

Penentuan Secara Serempak Kadar Minor Anion (F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, Br⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻ dan PO₄³⁻) pada Sampel Air Minum dalam Kemasan (AMDK) dengan Teknik Kromatografi Ion Kinerja Tinggi

Muhammad Amin^{1,2}

¹ Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Khairun,
Jl. Bandara Babullah, Kampus I Unkhair, Akehuda, Ternate 97723, Maluku Utara

² UPT. Laboratorium Dasar dan Terpadu, Universitas Khairun,
Jl. Jusuf Abdulrahman, Kampus II, Unkhair, Gambesi, Ternate 97719, Maluku Utara

Email: muh_amin@unkhair.ac.id

Received : 02-04-2020

Accepted : 18-04-2020

Available online : 05-05-2020

ABSTRAK

Sebuah kondisi analitik dan pemisahan untuk penentuan secara serempak kadar minor anion (F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, Br⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻ dan PO₄³⁻) dengan teknik kromatografi ion telah dioptimalkan. Dalam penelitian ini, kromatografi ion dengan sistem deteksi konduktivitas tertekan diterapkan untuk menentukan spesies ionik dengan sensitivitas tinggi. Dengan kondisi ini, telah ditargetkan dalam penentuan ketujuh anion tersebut pada sampel air minum dalam kemasan (AMDK). Kombinasi eluen yang digunakan adalah 6 mM Na₂CO₃ dan 1,2 mM NaHCO₃ untuk semua penentuan kadar. Semua anion terdeteksi dan dielusi dalam waktu kurang dari 30 menit. Semua anion memperlihatkan bentuk puncak yang simetris yang terlihat dalam kromatogram. Diperoleh koefisien korelasi (*r*) bervariasi antara 0,9995 dan 1 untuk ketujuh anion di atas, sementara batas minimum deteksi yang dihitung berdasarkan persamaan S/N=3 adalah 0,02-0,45 µg/L. Kondisi optimum yang diperoleh, kemudian diterapkan pada penentuan secara serempak kadar minor anion dalam 6 sampel AMDK dengan merek yang berbeda. Dari keseluruhan sampel air minum yang dikumpulkan secara komersial di Maluku Utara, tidak terdapat kadar minor anion yang melebihi baku mutu yang ditetapkan.

Kata Kunci: Anion; air minum; kromatografi ion

ABSTRACT

Analytical and separation conditions for the simultaneous determination of minor anions (F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, Br⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, and PO₄³⁻) using ion chromatography technique have been optimized. In this study, ion chromatography with a suppressed conductivity detection system was applied to determine the ionic species with high sensitivity. By these conditions, it has been targeted in the determination of the seven anions in bottled drinking water samples. With concentration of 6 mM Na₂CO₃ and 1,2 mM NaHCO₃ were used as the eluent combination for all determinations. All the above anions could be completely determined and eluted were less than 30 min. All anions were displayed symmetrical peak shapes as in the chromatograms. The correlation coefficient (*r*) varies between 0.9995 and 1 for the above seven anions, whereas the detection limits calculated at S/N= 3 were 0.02–0.45 µg/L. The obtained optimum conditions were then applied to the simultaneous determination of minor anions in 6 bottled drinking water samples with different brands. From the overall drinking water samples which was collected commercially in North Maluku, there were no minor anions concentration exceeding the specified quality standards.

Keywords: Anions; drinking waters; ion chromatography

PENDAHULUAN

Air minum menjadi sangat penting untuk kelangsungan hidup manusia, dan kontaminasi biologis dan kimia adalah masalah serius yang mungkin mempunyai efek bagi kesehatan. Ada kekhawatiran pada masyarakat, atas kualitas air ledeng atau air sumur/tanah di masyarakat, karena polusi, kontaminasi bakteri, rasa, perubahan warna serta bau yang mungkin ada (Krecar *et al.*, 2014). Oleh karena itu, orang-orang beralih ke air kemasan (baik ukuran botol maupun galon) untuk tujuan keselamatan dan untuk menjaga kualitas. Akibatnya, pasar global untuk air kemasan (selanjutnya, air botol kemasan) menjadi sangat besar dan terus tumbuh untuk memenuhi peningkatan permintaan dan pencarian air minum berkualitas baik menjadi mendesak.

Air minum dalam kemasan (AMDK) bukan hanya digunakan untuk minum, namun juga dapat digunakan dalam persiapan makanan. Sehingga, kontaminasi air minum menjadi perhatian semua pihak dan perlu terus dipantau untuk memenuhi kualitas air botol kemasan yang dibutuhkan. Ada berbagai kontaminan biologis (mis., bakteri dan virus) (Ashbolt, 2004; Borchardt *et al.*, 2012) dan kimia (mis., organik dan anorganik, termasuk kandungan minor anion seperti florida, klorida, nitrit, bromida, nitrat, sulfat, dan fosfat) (Sharma & Bhattacharya, 2017) kontaminan yang telah diatur oleh Kementerian Kesehatan RI untuk mempertahankan kualitas yang disyaratkan untuk air minum. Salah satu regulasi yang mengatur tentang kualitas air minum yang layak untuk dikonsumsi adalah Permenkes RI, Nomor : 492/MENKES/PER/IV/2010. Secara umum, air dianggap layak untuk dikonsumsi jika bebas dari logam berat berbahaya, partikel terlarut, pupuk sintetis, pupuk alami, pestisida, beberapa anion serta parameter (fisik, kimia, dan mikrobiologis) lainnya dan/atau nilai untuk indikator kualitas air tersebut berada dalam batas maksimum yang telah ditetapkan. Banyak pula organisasi yang berskala internasional yang telah membuat regulasi dan standar, misalnya ISO, US EPA dan ASTM, dan telah memvalidasi metode kromatografi ion dalam menentukan kadar anion dalam air minum (Jackson, 2001; Bonny, 2007).

Zat-zat anorganik ada di dalam air alam (*natural waters*) dengan kadar yang lebih tinggi daripada yang ada dalam zat organik. Kebanyakan zat-zat/ion-ion anorganik ini adalah hasil dari kondisi alam yang mempunyai komposisi kimia yang sangat bervariasi, tergantung pula pada geografi dan geologi tanah untuk air tertentu, atau apa jenis batu yang bersentuhan dengan air tersebut. Akan tetapi, ada banyak komponen anorganik anion yang ada dalam air minum, yang biasanya dalam kadar yang lebih rendah, harus diperlakukan sebagai polutan dan dianalisis dari sudut pandang pengaruhnya terhadap air dan untuk tujuan memperbaiki kualitas hidup. Ion-ion anorganik yang bermuatan positif satu, dua, dan tiga ini adalah jenis ion-ion yang paling umum ditemukan di hampir semua sampel air alam, termasuk air minum yang telah dikemas dalam botol (Amin, 2016; Amin *et al.*, 2007, 2008).

Oleh karena itu, diperlukan teknik penentuan kadar dalam air minum yang spesifik, sensitif, selektif, efektif dan akurat serta berkinerja tinggi untuk memastikan kualitas air minum tersebut (Weiss, 1995). Kromatografi ion, yang telah diperkenalkan pada pertama kalinya oleh H. Small, T.S. Stevens dan W.C. Bauman pada tahun 1975, adalah teknik pemisahan yang berdasarkan pada pertukaran ion dengan proses yang terjadi antara fase gerak dan kelompok penukar ion yang terikat pada bahan pendukung dalam pembuatan kolom analitik atau yang biasa dikenal fase diam (Ohta *et al.*, 1996; Park *et al.*, 2002; Weiss, 1995).

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kualitas air minum, utamanya AMDK dan sekaligus ingin menghadirkan keandalan serta kinerja tinggi eksperimental teknik analisis kromatografi ion dalam menentukan secara serempak kadar minor anion (F^- , Cl^- , NO_2^- , Br^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , dan PO_4^{3-}) dalam sampel AMDK yang dikumpulkan dengan mengambil beberapa merek yang tersedia secara komersial di Maluku Utara.

METODE PENELITIAN

Instrumen Analisis

Instrumen analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metrohm Eco IC (Switzerland), sebagaimana dalam Gambar 1, yang dilengkapi dengan modul sistem konduktivitas tertekan (*suppressed conductivity system*), yang juga dilengkapi dengan kolom analitik pemisah anion, tipe Metrosep A Supp 17-250/4, yang digunakan dalam penentuan kadar minor anion pada sampel standar dan semua sampel air botol kemasan.



Gambar 1. Instrumen kromatografi ion metrohm Eco IC yang digunakan dalam penelitian

Bahan Kimia

Senyawa natrium karbonat anhidrat digunakan untuk menyiapkan 6 mM Na_2CO_3 dan senyawa natrium hidrogen karbonat digunakan untuk menyiapkan 1,2 mM $NaHCO_3$. Kedua larutan ini dikombinasikan untuk digunakan sebagai eluen. Fasa seluler dan eluen disaring menggunakan *membrane filter* dengan pori sebesar 0,22 μm sebelum digunakan.

Kadar 20 mM asam sulfat digunakan sebagai larutan regenerasi pada kromatografi ion sistem konduktivitas tertekan. Standar kalibrasi konsentrasi yang sesuai disiapkan secara reguler mingguan dengan mengencerkan standar 1000 mg/L *ion chromatography (IC) multielements* (Merck), yang mengandung anion (F^- , Cl^- , NO_2^- , Br^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , dan PO_4^{3-}) dengan deret konsentrasi kalibrasi 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2 mg/L. Semua larutan disiapkan dalam aquadest dan disaring dengan menggunakan *membrane filter* 0,22 μm sebelum penentuan kadar minor anion dilakukan.

Pengambilan dan Perawatan Sampel

Untuk tujuan penentuan kadar minor anion secara serempak, terdapat 6 merek AMDK yang dikumpulkan dengan mengambil beberapa merek yang tersedia secara komersial di Maluku Utara. Ada merek kemasan yang diproduksi di dalam dan di luar di wilayah Maluku Utara dan dipasarkan di wilayah Maluku Utara, di antaranya: AJM, Aqua, Ake, Flow, Mia OXY, Club. Keseluruhan sampel AMDK yang dikumpulkan, kemudian ditentukan kadarnya secara langsung tanpa *pretreatment* selain disaring untuk menghilangkan partikel pengotor yang mungkin ada dalam sampel dengan menggunakan *membrane filter* 0,22 µm.

Kondisi Analisis

Tabel 1, memperlihatkan kondisi pemisahan dalam menentukan kadar minor anion yang digunakan pada penelitian ini untuk sampel standar dan semua sampel AMDK.

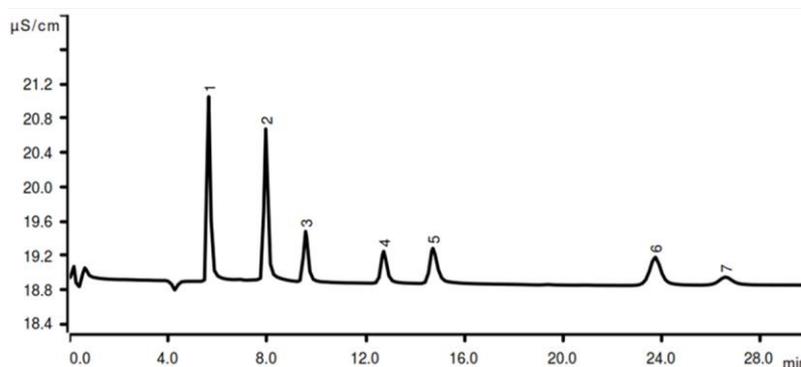
Tabel 1. Kondisi pemisahan dan penentuan kadar minor anion

Parameter	Kondisi Pemisahan
▪ Komposisi eluen	: 6 mM Na ₂ CO ₃ + 1,2 mM NaHCO ₃
▪ Kolom pemisah	: Metrosep A Supp 17-250/4
▪ Tipe detektor	: Konduktivitas
▪ Kecepatan alir eluen	: 0,9 mL/min
▪ Tekanan pompa analitik	: 11,5 MPa
▪ Volume <i>loop</i> sampel	: 10 µL
▪ Besaran konduktan eluen	: 19 µS/cm
▪ <i>Suppressor regenerant</i>	: 20 mM H ₂ SO ₄

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemisahan Minor Anion Menggunakan Sampel Larutan Standar

Untuk mengawali evaluasi kinerja tinggi teknik kromatografi ion yaitu dengan menyiapkan sampel larutan standar yang mengandung anion yang telah diketahui kadarnya. Dalam penelitian ini, ada tujuh jenis anion yang dievaluasi dan digunakan untuk tujuan kalibrasi seperti F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, Br⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, dan PO₄³⁻, dan kadar tiap anion sebesar 2 mg/L.



Gambar 2: Kromatogram standar sampel dengan kadar tiap anion sebesar 2 mg/L. Identitas puncak : (1) F⁻; (2) Cl⁻; (3) NO₂⁻; (4) Br⁻; (5) NO₃⁻; (6) SO₄²⁻; (7) PO₄³⁻. Kondisi pemisahan lainnya sebagaimana yang dimuat dalam Tabel 1.

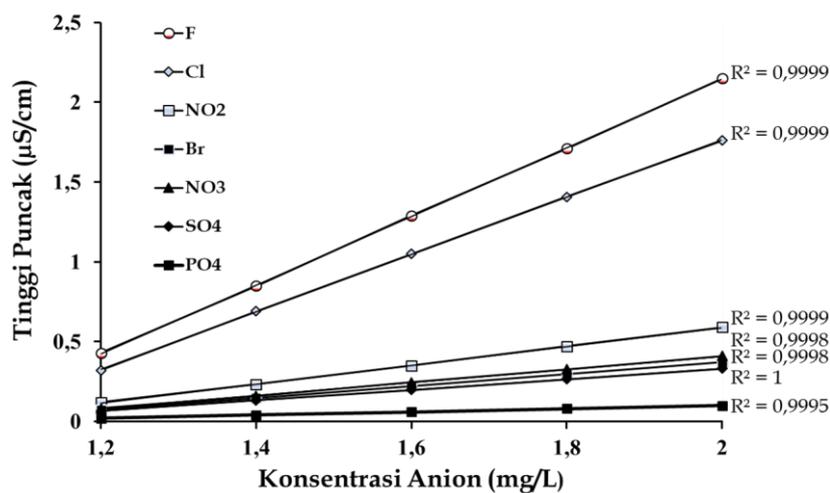
Kromatogram standar sampel ditunjukkan pada Gambar 1. Bahwa ketujuh anion yang menjadi target, dapat terdeteksi dengan baik dan puncak (*peaks*) tiap anion memperlihatkan bentuk yang simetris. Hal ini dapat memberikan hasil perhitungan kadar tiap anion yang lebih akurat. Baik mono-, di- maupun tri-valen ion-ion anorganik ini dapat terdeteksi dan terelusi dalam kolom analitik secara serempak/simultan dengan baik karena perbedaan afinitas dan muatan elektron yang dimiliki tiap anion. Urutan elusi dan waktu retensi untuk masing-masing anion ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Urutan elusi dan waktu retensi minor anion

Analit	Anion	Nomor puncak	Waktu retensi (menit)
Fluorida	F ⁻	1	5,64
Klorida	Cl ⁻	2	7,95
Nitrit	NO ₂ ⁻	3	9,56
Bromida	Br ⁻	4	12,72
Nitrat	NO ₃ ⁻	5	14,71
Sulfat	SO ₄ ²⁻	6	23,72
Fosfat	PO ₄ ³⁻	7	26,56

Kurva Kalibrasi

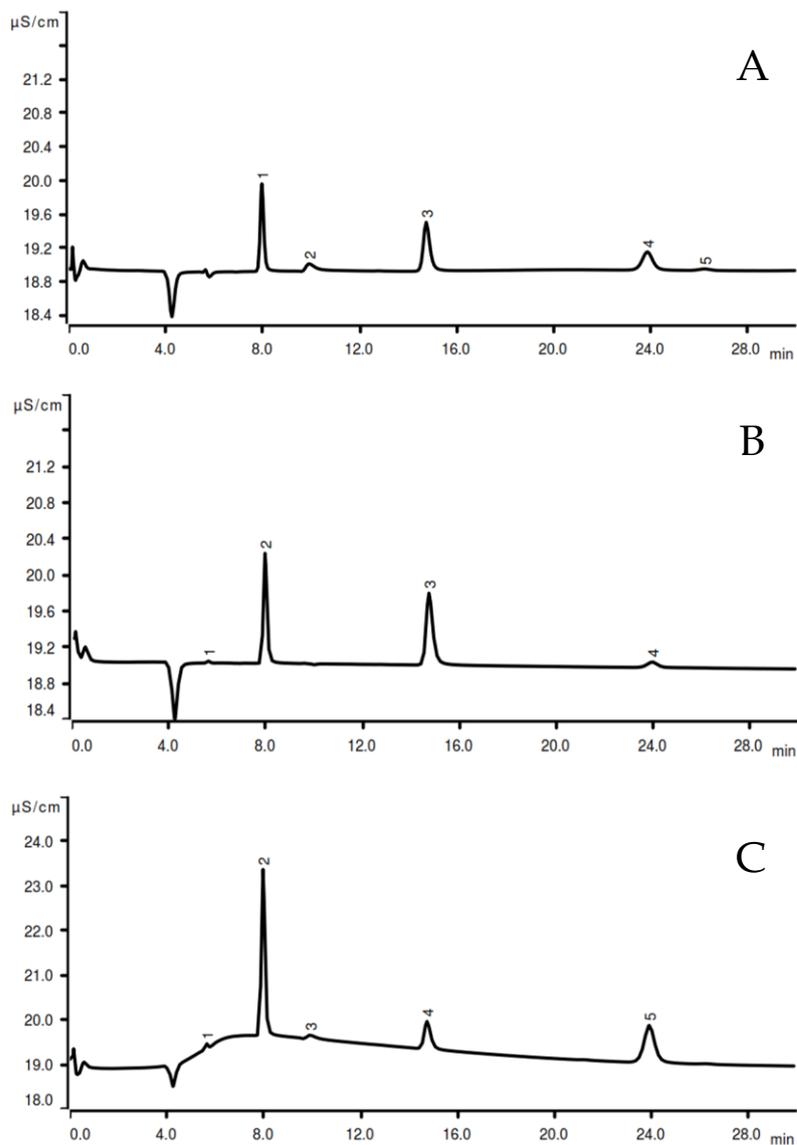
Hubungan linear antara sinyal detektor (tinggi puncak) dan konsentrasi anion diperlihatkan secara eksperimental untuk semua anion yang diamati, sebagaimana pada Gambar 3. Analisis regresi linier menunjukkan bahwa ada korelasi erat antara hasil yang diperoleh kromatografi ion kinerja tinggi ini dengan menggunakan kombinasi dua eluen yaitu 6 mM Na₂CO₃ dan 1,2 mM NaHCO₃. Dan diperoleh koefisien korelasi (*r*) bervariasi antara 0,9995 dan 1 untuk ketujuh anion.



Gambar 3: Plot kurva kalibrasi antara kadar anion sampel standar yang berisi ion : F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, Br⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, dan PO₄³⁻ terhadap tinggi puncak sinyal detektor.

Penentuan Kadar Minor Anion dalam Sampel Air Botol Kemasan

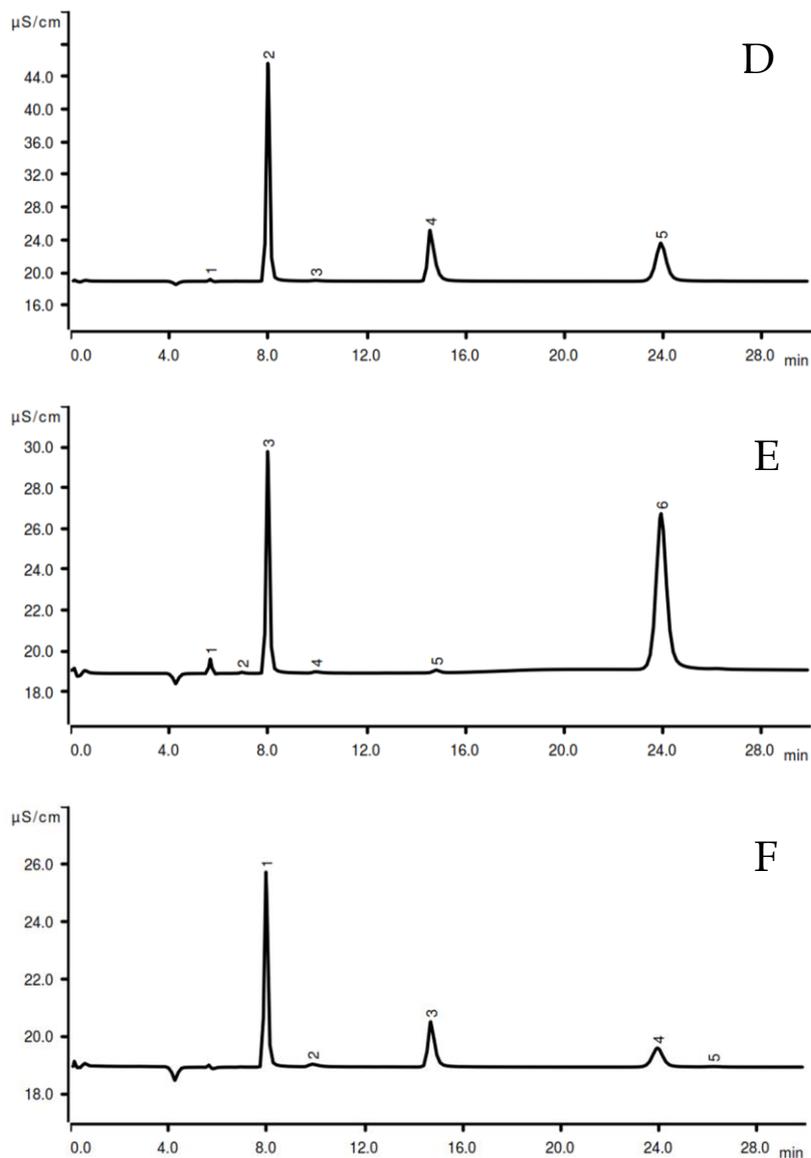
Walaupun air kemasan yang dikumpulkan, tentu telah melewati penyaringan di pabrik pengolahannya, namun tetap sebelum disuntikkan kedalam instrumen kromatografi ion, seluruh sampel AMDK disaring terlebih dahulu menggunakan *membrane filter* 0,22 μm . Hasil penentuan kadar minor anion, dirangkum pada Tabel 3. Gambar 4 memperlihatkan kromatogram hasil penentuan kadar anion pada sampel AMDK dengan merek yang diproduksi diluar Maluku Utara. Sementara Gambar 5 adalah kromatogram dari sampel AMDK dengan merek yang diproduksi di Maluku Utara.



Gambar 4: Kromatogram sampel AMDK yang diproduksi diluar Maluku Utara.

Identitas puncak sampel A : (1) Cl^- ; (2) NO_2^- ; (3) NO_3^- ; (4) SO_4^{2-} ; (5) PO_4^{3-} ,
 sampel B : (1) F^- ; (2) Cl^- ; (3) NO_3^- ; (4) SO_4^{2-} , dan sampel C : (1) F^- ; (2) Cl^- ; (3) NO_2^- ;
 (4) NO_3^- ; (5) SO_4^{2-} . Kondisi pemisahan lainnya sebagaimana yang dimuat dalam Tabel 1.

Kadar ion fluorida (F^-) yang rendah terdapat di sebagian sampel air botol kemasan, dan hanya terdapat konsentrasi yang paling tinggi pada sampel AMDK-E yaitu sebesar 0,35 mg/L. Namun perlu dicatat bahwa Sebagian besar sampel yang dikumpulkan terdapat ion F^- , walaupun dengan kadar rendah. Ion fluorida tetap dibutuhkan dan bermanfaat dalam tubuh, akan tetapi dalam jumlah yang sedikit sebagai bahan untuk mencegah kerusakan gigi dan untuk pertumbuhan email gigi pada anak-anak. Sehingga dalam Permemkes RI, Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum, dengan menetapkan kadar ion F^- tidak lebih dari 1,5 mg/L. Jumlah dan sumber ion F^- sering dikaitkan dengan air tanah sebagai sumber utama air pada pengolahan air kemasan tersebut.



Gambar 5: Kromatogram sampel AMDK yang diproduksi di Maluku Utara. Identitas puncak pada sampel D : (1) F^- ; (2) Cl^- ; (3) NO_2^- ; (4) NO_3^- ; (5) SO_4^{2-} , sampel E : (1) F^- ; (2) ion lain; (3) Cl^- ; (4) NO_2^- ; (5) NO_3^- ; (6) SO_4^{2-} , dan sampel F : (1) Cl^- ; (2) NO_2^- ; (3) NO_3^- ; (4) SO_4^{2-} ; (5) PO_4^{3-} . Kondisi pemisahan lainnya sebagaimana yang dimuat dalam Tabel 1.

Secara umum, kandungan ion-ion pada air minum diperkaya oleh mineral bebatuan yang dilewatinya. Ion Cl^- dan ion SO_4^{2-} terdapat pada semua sampel (AMDK-A~F) yang dikumpulkan, dengan rentang kadar 1,21-30,34 mg/L untuk ion Cl^- dan 1,37-46,69 mg/L untuk ion SO_4^{2-} . Dalam sebuah hasil penelitian dengan menguji kandungan klorida pada sampel AMDK produksi Pantai Barat Selatan Aceh, mengungkapkan dari 7 sampel yang dikumpulkannya dengan merek yang berbeda, terdapat variasi kadar klorida pada kisaran 11,30-25,43 mg/L (Abbas & Reza, 2016). Dengan perbandingan studi yang dilakukan, kadar ion Cl^- maupun ion SO_4^{2-} masih sangat jauh di bawah baku mutu yang ditetapkan Permenkes. Juga perlu dicatat bahwa kedua anion ini adalah anion yang paling umum yang bersumber secara alami dan antropogenik.

Ion nitrat (NO_3^-) dan utamanya ion nitrit (NO_2^-) dalam air minum, juga biasanya mempunyai kadar yang rendah. Akibat dari kontaminasi, kedua anion ini dapat mencapai kadar yang tinggi dalam sampel air minum bila bersumber dalam tanah dan melewati jenis tanah/batu tertentu, atau tergantung pula pada situasi geografis dan geologis tanah. Dari sampel yang dikumpulkan, semua mengandung ion NO_3^- dan terbanyak terdapat pada sampel AMDK-D yaitu sebesar 29,96 mg/L. Namun kadar ini masih di bawah baku mutu yang ditetapkan dalam Permenkes RI, Nomor: 492/MENKES/IV/PER/2010. Ion NO_2^- juga terdapat di hampir semua sampel yang dikumpulkan, akan tetapi dengan kadar di bawah baku mutu sebesar 3,0 mg/L sebagaimana ditetapkan oleh pemerintah. Emilia (2019), melaporkan telah melakukan analisis kandungan nitrat dan nitrit dalam 5 sampel air minum isi ulang yang dikumpulkan pada lokasi yang berbeda secara spektrofotometri UV-Vis. Bahwa nitrat dan nitrit yang diperolehnya berturut-turut sebesar 3,10-4,80 dan 0,013-0,037 mg/L. Berbanding dengan air sumur/galiang atau air yang terbuka dan kontak dengan udara bebas, terdapatnya ion NO_2^- dalam air AMDK diakibatkan oleh ion NO_2^- tidak dapat lagi teroksidasi membentuk ion NO_3^- .

Tabel 3. Rangkuman hasil penentuan kadar minor anion pada sampel AMDK

Sampel	Kadar Minor Anion (mg/L)						
	F^-	Cl^-	NO_2^-	Br^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}
AMDK-A	TD	1,21	0,29	TD	2,82	1,37	0,41
AMDK-B	0,02	1,37	TD	TD	3,87	0,38	TD
AMDK-C	0,11	4,24	0,29	TD	3,02	17,89	TD
AMDK-D	0,25	30,34	0,23	TD	29,96	28,53	TD
AMDK-E	0,35	12,36	0,22	TD	0,65	46,69	TD
AMDK-F	TD	7,71	0,31	TD	7,46	4,04	0,32
Baku mutu	1,5 ^{a,b,c}	250 ^{a,b,c}	3,0 ^a	nds	50 ^a	250 ^a	nds

TD = Tidak terdeteksi

^a = Sesuai regulasi Permenkes RI, Nomor : 492/MENKES/IV/PER/2010

^b = Sesuai regulasi kualitas air minum oleh US. EPA

^c = Sesuai regulasi oleh Badan kesehatan Dunia (WHO, 2011)

nds = Tidak ada regulasi khusus yang mengaturnya atau *no direct standards*

Ion bromida (Br^-), tidak terdapat puncak yang mengindikasikan adanya ion ini dalam sampel air yang dikumpulkan. Kadar ion Br^- dalam sampel air berada di bawah batas minimum deteksi metode/prosedur ini. Penggunaan volume injektor (*loop*) untuk sampel yang lebih

besar (mis., 50 μL), mungkin menjadi salah satu solusi yang dapat meningkatkan pembacaan instrumen dalam penentuan kadar ion Br^- sehingga melewati batas minimum deteksi.

Batas minimum deteksi ($LOD = \text{limit of detection}$) untuk setiap anion ditentukan dari persamaan regresi dan berdasarkan *sinyal-to-noise ratio* (perbandingan gangguan-terhadap-sinyal) = 3 : 1. LOD untuk anion F^- , Cl^- , NO_2^- , Br^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , dan PO_4^{3-} adalah masing-masing sebesar 0,02 ; 0,03 ; 0,06 ; 0,09 ; 0,09 ; 0,11 dan 0,45 $\mu\text{g/L}$. Sehingga nilai LOD ini dapat pula menjadi acuan dalam meningkatkan kinerja instrumen kromatografi ion.

Dalam Gambar 4A-C dan 5E-F tersebut, adalah keseluruhan kromatogram hasil penentuan kadar dalam sampel AMDK yang dikumpulkan sebagai penerapan kondisi optimum analisis instrumen. Terdapat kadar mineral, utamanya ion Cl^- dan SO_4^{2-} lebih tinggi pada sampel AMDK yang diproduksi di Maluku Utara. Hal ini, mungkin diakibatkan dari air dalam tanah sebagai sumber utama dalam memproduksi air botol kemasan yang terbatas dan posisi Maluku Utara yang berada di wilayah kepulauan yang di kelilingi lautan yang juga mungkin ikut mempengaruhi komposisi dan kadar mineral air minum. Walaupun demikian, perbedaan kadar tiap anion baik pada sampel AMDK yang diproduksi di luar ataupun di dalam Maluku Utara, tidak memperlihatkan perbedaan kadar yang tinggi.

Semua metode dan prosedur yang dibahas di atas untuk penentuan kadar minor anion dalam sampel AMDK mengambil waktu dan perlakuan spesifik untuk menentukannya. Dalam penelitian ini, semua anion yang menjadi *ion target* ditentukan dalam sampel AMDK dengan injeksi tunggal dan tanpa langkah *pretreatment* atau perawatan sampel yang lebih mendalam. Total jangka waktu retensi untuk setiap penentuan kadar adalah kurang dari 30 menit. Dengan demikian, kromatografi ion kinerja tinggi ini dapat digunakan sebagai metode pengganti utama dalam penentuan kadar anion yang sifatnya rutin pada sampel air.

KESIMPULAN

Penelitian ini menggambarkan kegunaan dan operasional kromatografi ion kinerja tinggi sebagai alat/instrumen dalam penentuan kadar ion dalam sampel air. Total waktu retensi yang diperlukan dalam menentukan kadar anion adalah kurang dari 30 menit. Kromatogram yang ditunjukkan, memberikan bentuk puncak yang sempurna dan simetris, sehingga perhitungan kadar total minor anion lebih maksimal. Semua kadar minor anion dalam sampel AMDK, berada di bawah baku mutu dan memenuhi regulasi, baik Permenkes RI maupun regulasi internasional, seperti US. EPA dan WHO. Ion F^- terdapat dalam beberapa sampel dan kadarnya berada di bawah baku mutu, sementara ion Br^- tidak ditemukan dalam semua sampel. Baik ion NO_2^- maupun ion NO_3^- , tidak ada sampel yang melebihi baku mutu, kecuali pada sampel AMDK-D, ion NO_3^- diperoleh kadar yang jumlahnya setengah dari baku mutu yang ditetapkan pemerintah. Demikian halnya pada ion Cl^- , ion SO_4^{2-} , dan ion PO_4^{3-} , tidak ada yang melebihi baku mutu pada semua sampel AMDK yang dikumpulkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, Z., & Reza, M. (2016). Uji Kandungan Klorida pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) Produksi Pantai Barat Selatan Aceh. *Jurnal Optimalisasi*, 2(2).
- Amin, M. (2016). Analisis Unsur Minor kation dalam Sampel Air Alam dengan Menggunakan Teknik Kromatografi Ion. *TECHNO: Jurnal Penelitian*, 5(1), 1-7.
- Amin, M., Lim, L. W., & Takeuchi, T. (2007). Tunable separation of anions and cations by column switching in ion chromatography. *Talanta*, 71(4), 1470-1475.
- Amin, M., Lim, L. W., & Takeuchi, T. (2008). Determination of common inorganic anions and cations by non-suppressed ion chromatography with column switching. *Journal of Chromatography A*, 1182(2), 169-175.
- Ashbolt, N. J. (2004). Microbial contamination of drinking water and disease outcomes in developing regions. *Toxicology*, 198(1-3), 229-238.
- Bonny Starr (2007). Summary table for evaluation of drinking water quality goals. California Urban Water Agencies Central Valley Drinking Water Program Work Group
- Borchardt, M. A., Spencer, S. K., Kieke Jr, B. A., Lambertini, E., & Loge, F. J. (2012). Viruses in nondisinfected drinking water from municipal wells and community incidence of acute gastrointestinal illness. *Environmental Health Perspectives*, 120(9), 1272-1279.
- Emilia, I. (2019). Analisa kandungan Nitrat dan Nitrit Dalam Air Minum Isi Ulang menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Indobiosains*, 1(1).
- Jackson, P. E. (2001). Determination of inorganic ions in drinking water by ion chromatography. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 20(6-7), 320-329.
- Krecar, I. M., Kolega, M., & Kunac, S. F. (2014). The effects of drinking water on attention. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 159, 577-583.
- Ohta, K., Tanaka, K., & Fritz, J. S. (1996). Non-suppressed ion chromatography of inorganic anions, magnesium and calcium ions using a pyromellitate eluent and its application in evaluating environmental water quality. *Journal of Chromatography A*, 731(1-2), 179-186.
- Park, H.-M., Kim, Y.-M., Lee, D. W., LEE, S., & LEE, K.-B. (2002). Ion chromatographic determination of inorganic anions in environmental samples of Korea. *Analytical Sciences*, 18(3), 343-346.
- Sharma, S., & Bhattacharya, A. (2017). Drinking water contamination and treatment techniques. *Applied Water Science*, 7(3), 1043-1067.
- Weiss, J. (1995). *Ion chromatography*. John Wiley & Sons.