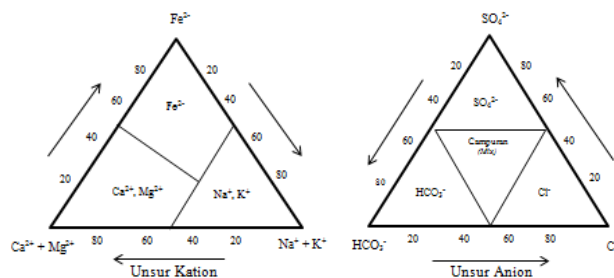
Tabel 3 Klasifikasi Tipe Kimia Air Menurut Stuyfzand

No.	Tipe	Kode Tipe	Kesadahan Ca dan Mg (mmol/l)	Kejadian Umum di Alam
-1	sangat lunak	*	0,0-0,5	F
0	Lunak	0	0,5-1	F Fb B
1	agak sadah	1	1-2	F Fb B Bs
2	sangat sadah	2	2-4	F Fb B Bs

3	amat sngat sadah	3	4-8	F Fb B Bs
4	amat sngat sadah	4	8-16	Fb B Bs S
5	amat sngat sadah	5	16-32	Bs S H
6	amat sngat sadah	6	32-64	Bs S H
7	amat sngat sadah	7	64-128	S H
8	amat sngat sadah	8	128-256	H
9	amat sngat sadah	9	>256	H

Sumber: Purnama, 2010

- c. sub-tipe, didapatkan dengan mencari kation dan anion dominan (meq/liter) yang diketahui dengan cara diplot pada segitiga Gambar 3 berdasarkan persentasenya.



Gambar 3 Klasifikasi Sub-Tipe Kimia Air Menurut Stuyfzand

(Sumber: Purnama, 2010)

- d. kelas, didapatkan dengan membagi sub-tipe menjadi 3 kelas yakni berdasarkan jumlah dari kation  $Na^+$ ,  $K^+$ , dan  $Mg^{2+}$  yang dinyatakan dalam satuan meq/l dan dikoreksi akibat penambahan dari garam air asin dengan persamaan sebagai berikut.

$$(Na^+ + K^+ + Mg^{2+})_{\text{terkoreksi}} = (Na^+ + K^+ + Mg^{2+})_{\text{pengukuran}} - 1,061 Cl^-$$

Pembagian kelas tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Klasifikasi Kelas Kimia Air Menurut Stuyfzand

Kelas	Kode	Kondisi
Kekurangan ( $Na^+ + K^+ + Mg$ )	-	$(Na^+ + K^+ + Mg^{2+})_{\text{terkoreksi}} < \sqrt{1/2 Cl^-}$
( $Na^+ + K^+ + Mg$ ) seimbang	0	$-\sqrt{1/2 Cl^-} < (Na^+ + K^+ + Mg^{2+})_{\text{terkoreksi}} < \sqrt{1/2 Cl^-}$
Kelebihan ( $Na^+ + K^+ + Mg$ )	+	$(Na^+ + K^+ + Mg^{2+})_{\text{terkoreksi}} > \sqrt{1/2 Cl^-}$

Sumber: Purnama, 2010

Pengolahan data dengan baku mutu air ditujukan agar diketahui layak atau tidak layaknya airtanah untuk digunakan sebagai sumber air minum dan air bersih. Baku mutu air yang digunakan dalam penelitian ini mencakup kelas I pada PP No.82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan

pengendalian pencemaran air, dan tingkat I dan II pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (Permenkes RI) Nomor 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum.

Hasil dari pengukuran lapangan dan pengolahan data kemudian dianalisis untuk menjawab tujuan penelitian ini. Analisis data yang digunakan meliputi analisis secara deskriptif, grafis, dan spasial.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Genesis Kabupaten Cilacap diawali dengan proses subduksi pada zaman tersier awal yang membentuk struktur punggungan/igir bawah permukaan laut di Selatan Pulau Jawa. Pada fase ini mulai diendapkan material-material dari Formasi Rambatan, Formasi Halang dan Formasi Kumbang, yang kemudian sebelum kala miosen akhir terjadi proses pengangkatan yang membuat endapan muncul di permukaan. Proses pengendapan terus berlangsung hingga kala Pliosen Akhir. Kemudian pada kala Holosen dengan dipengaruhi proses eksogenik, semakin ke selatan terakumulasi endapan alluvium dan endapan pantai (Bemmelen, 1949).

Proses-proses geomorfologi tersebut, bersamaan dengan identifikasi kesan topografi dan aspek material penyusun batuan, maka dapat diklasifikasikan kenampakan lahan di Kabupaten Cilacap ke dalam klasifikasi bentuklahan asal proses. Bentuklahan yang teridentifikasi di Kabupaten Cilacap berdasarkan ketiga aspek tersebut, diantaranya bentuklahan asal proses struktural, denudasional, fluvial, dan marin, dengan penjelasan sebagai berikut.

### a. Bentuklahan Struktural

Berdasarkan genesis Kabupaten Cilacap, Cilacap bagian utara dan barat terbentuk oleh proses pengangkatan, sesar-sesar dan pelipatan. Kenampakan topografi Kabupaten Cilacap pada bagian wilayah ini dapat terlihat jelas dengan didukung pemanfaatan visualisasi pola kontur, yakni terlihat bentuk susunan perbukitan,

punggungan, struktur patahan (Gambar 4), dan lembah-lembah.



Gambar 4 Kenampakan di Kec. Cipari yang mengindikasikan adanya sesar

(Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2015)

Adanya kenampakan perbukitan struktural juga tidak terlepas dari material batuan yang menyusun bentuk kenampakan tersebut. Berdasarkan data dasar peta geologi, diketahui Wilayah Cilacap dengan bentuk kenampakan perbukitan curam mayoritas tersusun dari batuan sedimen berumur miosen tengah hingga pliosen awal seperti endapan turbidit, batupasir, batu gamping, batu lempung, breksi gunungapi, andesit, dan material tuf. Karena disusun batuan yang cukup keras (tidak lentur) dan lentur (batu lempung) tersebut, maka dapat diindikasikan wilayah ini pernah mengalami sesar dan lipatan saat tenaga endogen bekerja pada material penyusun.

### b. Bentuklahan Denudasional

Proses pelapukan, erosi, dan gerak massa batuan. sebagian besar juga bekerja di wilayah Kabupaten Cilacap. Sebenarnya bentuklahan asal proses denudasional di Cilacap merupakan kenampakan dari bagian struktural yang diidentifikasi tidak bertahan lama akibat intensifnya ketiga proses eksogen tersebut. Berbeda dengan punggungan/igir pada struktural yang beraturan dan masih terlihat jelas, kenampakan punggungan di wilayah ini mengindikasikan material penyusun tidak resisten terhadap keberlangsungan proses eksogen.

Wilayah Kabupaten Cilacap bagian utara tersusun oleh litologi batuan batupasir



tufan yang berselang seling dengan batu lempung dan sisipan breksi pada formasi halang yang berumur miosen awal-tengah. Umur batuan breksi pada bentuk kenampakan ini lebih tua (Formasi Halang) dibandingkan dengan batuan breksi yang menyusun batuan permukaan di kenampakan struktural. Hal ini besar kemungkinan menjadi penyebab batuan penyusun permukaan di wilayah ini lebih rentan terhadap proses eksogenik.

c. Bentuklahan Fluvial

Kabupaten Cilacap bagian selatan hingga ke timur sebagian besar berupa dataran luas yang merupakan bentukan dari hasil proses fluvial dengan material dominan berupa endapan alluvium yang relatif berumur kwarter akhir (holosen). Material pada endapan alluvium cenderung berupa material lepas-lepas seperti kerikil dan pasir yang memiliki sifat mudah untuk meloloskan air sehingga berperan besar sebagai media imbuhan suplai airtanah.

d. Bentuklahan Marin

Kenampakan lahan ini tentunya berkorelasi kuat dengan keberadaan pantai atau laut. Bentuk morfologi pada bentangan ini di Kabupaten Cilacap cenderung datar dengan kenampakan hamparan luas pasir berwarna gelap di sepanjang pantai (Gambar 5).



Gambar 5 Pantai Berpasir Hitam di Teluk Penyu Kabupaten Cilacap (Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2016)

Pasir berwarna gelap menunjukkan bahwa material tersebut merupakan material endapan dari bahan vulkanik di bagian hulu yang kemungkinan besar terbawa oleh aliran sungai hingga ke muara

sehingga material dapat terbawa air laut dan berangsur-angsur terhempas dan terendapkan di sepanjang pantai.

Sifat fisik warna, bau, dan rasa airtanah di setiap bentuklahan Kabupaten Cilacap sebagian besar tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan, yakni tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa (Tabel 5). Hanya saja pada sampel 5 di bentuklahan struktural, sampel 9, dan 11 di bentuklahan fluvial, kondisi airtanah berwarna agak kekuningan dan berwarna kecoklatan pada sampel 12 (bentuklahan fluvial). Selain itu, dari segi rasa, sampel 13 pada bentuklahan fluvial, airtanahnya berasa asin.

Tabel 5 Kualitas Fisik Airtanah di Setiap Bentuklahan Kabupaten Cilacap

No Samp	Warna	Bau	Rasa	DHL (µmhos/cm)	Suhu (°C)	Bentuklahan Asal Proses
1	T. Berwarna	T. Bau	T. Berasa	766	27.3	Denudasional
2	T. Berwarna	T. Bau	T. Berasa	207	27.2	Fluvial
3	T. Berwarna	T. Bau	T. Berasa	249	28.7	Fluvial
4	T. Berwarna	T. Bau	T. Berasa	350	28	Struktural
5	Kekuningan	T. Bau	T. Berasa	522	28.8	Struktural
6	T. Berwarna	T. Bau	T. Berasa	272	28.3	Struktural
7	T. Berwarna	T. Bau	T. Berasa	214	27.8	Fluvial
8	T. Berwarna	T. Bau	T. Berasa	938	28.7	Struktural
9	Kekuningan	T. Bau	T. Berasa	448	28.6	Fluvial
10	T. Berwarna	T. Bau	T. Berasa	485	29.4	Struktural
11	Kekuningan	T. Bau	T. Berasa	520	28.4	Fluvial
12	Kecoklatan	T. Bau	T. Berasa	1260	28.1	Fluvial
13	T. Berwarna	T. Bau	Asin	8270	27.9	Fluvial
14	T. Berwarna	T. Bau	T. Berasa	486	28.7	Fluvial
15	T. Berwarna	T. Bau	T. Berasa	691	27.6	Denudasional
16	T. Berwarna	T. Bau	T. Berasa	954	27.7	Marin
17	T. Berwarna	T. Bau	T. Berasa	358	29.8	Fluvial
18	T. Berwarna	T. Bau	T. Berasa	647	28.8	Marin
19	T. Berwarna	T. Bau	T. Berasa	386	28.4	Fluvial
20	T. Berwarna	T. Bau	T. Berasa	1262	30.2	Marin

Sumber: Pengukuran Lapangan

Warna kekuningan pada airtanah dapat dimungkinkan karena pengaruh jenis tanah di lokasi sampel yang memiliki komposisi lempung tinggi. Sementara, warna kecoklatan dapat disebabkan adanya bahan-bahan organik dari dekomposisi tumbuhan yang telah mati. Adanya airtanah berasa asin dapat disebabkan

oleh tingginya mineral garam seperti Klorida yang terkandung dalam airtanah. Sedangkan, untuk nilai DHL dan suhu di setiap bentuklahan menunjukkan angka yang bervariasi. DHL pada bentuklahan marin dan denudasional cenderung lebih tinggi dibandingkan DHL pada bentuklahan struktural dan fluvial.

Sifat kimia airtanah nilai pH, sebagian besar sampel airtanah pada bentuklahan struktural, fluvial, dan denudasional yang tersebar di Cilacap bagian utara-barat hingga ke selatan memiliki nilai pH tidak lebih dari 7/bersifat asam.

Tabel 6 Sifat Kimia Airtanah di Setiap Bentuklahan Kabupaten Cilacap (dalam meq/l)

No. Samp	Na+K	Ca	Mg	Fe	Cl	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub>	Bentuklahan
4	1.88	1.89	0.88	0	0.90	2.24	0.17	0	Struktural
5	1.40	4.09	1.41	0	0.30	3.98	1.08	0	Struktural
6	1.36	1.60	1.04	0	0.13	2.96	0.02	0	Struktural
8	7.57	6.02	1.37	0	2.38	7.24	0.67	0	Struktural
10	3.33	2.89	1.25	0	0.41	5.10	0.06	0	Struktural
1	1.73	3.10	5.29	0	0.24	5.71	2.12	0	Denudasional
15	3.52	3.57	5.22	0	1.09	7.24	1.48	0	Denudasional
2	1.51	0.85	0.52	0	0.52	1.02	0.19	0	Fluvial
3	1.27	1.20	0.80	0	0.51	1.33	0.08	0	Fluvial
7	1.51	0.92	0.72	0	0.47	1.43	0.08	0	Fluvial
9	3.14	2.11	1.00	0	0.32	3.16	0.08	0	Fluvial
11	3.28	2.85	1.17	0	1.21	4.28	0.06	0	Fluvial
12	7.23	5.70	4.66	0	4.20	9.48	0.06	0	Fluvial
13	109.52	3.33	4.18	0	67.68	14.69	8.52	0	Fluvial
14	6.47	2.21	1.21	0	0.80	2.65	0.40	0	Fluvial
17	3.24	1.28	1.29	0	0.49	2.24	0.15	0	Fluvial
19	3.57	1.73	0.96	0	0.87	2.24	0.21	0	Fluvial
16	4.46	2.21	6.03	0	2.72	7.55	0.27	0	Marin
18	3.43	2.37	3.62	0	0.71	6.12	0.40	0	Marin
20	10.28	2.05	9.40	0	1.13	10.71	2.52	0	Marin

Sumber: Hasil Pengukuran Lapangan dan Uji Laboratorium

Sementara, nilai pH sebagian sampel airtanah pada bentuklahan marin dan fluvial yang tersebar semakin ke timur Kabupaten Cilacap cenderung bersifat basa dengan besar pH lebih dari 7.

Unsur-unsur kimia airtanah dianalisis dengan diagram stiff dan klasifikasi Stuyfzand.

Karena unsur yang diuji merupakan unsur dominan, maka besar unsur Fe dan CO<sub>3</sub> dianggap bernilai 0.

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata kandungan unsur kimia dominan di setiap bentuklahan menunjukkan bahwa adanya variasi besar kandungan unsur-unsur kimia airtanah antara bentuklahan yang satu dengan bentuklahan yang lain (Tabel 7).

Tabel 7 Rata-rata Kandungan Unsur Kimia (meq/l) di Setiap Bentuklahan

No.	Bentuklahan Asal Proses	Na+K	Ca	Mg	Fe	Cl	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub>
1	Struktural	3.11	3.30	1.19	0.00	0.83	4.30	0.40	0.00
2	Denudasional	2.63	3.34	5.26	0.00	0.66	6.48	1.80	0.00
3	Fluvial	14.07	2.22	1.65	0.00	7.71	4.25	0.98	0.00
4	Marin	6.06	2.21	6.35	0.00	1.52	8.12	1.06	0.00

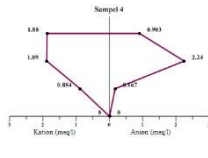
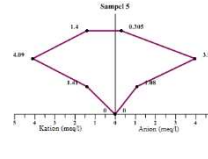
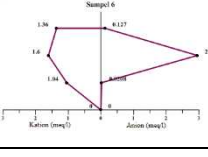
Sumber: Hasil Perhitungan

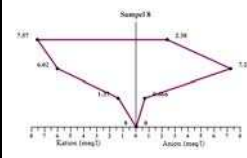
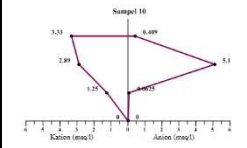
Lebih jelasnya, berikut penjelasan masing-masing kualitas airtanah di setiap bentuklahan Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah.

a. Kandungan unsur kimia dominan Airtanah pada Bentuklahan Struktural

Berdasarkan penyajian diagram stiff, terdapat 3 bentuk diagram yang berbeda. Hal ini mengindikasikan adanya perbedaan tipe kimia dalam airtanah di bentuklahan struktural ini.

Tabel 8 Bentuk Diagram Stiff pada Airtanah Bentuklahan Struktural

No B. Diagram	Bentuk Diagram	Keterangan
1		Material batuan pada Formasi Tapak dengan topografi perbukitan. Unsur kation dominan = Ca Unsur anion dominan = HCO <sub>3</sub>
2		Material batuan pada Formasi Tapak dengan topografi perbukitan. Unsur kation dominan = Ca Unsur anion dominan = HCO <sub>3</sub>
1		Material batuan pada Formasi Tapak dengan topografi perbukitan. Unsur kation dominan = Ca Unsur anion dominan = HCO <sub>3</sub>

3		Material batuan pada Formasi Halang dengan topografi perbukitan. Unsur kation dominan = Na+K Unsur anion dominan = HCO <sub>3</sub>
3		Material batuan pada Formasi Kumbang dengan topografi perbukitan. Unsur kation dominan = Na+K Unsur anion dominan = HCO <sub>3</sub>

Sumber: Hasil Olah Data

Begitu pula dengan hasil analisis dengan Klasifikasi Stuyfzand juga dihasilkan 3 kode klasifikasi yang menunjukkan adanya perbedaan tipe kimia airtanah (Tabel 9).

Tabel 9 Tipe Kimia Airtanah Bentuklahan Struktural Menurut Stuyfzand

No Samp	Tipe Utama	Tipe	Sub-Tipe	Kelas	Kode Klasifikasi	Bentuk-lahan
4	Air Tawar	Agak Sadah	CaHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F1CaHCO <sub>3</sub> +	Struktural
5	Air Tawar	Sangat Sadah	CaHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F2CaHCO <sub>3</sub> +	Struktural
6	Air Tawar	Agak Sadah	CaHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F1CaHCO <sub>3</sub> +	Struktural
8	Air Tawar	Amat Sangat Sadah	NaHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F3NaHCO <sub>3</sub> +	Struktural
10	Air Tawar	Sangat Sadah	CaHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F2CaHCO <sub>3</sub> +	Struktural

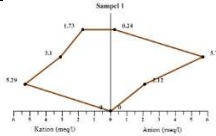
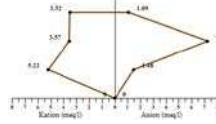
Sumber: Hasil Olah Data

Pada sampel 4, 5 dan 6 diketahui sampel diambil pada bentuklahan struktural yang tersusun oleh anggota breksi dengan masa dasar batupasir tufan dan mineral kalsit yang mengisi celah-celah, dan anggota batu gamping pada Formasi Tapak sehingga kemungkinan besar hal ini menjadi penyebab jumlah unsur kalsium lebih mendominasi ion kation pada sampel 4, 5, dan 6. Sementara, pada sampel 8 dan 10, diketahui sampel diambil pada kenampakan struktural yang disusun oleh Formasi Halang dan Kumbang.

- b. Kandungan unsur kimia dominan Airtanah pada Bentuklahan Denudasional  
Hasil plotting unsur kimia dengan diagram stiff menggambarkan bentuk diagram yang relatif sama, hanya saja ukurannya berbeda sehingga dapat dikatakan tipe kimia airtanah pada kedua sampel tersebut sama

tetapi memiliki perbedaan kadar ion (Tabel 10).

Tabel 10 Bentuk Diagram Stiff pada Airtanah Bentuklahan Denudasional

No. B. Diagram	Bentuk Diagram	Keterangan
4		Material batuan pada Formasi Halang dengan topografi perbukitan. Unsur kation dominan = Mg Unsur anion dominan = HCO <sub>3</sub>
4		Material batuan pada Formasi Halang dengan topografi perbukitan rendah. Unsur kation dominan = Mg Unsur anion dominan = HCO <sub>3</sub>

Sumber: Hasil Olah Data

Begitu pula dengan tipe kimia airtanah yang dihasilkan melalui analisis klasifikasi Stuyfzand, terdapat kesamaan kode klasifikasi antara sampel 1 dengan sampel 15 sehingga dapat dikatakan tipe kimia airtanah pada dua sampel ini tidak jauh berbeda (Tabel 11).

Tabel 11 Tipe Kimia Airtanah Bentuklahan Denudasional Menurut Stuyfzand

No Samp	Tipe Utama	Tipe	Sub-Tipe	Kelas	Kode Klasifikasi	Bentuk-lahan
1	Air Tawar	Amat Sangat Sadah	MgHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F3MgHCO <sub>3</sub> +	Denudasional
15	Air Tawar	Amat Sangat Sadah	MgHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F3MgHCO <sub>3</sub> +	Denudasional

Sumber: Hasil Olah Data

Batuan endapan laut dengan mineral kalsit, dolomit, dan olivine yang menyusun Formasi Halang dapat menjadi penyebab tingginya kandungan magnesium dalam airtanah dibandingkan ion kation lainnya, yang juga mengakibatkan airtanah pada bentuklahan ini tergolong memiliki tingkat kesadahan yang sangat tinggi.

- c. Kandungan unsur kimia dominan Airtanah pada Bentuklahan Fluvial

Berdasarkan hasil plot unsur kimia dengan diagram stiff, terlihat terdapat 3 bentuk diagram yang berbeda (Tabel 12). Terdapat 1 perbedaan yang sangat mencolok kandungan unsur kimianya dibandingkan sampel lainnya. Pada bentuk diagram sampel 13 terlihat kandungan unsur Na+K pada ion kation dan unsur Cl pada ion anion sangat tinggi sekali



mencapai 109,52 meq/l (kandungan Na+K) dan 67,68 meq/l (kandungan Cl).

Tabel 12 Bentuk Diagram Stiff pada Airtanah Bentuklahan Fluvial

No. B. Diagram	Bentuk Diagram	Keterangan
5		Material batuan pada Formasi Endapan Aluvium dengan topografi dataran-landai Ion kation dominan = Na+K Ion anion dominan = HCO <sub>3</sub>
3		Material batuan pada Formasi Endapan Aluvium dengan topografi dataran-landai Unsur kation dominan = Na+K Unsur anion dominan = HCO <sub>3</sub>
5		Material batuan pada Formasi Kipas Aluvium dengan topografi dataran-landai Unsur kation dominan = Na+K Unsur anion dominan = HCO <sub>3</sub>
3		Material batuan pada Formasi Endapan Aluvium dengan topografi dataran-landai Unsur kation dominan = Na+K Unsur anion dominan = HCO <sub>3</sub>
3		Material batuan pada Formasi Endapan Aluvium dengan topografi dataran-landai Unsur kation dominan = Na+K Unsur anion dominan = HCO <sub>3</sub>
5		Material batuan pada Formasi Endapan Aluvium dengan topografi dataran-landai Unsur kation dominan = Na+K Unsur anion dominan = HCO <sub>3</sub>
6		Material batuan pada Formasi Endapan Aluvium dengan topografi dataran-landai Unsur kation dominan = Na+K Unsur anion dominan = Cl
5		Material batuan pada Formasi Endapan Aluvium dengan topografi dataran Unsur kation dominan = Na+K Unsur anion dominan = HCO <sub>3</sub>
5		Material batuan pada Formasi Endapan Aluvium dengan topografi dataran Unsur kation dominan = Na+K Unsur anion dominan = HCO <sub>3</sub>
5		Material batuan pada Formasi Endapan Aluvium dengan topografi dataran Unsur kation dominan = Na+K Unsur anion dominan = HCO <sub>3</sub>

Sumber: Hasil Olah Data

Berbeda dengan diagram stiff, hasil analisis tipe kimia airtanah di bentuklahan fluvial dengan klasifikasi Stuyfzand lebih bersifat variatif.

Tabel 13 Tipe Kimia Airtanah Bentuklahan Fluvial Menurut Stuyfzand

No Samp	Tipe Utama	Tipe	Sub-Tipe	Kelas	Kode Klasifikasi	Bentuk - lahan
2	Air Tawar	Lunak	NaHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F0NaHCO <sub>3</sub> +	Fluvial
3	Air Tawar	Agak Sadah	CaHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F1CaHCO <sub>3</sub> +	Fluvial
7	Air Tawar	Lunak	CaHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F0CaHCO <sub>3</sub> +	Fluvial
9	Air Tawar	Agak Sadah	NaHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F1NaHCO <sub>3</sub> +	Fluvial
11	Air Tawar	Sangat Sadah	CaHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F2CaHCO <sub>3</sub> +	Fluvial
12	Air Tawar	Amat Sangat Sadah	CaHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F3CaHCO <sub>3</sub> +	Fluvial
13	Air Payau	Sangat Sadah	NaCl	Kelebihan (Na+K+Mg)	B2NaCl+	Fluvial
14	Air Tawar	Agak Sadah	NaHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F1NaHCO <sub>3</sub> +	Fluvial
17	Air Tawar	Agak Sadah	NaHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F1NaHCO <sub>3</sub> +	Fluvial
19	Air Tawar	Agak Sadah	NaHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F1NaHCO <sub>3</sub> +	Fluvial

Sumber: Hasil Olah Data

Berbedanya tipe kimia airtanah pada sampel 13, yakni bertipe air payau dengan kandungan unsur natrium dan klorida yang sangat tinggi dapat disebabkan lokasi pengambilan sampel yang dekat dengan Hutan Mangrove Cilacap sehingga kandungan Cl sangat tinggi.

d. Kandungan unsur kimia dominan Airtanah pada Bentuklahan Marin

Hasil analisis kimia airtanah dengan diagram stiff menunjukkan terdapat 2 bentuk diagram yang berbeda (Tabel 14).

Tabel 14 Bentuk Diagram Stiff pada Airtanah Bentuklahan Marin

No. B. Diagram	Bentuk Diagram	Keterangan
7		Material batuan pada Formasi Endapan Pantai dengan topografi dataran. Unsur kation dominan = Mg Unsur anion dominan = HCO <sub>3</sub>
7		Material batuan pada Formasi Endapan Pantai dengan topografi dataran. Unsur kation dominan = Mg Unsur anion dominan = HCO <sub>3</sub>
8		Material batuan pada Formasi Endapan Pantai dengan topografi dataran. Unsur kation dominan = Na+K Unsur anion dominan = HCO <sub>3</sub>

Sumber: Hasil Olah Data

Namun, berbeda dengan diagram stiff, analisis tipe kimia airtanah dengan klasifikasi Stuyfzand menghasilkan sampel 16 tidak pada kode klasifikasi yang sama dengan sampel 18, melainkan sama dengan kode klasifikasi sampel 20 (Tabel 15).

Tabel 15 Tipe Kimia Airtanah Bentuklahan Marin Menurut Stuyfzand

No Samp	Tipe Utama	Tipe	Sub-Tipe	Kelas	Kode Klasifikasi	Bentuk-lahan
16	Air Tawar	Amat Sangat Sadah	MgHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F3MgHCO <sub>3</sub> +	Marin
18	Air Tawar	Sangat Sadah	MgHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F2MgHCO <sub>3</sub> +	Marin
20	Air Tawar	Amat Sangat Sadah	MgHCO <sub>3</sub>	Kelebihan (Na+K+Mg)	F3MgHCO <sub>3</sub> +	Marin

Sumber: Hasil Olah Data

Berdasarkan hasil perbandingan 5 parameter fisika dan 8 parameter kimia dengan baku mutu air Permenkes RI No. 492 Tahun 2010, terdapat 14 sampel yang memenuhi persyaratan sebagai air minum. Sedangkan sampel lainnya, seperti sampel 5, 9, 11, dan 12 tidak layak digunakan sebagai air minum karena airtanah berwarna, dan sampel 20 memiliki kandungan natrium melebihi 200 mg/l. Selain itu, sampel 13 juga tidak memenuhi syarat air minum karena air berasa asin dan tingginya kandungan Cl dan SO<sub>4</sub>. Berbeda dengan baku mutu air Permenkes, hasil perbandingan dengan baku mutu air PP No.82 Tahun 2011, hanya sampel 13 yang tidak memenuhi syarat sebagai pemenuhan kebutuhan air kelas I.

### KESIMPULAN

Berdasarkan olah hasil dan analisis pada bab sebelumnya, maka dalam penelitian ini dapat disimpulkan:

1. Kualitas fisik airtanah dari hasil pengujian dan analisis lapangan menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan di setiap bentuklahan Kabupaten Cilacap. Sementara, dari segi Kualitas kimia dengan unsur penguji Na, K, Ca, Mg, Cl, HCO<sub>3</sub>, dan SO<sub>4</sub> menunjukkan adanya kevariasian besar kandungan di setiap bentuklahan. material penyusun di setiap bentuklahan menjadi

kunci tinggi rendahnya kandungan ketujuh unsur tersebut di setiap bentuklahan.

2. Tipe kimia airtanah berdasarkan analisis dengan bentuk diagram stiff dan klasifikasi Stuyfzand diketahui adanya perbedaan tipe kimia airtanah di setiap bentuklahan Kabupaten Cilacap.
3. Kualitas airtanah di Kabupaten Cilacap menurut baku mutu air Permenkes No. 492 Th. 2010, sampel 5, 9, 11, 12, 13, dan 20 tidak layak untuk peruntukan air minum, sedangkan menurut PP No. 82 Tahun 2001, hanya sampel 13 yang tidak layak peruntukan kelas I.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1990. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416 Tahun 1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air*. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta.
- Bemmelen, R.W.V. 1949. *The Geology Of Indonesia Vol.I A*. Netherland: Government Printing Office.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius.
- Miswadi, S.S. 2005. Pengaruh Airtanah Bebas Pada Satuan Bentuklahan Terhadap Pola Penggunaan Air Domestik di DAS Pemali, Kabupaten Brebes-Tegal, Provinsi Jawa Tengah. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana, Fakultas Geografi, UGM, Yogyakarta.
- Kodoatie, R.J ; Roestam S. 2010. *Tata Ruang Air*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Purnama, S. 2010. *Hidrorologi Airtanah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sudadi, P. 2003. Penentuan Kualitas Airtanah Melalui Analisis Unsur Kimia Terpilih. *Buletin Geologi Tata Lingkungan*. Vol. 13 (2), hal. 81-89.
- Sunardi. 1985. *Dasar-Dasar Pemikiran Klasifikasi Bentuklahan*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.