

ANALISA KADAR ION KLORIDA (Cl⁻) PADA COOLING WATER DENGAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS**Leo Barta¹, Selvi Riani²**

Univeristas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Indonesia

sselviiriaani12@gmail.com

Keywords*Cooling water, Chloride ions, UV-Vis Spectrophotometry, Corrosion, Industrial water***Abstract**

Cooling water is an important element in industrial processes because it maintains the optimal temperature of production equipment. One of the parameters that must be monitored in this system is the chloride ion (Cl⁻) content, because if it exceeds the threshold it can accelerate the corrosion process of metal equipment. This study aims to analyze chloride ion levels in cooling water using UV-Vis spectrophotometric method with a wavelength of 463 nm. Cooling water samples were collected from three different plant units for four consecutive weeks. The addition of Ferri Ammonium Sulfate and Hg(CSN)₂ reagents was carried out before measurement. The analytical results showed that the chloride ion levels in all samples ranged from 1,703 to 32,642 ppm, which is far below the maximum standard limit of <1000 ppm. This study shows that the cooling water management system has been effective in maintaining quality and preventing potential corrosion damage.

Kata Kunci*Cooling water, Ion klorida, Spektrofotometri UV-Vis, Korosi, Air industri***Abstrak**

Air pendingin (*cooling water*) merupakan elemen penting dalam proses industri karena berfungsi menjaga suhu optimal pada peralatan produksi. Salah satu parameter yang wajib diawasi dalam sistem ini adalah kadar ion klorida (Cl⁻), karena jika melebihi ambang batas dapat mempercepat proses korosi pada peralatan logam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar ion klorida dalam air pendingin menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dengan panjang gelombang 463 nm. Sampel air pendingin dikumpulkan dari tiga unit pabrik berbeda selama empat minggu berturut-turut. Penambahan reagen Ferri Ammonium Sulfat dan Hg(CSN)₂ dilakukan sebelum pengukuran. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar ion klorida pada seluruh sampel berkisar antara 1,703 hingga 32,642 ppm yang berada jauh di bawah batas maksimal standar <1000 ppm. Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pengelolaan air pendingin telah berjalan efektif dalam menjaga kualitas dan mencegah potensi kerusakan akibat korosi.

Corresponding Author: Selvi Riani
E-mail: sselviiriaani12@gmail.com

**PENDAHULUAN**

Beragam industri memanfaatkan air dari Sungai Musi sebagai sumber utama air bersih untuk mendukung kebutuhan utilitas di pabrik. Sumber air baku pada sistem pendingin dalam industri dapat berasal dari air tanah, danau, sungai dan air laut (Guyer, 2014). Unit pendukung proses atau sering juga disebut sebagai unit utilitas merupakan sarana penunjang proses yang diperlukan pabrik agar berjalan dengan baik. Pada umumnya, proses utilitas dalam pabrik meliputi air bersih (*Filtered Water*), air pendingin (*Cooling Water*), air demin (*Boiling Feed Water*), kukus (*Steam*), udara instrument dan listrik (Alfian, 2024). *Cooling Water* dalam industri sangat diperlukan untuk proses-proses produksi, pertukaran/perpindahan panas dalam *heat exchanger* dengan tujuan untuk memindahkan panas suatu zat di dalam aliran ke dalam air pendingin tersebut.

Air pendingin (*Cooling Water*) adalah satu dari banyak jenis air yang diperlukan dan digunakan dalam berbagai proses industri (Yani & Putra, 2023). Kualitas dari air pendingin

berdampak langsung terhadap integritas komponen atau struktur reaktor. Air yang digunakan sebagai pendingin harus memenuhi persyaratan yang sesuai dengan komponen atau struktur yang dirumuskan dalam spesifikasi kualitas air pendingin (Ridhuan & Juniawan, 2014). Dalam memenuhi spesifikasi dari air pendingin maka dilakukan pengolahan terhadap air pendingin tersebut dengan berbagai metode dan teknologi peralatan yang bervariasi. Salah satu parameter yang perlu diperhatikan dalam air pendingin adalah ion klorida.

Ion klorida dalam air pendingin berasal dari gas klorin yang digunakan dalam sistem air pendingin pabrik. Klor adalah gas kuning kehijauan yang dapat bergabung dengan hampir seluruh unsur lain karena merupakan unsur bukan logam yang sangat elektronegatif. Ciri-ciri utama unsur klor merupakan unsur murni, mempunyai unsur fisik berbentuk gas berwarna kuning kehijauan (Sofyan, 2018).

Air pendingin (*cooling water*) merupakan jenis air yang memiliki peran penting dalam berbagai proses industri. Mutu dari air pendingin sangat berpengaruh terhadap keandalan struktur maupun komponen reaktor, sebab air pendingin secara langsung bersentuhan dengan bagian-bagian tersebut. Oleh karena itu, air yang dimanfaatkan untuk keperluan pendinginan wajib memenuhi standar tertentu sesuai dengan karakteristik struktur atau komponen yang digunakan, sebagaimana tercantum dalam spesifikasi kualitas air pendingin (Dhamayanthie & Nugraha, 2018). Salah satu permasalahan yang sering timbul dari pembuangan air hasil proses sistem pendingin adalah tingginya temperatur air buangan yang kerap kali jauh melebihi suhu lingkungan sekitar, bahkan dapat mencapai 40°C. Padahal, peraturan menyebutkan bahwa selisih suhu maksimal antara air buangan dan suhu alami lingkungan tidak boleh melebihi 5°C (Nurdini, 2017).

Sistem pendingin air (*cooling water*) memiliki peranan penting dalam menentukan besarnya biaya total produksi (total cost production/TCO), karena sistem ini berfungsi untuk membuang panas berlebih yang muncul selama proses produksi berlangsung (Sahid & Yuwono, 2025). Ketika sistem *cooling water* tidak bekerja secara efisien dalam menghilangkan panas, maka dapat mengganggu keseluruhan proses produksi dan menyebabkan lonjakan biaya. Lebih jauh lagi, apabila sistem ini tidak berjalan secara optimal, hal tersebut dapat mengakibatkan pemborosan penggunaan air, peningkatan volume air limbah, serta konsumsi energi yang lebih besar, yang pada akhirnya meningkatkan keseluruhan biaya operasional.

Air yang digunakan sebagai sumber untuk sistem pendingin (*cooling water*), yang dikenal sebagai make-up water, dapat berasal dari berbagai sumber seperti air permukaan misalnya sungai dan kolam maupun air bawah tanah (Prasetio, 2025). Secara umum, air bawah tanah memiliki tingkat konsistensi yang lebih tinggi baik dalam hal komposisi maupun kandungan zat terlarut dibandingkan dengan air permukaan, yang sifatnya lebih fluktuatif karena dipengaruhi oleh curah hujan, erosi, dan kondisi lingkungan sekitarnya. Namun demikian, air bawah tanah cenderung mengandung kadar besi dan mangan yang tinggi, yang jika tidak diolah terlebih dahulu dapat menimbulkan fouling pada sistem *cooling water*. Masalah seperti ini cenderung lebih jarang ditemukan pada penggunaan air permukaan. Dengan mempertimbangkan faktor lingkungan, efisiensi biaya, serta ketersediaan air, saat ini beberapa fasilitas industri mulai memanfaatkan air laut hasil olahan (*effluent*) dan air limbah sebagai alternatif sumber untuk *cooling water* (Dewanto, 2022).

Klorin memiliki kemampuan bereaksi dengan air dan membentuk asam klorida (HCl) serta ion klorida yang kemudian dapat masuk ke dalam sistem pendingin. Kehadiran ion klorida bermanfaat dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Mikroorganisme tersebut dapat menghasilkan lendir atau slime berwarna coklat kehitaman yang melekat pada permukaan pipa. Jika lendir ini terbentuk, maka efektivitas sistem dalam mencegah korosi akan menurun dan efisiensi pendinginan pun dapat terganggu (ERVIN, 2021). Akan tetapi, apabila konsentrasi ion klorida melebihi ambang batas, hal ini justru dapat menyebabkan korosi pada sistem *cooling water*.

Korosi atau pengkaratan adalah proses di mana logam mengalami penurunan kualitasnya akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya, di mana logam bereaksi menjadi ion pada permukaan logam yang kontak langsung dengan lingkungan yang berair dan oksigen (Saugi, 2021). Sehingga penting untuk mengelola dan mengendalikan kadar klorida dalam sistem pendingin penting untuk mencegah korosi dan kerusakan pada peralatan pabrik. Sistem pemantauan dan kendali mutu ini diterapkan untuk memastikan bahwa kadar klorida tetap dalam batas aman. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa kadar ion klorida pada *cooling water*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen laboratorium. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu labu ukur 50 ml, labu ukur 25 ml, pipet Moht plastik 10 ml, pipet volumetrik 25 ml, dan spektrofotometer UV-Vis. Adapun bahan yang digunakan yaitu sampel cooling water, air demin, Ferri Ammonium Sulfat 5%, dan $\text{Hg}(\text{CSN})_2$ 0,3%. Pertama, sampel cooling water diambil sebanyak 10 ml dan dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml. Kemudian ditambahkan reagen 5 ml Ferri Ammonium Sulfat 5% ke dalam labu ukur yang sudah berisi sampel. Setelah itu, ditambahkan reagen $\text{Hg}(\text{CSN})_2$ 0,3% sebanyak 2,5 ml ke dalam labu ukur. Selanjutnya dihirupitkan sampai tanda dengan air demin dan dihomogenkan. Setelah itu, dibuat larutan blanko seperti prosedur di atas tanpa menggunakan sampel dan dibaca dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 463 nm.

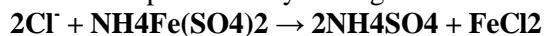
HASIL DAN PEMBAHASAN

Cooling Water merupakan salah satu komponen yang sangat diperlukan untuk pengaturan suhu setiap mesin-mesin pabrik agar tidak terjadi *overheating* yang akan berpengaruh pada efisiensi kerja pabrik. Akan tetapi, *cooling water* harus selalu dikontrol karena *cooling water* dapat menyebabkan kerusakan bagi alat-alat yang diinginkan. Beberapa masalah tersebut adalah terbentuknya kerak dan deposit yang akan berujung pada korosi. Kerusakan berupa pada korosi akan membuat kebocoran pada alat atau pipa pabrik dan membuat pabrik tidak dapat beroperasi bahkan menyebabkan bahaya yang serius. Ada banyak komponen yang harus dijaga kadarnya dalam *cooling water* termasuk ion klorida (Bintang & Firdaus, 2021).

Ada beberapa parameter yang digunakan untuk uji kualitas air pendingin atau *cooling water*, salah satunya adalah analisa kadar ion klorida. Pada analisis ini, sampel yang digunakan berupa sampel *cooling water* ammonia yang berasal dari Pabrik 1, Pabrik 2. dan Pabrik 3

Pendesinfektan mikroorganisme di dalam air pendingin sebaiknya dilakukan secara intensif dengan menambahkan klorin dalam jumlah yang tepat sehingga dapat mengoksidasi bahan-bahan organik dan amonia. Hal ini dilakukan untuk mencegah berkembang pesatnya mikroorganisme. Tetapi, penggunaan klorin yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya korosi yang berakibat pada kebocoran pada pipa alat-alat penukar panas dan *cooler* (Zulkifli, 2022).

Pada analisa kadar ion klorida, sampel dilakukan dengan penambahan reagen *Ferri Ammonium Sulfat* 5% sebanyak 5 ml, fungsinya untuk memberikan suasana asam dan membantu mempercepat pelarutan ion klorida. Adapun reaksinya sebagai berikut :



Setelah dilakukan penambahan *Ferri Ammonium Sulfat*, kemudian dilakukan dengan penambahan $\text{Hg}(\text{CSN})_2$ 0,3 % sebanyak 2,5 ml yang berfungsi sebagai agen pengendap dalam analisis kualitatif untuk mendeteksi keberadaan ion klorida dalam sampel *cooling water*. Ketika larutan $\text{Hg}(\text{CSN})_2$ ditambahkan ke dalam sampel yang mengandung ion klorida menghasilkan endapan putih dari Hg_2Cl_2 . Setelah dilakukan penambahan $\text{Hg}(\text{CSN})_2$ maka dapat ditentukan kadar ion klorida dengan alat spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 463 nm. Analisis ion klorida pada panjang gelombang 463 nm dilakukan karena pada panjang gelombang tersebut, ion klorida menunjukkan serapan maksimum yang optimal dalam metode spektrofotometri UV-Vis.

Tabel 1. Tabel data hasil analisa ion klorida

Kadar ion klorida <i>Cooling Water</i> (CW) (ppm)				
Tanggal	Pabrik 1	Pabrik 2	Pabrik 3	Standar
09/01	29,520	1,986	20,720	
16/01	5,393	11,070	9,650	< 1000
23/01	18,450	1,703	26,965	
30/01	26,114	3,122	32,642	

Dapat dilihat pada tabel diatas didapatkan kadar ion klorida pada bulan januari di Pabrik 1 dari minggu pertama sampai minggu keempat yaitu bernilai 29,520; 5,393; 18,450; dan 26,114 ppm. Pada Pabrik 2 *cooling water* dari minggu pertama sampai minggu keempat yaitu bernilai 1,986 ; 11,070 ; 1,703 ; dan 3,122 ppm . Pada Pabrik 3 *cooling water* dari minggu pertama sampai minggu keempat yaitu bernilai 20,720 ; 9,650 ; 26,965 ; dan 32,642 ppm.

Klorin banyak digunakan pada air bersih dan pengolahan air limbah sebagai oksidan dan desinfektan. Sebagai oksidator, klor digunakan untuk menghilangkan bau dan rasa pada pengolahan air bersih, sedangkan sebagai disinfektan, klor mempunyai fungsi sebagai membunuh bakteri dan menghilangkan busa. Kadar kualitas klorin pada air pendingin yang harus di penuhi sebesar < 1000 ppm. Apabila nilai klorin bebas yang diperoleh lebih rendah dari baku mutu maka dapat menyebabkan terjadinya busa pada menara pendingin, dan apabila nilai klorin bebas lebih tinggi dari baku mutu maka akan meningkatkan pH sehingga menimbulkan korosi akan terjadi pada menara pendingin Selain itu, klorin juga dapat menimbulkan efek karsinogenik akibat terbentuknya trihalometana (THM) (Busyairi et al., 2016).

Kadar ion klorida itu bisa menurun dikarenakan bisa mengoksidasi amonia (NH_3), dan juga jika kadar ion klorida itu meningkat bisa jadi dikarenakan oleh korosi pada sistem pendingin terbuka dan kekeringan pada saluran sumber air.



Ion klorida berubah dikarenakan ada injeksi klorin dalam bentuk gas yang berfungsi untuk mencegah pertumbuhan *scale* atau menghilangkan bakteri yang terdapat pada pipa-pipa yang ada. Pendisenfektan ion klorida dalam *cooling water* itu setiap minggunya berbeda-beda tergantung kebutuhan yang dilakukan. Oleh karena itu kadar ion klorida yang didapatkan berbeda-beda.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kadar ion klorida dalam cooling water dari tiga unit pabrik selama empat minggu berturut-turut berada dalam rentang 1,703 hingga 32,642 ppm. Seluruh nilai yang diperoleh masih berada di bawah ambang batas maksimal yang direkomendasikan, yaitu < 1000 ppm, menandakan bahwa sistem pengelolaan air pendingin telah berfungsi secara efektif dalam mencegah terjadinya korosi yang disebabkan oleh ion klorida.

Penggunaan metode spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 463 nm terbukti mampu mendeteksi kadar ion klorida secara akurat, ditunjukkan melalui reaksi yang spesifik antara ion klorida dengan reagen Ferri Ammonium Sulfat dan $\text{Hg}(\text{CSN})_2$. Temuan ini tidak hanya memvalidasi metode analisis yang digunakan, tetapi juga memberikan kontribusi penting dalam upaya monitoring kualitas air pendingin secara berkala di lingkungan industri.

Secara praktis, hasil penelitian ini mendukung pentingnya pemantauan kadar ion klorida dalam cooling water sebagai bagian dari strategi pencegahan korosi, penghematan biaya operasional, dan perpanjangan usia peralatan pabrik. Oleh karena itu, disarankan agar pemantauan kadar ion klorida dilakukan secara konsisten dan prosedur analisis yang digunakan dalam penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk praktik pengendalian kualitas cooling water di industri lainnya.

BIBLIOGRAFI

- Alfian, A. P. (2024). *Peralatan Utilitas Di Pt. Rajawali Nusantara Indonesia (Persero) Unit Pg. Rejo Agung Baru Madiun*. Politeknik LPP Yogyakarta.
- Bintang, S. D., & Firdaus, T. F. (2021). *Laporan Kerja Praktek Evaluasi Efisiensi Thermal Unit Furnace dan Dryer Departemen Produksi IIA PT. Petrokimia Gresik*.
- Busyairi, M., Dewi, Y. P., & Widodo, D. I. (2016). Efektivitas Kaporit Pada Proses Klorinasi Terhadap Penurunan Bakteri Coliform Dari Limbah Cair Rumah Sakit X Samarinda (The Effectiveness of Calcium Hypochlorite to Chlorination Process in Decreasing the Amount of Coliform Bacteria in the Wastewater of X). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 23(2), 156–162.
- Dewanto, F. H. (2022). *OPTIMISASI PEMBANGKIT HIBRID NUKLIR-BIOGAS-SURYA TERMAL DAN DESALINASI AIR LAUT MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIK*.
- Dhamayanthie, I., & Nugraha, D. F. (2018). Proses pengolahan air pendingin pada unit utilitas area karawang. *Jurnal Migasian*, 2(1), 15–21.
- ERVIN, M. Y. (2021). *LAPORAN KERJA PRAKTIK EFISIENSI PACKAGE BOILER (5007-U) DI UNIT UTILITAS P-IV PT. PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG*.

- Guyer, J. P. (2014). *An Introduction to cooling tower water treatment*. Course No: C05-019, California, USA: Continuing Education and Development. Inc.
- Nurdini, J. A. (2017). *Studi baku mutu buangan air panas ke lingkungan laut*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Prasetyo, I. (2025). *Pengujian Kinerja Cooling Water untuk Mesin Stirling Mchpse-012021*.
- Ridhuan, K., & Juniawan, I. G. A. (2014). Pengaruh media pendingin air pada kondensor terhadap kemampuan kerja mesin pendingin. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 3(2).
- Sahid, D. I., & Yuwono, M. (2025). Implementasi Metode LCCA dalam Strategi Perbaikan Blade Cooling Tower di PLTP. *JIMU: Jurnal Ilmiah Multidisipliner*, 3(02), 1109–1119.
- Saugi, W. (2021). Pengaruh Faktor Fisik, Kimia, dan Biologi Medium Terhadap Laju Korosi Besi. *Borneo Journal of Science and Mathematics Education*, 1(1), 29–55.
- Sofyan, D. K. (2018). Peramalan kebutuhan klorin (Cl₂) pada bagian produksi di PT Pupuk Iskandar Muda. *Industrial Engineering Journal*, 7(1).
- Yani, E., & Putra, A. H. Y. (2023). Studi Performa Cooling Tower berdasarkan Kualitas Air Pendingin. *Jurnal Inovasi Rekayasa Mekanikal Dan Termal*, 1(2), 39–42.
- Zulkifli, Z. (2022). *PRARANCANGAN PABRIK PERKLOROETILEN DENGAN PROSES KLORINASI ETILEN DIKLORI DAN KLORIN DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN*. Universitas malikusaleh.