

Perbandingan Kadar Magnesium pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) menggunakan Metode Spektrofotometri dan Kompleksometri

Edy Agustian Yazid^{1*}, Abdul Wafi², Roihatul Zahroh³, Nurul Azizah¹

¹Jurusan Kimia, Akademi Analis Kesehatan Delima Husada, Jl. Arif Rahman Hakim Gresik No.2B, Kramatandap, Gapurosukolilo, Kecamatan Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur, 61111, Indonesia

²Pusat Riset Material Maju, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), KST BJ Habibie, Gedung 224, Jl. Kw. Puspiptek, Muncul, Kecamatan Setu, Kota Tangerang Selatan, Banten, 15314, Indonesia

³Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Gresik, Jl. Arif Rahman Hakim Gresik No.2B, Kramatandap, Gapurosukolilo, Kecamatan Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur, 61111, Indonesia

*Penulis korespondensi: estien_y@yahoo.com

DOI: <https://doi.org/10.24198/cna.v11.n3.48122>

Abstrak: Magnesium (Mg) merupakan salah satu mineral penting dalam tubuh yang memiliki fungsi memelihara kesehatan jantung, tulang, mengatur kadar gula darah hingga membantu mengatasi stres. Kebutuhan magnesium diantaranya dapat dipenuhi melalui Air Minum Dalam Kemasan (AMDK). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan kadar magnesium pada AMDK menggunakan metode spektrofotometri dan kompleksometri. Melalui perbandingan kedua metode tersebut dapat diketahui aplikasi metode yang lebih praktis dan efisien. Penentuan magnesium secara spektrofotometri dilakukan dengan mengukur terbentuknya senyawa kompleks Mg-EBT menggunakan spektrofotometer visibel pada panjang gelombang maksimum 530 nm. Hasil penelitian kadar magnesium pada AMDK metode spektrofotometri didapatkan kadar antara 1,5-19,45 mg/L, sedangkan dengan metode kompleksometri didapatkan kadar magnesium 2,17-14,35 mg/L. Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan Uji *paired sample T-Test* disimpulkan bahwa rata-rata kadar magnesium pada AMDK dari kedua metode tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Metode spektrofotometri lebih mudah dan cepat dibandingkan kompleksometri yang membutuhkan banyak bahan, banyak tahapan dan membutuhkan waktu relatif lama.

Kata kunci: magnesium, air minum dalam kemasan (AMDK), spektrofotometri, kompleksometri

Abstract: Magnesium (Mg) is one of the important minerals in the body which has the function of maintaining heart and bone health, regulating blood sugar levels to help deal with stress. One of the needs for magnesium can be met through Bottled Drinking Water (BDW). The purpose of this study was to determine the differences in magnesium levels in drinking water using spectrophotometry and complexometric methods. By comparing the two methods, it can be seen that the application of the method is more practical and efficient. Spectrophotometric determination of magnesium was carried out by measuring the formation of the Mg-EBT complex compound using a visible spectrophotometer at a maximum wavelength of 530 nm. The results of the study of magnesium levels in BDW spectrophotometric method obtained levels between 1.5-19.45 mg/L, while the complexometric method obtained magnesium levels of 2.17-14.35 mg/L. Based on the results of statistical tests using the *paired sample T-Test*, it was concluded that the average magnesium levels in AMDK from the two methods did not have a significant difference. The spectrophotometric method is easier and faster than complexometry which requires a lot of materials, many stages and takes a relatively long time.

Keywords: magnesium, bottled drinking water, spectrophotometry, complexometry

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan mendasar yang sangat dibutuhkan oleh manusia, hewan maupun tumbuhan. Air dimanfaatkan manusia untuk berbagai keperluan hidup seperti memasak, mencuci, mandi, minum, dan keperluan lainnya (Rosita 2014). Air merupakan hal yang mutlak diperlukan oleh tubuh, karena hampir sekitar 70% dari total berat badan manusia terdiri dari air. Bagi tubuh manusia, air bermanfaat untuk proses

pencernaan, media bagi proses metabolisme, transportasi zat-zat makanan, oksigen dan sisa-sisa metabolisme, mengatur keseimbangan suhu tubuh, dan menjaga tubuh dari kekeringan (Alisya dkk. 2021).

Air minum merupakan air yang dapat diperoleh melalui proses pengolahan maupun tanpa pengolahan yang dapat diminum secara langsung dan memenuhi persyaratan kesehatan (Permenkes RI 2010).

Persyaratan air minum yang aman bagi kesehatan harus memenuhi standar yang telah ditetapkan pemerintah meliputi parameter fisika, kimia, dan mikrobiologis. Proses pengolahan air layak minum diantaranya meliputi mikrofiltrasi, reverse osmosis, dan radiasi ultraviolet yang telah banyak beredar di masyarakat dalam bentuk depot air minum (Ormerod, *et al.* 2019).

Air minum berperan sebagai pengatur proses biokimia, seperti suhu, pelarut, media transportasi zat gizi, komponen sel dan organ, pembuangan zat sisa metabolisme, pelumas sendi serta bantalan organ (Mustofa dkk. 2022). Mengonsumsi air minum juga dapat mengurangi risiko terbentuknya batu ginjal (Cotruvo 2006). Di dalam tubuh proses biokimia membutuhkan air yang cukup. Jika tubuh kekurangan air dapat menyebabkan konstipasi, peradangan saluran kencing, batu saluran kencing, gangguan ginjal kronis serta kegemukan (Permenkes RI 2014).

Mengonsumsi air minum yang dianjurkan adalah air minum yang mengandung kaya mineral karena dapat menunjang kesehatan tubuh (WHO 2005). Kebutuhan air minum bisa didapatkan melalui air sumur, air isi ulang, dan air dalam kemasan (Mustofa dkk. 2022). Air minum dalam kemasan (AMDK) atau dikenal dengan air mineral memiliki ukuran yang bermacam-macam seperti 19 liter untuk galon, ukuran 1500/600 ml untuk botol dan ukuran 240/ 220 ml untuk gelas (Susanti 2010). Pada air minum terkandung beberapa mineral seperti kalsium (Ca), natrium (Na), selenium (Se) dan magnesium (Mg) (Bakri 2019). Batas maksimal magnesium yang diperbolehkan dalam air minum dalam kemasan adalah 150 mg/L (WHO 2017).

Magnesium adalah salah satu mineral penting yang terkandung dalam tubuh. Magnesium merupakan kation terbanyak keempat dalam tubuh dan terbanyak kedua dalam cairan intraseluler (Rompas dkk. 2015). Tubuh manusia mengandung kurang lebih 25 gram magnesium, 50% - 60% diantaranya dalam kerangka, sedangkan sisanya terdapat dalam cairan intraseluler. Magnesium juga sebagai kofaktor enzim untuk menghasilkan energi. Kebutuhan magnesium seharusnya diperkirakan 450-500 mg (Pardede & Muftri 2011; Tjay & Kirana 2007). Menurut *Food and Agricultural Organization/WHO* menetapkan asupan yang direkomendasikan untuk magnesium masing-masing 260 dan 220 mg/hari untuk pria dan wanita berusia 19-65 tahun (Cotruvo 2006).

Magnesium adalah kofaktor penting untuk lebih dari 350 sistem enzim dan terlibat dalam metabolisme energi, sintesis asam nukleat, keseimbangan sel, kesehatan jantung, dan fungsi hormonal (Cotruvo 2006; Belin & He 2007). Magnesium memiliki peran dalam mengontrol tekanan darah dan kontraksi otot jantung. Magnesium juga dapat mengurangi resiko timbulnya penyakit diabetes tipe 2, penyakit jantung dan stroke, membantu sintesis protein, mengatur fungsi kerja

saraf dan otot (Coates *et al.* 2010). Kekurangan magnesium dapat menyebabkan hipertensi, penyakit arteri koroner, penyakit diabetes tipe 2 (Lopez-Ridaura *et al.* 2004; Kimura 2007), osteoporosis (McCarthy & Kumar 1999), tremor, kejang, aritmia jantung, hipokalemia dan hipokalsemia (Rompas dkk. 2015), menyebabkan disfungsi endotel, peningkatan reaksi vaskular dan penurunan sensitivitas insulin (WHO 2009). Jumlah kebutuhan magnesium yang normal dapat mempertahankan tonus otot polos, dan berimplikasi terhadap kontrol tekanan darah. Magnesium juga dapat melindungi otot jantung dari kerusakan selama iskemi (Barasi 2007).

Magnesium dalam tubuh ditemukan pada cairan seperti darah, urin, feses dan saliva. Sumber magnesium dapat ditemukan pada tanaman seperti sayuran hijau, kacang-kacangan, dan biji-bijian (Belin & He 2007; Coates *et al.* 2010), ikan salmon, yogurt, keju (Haytowitz *et al.* 2011), dan pada air minum dalam kemasan atau dikenal dengan air mineral (Najah *et al.* 2021).

Analisis magnesium telah dilakukan dengan metode yang berbeda-beda. Beberapa diantaranya menggunakan metode kromatografi ion (Smith & Fritz 1988), elektroda selektif ion (Maj-Zurawska *et al.* 1989), teknik amperometri (Downard *et al.* 1992), sistem reverse osmosis (Akmal 2019), elektroda pasta karbon berlapis film merkuri (Farghaly 2004), elektrokimia (Akhter *et al.* 2020), spektrofotometri serapan atom (Tasrif 2021; gaspa dkk. 2022), spektrofotometri (Idriss *et al.* 2011) dan kompleksometri (Hutabarat 2019).

Beberapa metode yang telah disebutkan seperti kromatografi ion, sistem osmosis terbalik, elektrokimia dan AAS merupakan metode yang memiliki sensitifitas dan ketelitian tinggi, namun membutuhkan biaya yang relatif mahal. Metode kompleksometri merupakan metode yang sederhana dan relatif murah. Metode ini termasuk metode yang populer, banyak digunakan dalam menentukan kadar Mg dalam larutan berair. Sebaliknya metode spektrofotometri dengan *Eriochrome black T* (EBT) sebagai agen pengkompleks, sejauh ini penggunaannya belum populer untuk analisis magnesium pada air minum. Sedangkan metode spektrofotometri termasuk diantara metode yang sederhana, sensitif serta memiliki keuntungan menggunakan waktu yang singkat dan akurat (Gasparini *et al.* 2008; Yasri *et al.* 2015; Yazid 2019).

Penelitian ini bertujuan mengetahui perbedaan kadar magnesium pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang dianalisis menggunakan metode spektrofotometri dan kompleksometri. Berdasarkan kajian pustaka, selama ini belum ada penelitian yang membandingkan terhadap kedua metode tersebut untuk analisis kadar magnesium pada air minum.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Peralatan utama dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV-1600PC dengan sel kuarsa 1,0 cm. Peralatan lainnya seperti pH meter (Merck Hanna), neraca analitik, buret mikro, labu ukur, pipet volume, gelas kimia, pipet ukur, corong, spatula, batang pengaduk, gelas arloji dan kertas saring Whatman No. 42. Adapun bahan yang digunakan adalah magnesium sulfat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), *eriochrome black T* (EBT), *murexid*, kalsium karbonat (CaCO_3), natrium hidroksida (NaOH), asam klorida (HCl), dinatrium etilendiamintetraasetat ($\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Amonium klorida (NH_4Cl), ammonium hidroksida (NH_4OH), ammonium oksalat ($(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$), *demineralized water* (akuadem), etanol 96%, larutan bufer (pH 10; 10,6; 12) dan akuadem. Air minum dalam kemasan dibeli langsung dari supermarket lokal di kota Gresik. Semua reagen dan bahan kimia yang digunakan adalah tingkat analitik dan semua larutan disiapkan dalam air demineral (akuadem). Larutan disimpan dalam wadah botol gelap pada suhu kamar.

Analisis Metode Spektrofotometri

Preparasi larutan standar

Larutan standar Mg dibuat dengan melarutkan tepat 1,025 gram $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dengan akuadem ke dalam labu ukur 1000 ml dan mengencerkan tepat sampai tanda batas.

Penentuan panjang gelombang maksimum

Larutan standar Mg dipipet 5,0 ml, dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml kemudian ditambahkan 5 ml larutan EBT (0,01 % w/v) dan 5 ml larutan Bufer 10,6. Larutan diencerkan dengan akuadem sampai tanda batas dan dikocok sampai homogen. Absorbansi larutan dibaca dengan spektrofotometer UV-1600PC pada panjang gelombang 400-600 nm menggunakan blanko reagen. Panjang gelombang maksimum yang diperoleh digunakan untuk menentukan absorbansi larutan standar Mg dan larutan sampel.

Penentuan kurva kalibrasi

Larutan standar Mg disiapkan dengan mengambil larutan standar magnesium (100 mg/L) berturut-turut 0,25 ml; 0,5 ml; 1,0 ml; 1,5 ml; 2,0 dan 2,5 ml, dipindahkan kedalam sederet labu ukur 25 ml. Masing-masing ditambahkan 3,0 ml larutan EBT (0,01% w/v) dan 2,0 ml larutan bufer pH 10,6 kemudian diencerkan dengan akuadem tepat sampai tanda dan dikocok sampai homogen. Absorbansi larutan standar diukur dengan spektrofotometer UV-1600PC pada panjang gelombang maksimum menggunakan blanko reagen. Kurva kalibrasi dibuat dengan memplot konsentrasi larutan standar magnesium dengan absorbansi.

Preparasi sampel

Sampel air minum dalam kemasan dipanaskan sampai hampir mendidih pada suhu 80°C , kemudian ditetaskan sedikit demi sedikit dengan larutan $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ jenuh sambil diaduk sehingga kalsium pada sampel air minum mengendap. Selanjutnya larutan ditambahkan amoniak encer (1:1) sampai netral kemudian didiamkan selama 30 menit. Larutan disaring dengan kertas saring Whatman No. 42, supernatan yang dihasilkan digunakan untuk analisis Mg.

Penentuan kadar Mg

Penentuan kadar Mg diadaptasi dari prosedur yang diusulkan Fries & Getrost (1977). Dipipet 2,0 ml sampel AMDK kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 25 ml. Selanjutnya ditambahkan 3,0 ml larutan EBT (0,01% b/v) dan 2,0 ml larutan bufer pH 10,6 kemudian diencerkan dengan akuadem sampai tanda dan dikocok sampai homogen. Absorbansi masing-masing larutan diukur pada panjang gelombang maksimum menggunakan blanko reagen.

Analisis Metode Kompleksometri

Standarisasi EDTA (0.01 M)

Ditimbang 10 mg CaCO_3 kemudian dilarutkan sedikit demi sedikit dengan HCl 0,1 N sampai larut, dipindahkan kedalam erlenmeyer dan ditambahkan 100 ml akuadem. Larutan ditambah 5 ml buffer pH 10 dan seujung spatula (20-30 mg) indikator EBT. Selanjutnya larutan dititrasi dengan EDTA 0,01 M sampai terjadi perubahan warna dari merah anggur menjadi biru.

Penentuan kesadahan Ca dan Mg (sebagai mg/L CaCO_3)

Dipipet 10 ml sampel AMDK dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml. Selanjutnya ditambahkan 2 ml larutan bufer pH 10 dan seujung spatula (20-30 mg) indikator EBT, kemudian dititrasi dengan larutan standar EDTA 0,01 M sampai terjadi perubahan warna merah keunguan menjadi biru.

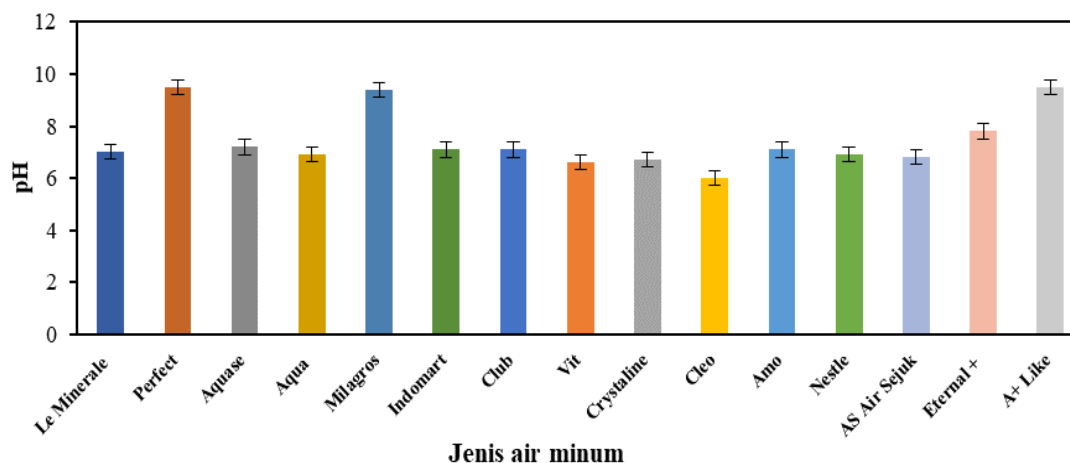
Penentuan Ca (sebagai mg/L CaCO_3)

Dipipet 10 ml sampel AMDK dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml. Selanjutnya ditambahkan 2 ml larutan NaOH 1 N sampai pH 12 dan seujung spatula (20-30 mg) indikator *murexid*, kemudian dititrasi dengan larutan baku EDTA 0,01 M sampai terjadi perubahan warna merah muda menjadi ungu.

Penentuan kadar Mg

Penentuan kadar Mg dilakukan sesuai prosedur yang ditetapkan SNI (2004), dengan menghitung selisih jumlah kesadahan total (Ca dan Mg) dengan kadar Ca menggunakan rumus sesuai persamaan (1).

$$\text{Kadar Mg (mg/L)} = (A - B) \times 0,24 \dots \dots (1)$$



Gambar 1. Derajat keasaman AMDK

Keterangan :

A = Kadar kesadahan total Ca dan Mg (sebagai mg/L CaCO_3)

B = Kesadahan Ca (sebagai mg/L CaCO_3)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran pH

Pada penelitian ini sebelum dilakukan analisis kadar Mg dilakukan pengukuran pH. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui derajat keasaman (pH) pada sampel AMDK, karena pH sangat berpengaruh terhadap analisis pada kedua metode yang akan dilakukan. Sesuai pernyataan Husain (2008), pH berpengaruh terhadap analisis magnesium. pH larutan yang rendah dapat menyebabkan stabilitas kompleks logam yang terbentuk juga rendah.

Berdasarkan Gambar 1, hasil pengukuran pH pada AMDK didapatkan nilai yang berbeda-beda, yaitu pada kisaran 6,0-9,5. PH yang bervariasi perlu dinetralkan untuk mendapatkan kondisi pH yang sama sebelum dilakukan analisis dengan penambahan larutan buffer agar membentuk senyawa kompleks logam yang stabil.

Menurut Permenkes (2010), persyaratan kualitas air minum untuk pH yang baik adalah 6,5-8,5. pH air minum yang lebih kecil dari 6,5 menimbulkan rasa pahit atau asam, dapat menyebabkan beberapa bahan kimia menjadi toksik dan dapat mengganggu kesehatan seperti mudah lelah, sakit pada sendi, dan gangguan pencernaan (Rosita 2004; Musli & Fretes 2016; Alisyia dkk. 2021). Nilai pH lebih dari 7, menunjukkan bersifat basa dapat menimbulkan rasa tidak enak dan efek yang tidak baik pada kondisi tubuh (Rosita 2004). Air minum dengan tingkat pH lebih tinggi, yaitu antara 8-9,5 biasanya disebut sebagai air minum alkali (Alisyia dkk. 2021). Air alkali terionisasi (AAT) merupakan air yang memiliki nilai potensial redoks yang tinggi (yakni merupakan antioksidan yang baik karena nilai ORP (*Oxydation Reduction Potensial*) yang sangat negatif dan memiliki molekul air dalam kelompok yang lebih

kecil daripada air biasa (*microclustred*) (Ignacio *et al.* 2012).

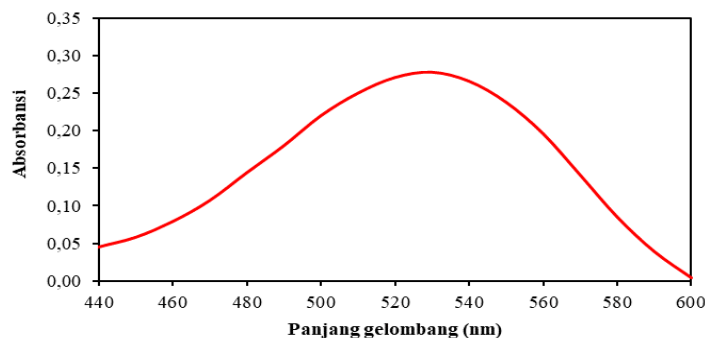
Berdasarkan hasil penelitian didapatkan sampel Cleo memiliki pH terendah yaitu 6,0 dan jenis AMDK Perfect, Millagros, A+Like masing-masing memiliki pH lebih tinggi di atas 8,5. Jenis AMDK lainnya masih dalam kisaran memenuhi persyaratan kualitas air minum yang dianjurkan, yaitu antara 6,5-8,5. Jenis AMDK yang terlalu asam atau basa biasanya tidak untuk dikonsumsi tiap hari guna menghindari dampak negatif yang ditimbulkan seperti gangguan pencernaan atau perubahan tingkat pH dalam darah. Menurut Henry & Chambron (2013), air bersifat asam tidak cocok sebagai konsumsi manusia, namun cukup bermanfaat untuk perawatan dan kebersihan tubuh. Sedangkan air alkali sangat memungkinkan untuk diminum dan direkomendasikan untuk mengatasi masalah penyakit asam lambung (gastro-intestinal), hipertensi, diabetes dan memperlambat pertumbuhan sel-sel kanker.

Analisis Spektrofotometri

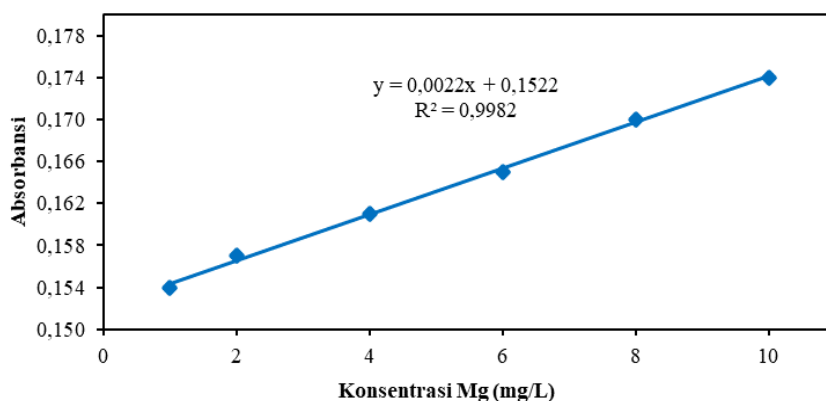
Panjang gelombang maksimum (λ_{maks})

Panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) ditentukan dengan mengukur absorpsi larutan standar Mg dengan konsentrasi 20 mg/L pada pH 10,6. Pengukuran dilakukan pada 400-600 nm sesuai warna komplementer yang terbentuk dari senyawa kompleks Mg-EBT berwarna merah keunguan (Basset 1994). Pengukuran magnesium pada panjang gelombang yang luas akan mengalami pergeseran kurva spektrum batokromik (pergeseran absorban ke daerah panjang gelombang yang lebih panjang) atau mengalami pergeseran kurva spektrum hipsokromik (pergeseran absorban ke daerah panjang gelombang yang lebih pendek) (Dachriyanus 2004).

Penentuan λ_{maks} dilakukan untuk mendapatkan nilai sensitivitas dan serapan maksimal (Yazid 2019). Berdasarkan Hukum Lambert-Beer jika absorpsi larutan diukur pada panjang gelombang maksimum, maka akan diperoleh persamaan garis linear (lurus), yang menggambarkan terdapat hubungan antar



Gambar 2. Spektra panjang gelombang maksimum magnesium pada 530 nm menggunakan spektrofotometer UV-1600PC



Gambar 3. Kurva kalibrasi larutan standar Mg

konsentrasi dan absorbansi (Gandjar & Rohman 2007). Pada penelitian ini didapatkan $\lambda_{\text{maks}} = 530 \text{ nm}$ dengan absorbansi 0,308. Panjang gelombang maksimum ini selanjutnya digunakan untuk pengukuran larutan standar dan kadar Mg pada sampel AMDK. Spektra pengukuran panjang gelombang maksimum magnesium ditampilkan pada Gambar 2.

Penentuan kurva kalibrasi

Kurva kalibrasi dibuat menggunakan sederet larutan yang telah disiapkan dari larutan standar Mg (100 mg/L). Setelah memplotkan konsentrasi larutan Mg versus absorbansi diperoleh kurva linier yang baik sesuai Hukum *Lambert-Beer* dalam kisaran konsentrasi 1,0-10 mg/L. Berdasarkan kurva kalibrasi diperoleh persamaan regresi $y = 0,0022x + 0,1522$ dengan koefisien korelasi (r) sebesar 0,9991 (Gambar 3). Menurut Yazid *et al.* (2022), nilai koefisien korelasi mendekati 1 menunjukkan korelasi yang sangat baik antara konsentrasi dan absorbansi, sehingga persamaan regresi linier dapat digunakan untuk menentukan kadar Mg pada AMDK.

Penentuan kadar magnesium

Penelitian ini mengambil 15 jenis sampel AMDK yang sering dikonsumsi oleh masyarakat. Semua jenis sampel dapat ditemukan di supermarket atau toko terdekat. Pada umumnya berbagai merek AMDK yang dijual tidak mencantumkan kadar magnesium

dalam labelnya. Hanya beberapa diantaranya dicantumkan seperti Aqua (6 mg/L), Le mineral (5,87 mg/L), Eternal plus (1,00 mg/L) dan A+ like (4,78 mg/L).

Berdasarkan hasil penelitian pada AMDK secara spektrofotometri didapatkan kadar Mg antara 1,50-19,45 mg/L (Tabel 1). Kadar terendah diperoleh pada jenis air minum Eternal + ($1,50 \pm 0,33 \text{ mg/L}$), tertinggi pada Nestle ($19,45 \pm 0,64 \text{ mg/L}$) dengan rata-rata kadar Mg sebesar 9,38 mg/L. Hasil ini hampir sama yang didapat Najah *et al.* (2021), yang menganalisis Mg pada berbagai jenis merek AMDK di kota Malkom-Lybia dengan kisaran 1,44 - 18,48 mg/L. Secara keseluruhan kadar Mg pada AMDK yang dianalisis masih memenuhi standar yang dianjurkan sebesar 30 mg/L (EEC, 1980). Menurut WHO (2017), konsentrasi maksimum Mg pada air minum dalam kemasan yang diperbolehkan adalah 150 mg/L.

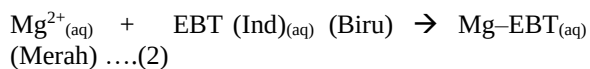
Penentuan kadar Mg secara spektrofotometri berdasarkan pada prinsip pembentukan senyawa kompleks antara logam Mg dengan indikator EBT. Indikator EBT pada pH 7-11 membentuk larutan berwarna biru, kemudian dengan penambahan garam logam menghasilkan perubahan warna dari biru menjadi merah keunguan (Basset 1994). Pada penelitian ini ion logam Mg bereaksi dengan EBT pada pH 10,6 membentuk kompleks berwarna merah. Absorbansi larutan kemudian diukur pada panjang gelombang maksimum 530 nm. Reaksi

Tabel 1. Kadar Mg pada AMDK dengan metode spektrofotometri dan kompleksometri

No.	Jenis AMDK	Kadar Mg $\pm$ SD (mg/L)*		pH
		Metode spektrofotometri	Metode kompleksometri	
1	Le Minerale	4,00 $\pm$ 0,64	6,96 $\pm$ 1,23	6,0
2	Perfect	7,64 $\pm$ 0,64	8,79 $\pm$ 1,22	9,5
3	Aquase	9,68 $\pm$ 0,33	6,52 $\pm$ 0,62	7,2
4	Aqua	5,59 $\pm$ 0,33	8,26 $\pm$ 0,62	6,9
5	Milagros	4,45 $\pm$ 0,64	7,39 $\pm$ 0,61	9,4
6	Indomart	11,95 $\pm$ 0,32	13,48 $\pm$ 1,85	7,1
7	Club	8,77 $\pm$ 2,25	8,70 $\pm$ 0,71	7,1
8	Vit	9,00 $\pm$ 0,64	9,57 $\pm$ 1,23	6,6
9	Crystalline	11,73 $\pm$ 0,32	9,13 $\pm$ 3,07	6,7
10	Cleo	15,14 $\pm$ 0,32	14,35 $\pm$ 0,62	6,0
11	Amo	16,27 $\pm$ 0,64	13,04 $\pm$ 1,23	7,1
12	Nestle	19,45 $\pm$ 0,64	11,74 $\pm$ 0,62	6,9
13	Air Sejuk	11,95 $\pm$ 0,32	6,09 $\pm$ 1,23	6,8
14	Eternal +	1,50 $\pm$ 0,33	2,17 $\pm$ 0,62	7,8
15	A+ Like	3,55 $\pm$ 0,64	4,35 $\pm$ 0,62	9,5

*) Rata-rata kadar Mg $\pm$ standar deviasi (n = 3)

pembentukan senyawa kompleks antara EBT dengan ion magnesium ditunjukkan pada persamaan (2) (Martasih dkk. 2012).



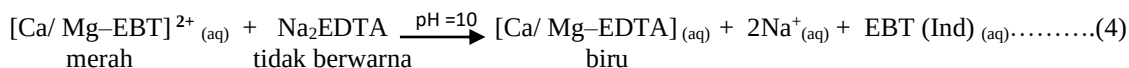
Kehadiran mineral lain seperti kalsium (Ca) yang terkandung dalam AMDK kemungkinan dapat mengganggu yang memengaruhi hasil analisis. Ion logam Ca dan Mg keduanya dapat terikat oleh indikator EBT membentuk senyawa kompleks, sehingga dapat meningkatkan serapan saat pembacaan absorbansi larutan sampel. Pengaruh ion kalsium dapat dihilangkan atau dikurangi dengan cara mengendapkan Ca dan melalui pengukuran pH yang sesuai sebelum dilakukan analisis. Sesuai penelitian Hendri *et al.* (2012), pengendapan ion Ca dilakukan menggunakan amonium oksalat jenuh dengan mengkondisikan pH larutan sampel menjadi netral.

Pada saat analisis penambahan larutan bufer diperlukan untuk mendapatkan serapan optimal terbentuknya kompleks Mg-EBT yang stabil. Menurut Husain (2008), stabilitas kompleks logam bergantung pada pH. Selama pembentukan kompleks pH harus dipertahankan konstan dengan menambahkan larutan bufer. Semakin rendah pH larutan, semakin rendah stabilitas kompleks (karena lebih banyak ion H^+ tersedia untuk bersaing dengan ion logam untuk ligan).

Analisis Kompleksometri

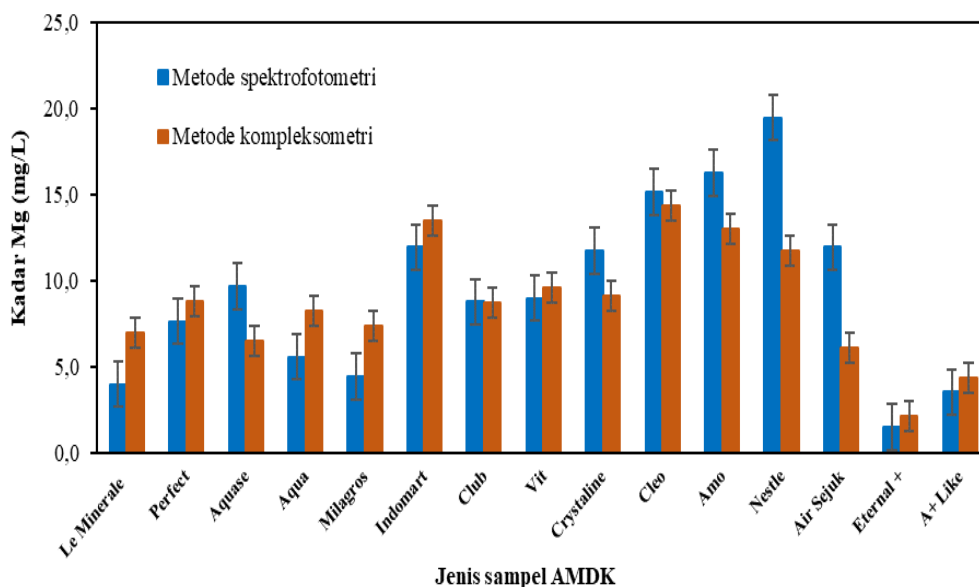
Kompleksometri merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk menentukan kadar logam dalam larutan berair. Metode ini melibatkan titrasi ion logam dengan zat pengompleks atau zat pengkelat (ligan) yang umumnya disebut sebagai titrasi kompleksometri. Prinsip metode ini ion logam sederhana diubah menjadi ion kompleks dan titik ekuivalen ditentukan dengan menggunakan indikator logam yang sesuai. Pada titrasi kompleksometri zat pengompleks yang digunakan adalah etilen diamin tetra asetat (EDTA). Menurut Husain (2008), agen pengkelat yang selalu digunakan pada kompleksometri adalah bentuk garam dinatrium EDTA (Na_2EDTA) yang mudah larut dalam air, berifat non higroskopis dan sangat stabil.

Pada penelitian ini penentuan Mg pada sampel AMDK tidak dilakukan titrasi secara langsung, namun lebih dahulu ditentukan kadar kesadahan total (Ca + Mg) dan kadar Ca. Pada kesadahan total ion-ion Ca dan Mg dalam AMDK akan bereaksi dengan indikator *Eriochrome Black T* (EBT) pada pH 10,0 membentuk larutan berwarna merah keunguan. Melalui penambahan Na_2EDTA sebagai titran, ion-ion Ca dan Mg akan diikat membentuk senyawa kompleks. Molekul indikator EBT terlepas kembali, dan pada titik akhir titrasi larutan akan berubah warna dari merah keunguan menjadi biru. Reaksi pembentukan kompleks antara titran Na_2EDTA dengan ion Ca dan Mg ditunjukkan sesuai persamaan (3) dan (4) (Martasih dkk. 2012).

**Tabel 2.** Kadar kesadahan total dan kadar Mg pada AMDK metode kompleksometri

No.	Jenis AMDK	Kadar (mg/L CaCO ₃)*		Kadar Mg ± SD (mg/L)
		Kesadahan total ± SD	Kadar Ca ± SD	
1.	Le Minerale	57,97 ± 2,09	28,98 ± 3,62	6,96 ± 1,23
2.	Perfect	56,16 ± 2,09	19,53 ± 1,82	8,79 ± 1,22
3.	Aquase	34,42 ± 2,09	7,25 ± 2,09	6,52 ± 0,62
4.	Aqua	92,39 ± 2,09	57,97 ± 2,09	8,26 ± 0,62
5.	Milagros	85,14 ± 2,09	54,35 ± 2,09	7,39 ± 0,61
6.	Indomart	103,26 ± 2,09	47,10 ± 3,62	13,48 ± 1,85
7.	Club	92,39 ± 2,09	56,16 ± 2,09	8,70 ± 0,71
8.	Vit	90,58 ± 3,62	50,72 ± 2,09	9,57 ± 1,23
9.	Crystalline	94,20 ± 3,62	56,16 ± 5,53	9,13 ± 3,07
10.	Cleo	81,52 ± 2,09	21,74 ± 2,09	14,35 ± 0,62
11.	Amo	92,39 ± 2,09	38,04 ± 2,09	13,04 ± 1,23
12.	Nestle	108,69 ± 2,09	59,78 ± 2,09	11,74 ± 0,62
13.	Air Sejuk	54,35 ± 2,09	28,98 ± 3,62	6,09 ± 1,23
14.	Eternal +	16,30 ± 2,09	7,25 ± 2,09	2,17 ± 0,62
15.	A+ Like	23,55 ± 2,09	5,43 ± 1,82	4,35 ± 0,62

*) Pengulangan dilakukan 3 kali (n = 3)

**Gambar 4.** Diagram kadar magnesium metode spektrofotometri dan kompleksometri

Kalsium dapat ditentukan secara langsung dengan Na₂EDTA dengan membuat pH larutan sampel cukup tinggi (12-13), sehingga ion logam Mg akan mengendap sebagai magnesium hidroksida [Mg(OH)₂]. Pada titik akhir titrasi indikator *murexid*

akan bereaksi hanya dengan ion logam Ca sehingga larutan akan berubah warna dari merah menjadi ungu. Reaksi terbentuknya kompleks ion Ca dengan EDTA ditunjukkan sesuai persamaan (5) dan (6).

- Gasparini, F., Weinert, P. L., Lima, L. S., Pezza, L., & Pezza, H. R. (2008). A simple and green analytical method for the determination of formaldehyde. *Journal of the Brazilian Chemical Society*. **19**: 1531-1537.
- Haytowitz, D., Lemar, L., Pehrsson, P., Exler, J., Patterson, K., Thomas, R. & Khan, M. (2011). USDA national nutrient database for standard reference, release 24. US Department of Agriculture. Washington, DC, USA.
- Hendri, J., Wardana, W., Suka, I.G. & Laila, A. (2012). Penentuan kadar Ca dan Mg pada hasil demineralisasi optimum kulit udang windu (*Penaeus monodon*) secara gravimetri dan spektroskopi serapan atom. *Jurnal Sains MIPA*. **13(12)**: 93-99.
- Henry, M. & Chambron, J. (2013). Physico-chemical, biological and therapeutic characteristics of electrolyzed reduced alkaline water (ERAW). *Water*. **5(4)**: 2094-2115.
- Husain, A. 2008. *Theoretical Basis of Analysis: Complexometric Titrations*. Faculty of Pharmacy. Hamdard Nagar. New Delhi.
- Hutabarat, V.D. (2019). Penentuan kesadahan Ca^{2+} dan Mg^{2+} air minum kemasan sebelum dan sesudah treatment dengan metode titrasi kompleksometri di PT. Tirta Investama Langkat. Disertasi. Fakultas Matematika dan IPA. Universitas Sumatera Utara.
- Idriss, K.A., Sedaira, H. & Ahmed, H.M. (2001). An insight into the solution equilibria of magnesium (II) with purpurin and spectrophotometric determination of magnesium. *Talanta*. **54(2)**: 369-375.
- Ignacio, R.M.C., Joo, K.B. & Lee, K.J. (2012). Clinical effect and mechanism of alkaline reduced water. *Journal of Food and Drug Analysis*. **20(1)**: 33.
- Kimura, M. (2007). *Overview of magnesium nutrition. New Perspectives in Magnesium Research: Nutrition and Health*. Springer London.
- Lopez-Ridaura, R., Willett, W.C., Rimm, E.B., Liu, S., Stampfer, M.J., Manson, J.E. & Hu, F.B. (2004). Magnesium intake and risk of type 2 diabetes in men and women. *Diabetes Care*. **27(1)**: 134-140.
- Maj-Zurawska, M., Rouilly, M., Morf, W.E. & Simon, W. (1989). Determination of magnesium and calcium in water with ion-selective electrodes. *Analytica Chimica Acta*. **218**: 47-59.
- Martasih, F., Juliasih, N. L. G. R., & Dewi, R.M. (2012). Studi analisis mineral elektrolit tertentu (Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan Cl^-) dalam air minum kemasan dan air minum sumber mata air permukaan tanah dengan menggunakan metode titrimetri EDTA dan argentometri. *Prosiding SN SMAIP III*. Lampung. 28 – 29 Juni 2012. pp. 398-406.
- McCarthy, J. T., & Kumar, R. (1999). Divalent cation metabolism: Magnesium. *Atlas of Diseases of the Kidney: Disorder of Water, Electrolytes, and Acid Base*. 1st ed. Blackwell Science Inc. Oxford.
- Musli, V. & de Fretes, R. (2016). Analisis kesesuaian parameter kualitas air minum dalam kemasan yang dijual di kota ambon dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). *Arika*. **10(1)**: 57-74.
- Mustofa, F. L., Husna, I. & Safitri, D. N. L. (2022). Analisis kandungan mineral dalam air sumur air minum botol kemasan dan air isi ulang di kecamatan kemiling bandar lampung. *MAHESA: Malahayati Health Student Journal*. **2(1)**: 171-177.
- Najah, Z. M., Salem, B. A. & Aburas, N. M. (2021). Analysis of some bottled drinking water samples available in Alkoms City. *Journal of Academic Research (Applied Sciences)*. **17(1)**: 22-25.
- Niwele, A., Kabakoran, J. & Sangadji, N. (2022). Analisis kadar mineral kalium, kalsium dan magnesium air seduhan daun sukun (*Artocarpus altilitis*) secara spektrofotometri serapan atom. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Kedokteran (JURRIKE)*. **1(2)**: 127-136.
- Ormerod, K. J., Redman, S. & Kelley, S. (2019). Public perceptions of potable water reuse, regional growth, and water resources management in the Reno-Sparks area of northern Nevada, USA. *City and Environment Interactions*. **2**: 100015.
- Pardede, T. R. & Sri Muftri, D. S. (2011). Penetapan kadar kalium, natrium dan magnesium pada semangka (*Citrullus vulgaris*, schard) daging buah berwarna kuning dan merah secara spektrofotometri serapan atom. *Jurnal Darma Agung*. **1(1)**: 1-7.
- Permenkes, R.I. (2010). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Th. 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Kementerian Kesehatan RI. Jakarta.
- Permenkes, R.I. (2014). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 41/Th. 2014 Tentang Pedoman Gizi Seimbang. Kementerian Kesehatan RI. Jakarta.
- Rompas, G. R., Kaligis, S. H. & Tiho, M. (2015). Perbandingan kadar magnesium serum sebelum dan sesudah aktivitas fisik intensitas berat. *EBiomedik*. **3(2)**: 585-589.
- Rosita, N. (2014). Analisis kualitas air minum isi ulang beberapa depot air minum isi ulang (DAMIU) di Tangerang Selatan. *Jurnal Kimia Valensi*. **4(2)**: 134-141.
- Smith, D.L. & Fritz, J.S. (1988). Rapid determination of magnesium and calcium hardness in water by ion chromatography. *Analytica Chimica Acta*. **204**: 87-93.

- SNI (Standar Nasional Indonesia). (2004). Cara uji kadar magnesium dalam air. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Susanti, W. (2010). Analisis kadar ion besi, kadmium dan kalsium dalam air minum kemasan galon dan air minum kemasan galon isi ulang dengan metode spektrofotometer serapan atom. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Tasrif, A. (2021). Analisis kualitas air (K, Ca, Mg, CO_3^{2-} dan HCO_3^-) pada mata air pegunungan di Desa Sadar Kecamatan Tellu Limpoe Kabupaten Bone. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin.
- Tjay, T.H. & Rahardja, K. (2007). *Obat-obat penting: khasiat, penggunaan dan efek-efek sampingnya*. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- WHO. (2005). *Nutrients in Drinking Water: Water, Sanitation and Health*. WHO Press. Geneva.
- WHO. (2009). *Calcium and magnesium in drinking water: public health significance*. World Health Organization. Geneva.
- WHO. (2017). *Guidelines for drinking water quality, 4th edition, incorporating the first addendum*. World Health Organization. Geneva.
- Yasri, N.G., Seddik, H. & Mosallb, M.A. (2015). Spectrophotometric determination of formaldehyde based on the telomerization reaction of tryptamine. *Arabian Journal of Chemistry*. **8(4)**: 487-494.
- Yazid, E.A. (2019). Analysis of caffeine in tablet dosage form with spectrophotometric and iodometric back titration methods. *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*. **4(6)**: 271-280.
- Yazid, E.A., Zahroh, R. & Hadiyati, A.A. (2022). The Green chili to reduce formaldehyde in tofu by the spectrophotometric method using Schiff reagent. *Natural Science: Journal of Science and Technology*. **11(02)**: 49-57.
-