Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna ISSN: 1858-2907
Desember 2026 Vol. 22(2):103-111 EISSN: 2549-9130

Sintesis Feri Klorida ($FeCl_3$) dari *Scrap* Besi Limbah Konstruksi berupa Reng Bekas

Laely Ayu Kirani[1], Ilma Fadlilah[2*], Theresia Evila Purwanti Sri Rahayu[1]

[1]Program Studi D-IV Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri Pertanian, Politeknik Negeri Cilacap
[2]Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri Pertanian, Politeknik Negeri Cilacap
Jl. Dr. Soetomo Nomor 1, Sidakaya, Cilacap Selatan, Cilacap, Jawa Tengah 53212 Indonesia
Email: ilma.fadlilah@pnc.ac.id

Abstrak

Feri klorida merupakan senyawa kimia skala industri yang umumnya digunakan dalam pengolahan limbah, sebagai bahan pengolahan air minum, dan sebagai katalis, baik di industri maupun di laboratorium. Penyusun utama senyawa feri klorida adalah unsur Fe sebagai pusat oktahedral dan unsur Cl sebagai ligan penghubung. Kandungan Fe yang tinggi dalam scrap besi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pembuatan feri klorida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi HCl dalam sintesis feri klorida terhadap karakteristik feri klorida yang dihasilkan. Sintesis feri klorida dilakukan dengan memanfaatkan scrap besi berupa reng bekas berbahan dasar baja ringan. Proses sintesis dilakukan menggunakan pelarut HCl dengan variasi konsentrasi 28%, 32%, dan 36%, serta waktu reaksi 2 jam pada suhu 80 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa reng bekas dapat disintesis menjadi feri klorida dengan karakteristik yang sesuai dengan SNI 06-4895-1998 tentang Feri Klorida Teknis. Pengujian karakteristik tersebut dilakukan menggunakan instrumen *Scanning Electron Microscopy–Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX). Hasil analisis menunjukkan bahwa karakteristik feri klorida terbaik dihasilkan pada variasi pelarut dengan konsentrasi 28%, dengan kadar FeCl3 sebesar 69,823%, bagian yang tidak larut dalam air sebesar 0,1708, dan tidak memiliki kandungan logam Pb dan As. Hasil pembacaan pemetaan unsur melalui SEM menunjukkan bahwa persebaran unsur Fe dan Cl terdistribusi secara merata di seluruh permukaan feri klorida.

Kata kunci : Feri klorida, HCl, Karakteristik, Reng bekas, Sintesis

Abstract

Synthesis of Ferric Chloride ($FeCl_3$) from Construction Waste Iron Scrap in the Form of Used Battens

Ferric chloride is a chemical compound with industrial-scale commodity value, commonly used in wastewater treatment, as a water treatment agent, and as a catalyst in both industrial and laboratory settings. The primary components of ferric chloride are the Fe element as the octahedral center and the Cl element as the connecting ligand. The high Fe content in iron scrap can be utilized as a raw material for the production of ferric chloride. This study aims to determine the effect of varying HCl concentrations in the synthesis of ferric chloride on the characteristics of the resulting ferric chloride. The synthesis of ferric chloride was carried out using iron scrap in the form of used battens made of lightweight steel. The synthesis process was conducted using HCl solvent with concentration variations of 28%, 32%, and 36%, and a reaction time of 2 hours at a temperature of 80 ℃. The results of the study indicate that used battens can be synthesized into ferric chloride with characteristics that meet the SNI 06-4894-1998 standard for Technical Ferric Chloride. The characterization was conducted using Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX) instruments. The analysis results show that the best ferric chloride characteristics were produced by the solvent variation with a concentration of 28%, with an $FeCl_3$

*)Correponding author
DOI : 10.14710/metana.v22i2.66945
Diterima: 12-04-2025
Disetujui: 07-07-2026

content of 69.823%, water-insoluble matter of 0.1708, and no Pb and As metal content. The SEM elemental mapping results demonstrate that the distribution of Fe and Cl elements is evenly spread across the surface of the ferric chloride product.

Keywords: *Ferric chloride, HCl, Characteristics, Used battens, Synthesis*

PENDAHULUAN

Scrap besi merupakan limbah berupa kepingan atau potongan besi, baja maupun logam lainnya dengan unsur besi (Fe) sebagai kandungan utamanya. *Scrap* besi memiliki kandungan unsur besi (Fe) yang tinggi sebagai penyusun utamanya yang umumnya berkisar antara 92% - 98% dengan unsur pemadu karbon (C) 0,2% - 2,1% dan kandungan logam lain dengan persentase yang kecil (Sunardi *et al*., 2015; Suyanto *et al*., 2021). *Scrap* besi yang dibuang sembarangan dapat mencemari tanah dan perairan akibat kandungan logam berat yang dapat berbahaya bagi tubuh manusia maupun ekosistem. Debu yang dihasilkan dari *scrap* besi juga dapat menyebabkan gangguan pernapasan, iritasi pada kulit serta masalah kesehatan lainnya. Oleh karena itu diperlukan pengolahan/pemanfaatan lebih lanjut pada *scrap* besi agar tidak mencemari lingkungan (Sunardi *et al*., 2015).

Scrap besi umumnya dihasilkan dari sisa kegiatan bengkel, konstruksi maupun industri pelapisan logam yang sudah tidak digunakan. Salah satu *scrap* besi yang banyak dihasilkan dari kegiatan konstruksi adalah reng bekas berbahan dasar baja ringan yang merupakan material penting dalam konstruksi bangunan komersial atau hunian yang memiliki fungsi untuk menopang rangka atap bangunan. Baja ringan adalah logam yang terbuat dari besi dengan pemadu utama karbon dengan kandungan karbon maksimum antara 0,16% hingga 0,29% (Achmadi, 2022). Untuk mencegah korosi pada reng berbahan dasar baja ringan maka dilakukan pelapisan menggunakan Al atau Zn yang biasa disebut *galvalume* dengan komposisi reng meliputi *Cold Rolled Coil* (*CRC*) 98%, aluminium (Al) 1,1%, seng (Zn) 0,2% dan resin 0,8%. Komposisi pelapis berupa aluminium dan seng dapat bervariasi tergantung permintaan pasar (Anonim, 2023). Kandungan unsur besi (Fe) yang tinggi dalam *scrap* besi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan feri klorida (Sunardi *et al*., 2015).

Feri klorida merupakan senyawa kimia dengan rumus $FeCl_3$ yang tergolong komoditas skala industri. Senyawa ini umumnya digunakan dalam pengolahan limbah, sebagai bahan pengolahan air untuk air minum, serta sebagai katalis, baik di industri maupun di laboratorium (Ayni et al., 2021). Karakteristik mutu feri klorida diatur dalam SNI 06-4895-1998 tentang Feri Klorida Teknis. Standar tersebut mensyaratkan kadar feri klorida ($FeCl_3$) minimal 58% b/b dan bagian yang tidak larut dalam air maksimal 0,5% b/b. Untuk cemaran logam berat, kandungan timbal (Pb) dibatasi maksimal 50 mg/kg dan arsen (As) maksimal 5 mg/kg (SNI 06-4895-1998).

Feri klorida dapat berbentuk serbuk, padatan kristal, maupun larutan. Padatan kristalnya tampak hijau gelap jika dilihat dari cahaya yang dipantulkan, tetapi tampak ungu kemerahan jika dilihat dari cahaya yang diteruskan (transmisi). Serbuknya berwarna coklat tua kekuningan, sedangkan larutannya berwarna coklat kemerahan (Cahyadi, 2015). Menurut Material Safety Data Sheet (MSDS), feri klorida memiliki rumus molekul $FeCl_3$ dengan berat molekul 162,21 g/mol. Senyawa ini tersedia dalam bentuk bubuk padat maupun larutan, berwarna coklat tua, dan tidak berbau. Feri klorida bersifat asam dengan pH 2,0, memiliki titik leleh 315 °C, dan mudah larut dalam air dengan kelarutan 480 g/L pada 20 °C. Suhu dekomposisinya di atas 200 °C, dan tekanan uapnya 1 hPa pada 20 °C (Merck, 2018; Pencco, 2014).

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan dari bulan Februari hingga Juli 2024 yang berlokasikan di Laboratorium Rekayasa Proses, Politeknik Negeri Cilacap. Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu neraca analitik, gelas beaker, gelas ukur, *hot plate*, *magnetic stirrer*, pipet tetes, pipet volume, *pump pipet*, cawan porselen, desikator, oven, erlenmeyer, labu ukur, corong, batang pengaduk, kaca

Tabel 1. Variasi Konsentrasi Pelarut HCl

Nama Sampel	Berat Reng Bekas	Konsentrasi HCl	Waktu Pelindian
Sampel F1	10 gram	28%	2 jam
Sampel F2	10 gram	32%	2 jam
Sampel F3	10 gram	36%	2 jam

arloji, alat *jar test*, statif dan klem, buret, pH meter, spektrofotometer UV-Vis serta *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X*-Ray (SEM-EDX). Sedangkan bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu reng bekas yang diperoleh dari pengepul sampah yang berlokasikan di kelurahan Tegalkamulyan Kecamatan Cilacap Selatan, air limbah pewarnaan batik yang diperoleh dari limbah batik SMAN 1 Sokaraja Kabupaten Banyumas, asam klorida (HCl) PA 37%, hidrogen peroksida (H_2O_2) 3%, etanol 50%, aquades, kalium iodide (KI) 20%, indikator amilum 1%, natrium bikarbonat, natrium tio sulfat 0,1N, air panas, kertas saring Whatman no. 41 dan *tissue*.

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yang meliputi preparasi sampel, sintesis feri klorida, proses pengeringan dan tahap uji karakteristik menggunakan *Scanning Electron Miscroscope – Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX) yang disesuaikan dengan SNI 06-4895-1998 tentang Feri Klorida Teknis. Preparasi sampel yang dilakukan meliputi pemotongan dan pembersihan reng bekas. Reng bekas yang masih berukuran besar dipotong menjadi lempengan kecil hingga berukuran ± 0,5 cm, selanjutnya potongan reng bekas direndam menggunakan etanol 50% untuk melarutkan dan menghilangkan kontaminan dan debu yang masih menempel pada permukaan reng bekas (Yulianti *et al.,* 2020). Potongan reng bekas hasil rendaman kemudian dibilas menggunakan aquades untuk menghilangkan sisa etanol pada reng bekas.

Sintesis feri klorida pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode pelindian (*leaching*) yang mengacu pada penelitian (Sunardi *et al*., 2015; Almeida & Schneider, 2020; Amelia & Fitriyana, 2021). Pelindian dilakukan dengan mereaksikan 10 gram potongan reng bekas dengan variasi larutan HCl 50 ml pada suhu 80℃ dengan pengadukan selama 2 jam. Adapun variasi konsentrasi larutan HCl yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1.

Adapun fenomena yang terjadi dalam proses pelindian yang berlangsung pada penelitian ini dapat dilihat pada reaksi berikut.

$$Fe_{(s)} + 2HCl \rightarrow FeCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

Hasil larutan dari proses pelindian kemudian disaring untuk memisahkan residu berupa pengotor dan filtrat yang akan digunakan. Tahapan selanjutnya adalah menambahkan hidrogen peroksida (H_2O_2) 3% secara perlahan hingga homogen ke dalam filtrat hasil pelindian. Adapun reaksi yang terjadi disajikan pada persamaan berikut.

$$2FeCl_{2(aq)} + H_2O_2 + 2HCl_{(aq)} \rightarrow 2FeCl_{3(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

Larutan feri klorida yang telah terbentuk kemudian dipanaskan menggunakan *hotplate* dengan suhu berkisar antara 100℃ - 150℃ hingga menguapkan air dan menyisakan padatan feri klorida.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian sintesis feri klorida dihasilkan produk berupa padatan feri klorida berwarna coklat tua kemerahan dengan pH berkisar antara 2,0 – 2,5 dan larut dalam air. Berat feri klorida yang dihasilkan dari penelitian ini yaitu 23,625 gram pada konsentrasi pelarut HCl 28%, 19,205 gram pada konsentrasi pelarut HCl 32%, dan 25,376 gram pada konsentrasi pelarut HCl 36%. Tren berat produk yang berfluktuasi ini dipengaruhi oleh proses pelindian (*leaching*) kimiawi dan tingkat kejenuhan pelarut. Penurunan berat padatan pada konsentrasi HCl 32% terjadi akibat kondisi yang melampaui titik optimum reaksi. Pada konsentrasi ini, kelebihan ion klorida (Cl^-) menyebabkan pergeseran kesetimbangan sehingga menghambat pembentukan

padatan $FeCl_3$ secara sempurna dan memicu terbentuknya senyawa atau ion kompleks lain yang kelarutannya berbeda (Kanani *et al*., 2023; Soekansa *et al*., 2023). Selain itu, kepekatan asam yang tinggi menurunkan aktivitas molekul air bebas yang menghambat laju difusi pelarutan ion Fe (Amelia & Fitriyana, 2021). Sebaliknya, kenaikan berat secara drastis pada konsentrasi HCl 36% disebabkan oleh sifat pelarut asam pekat yang sangat korosif dan agresif. Pada tingkat ini, HCl tidak hanya melarutkan Fe, tetapi juga melarutkan material pengotor dari reng secara masif, termasuk lapisan galvalum pelindung baja (Al dan Zn) serta unsur karbon (Almeida & Schneider, 2020). Akumulasi berbagai unsur pengotor yang ikut mengkristal dan sifat higroskopis produk inilah yang secara signifikan menyumbang penambahan total berat akhir produk padatan, meskipun kemurnian kadar $FeCl_3$ pada sampel ini lebih rendah dibandingkan konsentrasi 28% (Ngatin *et al*., 2020). Karakteristik visual feri klorida yang dihasilkan ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan analisis komposisi dan persebaran unsur pada permukaan feri klorida yang telah dilakukan menggunakan instrumen *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX) dihasilkan data kandungan unsur kimia dalam feri klorida yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil uji kandungan unsur kimia dalam feri klorida yang ditunjukkan pada Tabel 3 diketahui bahwa persentase unsur yang terkandung dalam produk feri klorida di dominasi oleh unsur besi (Fe) dan klorin (Cl). Hal ini disebabkan karena unsur pembentuk feri klorida terdiri atas unsur besi (Fe) yang terkandung dalam reng bekas dan unsur klorin (Cl) yang dihasilkan dari HCl. Adapun unsur lain yang terkandung dalam feri klorida berdasarkan hasil uji yaitu unsur oksigen (O) yang terbentuk dari larutan H_2O_2 dimana unsur ini berfungsi untuk mengoksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} serta unsur lain seperti karbon (C) dan aluminium (Al) yang merupakan kandungan dari reng bekas yang tidak ikut bereaksi dalam proses pembentukan feri klorida. Unsur – unsur yang terkandung dalam feri klorida dan tidak ikut bereaksi dalam proses pembentukan feri klorida inilah yang dinamakan pengotor yang dapat memengaruhi kemurnian dari feri klorida (Ngatin *et al*., 2020).

Dari hasil uji kandungan unsur kimia feri klorida pada Tabel 3 diketahui bahwa terdapat kandungan unsur Fe dalam feri klorida yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan penggunaan HCl yang berperan sebagai pelarut dalam proses sintesis feri klorida sehingga dapat melarutkan lempengan Fe menjadi larutan (Amelia & Fitriyana, 2021). Kandungan unsur Fe tertinggi dihasilkan oleh sampel F1 dengan konsentrasi pelarut HCl sebesar 28%. Menurut Kartika & Pratapa (2014) kondisi ini dapat terjadi karena konsentrasi HCl yang lebih rendah menyebabkan pelepasan ion H^+ dari asam menjadi lebih sedikit sehingga dapat mengurangi kecepatan

Tabel 2. Karakteristik Visual Feri Klorida

Karakteristik	Keterangan*)	Nama Sampel		
		F1 (HCl 28%)	F2 (HCl 32%)	F3 (HCl 36%)
Bentuk fisik	Bubuk	Padatan	Padatan	Padatan
Warna	Coklat tua	Coklat tua	Coklat tua	Coklat tua
Bau	Tidak berbau	Berbau besi	Berbau besi	Berbau besi
pH	2,0	2,5	2,3	2,0
Berat	-	23,625 gram	19,205 gram	25,376 gram

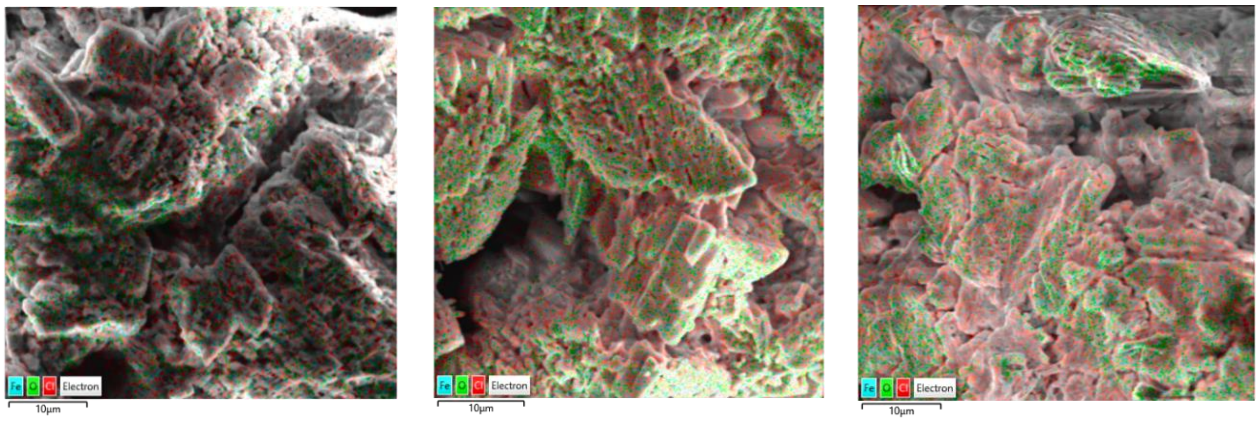
*) MSDS Feri Klorida

Tabel 3. Kandungan Unsur Kimia Feri Klorida Hasil Sintesis

Kandungan Unsur Kimia	Nama Sampel		
	F1 (HCl 28%)	F2 (HCl 32%)	F3 (HCl 36%)
Besi (Fe)	34,78%	29,12%	32,12%
Klorin (Cl)	39,82%	51,92%	43,52%
Oksigen (O)	12,55%	9,82%	9,81%
Karbon (C)	11,84%	8,45%	13,43%
Aluminium (Al)	1,01%	0,69%	1,13%

reaksi antara Fe dan HCl yang dapat membuat reaksi Fe larut secara bertahap tanpa melepaskan terlalu banyak panas atau gas hidrogen yang dapat menghalangi akses asam ke permukaan Fe. Hal ini menyebabkan proses pelarutan Fe dapat berlangsung lebih efisien dan menghasilkan lebih banyak kandungan unsur Fe yang larut dalam proses. Sehingga dalam penelitian ini proses pelarutan Fe yang optimum dihasilkan oleh pelarut HCl dengan konsentrasi sebesar 28%.

Berdasarkan komposisi kandungan kimia feri klorida, dihasilkan persebaran unsur pada feri klorida yang disajikan pada Gambar 1. Peta persebaran unsur feri klorida memberikan informasi mengenai persebaran unsur yang terkandung pada permukaan feri klorida. Pada peta persebaran unsur feri klorida diketahui bahwa kandungan unsur pada permukaan feri klorida didominasi oleh unsur pembentuk feri klorida yaitu besi, oksigen dan klorin. Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa persebaran unsur Fe dan Cl yang diwakilkan oleh warna biru dan merah menghasilkan distribusi persebaran unsur yang merata diseluruh permukaan feri klorida baik pada sampel F1, F2 maupun F3. Namun pada unsur O yang diwakilkan oleh warna hijau menghasilkan distribusi persebaran unsur yang tidak merata. Kondisi ini dapat terjadi karena H_2O_2 dalam proses sintesis feri klorida dapat mengalami dekomposisi atau reaksi samping yang mengakibatkan pembentukan oksigen tambahan atau produk sampingan yang mengandung oksigen. Ketidakmerataan dalam pembentukan oksigen selama reaksi ini dapat menyebabkan distribusi oksigen yang tidak merata pada permukaan koagulan feri klorida (Amelia *et al*., 2021).



a b c

Gambar 1. (a) Peta Persebaran Unsur Sampel F1 (b) Peta Persebaran Unsur Sampel F2 (c) Peta Persebaran Unsur Sampel F3



Gambar 2. Potongan Reng Bekas

Sintesis feri klorida dalam penelitian ini dilakukan menggunakan bahan baku berupa reng bekas dengan jenis baja ringan yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan pelarut HCl. Berdasarkan komposisinya, reng bekas dengan jenis baja ringan terbuat dari 98% *Cold Rolled Coil* (CRC) dan 1,1% - 2% logam pelapis berupa aluminium, seng atau keduanya sesuai dengan permintaan pasar (Anonim, 2023). Tingginya kandungan Fe dalam reng bekas berkisar 92% - 98% dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan koagulan feri klorida (Sunardi *et al*., 2015; Suyanto *et al*., 2021). Pada penelitian ini, digunakan pelarut HCl dengan variasi konsentrasi sebesar 28%, 32% dan 36% yang didasarkan pada penelitian Amelia & Fitriyana (2021) untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi pelarut HCl yang digunakan. Adapun hasil uji karakteristik feri klorida yang mengacu pada SNI 06-4895-1998 tentang Feri Klorida Teknis ditunjukkan pada Tabel 4.

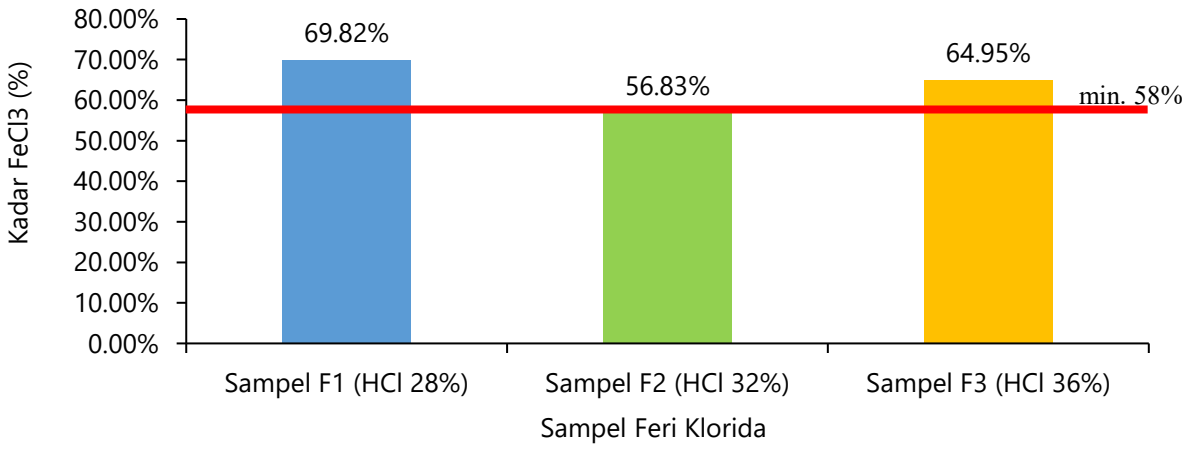
Kadar $FeCl_3$ merupakan parameter yang menunjukkan persentase kandungan feri klorida dalam sampel (Amelia & Fitriyana, 2021). Berdasarkan hasil uji karakteristik feri klorida pada Gambar 3 diketahui bahwa feri klorida pada sampel F1 dan F3 telah memenuhi syarat mutu parameter Feri klorida (b/b, %) sesuai SNI 06-4895-1998 tentang Feri Klorida Teknis yaitu diatas 58%. Menurut penelitian Sunardi *et al*. (2015) menyatakan bahwa konsentrasi HCl yang digunakan untuk mensintesis feri klorida berpengaruh terhadap kadar feri klorida yang terbentuk. Semakin tinggi konsentrasi HCl yang digunakan maka semakin tinggi pula kadar feri klorida yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin banyak molekul – molekul yang bereaksi sehingga kadar feri klorida yang terbentuk semakin tinggi. Berikut merupakan karakteristik kadar $FeCl_3$ yang dihasilkan dari setiap variasi sampel yang disajikan pada Gambar 3.

Pada penelitian ini kadar $FeCl_3$ tertinggi dihasilkan oleh sampel F1 dengan konsentrasi pelarut HCl terendah yaitu sebesar 28% dengan nilai kadar $FeCl_3$ sebesar 69,823% dan diikuti sampel F3 dengan konsentrasi pelarut HCl tertinggi yaitu 36% dengan nilai kadar $FeCl_3$ sebesar 64,952% seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Menurut Amelia & Fitriyana (2021) kondisi ini dapat terjadi karena proses sintesis feri klorida berada pada kondisi yang optimum dimana suhu, waktu pelindian dan konsentrasi pelarut yang digunakan yaitu HCl dengan konsentrasi 28% telah sesuai sehingga dapat terjadi reaksi yang efisien dan menghasilkan kadar feri klorida yang tinggi.

Tabel 4. Karakteristik Feri Klorida

Karakteristik	Syarat Mutu*)	Sampel F1	Sampel F2	Sampel F3
Feri klorida (b/b, %)	Min. 58	69,823	56,833	64,952
Bagian tidak larut dalam air (b/b, %)	Maks. 0,5	0,171	0,209	0,141
Timbal (mg/kg)	Maks. 50	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
Arsen (mg/kg)	Maks. 5	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada

*) SNI 06-4895-1998 tentang Feri Klorida Teknis

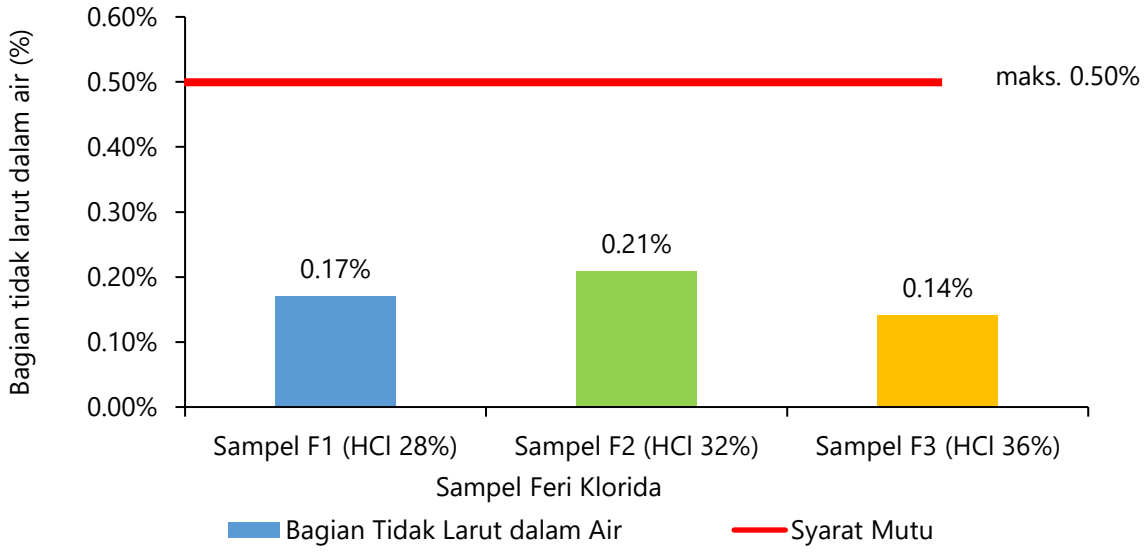


Gambar 3. Pengaruh Variasi Konsentrasi HCl terhadap Kadar $FeCl_3$

Adapun sampel F2 dengan konsentrasi pelarut HCl 32% menghasilkan kadar $FeCl_3$ sebesar 56,833% dimana nilai ini belum memenuhi syarat mutu kadar $FeCl_3$ sesuai SNI 06-4895-1998 yaitu min. 58%. Hal ini dapat terjadi karena proses pelindian oleh HCl konsentrasi 32% yang kurang optimum. Ion Cl^- yang dihasilkan dapat berlebih sehingga mengganggu kesetimbangan pembentukan senyawa $FeCl_3$ yang menyebabkan terbentuknya kompleks lain yang bukan merupakan senyawa $FeCl_3$ sehingga dapat mengurangi kemurnian kadar $FeCl_3$ dalam feri klorida yang dihasilkan (Kanani *et al*., 2023). Menurut Soekansa *et al*. (2023) ada beberapa situasi dimana konsentrasi HCl yang cukup tinggi menghasilkan kondisi yang tidak ideal sehingga dapat menyebabkan reaksi yang tidak sempurna atau pembentukan produk sampingan yang tidak diinginkan. Adapun faktor lain, seperti proses evaporasi, juga dapat memengaruhi kadar FeCl3 yang terbentuk, di mana semakin tinggi suhu yang digunakan dan semakin lama proses evaporasi, maka dapat merusak kualitas produk feri klorida yang dapat menyebabkan kemurnian kadar $FeCl_3$ menjadi berkurang.

Bagian tidak larut dalam air didefinisikan sebagai zat nonpolar yang tidak terlarut jika direaksikan dengan air. Parameter ini menunjukkan pengaruh terhadap kandungan pengotor dalam produk dimana semakin tinggi nilai parameter bagian tidak larut dalam air maka semakin tinggi pula kandungan pengotor dalam produk (Purnawan & Ramadhani, 2014). Ditinjau dari hasil uji nilai bagian tidak larut dalam air yang ditunjukkan pada Gambar 4, feri klorida hasil sintesis baik sampel F1, F2 maupun F3 telah memenuhi syarat mutu sesuai dengan SNI 06-4895-1998 tentang Feri Klorida Teknis yaitu dibawah 0,5%. Menurut Ngatin *et al*. (2020) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi pelarut yang digunakan dalam proses sintesis maka semakin rendah nilai bagian tidak larut dalam air. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi pelarut HCl dapat menyebabkan kompleksasi ion Fe3+ oleh ion Cl- dalam HCl, sehingga meningkatkan kelarutan feri klorida dalam air. Sebaliknya, konsentrasi HCl yang rendah tidak memberikan ion – ion klorida yang cukup untuk membentuk kompleks yang stabil dengan ion Fe^{3+} sehingga dapat menghasilkan pengotor yang tidak larut dalam air.

Pada penelitian ini terjadi penyimpangan dimana nilai bagian tidak larut dalam air yang dihasilkan berfluktuasi. Sampel F2 dengan konsentrasi pelarut HCl 32% memiliki nilai bagian tidak larut dalam air tertinggi yaitu sebesar 0,209%. Kondisi ini dapat terjadi karena berdasarkan hasil uji kandungan unsur kimia feri klorida, sampel F2 memiliki kandungan Fe yang paling rendah dan kandungan Cl yang paling tinggi dibanding sampel yang lain. Hal ini dapat menyebabkan jumlah ion pembentuk feri klorida tidak seimbang, sehingga memungkinkan terjadinya pembentukan senyawa kompleks lain seperti FeCl2, FeCl4, Fe2O3, Fe(OH)3, dan senyawa pengotor lain yang bersifat tidak larut dalam air (Mayangsari *et al*., 2023).



Gambar 4. Pengaruh Variasi Konsentrasi HCl terhadap Bagian Tidak Larut dalam Air

Faktor lain yang dapat menyebabkan tingginya nilai bagian tidak larut dalam air adalah melalui proses evaporasi yang tidak optimal. Suhu dan waktu penguapan dalam proses evaporasi sangat memengaruhi hasil padatan feri klorida yang terbentuk sehingga suhu dan waktu penguapan yang tidak optimal dapat merusak struktur senyawa feri klorida dan menyebabkan tingginya jumlah pengotor dan meningkatnya nilai bagian tidak larut dalam air (Mayangsari *et al*., 2023).

Parameter kandungan Pb dan As dalam feri klorida menunjukkan jumlah kandungan logam Pb dan As dalam feri klorida yang dihasilkan. Berdasarkan hasil uji karakteristik kandungan Pb dan As menggunakan instrumen *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX), feri klorida hasil sintesis, baik sampel F1, F2 maupun F3 tidak memiliki kandungan Pb dan As. Hal ini dapat terjadi karena proses sintesis feri klorida dilakukan dengan menggunakan bahan baku yang tidak mengandung Pb dan As. Karakteristik ini telah memenuhi syarat mutu yang mengacu pada SNI 06-4895-1998 tentang Feri Klorida Teknis dengan nilai maksimum kandungan logam Pb sebesar 50 mg/kg dan nilai maksimum kandungan logam As sebesar 5 mg/kg. Penggunaan variasi konsentrasi pelarut HCl juga tidak mengubah hasil kandungan Pb dan As dalam feri klorida. Sehingga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi pelarut HCl tidak memengaruhi kadar Pb dan As selama proses sintesis feri klorida.

KESIMPULAN

Pengaruh variasi konsentrasi HCl dalam sintesis feri klorida menghasilkan data karakteristik feri klorida yang berfluktuatif. Pada parameter kadar $FeCl_3$, nilai tertinggi secara berurutan dihasilkan oleh sampel F1 (konsentrasi HCl 28%) sebesar 69,823%, sampel F3 (konsentrasi HCl 36%) sebesar 64,952% dan sampel F2 (konsentrasi HCl 32%) sebesar 56,833%. Pada parameter bagian tidak larut dalam air, nilai terendah dihasilkan oleh sampel F3 sebesar 0,141%, diikuti sampel F1 sebesar 0,171% dan sampel F2 sebesar 0,209%. Sedangkan untuk parameter logam berat, konsentrasi HCl tidak mempengaruhi hasil karena seluruh sampel terbukti tidak memiliki kandungan Pb danAs (0 mg/kg). Secara keseluruhan, karakteristik produk feri klorida yang disintesi dari reng bekas telah memenuhi syarat mutu yang ditetapkan dalam SNI 06-4895-1998 tentang Feri Klorida Teknis.

DAFTAR PUSTAKA

Achmadi. 2022. Baja ringan. https://www.pengelasan.net/baja-ringan/ (diakses 17 Mei 2026).

Almeida, V.O., & Schneider, I.A.H. 2020. Production of a ferric chloride coagulant by leaching an iron ore tailing. *Minerals Engineering*, 156: 106511. https://doi.org/10.1016/j.mineng.2020.106511

Amelia, D.R., & Fitriyana. 2021. Pengaruh konsentrasi HCl terhadap sintesis koagulan feri klorida sebagai upaya penanggulangan limbah logam Fe pasca regenerasi proses adsorpsi. *Jurnal Chemurgy*, 5(1): 38–44. https://doi.org/10.30872/cmg.v5i1.5705

Ayni, L.N., & Ningsih, E. 2021. Pengolahan limbah cair tekstil dengan menggunakan koagulan $FeCl_3$. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan I (SENASTITAN I)*, Surabaya, 6 Maret 2021: 370–377.

Cahyadi, A.B. 2015. Identifikasi gugus fungsi alkohol. Makalah Kimia Organik. Universitas Brawijaya, Malang.

Kanani, N., Wardhono, E.Y., Adiwibowo, M.T., Pinem, M.P., Demustila, H., Farhan, M., & Anwari, R. 2023. Ekstraksi kitosan berbasis cangkang keong mas (*Pomacea canaliculata*) menggunakan gelombang ultrasonikasi. *Jurnal Integrasi Proses*, 12(2): 73–80.

Kartika, D.L., & Pratapa, S. 2014. Sintesis Fe_2O_3 dari pasir besi dengan metode logam terlarut asam klorida. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, 3(2): B33–B35.

Mayangsari, N.E., Ramadani, T.A., Jannah, N.M., & Widiana, D.R. 2023. Daur ulang limbah kemasan multilayer sebagai bahan pembuatan tawas untuk menurunkan parameter pencemar industri tahu. *Jurnal Teknologi*, 15(1): 97–103. https://doi.org/10.24853/jurtek.15.1.97-103

Merck. 2018. Material safety data sheet (MSDS) ferri klorida. Merck KGaA, Darmstadt.

Ngatin, A., Fatimah, Fauziah, W.F.N., & Sihombing, R.P. 2020. Konversi karat besi menjadi besi(III) sulfat dan pemanfaatannya sebagai adsorpsi pewarna tekstil. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 6(3): 177–183. https://doi.org/10.22487/kovalen.2020.v6.i3.15308

Pencco. 2014. Lembar data keamanan bahan (MSDS) larutan ferri klorida. Pencco, Inc.

Purnawan, I., & Ramadhani, R.B. 2014. Pengaruh konsentrasi KOH pada pembuatan tawas dari kaleng alumunium bekas. *Jurnal Teknologi*, 6(2): 109–119. https://doi.org/10.24853/jurtek.6.2.109-119

Soekansa, A.F., Sudirman, N., & Aini, S. 2023. Sintesis dan karakterisasi pigmen merah hematit (α-Fe_2O_3) dari pasir besi Kabupaten Sijunjung, Sumatera Barat, Indonesia. *Jurnal Periodic Jurusan Kimia UNP*, 12(1): 9–13. https://doi.org/10.24036/p.v12i1.115856

Sunardi, Prasadja, M.E., & Sembiring, F. 2015. Sintesis ferri klorida dari scrap besi bengkel bubut. *Jurnal Ekosains*, 7(2): 117–120.

Suyanto, Wibowo, R., & Pramono, S. 2021. Pemanfaatan besi scrap sebagai bahan dasar industri peleburan baja. *Marine Science and Technology Journal*, 1(2): 51–57. https://doi.org/10.31331/maristec.v1i2.1557

Tatalogam Lestari. 2023. Kaso metal Taso. https://tatalogam.com/portofolio/taso/ (diakses 17 Mei 2026).