

Studi Gangguan Kaporit terhadap Analisis Natrium secara Spektroskopi Atom

NOVA YULIASARI

Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia

INTISARI: Penelitian gangguan kaporit sebagai desinfektan terhadap analisis Natrium (Na) menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom pada air ketel (Waste Heat Boiler dan Package Boiler) dan air pendingin pabrik PT.PUSRI telah dilakukan. Kaporit berkonsentrasi 1 ppm hingga 30 ppm menghasilkan klorida (Cl^-) sebesar 39,9% hingga 31,57 %. Persamaan garis lurus dari hubungan ini adalah $[\text{Cl}^-] = 0,3209[\text{kaporit}] + 0,1569$, dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,9982. Larutan Na 1 ppm dengan variasi konsentrasi klorida (Cl^-) dari 0 ppm hingga 150 ppm tidak memberikan kecenderungan perubahan hasil pengukuran. Air ketel (WHB dan PB) tidak mengandung Na dan mengandung klorida masing-masing sebesar 0,16 ppm dan 0,24 ppm. Air pendingin mengandung Na sebesar 27,38 ppm dan klorida sebesar 240,63 ppm. Perbandingan Na dan klorida pada air pendingin sebesar 1 : 8,79 ppm masih dibawah perbandingan konsentrasi Na dan Klorida pada penelitian ini. Klorida pada air ketel dan air pendingin pabrik PT. PUSRI disimpulkan tidak mengganggu analisis Na menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom.

KATA KUNCI: kaporit, natrium, air ketel, air pendingin, spektrofotometer serapan atom

ABSTRACT: The research about interference from kaporit as disinfectant toward analysis of natrium (Na) by atomic absorption spectrophotometer in waste heat boiler (WHB), package boiler (PB) and cooling water of PT.PUSRI factory has been done. Kaporit with the concentration 1 ppm up to 30 ppm produced clorida (Cl^-) 39.9% up to 31.57%.. Linear equation of this relationship was $[\text{Cl}^-] = 0,3209[\text{kaporit}] + 0,1569$, where the coefficient correlation was 0.9982. Natrium solution 1 ppm with the concentration of Cl^- 0 ppm up to 150 ppm didn't give alteration trend of measurement value. WHB and PB didn't contain Na and contained clorida each 0.16 ppm and 0.24 ppm. Cooling water contained Na 27.38 ppm and contained clorida 240.63 ppm. The comparison of Na and clorida in cooling water was 1 : 8.79 ppm, was still below the comparison of this research. Clorida in WHB, PB and cooling water of PT. PUSRI factory didn't interfere the analysis of Na by atomic absorption spectrophotometer.

KEYWORDS: calcium hypochlorit (*kaporit*), sodium, boiler water, cooling water, atomic absorption spectrophotometer.

September 2009

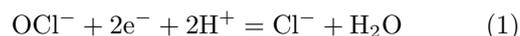
1 PENDAHULUAN

Natrium merupakan salah satu unsur logam yang sering ditambahkan pada air yang digunakan untuk proses pabrik. Penambahan Natrium (Na) dalam air tersebut biasanya dalam bentuk soda kaustik maupun garam dari inhibitor karat^[1,2]. Korosi peralatan yang disebabkan natrium dapat timbul bila konsentrasi Na tidak terkontrol dengan baik^[2]. Untuk menghindari korosi tersebut maka unsur Na dianalisis rutin oleh laboratorium perusahaan^[3].

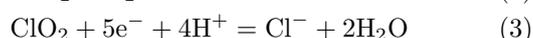
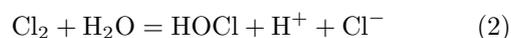
Analisis Na sering dilakukan secara spektroskopi atom menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA). Analisis logam menggunakan SSA relatif murah dibandingkan menggunakan XRF ataupun ICP. Gangguan yang dapat timbul dalam analisis Na menggunakan SSA disebabkan oleh ion klorida (Cl^-). Ion klorida (Cl^-) dapat mengurangi jumlah Na

atomik sehingga dapat secara nyata mengurangi intensitas penyerapan radiasi $\text{Na}^{4,5}$.

Kaporit merupakan desinfektan yang dipakai PT. PUSRI baik pada air ketel maupun air pendingin^[3]. Kaporit mengandung $\text{Ca}(\text{OCl}_2)$, dimana ion OCl^- dapat menghasilkan Cl^- sesuai reaksi pada pers.(1).



Desinfektan jenis lain juga dapat menghasilkan Cl^- , misalnya klorin dan klorin dioksida. Klorin menghasilkan Cl^- sesuai pers.(2), dan klorida dihasilkan klorin dioksida sesuai pers.(3)^[6].



Air ketel jenis *Waste Heat Boiler* (WHB) adalah ketel pembangkit uap air yang memanfaatkan panas gas buang dari Gas Turbin Generator, sedangkan jenis *Package Boiler* (PB) adalah pembangkit uap air yang menggunakan gas bumi sebagai bahan bakar. Air ketel memiliki kisaran pH 6,5 - 7,5, sedangkan pH air pendingin antara 7-8^[3]. Kesetimbangan antara ion OCl^- dan HOCl sesuai pers.(4) menunjukkan pH yang lebih besar akan menghasilkan ion OCl^- lebih banyak.



Konsentrasi OCl^- dibanding HOCl pada pH 7-8 berkisar antara 25% hingga 75%^[6]. Menurut pers.(1) bila pH relatif kecil maka OCl^- makin banyak menghasilkan ion Cl^- . Kedua fakta tersebut menyebabkan perlunya dilakukan penelitian gangguan ion Cl^- terhadap analisis Na. Hal ini dikarenakan terdapat potensi dihasilkannya ion Cl^- dari OCl^- baik pada pH tinggi maupun rendah.

2 METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Perekasi Kompleks Analisis Cl^- .

Larutan Ferri Amonium Sulfat 5 % dibuat dengan cara melarutkan 5 gram $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dengan air bebas mineral sebanyak 20 mL. Larutan ini kemudian ditambahkan 38 mL HNO_3 pekat dan dididihkan. Larutan ini dicukupkan volumenya hingga 100 mL dengan air bebas mineral dan dihomogenkan. Larutan Merkuri (II) Tiosianat 0,3 % dibuat dengan cara melarutkan 0,3 g $\text{Hg}(\text{CNS})_2$ dalam 100 mL metanol. Larutan ini disimpan dalam botol kaca berwarna gelap dan dibiarkan selama 24 jam sebelum digunakan.

2.2 Pembuatan Larutan

Larutan standar Cl^- memiliki konsentrasi yaitu 0,0 ppm; 0,5 ppm; 1,0 ppm; 1,5 ppm; 2,0 ppm; 2,5 ppm; 5,0 ppm dan 10,0 ppm. Konsentrasi larutan standar dialurkan sebagai sumbu-X dan data serapan larutan standar dialurkan sebagai sumbu-Y sehingga akan didapat persamaan garis lurus sebagai perhitungan kalibrasi bagi serapan larutan uji lain untuk mendapatkan konsentrasi larutan uji. Larutan uji merupakan larutan kaporit dan larutan dari cuplikan air ketel dan air pendingin. Larutan kaporit dibuat memiliki konsentrasi 0 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm dan 30 ppm. Faktor pengenceran cuplikan WHB dan PB adalah 50 mL/10 mL cuplikan dan faktor pengenceran air pendingin adalah 50 mL/2 mL cuplikan.

2.3 Pengukuran Serapan Larutan Cl^-

Masing-masing larutan standar, larutan kaporit dan larutan cuplikan WHB, PB dan air pendingin dibuat

dalam labu takar 50 mL. Seluruh larutan bervolume 50 mL tersebut dibuat mengandung 5 mL larutan $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 5% dan 2,5 mL larutan $\text{Hg}(\text{CNS})_2$ 0,3%. Larutan dihomogenkan dan dibiarkan selama 10 menit. Pengukuran serapan Cl^- seluruh larutan menggunakan spektrofotometer ultraviolet - cahaya tampak (UV-Vis) pada panjang gelombang 460 nm^[7].

2.4 Studi Gangguan Na

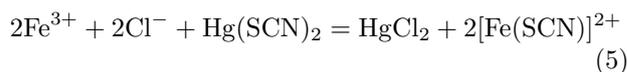
Konsentrasi larutan standar yang digunakan untuk membuat kalibrasi adalah 0,0 ppm (blanko), 0,5 ppm, 1,0 ppm dan 1,5 ppm. Pembuatan larutan untuk studi gangguan terdiri dari larutan Na 1,00 ppm yang telah ditambahkan dengan berbagai konsentrasi ion Cl^- . Variasi konsentrasi Cl^- dalam larutan Na tersebut adalah 0 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, 100 ppm dan 150 ppm. Cuplikan WHB dan PB dianalisis dengan faktor pengenceran 50 mL/5 mL cuplikan, sedangkan faktor pengenceran air pendingin adalah 50 mL/1,5 mL cuplikan. Larutan standar, Larutan untuk studi gangguan dan larutan cuplikan air ketel dan air pendingin diukur serapannya dengan spektrofotometer serapan atom. Keseluruhan larutan tersebut masing-masing mengandung garam KCL 0,1 % w/v untuk meminimalkan gangguan ionik. Kondisi pengukuran Na adalah sebagai berikut^[4,5]:

- Merk SSA : Shimadzu AA-660
- Panjang gelombang : 589 nm
- Gas oksidan : udara
- Gas bahan bakar : asetilen (C_2H_2)

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Teknis Pengukuran Cl^-

Konsentrasi Cl^- dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Pers.(5) menunjukkan klorida akan menggeser ion tiosianat dari pereaksi pembentuk kompleks Merkuri (II) tiosianat. Intensitas warna kompleks besi (III) tiosianat yang terbentuk akan berbanding lurus dengan konsentrasi ion klorida (Cl^-).



Larutan standar dan larutan uji yang telah direaksikan dengan pereaksi pengompleks didiamkan selama 10 menit sebelum pengukuran serapan dengan spektrofotometer UV Vis. Hal ini dilakukan karena kompleks membutuhkan waktu untuk mendapatkan kestabilan keseimbangan, dimana waktu yang dibutuhkan sesuai literatur adalah setelah 10 menit^[7].

TABEL 1: Tabel persen pembentukan Cl^- dari kaporit.

Kaporit ppm	Serapan	Rerata [Cl^-] ppm	% Pembentukan Cl^- dari Kaporit
0,00	0,0000	0,0000	0,00
1,00	0,3580	0,4400	0,40
2,00	0,8320	0,7255	1,78
3,00	1,0770	1,1920	1,13
4,00	1,5055	1,3625	1,43
5,00	1,8455	1,7075	1,78
10,00	3,7795	3,2485	3,51
20,00	7,4015	6,5505	6,97
30,00	9,9665	8,9730	9,47

3.2 Kalibrasi Pengukuran Cl^-

Konsentrasi Cl^- yang dibebaskan oleh berbagai variasi konsentrasi kaporit didapat setelah serapan larutan dialurkan pada persamaan kalibrasi garis lurus standar. Persamaan kurva standar dipisah menjadi dua untuk mendapatkan koefisien korelasi yang lebih baik. Persamaan Cl^- yang didapat sesuai dengan pers.(6) dan (7).

1. Persamaan standar 0 ppm - 2 ppm, dengan $R = 0,997$

$$\text{Serapan} = 0,0428[\text{Cl}^-] - 0,0010 \quad (6)$$

2. Persamaan standar 2 ppm - 10 ppm, dengan $R = 0,9990$

$$\text{Serapan} = 0,0225[\text{Cl}^-] + 0,0407 \quad (7)$$

3.3 Persen Pembentukan Cl^- dari Kaporit

Ion Cl^- yang dihasilkan oleh kaporit berkonsentrasi 0 ppm hingga 5 ppm diketahui dari perhitungan pers.(6), sedangkan Cl^- yang dihasilkan oleh kaporit berkonsentrasi 10 hingga 20 ppm diketahui dari pers.(7). Tabel 1 menunjukkan data serapan konsentrasi yang dihasilkan dari perhitungan melalui persamaan kalibrasi standar dan menunjukkan % pembentukan Cl^- dari berbagai variasi konsentrasi kaporit.

Konsentrasi ion Cl^- yang dihasilkan kaporit tidak dapat diambil nilai rata-ratanya karena memiliki kecenderungan makin pekat kaporit maka makin kecil % Cl^- yang dihasilkan. Hal ini dapat terjadi karena adanya efek ion senama. Makin banyak konsentrasi kaporit maka makin banyak Cl^- dibebaskan. Makin banyak Cl^- di larutan akan menekan keseimbangan disosiasi kaporit sehingga % pembentukan Cl^- dari kaporit semakin kecil.

TABEL 2: Tabel konsentrasi Cl^- cuplikan

Cuplikan	Serapan	Rerata Duplo [Cl^-] ppm
WHB	0,0000	0,0010
PB	0,0030	0,0000
Air Pendingin	0,2569	0,2571

Korelasi antara konsentrasi kaporit dan klorida yang dihasilkan dibuat pendekatan melalui persamaan garis lurus. Hubungan konsentrasi kaporit sebagai sumbu X dan Cl^- sebagai sumbu Y menghasilkan koefisien korelasi (R) yang baik dari penelitian ini yaitu sebesar 0,9982. Persamaan garis lurus yang terbentuk dari hubungan ini adalah sesuai pers.(8).

$$[\text{Cl}^-] = 0,3209[\text{kaporit}] + 0,1569 \quad (8)$$

Konsentrasi Cl^- yang dihasilkan pada setiap variasi konsentrasi kaporit sulit ditentukan secara teoritis. Hal ini dikarenakan kaporit komersil yang digunakan masih mengandung pengotor, antara lain kalsium karbonat dan bahan lain yang sukar larut^[6].

3.4 Konsentrasi Cl^- pada Cuplikan

Konsentrasi Cl^- yang ada pada air ketel (WHB dan PB) diketahui dari persamaan kalibrasi standar (Pers.(6)). Faktor pengenceran analisis air ketel yaitu 50 mL/10 mL cuplikan. Konsentrasi Cl^- pada air pendingin diketahui dari pers.(7). Faktor pengenceran analisis air pendingin yaitu 50 mL/2

Desinfektan merupakan salah satu bahan yang ditambahkan pada air baku (air sungai) yang dipakai pabrik untuk menjadi air bersih (*filter water*). Air bersih telah dilewatkan ke karbon aktif dan resin sehingga menjadi air demin yang kemudian digunakan untuk air ketel^[3]. Dengan demikian Cl^- pada WHB dan PB sangat kecil. Desinfektan banyak terdapat di air pendingin karena mengatasi masalah pertumbuhan mikroorganisme. Sistem air pendingin merupakan sirkulasi terbuka yang menguapkan panas ke atmosfer, dan memungkinkan banyaknya pengaruh mikroorganisme dari luar. Hal ini dapat menyebabkan konsentrasi Cl^- pada air pendingin relatif besar.

3.5 Kalibrasi Pengukuran Na

Kalibrasi larutan standar Na dilakukan untuk menentukan konsentrasi terbaca dari larutan uji. Persamaan kalibrasi standar Na yang didapat dari penelitian ini adalah sesuai pers.(9).

$$\text{Serapan} = 0,8694[\text{Na}] + 0,0209 \quad (9)$$

TABEL 3: Tabel Konsentrasi Na Cuplikan

Cuplikan	Serapan	Rerata [Cl ⁻] ppm
WHB	0,0000	0,00
PB	0,0000	0,00
Air pendingin	0,7586	27,38

Penambahan KCl baik pada larutan standar maupun larutan uji adalah prosedur baku untuk meminimalkan gangguan dari sifat mudah mengionnya Na. Atom kalium pada KCl akan menyerap kelebihan radiasi sehingga Na cenderung tetap dalam keadaan atom^[4,5]. Klorida dari KCl tidak akan mengganggu pengukuran karena KCl ditambahkan dengan jumlah yang sama baik pada standar maupun larutan uji.

3.6 Konsentrasi Na Cuplikan

Laboratorium pabrik melakukan analisis rutin Na pada WHB, PB dan air pendingin. Faktor pengenceran WHB dan PB adalah 50 mL/5 mL cuplikan, sedangkan faktor pengenceran air pendingin adalah 50mL/1,5 mL cuplikan. Konsentrasi Na pada ketiga jenis cuplikan ini diketahui dari perhitungan menggunakan pers.(9). Penelitian ini mendapatkan serapan Na sesuai Tabel 3.

3.7 Studi Gangguan Na

Studi gangguan ini menggunakan konsentrasi Na 1 ppm karena daerah linier kalibrasi metoda analisis adalah 1 ppm. Larutan Na 1 ppm yang ditambahkan Cl⁻ dari 0 ppm hingga 150 ppm tidak menunjukkan kecenderungan gangguan. Hal ini terlihat dari data rerata konsentrasi Cl⁻ tidak cenderung makin besar maupun makin kecil sesuai dengan makin besarnya konsentrasi Cl⁻ yang ditambahkan sebagaimana yang terlihat pada Tabel 4; perbandingan konsentrasi Na dan Cl⁻ dalam larutan adalah 1 ppm : 150 ppm. Data perbandingan konsentrasi tersebut belum menunjukkan adanya gangguan analisis Na oleh Cl⁻. Na tidak didapatkan pada WHB dan PB. Perbandingan konsentrasi Na dan Cl⁻ di air pendingin adalah 27,38 ppm : 240,63 ppm atau 1 ppm : 8,79 ppm tidak melebihi perbandingan konsentrasi maksimum yang dilakukan penelitian ini sesuai Tabel 4.

Dari fakta ini dapat diambil kesimpulan bahwa klorida yang dihasilkan kaporit pada air pendingin pabrik PT.PUSRI belum menimbulkan gangguan terhadap analisis Na secara spektroskopi

TABEL 4: Tabel studi gangguan Na

Jenis larutan	Serapan	Rerata [Cl ⁻] ppm
Na 1 + ion Cl ⁻ 0	0,9312	0,9996
Na 1 + ion Cl ⁻ 1	0,9036	0,9238
Na 1 + ion Cl ⁻ 2	0,9960	0,9558
Na 1 + ion Cl ⁻ 4	0,9619	0,9762
Na 1 + ion Cl ⁻ 6	0,9734	0,9659
Na 1 + ion Cl ⁻ 8	0,9327	0,9865
Na 1 + ion Cl ⁻ 10	0,9568	0,9490
Na 1 + ion Cl ⁻ 20	0,9513	0,9555
Na 1 + ion Cl ⁻ 40	0,9254	0,9246
Na 1 + ion Cl ⁻ 60	0,9231	0,9287
Na 1 + ion Cl ⁻ 80	0,9704	0,9683
Na 1 + ion Cl ⁻ 100	0,9435	0,9359
Na 1 + ion Cl ⁻ 150	0,9541	0,9541

4 KESIMPULAN

Penelitian studi gangguan kaporit terhadap analisis natrium secara spektroskopi atomik ini memiliki kesimpulan bahwa kandungan klorida yang dihasilkan kaporit sebagai desinfektan pada air ketel dan air pendingin pabrik PT. PUSRI belum mengganggu hasil pengukuran Natrium bila menggunakan metoda spektroskopi atom.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soeroso, H., Pengendalian Pencemaran Lingkungan Dengan Pemilihan Inhibitor Korosi yang Tepat, *Proceeding LIPI*, Serpong
- [2] Widharto, 1999, *Karat dan Pencegahannya*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- [3] Anonim, 2006, *Filosofi Proses Pabrik Utilitas PUSRI*, Dinas Teknik Proses, PT.PUSRI Palembang
- [4] Anonim, 1982, *Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry*, Perkin Elmer, Norwalk, USA
- [5] Skoog, D., 1985, *Principles of Instrumental Analysis*, 3rd, Philadelphia : Saunders Golden Sunburst Series
- [6] Anonim, 1990, *Water Quality and Treatment: A Handbook of Community Water Supplies*, 4th ed., American Water Works Association, McGraw-Hill, Inc. USA
- [7] Basset, J., 1994, *Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*, Buku Ajar Vogel, Edisi 4, EGC, Jakarta