

MELACAK PELAKU TERORISME MELALUI PENENTUAN KANDUNGAN KATION DAN ANION DALAM SAMPEL HASIL PENCUCIAN TELAPAK TANGAN PELAKU DENGAN TEKNIK KROMATOGRAFI ION

TRACING TERRORIST THROUGH THE DETERMINATION OF CATIONS AND ANIONS CONCENTRATION IN PALM WASHING SAMPLE USING ION CHROMATOGRAPHY TECHNIQUE

Muhammad Amin

Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Khairun
Jl. Bandara Baabullah, Akehuda, Ternate 97723, Maluku Utara
Email : mmdamin@yahoo.com

Diterima : 2 Juni 2014, Direvisi : 9 Juni 2014, Disetujui : 13 Juni 2014

ABSTRAK

Telah dilakukan analisis kandungan kation (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} dan Ca^{2+}) dan anion (NO_2^- , Cl^- , ClO_3^- , NO_3^- , dan SO_4^{2-}) menggunakan instrumen kromatografi ion terhadap 80 sampel yang berasal dari hasil pencucian telapak tangan penjual petasan/kembang api dan hasil pencucian telapak tangan orang yang diketahui tidak memegang sampel petasan/kembang api sebelumnya. Petasan, kembang api dan korek api adalah 3 jenis bahan kimia yang berpotensi digunakan sebagai bahan peledak. sejumlah 5 mM asam tartrate digunakan sebagai eluen untuk pemisahan kelima jenis kation menggunakan kolom penukar-ion kation dan 1 mM asam trimellitik digunakan sebagai eluen untuk pemisahan kelima jenis anion menggunakan kolom penukar-ion anion. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi beberapa kation (Na^+ , NH_4^+ dan K^+) pada sampel hasil pencucian telapak tangan penjual petasan/kembang api meningkat 2–3x lipat dari sampel hasil pencucian telapak tangan yang tidak memegang sampel. Ion K^+ adalah kation penyusun utama dalam ketiga sampel. Ion NO_3^- adalah anion penyusun utama untuk sampel petasan dan kembang api, dan ion ClO_3^- adalah anion penyusun utama korek api. Terlihat bahwa instrumen analisis kromatografi ion dapat menjadi alternatif utama dalam membantu dan menyiapkan data analisis kandungan kation dan anion dalam 3 jenis sampel di atas untuk maksud melacak pelaku terorisme.

Kata kunci : Kromatografi ion, Pelaku teroris, Telapak tangan, Kation, Anion

ABSTRACT

The analysis of cations (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} and Ca^{2+}) and anion (NO_2^- , Cl^- , ClO_3^- , NO_3^- and SO_4^{2-}) have been done using ion chromatography method for 80 samples from palm washing of the seller of firecrackers/fireworks, the palm washing known that the person did not touch/hold the sample previously and potentially explosive simulation sample. Firecracker, fireworks, and matches are 3 types of chemicals

used as simulation that could potentially be used as explosives. When 5 mM tartaric acid and 1 mM trimellitic acid were used as the eluents, 5 cations and 5 anions could be separated on the cation-exchange column and anion-exchange column, respectively. The analysis results showed that the concentrations of Na^+ , NH_4^+ , and K^+ ions in samples of hands washing from the sellers increased 2-3x compared to those did not hold the samples previously. K^+ ion is the main cation contained in the three types of samples. NO_3^- ion is the main anion contained in firecracker and fireworks while ClO_3^- ion is the main anion contained in matches sample. It was concluded that ion chromatography method as an analytical instrument may be a good alternative to prepare the initial data and content analysis of cations and anions in the above three types of samples for counterterrorism purposes.

Keywords: Ion chromatography, Terrorist, Palm washing, Cations, Anions

PENDAHULUAN

Ketika *Black September Tragedy* menimpa Amerika pada 11 september 2001 yang ditandai dengan adanya aksi pemboman di dua gedung pemerintah Amerika Serikat yaitu *World Trade Center* di New York City dan *Federal Building* di Oklahoma, sempat mengguncang pemerintah dan rakyat Amerika Serikat pada khususnya serta masyarakat dunia pada umumnya. Perhatian masyarakat saat itu tiba-tiba disulap tertuju bagaimana agar bisa meningkatkan keamanan dan keselamatan diri dari berbagai bentuk ancaman dan teror yang mungkin akan muncul setiap saat. Sejak saat itu, terorisme muncul sebagai ancaman global dunia.

Di Indonesia, pernah terjadi beberapa aksi teror, seperti 12 Oktober 2002 adanya kasus peledakan atau dikenal dengan Bom Bali I, 5 Agustus 2003 kasus Bom

Marriott Jakarta, 9 September 2004 terjadi Bom Kuningan, 1 Oktober 2005 muncul kasus Bom Bali II, 17 Juli 2009 Bom Mega Kuningan, 15 April 2011 yang terjadi di Mapolres Kota Cirebon⁽¹⁾.

Teroris dapat diartikan sebagai upaya tindakan atau serangan yang dilakukan oleh sekelompok orang, baik berupa serangan dalam bentuk ideologis maupun yang bersifat langsung dalam bentuk fisik yang terkoordinasikan dengan maksud untuk menakut-nakuti masyarakat, membuat keonaran, ataupun dengan maksud membuat kejahatan dan dengan maksud menarik perhatian masyarakat disekitar⁽²⁾.

Bahan Peledak, Petasan, Kembang Api dan Korek Api

Secara legal bahan peledak banyak digunakan dalam industri tambang, pengeboran minyak, menghancurkan batu-batuan dipegunungan dan kebutuhan pertambangan lainnya, demikian juga untuk kepentingan militer dan pertahanan. Namun secara illegal bahan peledak banyak pula digunakan oleh kelompok teroris dan pelaku kriminal lainnya dalam bentuk pembuatan bom rakitan yaitu dengan racikan sedemikian rupa dengan bahan-bahan kimia lain secara tidak sah untuk tujuan menimbulkan ledakan. H.B. Meng, dkk⁽³⁾ dalam artikelnya menjelaskan bahwa dalam residu bahan peledak, terdapat 5 jenis anion yang dominan seperti (sulfat, nitrat, klorida, nitrit dan klorat) dan 3 jenis kation (natrium, ammonium dan kalium) yang dapat diamati dengan menggunakan metode kromatografi ion. Di samping itu, kandungan ion-ion ini dalam sampel bahan peledak juga dapat diketahui dengan menggunakan metode lain seperti *capillary zone electrophoresis*⁽⁴⁻⁸⁾.

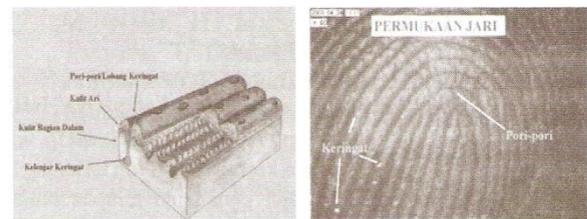
Petasan merupakan bahan dasar dalam pembuatan kembang api. Petasan dan kembang api banyak diperjual-belikan secara komersial di masyarakat. Di Indonesia, biasanya kedua benda ini banyak ditemukan saat bulan ramadhan tiba dan/atau di saat menjelang pergantian tahun.

Secara umum, racikan bom/bahan peledak dari sumber utama petasan, kembang api atau korek api tergolong peledak "kelas rendah". Artinya, efek yang ditimbulkan tidak sehebat dengan bahan peledak lainnya yang dibuat secara khusus. Tapi, bila bahan-bahan ini dibuat dalam satuan kilogram yang dipadatkan, maka bisa jadi akan mengakibatkan efek yang lebih dahsyat. Petasan, pada intinya merupakan "bom mini" yang jika dibuat dalam bentuk yang lebih

besar dan padat, maka akan menjadi bom sebagaimana adanya. Kalium klorat (KClO₃), merupakan salah satu bahan yang sangat dominan dalam pembuatan korek api, di samping dalam pembuatan petasan dan kembang api.

Keringat dan Komposisinya

Keringat adalah sejumlah air yang dikeluarkan oleh kelenjar keringat pada kulit manusia. Keringat ini mengandung unsur utama yaitu natrium dan klorida selain sulfat. Jenis dan jumlah keringat dapat dibagi menjadi 4 bagian, walaupun jumlah ini tidak konstan di setiap waktu, yaitu pada saat merasa tegang atau grogi, sedang melakukan gerak badan (olah raga, dll), makan makanan rasa pedas, dan berada di lingkungan cuaca panas.



Gambar 1. Struktur kelenjar keringat pada kulit telapak tangan

Komposisi keringat : kandungan air (98,5–99,5%), kandungan asam amino (0,5–1,5%), garam (0,5–1,5%), dan lemak (0,5–1,5%). Telapak tangan merupakan salah satu bagian tubuh yang memproduksi keringat dalam jumlah lebih banyak. Dengan bantuan keringat, pelaku terorisme atau peracik bom disaat memegang bahan-bahan peledak akan merasa gugup, grogi, tertekan mengakibatkan produksi keringatnya meningkat. Dengan bantuan jumlah keringat yang banyak di telapak tangan, maka akan memudahkan analisis dilakukan. Gambar 1, memperlihatkan susunan struktur kelenjar keringat yang menjadi tempat keluarnya keringat pada telapak tangan.

Teknik Analisis Kromatografi Ion

Teknik kromatografi ion dikembangkan pertama kalinya oleh Small dkk, di tahun 1975. Metode ini telah banyak digunakan dalam berbagai bidang analisis, antara lain bidang lingkungan, bioteknologi, pertanian, prosesi logam, serta berbagai industri makanan, minuman, kertas, dll⁽⁹⁻¹²⁾.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini, diharapkan dapat : memberikan masukan kepada kepolisian/pihak keamanan bahwa pengambilan sampel dari telapak tangan orang yang memegang bahan peledak (atau peracik bom) dan kemudian dianalisis kandungan anion dan kationnya, dapat dipercaya dapat memberikan data yang akurat serta menyakinkan terhadap pelaku kejahatan/pengeboman, dan juga memastikan bahwa teknik analisis kromatografi ion merupakan alternatif yang direkomendasikan untuk analisis anion dan kation dalam sampel bahan peledak.

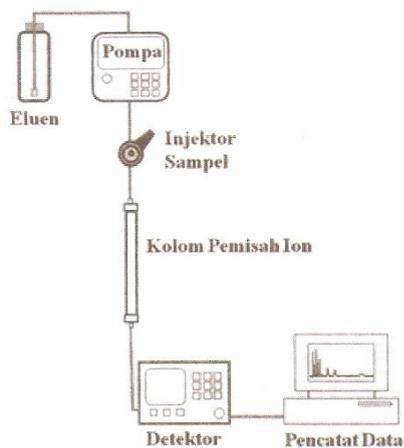
BAHAN DAN METODA

Bahan

Bahan kimia yang digunakan berasal dari Nacalai Tesque dan Merck Chemicals. Larutan standar anion dibuat dari larutan garam NaCl, NaNO₂, NaNO₃, KClO₃, dan MgSO₄, dan larutan standar kation dibuat dari larutan NaCl, NH₄Cl, KCl, MgCl₂, dan CaCl₂ dengan konsentrasi 0,5 mM untuk setiap ion. Gambar 3 memperlihatkan bubuk asli sampel yang diambil dari masing-masing bahan yang berpotensi dijadikan peledak.

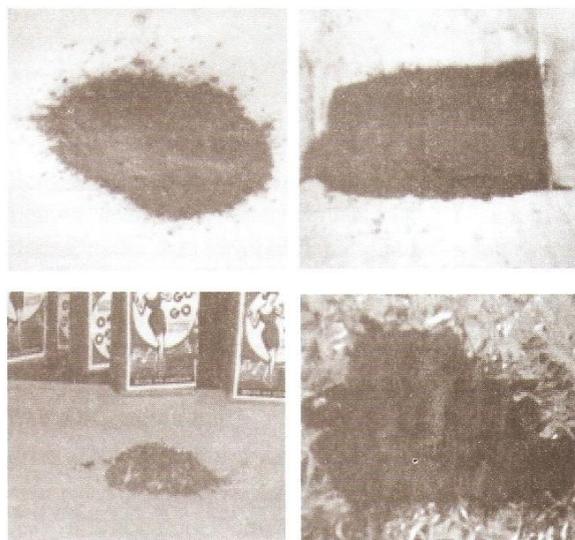
Peralatan

Instrumen kromatografi ion yang digunakan : Pompa HPLC Plus PU-2080i (Japan). Injektor sampel Rheodyne 5095 yang dilengkapi dengan sebuah 20- μ l sample loop (USA). Detektor konduktivitas CM-8020 (Japan). Computer Aided Chromatography data processor (Japan).



Gambar 2. Komponen dasar instrumen analisis kromatografi ion.

Kolom pemisah kation : TSK_{gel} Super-IC-Cation (150mm×4.6mm i.d.) dan kolom pemisah anion : TSK_{gel} IC-Anion-PW_{XL} (75mm×4.6mm i.d.). Gambar 2, memperlihatkan komponen dasar instrumen analisis kromatografi ion.



Gambar 3. Bubuk asli petasan, kembang api dan korek api yang digunakan dalam simulasi sampel

Metoda

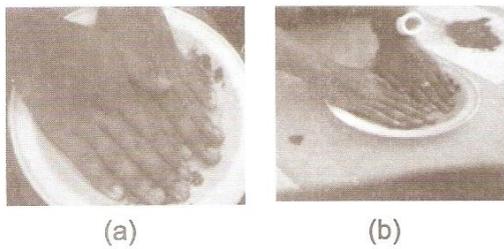
Sampling dan Penyimpanan Sampel

Ada 80 sampel yang terkumpul yang terdiri dari 20 sampel yang diambil dari hasil pencucian telapak tangan penjual petasan/kembang api, 20 sampel yang diambil dari hasil pencucian telapak tangan yang sebelumnya diketahui tidak memegang/menyentuh petasan/kembang api, serta 40 sampel hasil pencucian telapak tangan relawan dengan sistem simulasi dengan menyentuh/memegang bubuk petasan, bubuk kembang api, bubuk korek api dan tidak menyentuh/memegang bahan apapun. Gambar 4 memperlihatkan penyiapan sampel dari hasil pencucian telapak tangan penjual dan sistem simulasi.

Dalam simulasi sampel, tangan relawan terlebih dahulu dibilas dengan aquadest kemudian dikeringkan, lalu dibiarkan menyentuh/memegang bubuk bahan yang telah disediakan. Hasil pencucian telapak tangan relawan digunakan aquadest sebanyak 50 mL, kemudian disimpan dalam botol gelas dan dikondisikan dalam suhu kamar agar tidak terjadi penguapan yang dapat mempengaruhi konsentrasi ion dalam sampel.

Dalam penelitian ini, hanya aspek analisis kualitatif yang menjadi perhatian utama, ada tidaknya

kation dan/atau anion yang menjadi target, terkandung dalam setiap sampel.



Gambar 4. Pencucian telapak tangan penjual petasan/kembang api (a) dan simulasi sampel (b).

Perbandingan kation dan anion (ionic balance) akan selaras sama dalam sampel cair. Sehingga pendeteksian baik kation maupun anion menjadi sangat penting, untuk memastikan pelaku terorisme. Kation (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} dan Ca^{2+}) dan anion (NO_2^- , Cl^- , ClO_3^- , NO_3^- dan SO_4^{2-}) adalah ion-ion yang paling sering dijumpai dalam bahan peledak, walaupun, keberadaan kation atau anion lain dalam sampel mungkin ada

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan Kondisi Optimum Analisis Kation dan Anion

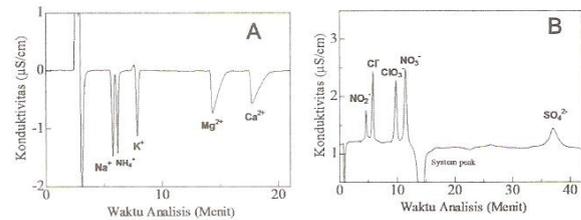
Dilakukan pengujian beberapa eluen, diantaranya asam tartrate⁽⁹⁾, asam sulfosalisilik dan asam isophthalik^(10,11), asam trimellitik⁽¹²⁾. Bentuk puncak yang baik, kecepatan analisis dan resolusi antar puncak menjadi alasan dalam pemilihan eluen yang baik.

Terlihat bahwa asam tartrate dan asam trimellitik memperlihatkan bentuk puncak dan waktu analisis yang lebih baik dari eluen yang lain untuk masing-masing pemisahan kation dan anion. Gambar 5 memperlihatkan 2 kromatogram menggunakan sampel standar yang diketahui konsentrasinya. Kelima target kation (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} dan Ca^{2+}) dapat terdeteksi dan terpisah sempurna dalam waktu kurang dari 20 menit, sementara anion (NO_2^- , Cl^- , ClO_3^- , NO_3^- dan SO_4^{2-}) dapat terpisah dalam waktu kurang dari 40 menit.

Validasi Analisis dan Pemisahan Kation dan Anion

Reproduksibilitas dari kondisi analisis kation ditunjukkan dengan nilai RSDs (*relative standard deviations*) untuk waktu retensi (*retention time*) adalah kurang dari 4,43%, luas puncak (*peak area*) kurang dari 5,82% dan tinggi puncak (*peak height*) kurang dari 3,71%. Demikian pula untuk pemisahan anion,

didapatkan waktu retensi kurang dari 3,19%, luas puncak kurang dari 3,47% dan tinggi puncak kurang dari 3,52% untuk masing-masing 5x pengukuran.



Gambar 5. Pemisahan kelima jenis kation (A) dan anion (B) menggunakan sampel standar. Eluen : 5 mM Asam tartrate untuk analisis kation dan 1 mM asam trimellitik untuk analisis anion. Kolom pemisah : Super-IC-Cation (150x4.6 mm I.D.) dan IC-Anion-PW_{x1} (75x4.6 mm I.D.). Kecepatan alir eluen : 0,8 mL/menit. Konsentrasi tiap ion : 0,5 mM

Kurva kalibrasi antara tinggi puncak dengan konsentrasi masing-masing kation dan anion adalah antara 0,1–0,5 mM, dengan $r^2 > 0,99$. Batas deteksi dihitung dari rasio $S/N=3$ (*signal-to-noise ratio of 3*) sebagaimana terlihat dalam Tabel 1.

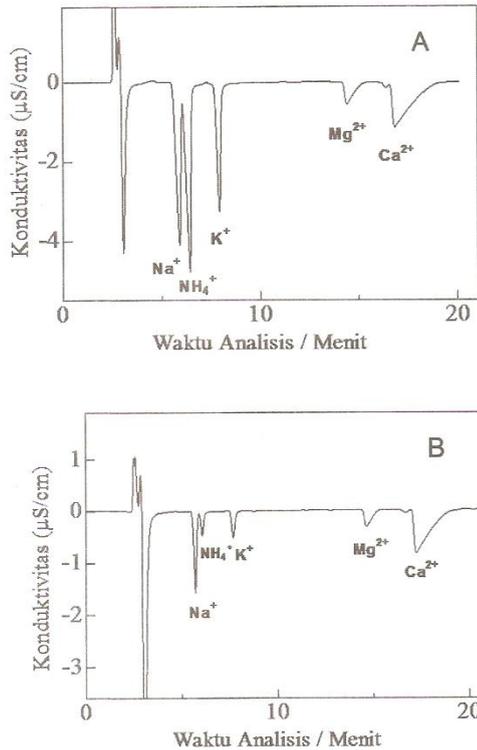
Tabel 1. Data batas deteksi, waktu retensi dan r^2 kation dan anion. Kondisi optimum analisis sebagaimana dalam Gambar 5.

Kation	Batas	r^2	Waktu retensi/Menit	Anion	Batas deteksi / μM	r^2	Waktu retensi/Menit
Na^+	5,14	0,9920	5,58	NO_2^-	9,31	0,9997	4,58
NH_4^+	3,08	0,9974	6,47	Cl^-	3,85	0,9998	5,53
K^+	3,55	0,9912	8,23	ClO_3^-	4,28	0,9999	9,47
Mg^{2+}	8,09	0,9973	14,43	NO_3^-	3,54	0,9988	11,44
Ca^{2+}	10,58	0,9983	17,21	SO_4^{2-}	14,10	0,9995	37,32

Tabel 1 memperlihatkan batas deteksi kation berkisar pada 3,08–10,58 μM dan anion berkisar pada 3,85–14,10 μM . Batas deteksi μM , menjadi alasan yang baik bahwa batas deteksi analisis ini bisa digunakan untuk analisis-analisis berikutnya.

Penentuan Konsentrasi Kation dan Anion pada Sampel Hasil Pencucian Telapak Tangan

Sebelum sampel disuntikkan ke dalam instrumen kromatografi ion, sampel disaring terlebih dahulu dengan menggunakan filter membran berukuran pori 0,45 μm , untuk mengeluarkan partikel-partikel pengotor yang kemungkinan bisa merusak kolom pemisah dan mengganggu analisis.



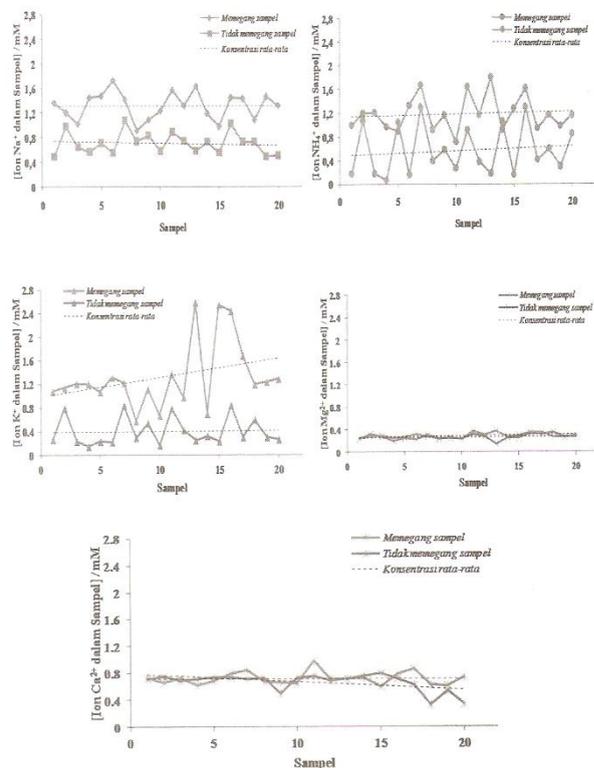
Gambar 6. Kromatogram kandungan kation pada sampel hasil pencucian telapak tangan penjual petasan/kembang api (A), dan yang tidak memegang petasan/kembang api (B).

Gambar 6, memperlihatkan kromatogram yang merupakan hasil analisis sampel hasil pencucian telapak tangan penjual petasan/kembang api, dan sampel yang tidak memegang kedua bahan tersebut sebelumnya. Dengan mem-plotkan sinyal kation (tinggi puncak) yang diperoleh ke dalam kurva kalibrasi sampel standar, maka didapatkan konsentrasi ion. Terlihat ada perbedaan sinyal tinggi puncak antara ion-ion Na^+ , NH_4^+ dan K^+ , sementara tidak ada perbedaan yang nyata untuk ion Mg^{2+} dan ion Ca^{2+} .

Rangkuman grafik perbandingan kation pada Gambar 7A-C, menjelaskan adanya interval konsentrasi ion Na^+ yang 'memegang sampel' berkisar pada 0,975–1,735 mM, dan yang 'tidak memegang sampel' berkisar pada 0,481–1,077 mM, interval konsentrasi ion NH_4^+ yang 'memegang sampel' berkisar pada 0,719–1,805 mM, sedangkan untuk yang 'tidak memegang sampel' berkisar pada 0,066–1,305 mM, sedangkan interval konsentrasi ion K^+ untuk 'memegang sampel' berkisar pada 0,575–2,582 mM, sedangkan

untuk yang 'tidak memegang sampel' berkisar pada 0,145–0,842 mM. Ini menggambarkan bahwa terjadi peningkatan konsentrasi ion Na^+ , NH_4^+ dan K^+ dari sampel yang 'tidak memegang sampel' ke 'memegang sampel' sekitar 2-3x lipat.

Beberapa senyawa yang menjadi bahan utama dalam pembuatan petasan/kembang api seperti natrium nitrat, kalium klorat, dan ammonium nitrat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa orang yang terindikasi pelaku teroris/peracik bahan peledak/bom dan setelah dicek dengan menganalisis hasil pencucian telapak tangan si pelaku, dan jika memberikan hasil analisis seperti data diatas, maka data tersebut dapat dijadikan sebagai data awal untuk memastikan bahwa yang bersangkutan adalah pelaku teroris/peracik bahan peledak.



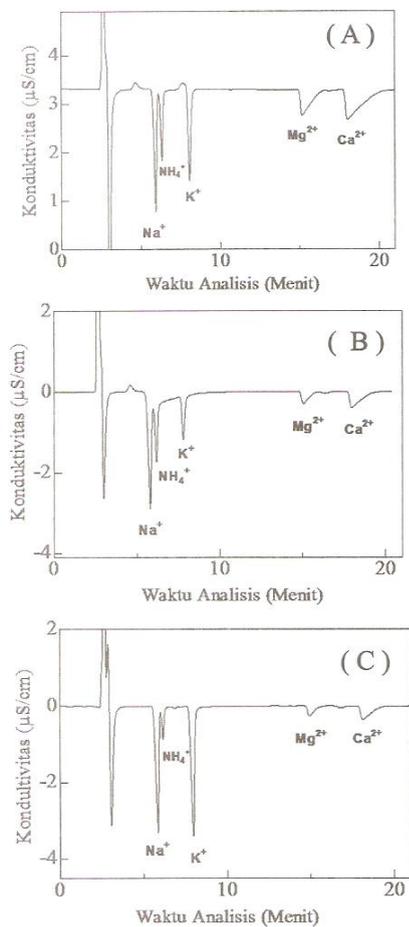
Gambar 7A-E. Grafik perbandingan konsentrasi ion Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} dan Ca^{2+} antara sampel yang 'memegang sampel' dan yang 'tidak memegang sampel'.

Gambar 7D-E, memperlihatkan grafik dimana konsentrasi antara kedua jenis sampel hampir sama, sehingga ion Mg^{2+} dan ion Ca^{2+} tidak bisa dijadikan sebagai data awal ketika seseorang terindikasi sebagai pelaku teroris/peracik bahan peledak.

Analisis Kandungan Kation dan Anion dengan Sistem Simulasi pada Sampel Bubuk Petasan, Bubuk Kembang Api dan Bubuk Korek Api.

Dalam pembuatan bahan peledak, kembang api, petasan dan korek api (explosives, fireworks, matches), bahan utamanya adalah $KClO_3$, $NaNO_3$ dan KNO_3 . Gambar 8, memperlihatkan hasil analisis dimana semua sampel mengandung ion Na^+ dan K^+ yang tinggi. Terlihat bahwa konsentrasi ion K^+ tertinggi pada korek api, kemudian pada petasan dan kembang api.

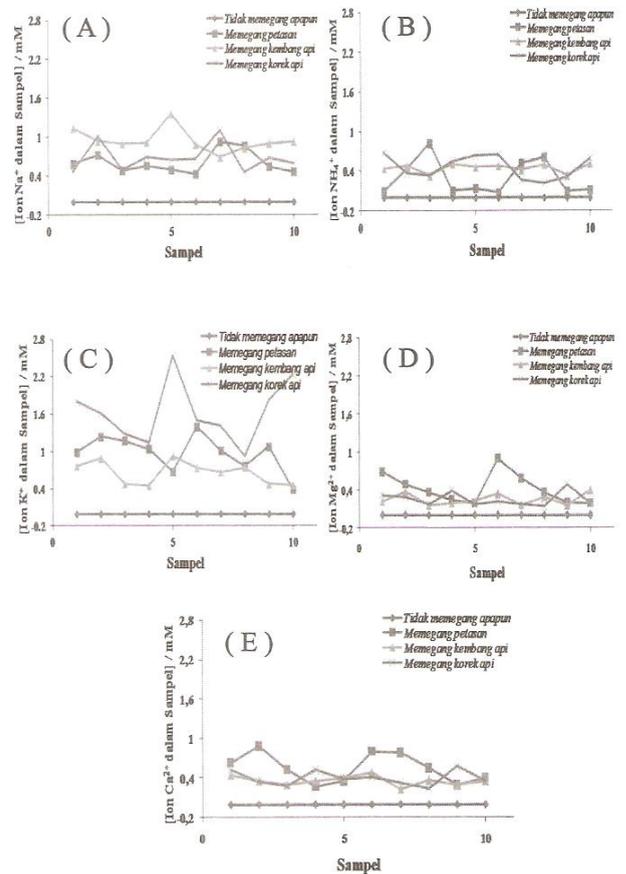
Dari data analisis menunjukkan bahwa $KClO_3$ menjadi senyawa yang sangat penting diketahui dan dianalisis kaitannya dengan kriminal dan aksi teroris. Penggunaan $KClO_3$ bisa menjadi biasa di mata masyarakat, apalagi senyawa ini termasuk senyawa/bahan kimia yang sangat mudah dibeli dengan bebas di toko-toko bahan kimia.



Gambar 8A-C. Kromatogram hasil analisis kandungan kation pada simulasi sampel hasil pencucian telapak tangan orang yang memegang : (A) petasan, (B) kembang api, dan (C) korek api. Kondisi optimum analisis, sebagaimana dalam Gambar 5.

Sebanyak 40 orang diambil sebagai relawan dalam simulasi sampel pencucian telapak tangan, dengan rincian :10 orang relawan memegang petasan, 10 orang relawan memegang kembang api, 10 orang relawan memegang korek api, dan 10 orang relawan tidak memegang apapun, atau sebagai sampel blangko (*blank samples*). Dalam penelitian ini, sampel yang terkumpul kemudian dibandingkan satu sama lain.

Dalam Gambar 9C, memperlihatkan bahwa konsentrasi ion K^+ pada korek api berada pada interval 0,921–2,534 mM, interval 0,392–1,398 mM pada petasan, dan interval 0,417–0,934 mM pada kembang api. Terlihat dalam grafik bahwa konsentrasi ion K^+ pada korek api adalah 2x lipat konsentrasi K^+ pada petasan dan kembang api. Ini menunjukkan bahwa kalium klorat dan kalium perklorat lebih sering digunakan dalam pembuatan bahan-bahan yang berpotensi sebagai bahan peledak/bom.

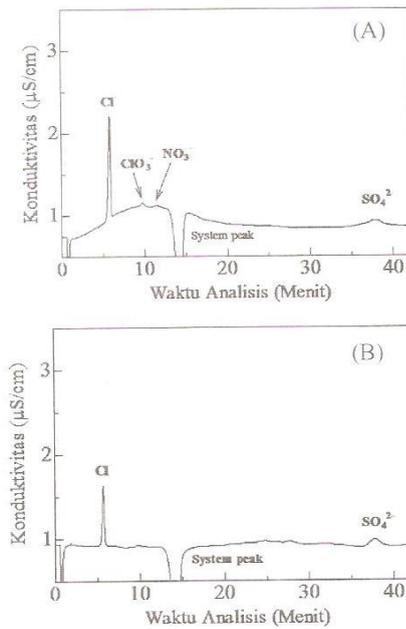


Gambar 9A-E . Grafik perbandingan konsentrasi ion kation dari hasil analisis sampel simulasi hasil pencucian telapak tangan relawan yang menyentuh/memegang petasan, kembang api, dan korek api, dan tidak memegang apapun.

Analisis Sampel Anion

Penentuan Konsentrasi Anion pada Sampel Hasil Pencucian Telapak Tangan

Analisis dan pemisahan yang optimum menggunakan standar sampel anion yang didapatkan sebagaimana pada Gambar 5, kemudian diaplikasikan ke dalam sampel hasil pencucian telapak tangan yang diambil dari telapak tangan para penjual petasan dan kembang api dengan membandingkan dengan sampel hasil pencucian telapak tangan dari orang yang diketahui tidak memegang sama sekali sampel tersebut.

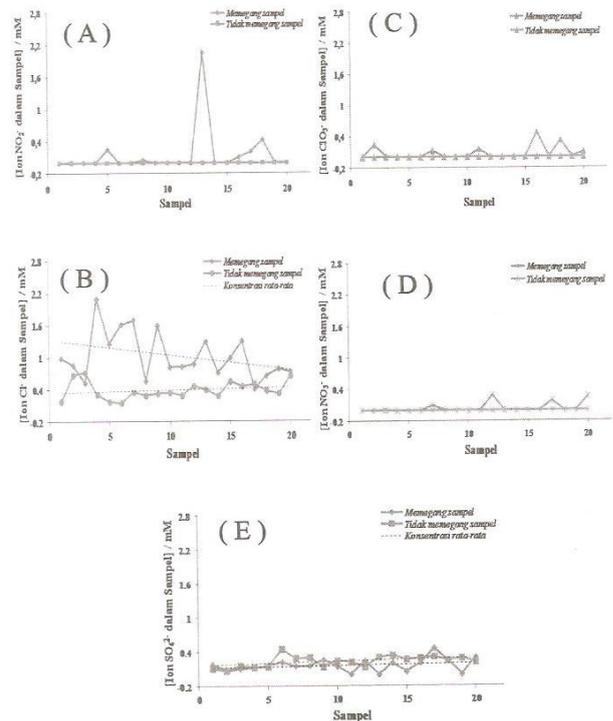


Gambar 10. Kromatogram hasil analisis konsentrasi anion pada sampel hasil pencucian telapak tangan penjual petasan/kembang api (A), dan yang tidak memegang petasan/ kembang api (B). Kondisi optimum analisis, sebagaimana dalam Gambar 5..

Dengan memplotkan sinyal (tinggi puncak) anion yang diperoleh ke dalam kurva kalibrasi sampel standar sebagaimana hasil analisis yang diperoleh dari kedua jenis sampel, maka didapatkan konsentrasi masing-masing anion. Terlihat pada sampel penjual petasan/kembang api, ion-ion Cl^- , ClO_3^- , NO_3^- dan SO_4^{2-} dapat terdeteksi, walaupun ion NO_2^- tidak dapat terdeteksi. Sementara dalam sampel yang tidak memegang petasan/kembang api, hanya ion Cl^- dan SO_4^{2-} yang dapat terdeteksi.

Dari grafik perbandingan anion dalam Gambar 10A-E, menjelaskan adanya interval konsentrasi untuk 'memegang sampel' berkisar pada 0,048–2,052 mM,

walaupun tidak semua sampel mengandung ion NO_2^- , dan yang 'tidak memegang sampel', tidak ditemukan adanya sampel yang mengandung ion NO_2^- . Interval konsentrasi ion Cl^- untuk yang 'memegang sampel' berkisar pada 0,400–2,102 mM, sedangkan yang 'tidak memegang sampel' berkisar pada 0,152–0,717 mM. Interval konsentrasi ion ClO_3^- untuk yang 'memegang sampel' berkisar pada 0,018–0,480 mM, walaupun tidak semua sampel mengandung ion ClO_3^- , sedangkan untuk yang 'tidak memegang sampel', tidak ditemukan satu pun adanya sampel yang mengandung ion ClO_3^- . Interval konsentrasi ion NO_3^- untuk yang 'memegang sampel' berkisar pada 0,010–0,291 mM, sedangkan untuk yang 'tidak memegang sampel' tidak ditemukan adanya sampel yang mengandung ion NO_3^- . Interval konsentrasi ion SO_4^{2-} untuk 'memegang sampel' berkisar pada 0,050–0,450 mM, sedangkan untuk yang 'tidak memegang sampel' berkisar pada 0,073–0,447 mM. Sumber anion di atas berasal dari senyawa yang menjadi bahan utama dalam pembuatan petasan/kembang api seperti KClO_3 , NaNO_3 , KNO_3 , NH_4ClO_3 .

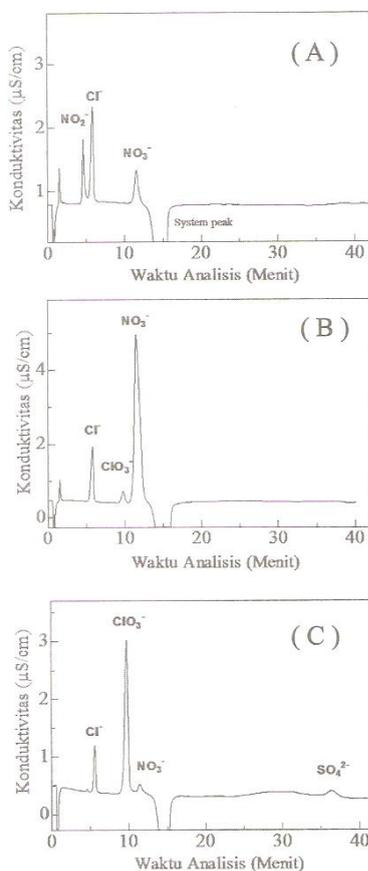


Gambar 11A-E. Grafik perbandingan konsentrasi ion NO_2^- , Cl^- , ClO_3^- , NO_3^- dan SO_4^{2-} antara sampel yang 'memegang sampel' dan yang 'tidak memegang sampel'

Dari penjelasan diatas, dapat disimpulkan bahwa seseorang yang terindikasi pelaku terorisme, dan setelah pengecekan melalui analisis hasil pencucian telapak tangan yang bersangkutan, dan positif mengandung ion NO_2^- , ClO_3^- , dan NO_3^- , maka data analisis tersebut bisa dijadikan data pendukung/awal dalam mengungkap pelaku terorisme.

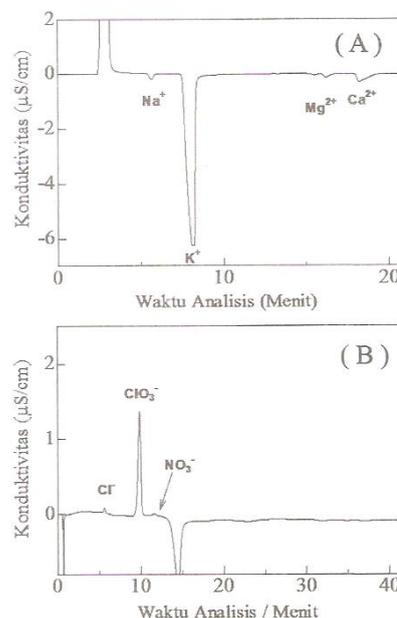
Analisis Konsentrasi Anion dengan Simulasi pada Sampel Menggunakan Bubuk Petasan, Bubuk Kembang Api dan Bubuk Korek Api

Gambar 12 menunjukkan bahwa dari analisis sampel yang terkumpulkan, terdapat 3 anion (NO_2^- , Cl^- dan NO_3^-) yang ada dalam sampel petasan, terdapat 2 anion (Cl^- dan NO_3^-) serta 1 anion (ClO_3^-) yang kadang-kadang muncul, bergantung pada jenis sampel kembang api. Dan terdapat 4 anion (Cl^- , ClO_3^- , NO_3^- dan SO_4^{2-}) yang selalu muncul dalam sampel korek api.



Gambar 12A-C. Kromatogram hasil analisis kandungan anion pada simulasi sampel hasil pencucian telapak tangan orang yang memegang : (A) petasan, (B) kembang api dan (C) korek api. Kondisi optimum analisis, sebagaimana dalam Gambar 5.

Untuk memperkuat metodologi ini, juga telah dilakukan analisis langsung terhadap bubuk sampel untuk menganalisis ion-ion. Presentase ion K^+ berturut-turut 43,2% ; 60,8% ; 88,3% dalam sampel petasan, kembang api, dan korek api. Artinya, data ini menunjukkan bahwa ion kalium terbanyak dalam korek api. Sementara presentase ion NO_3^- berturut-turut 87,1% ; 85,9% ; 1,6% dalam petasan, kembang api dan korek api. Artinya ion penyusun dalam pembuatan petasan dan/atau kembang api adalah ion nitrat. Presentase ion ClO_3^- dalam korek api sebanyak 95,5%, sementara ion ClO_3^- ini tidak terlihat dalam sampel petasan dan kembang api. Detail kromatogram, sebagaimana dalam Gambar 13.



Gambar 13A-B. Kromatogram hasil analisis secara langsung kandungan kation (A) dan anion (B) pada sampel korek api. Kondisi optimum analisis, sebagaimana dalam Gambar 5.

KESIMPULAN

Dalam sampel petasan, kembang api dan korek api terdapat 5 jenis kation : Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} dan Ca^{2+} dan 5 jenis anion : NO_2^- , Cl^- , ClO_3^- , NO_3^- dan SO_4^{2-} yang menjadi target ion dalam penelitian ini, dapat terdeteksi dan terpisah dengan baik. Keluarnya keringkat melalui pori-pori telapak tangan pelaku terorisme, dapat membantu mengikat ion-ion yang berasal dari ketiga jenis sampel atau bahan peledak lain yang dipegangnya. Semakin banyak keluar keringkat, memungkinkan ion-

ion akan semakin banyak terikat/menempel pada telapak tangan pelaku. Ion-ion Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Cl^- dan SO_4^{2-} meningkat konsentrasinya hingga 2–3x lipat lebih tinggi dari sampel hasil pencucian telapak tangan para penjual petasan/kembang api dibandingkan sampel dari hasil pencucian telapak tangan orang yang tidak menyentuh sampel-sampel tersebut, sementara kation (Mg^{2+} dan Ca^{2+}) tidak terdapat perbedaan konsentrasi antara sampel 'memegang sampel' dan 'tidak memegang sampel'.

Anion (NO_2^- , ClO_3^- dan NO_3^-) adalah jenis anion yang muncul ketika analisis dilakukan pada sampel dari hasil pencucian tangan para penjual petasan/kembang api, sementara ketiga jenis anion ini tidak ditemukan dalam sampel hasil pencucian telapak tangan yang tidak memegang sampel.

Dengan melihat hasil analisis yang didapatkan, metodologi dan metode penelitian ini dapat digunakan dalam melacak pelaku terorisme atau pelaku kriminal lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemenristek yang telah mendanai penelitian ini melalui Insentif Ristek Sinas 2012 dengan No. : RT-2012-546

DAFTAR PUSTAKA

1. Tim Litbang Kompas, *Buku Pintar Kompas 2011*, PT. Kompas media Nusantara, Jakarta, 2012, pp 67-68.
2. <http://id.shvoong.com/law-and-politics /law/ 2114422 - ciri-ciri tindakan terorisme/# ixzz1xBovaDAY>
3. H.B. Meng, et al. Simultaneous determination of inorganic anions and cations in explosive residues by ion chromatography. *Talanta* 76: 241-245 (2008).
4. D.K. Kuila, A. Chakraborty, S.P. Sharma, S.C. Lahiri. Composition profile of low explosive from cases in India. *Forensic Science International* 159: 127-131 (2006).
5. K.G. Hopper, H. LeClair, B.R. McCord. A novel method for analysis of explosive residue by simultaneous detection of anions and cations via capillary zone electrophoresis. *Talanta* 67: 304-312 (2005).
6. Gaurav, et al. SPME-HPLC: A new approach to the analysis of explosives. *Journal of Hazardous Materials* 147: 691-697 (2007).
7. C. Jhon, et al. Identification of homemade inorganic explosive by ion chromatographic analysis of post-blast residues. *J. Chromatogr A* 1182: 205-214 (2008).
8. K.G. Hopper, H. LeClair, B.R. McCord. A novel method for analysis of explosive residue by simultaneous detection of anions and cations via capillary zone electrophoresis. *Talanta* 67: 304-312 (2005).
9. Muhammad Amin, Lee Wah Lim, Toyohide Takeuchi. Peak parking technique for the simultaneous determinations of anions and cations. *Anal Bioanal Chem* 381:1426-1431 (2005).
10. Muhammad Amin, Lee Wah Lim, Toyohide Takeuchi. Serial separation of cations and anions by ion chromatography with peak parking technique using sulfosalicylic acid as the eluent. *Anal Bioanal Chem* 384:839-843 (2006).
11. Muhammad Amin, Lee Wah Lim, Toyohide Takeuchi. Tunable separation of anions and cations by column switching in ion chromatography. *Talanta* 71:1470-1475 (2007).
12. Muhammad Amin, Lee Wah Lim, Toyohide Takeuchi. Determination of common inorganic anions and cations by non-suppressed ion chromatography with column switching. *J. Chromatogr A* 1182:169-175 (2008).