



Analisa Kandungan Vanadium dalam Larutan Benfield Menggunakan Metode Spektrofotometer UV-Vis

Indah Syafitri^{*1}, Leni Legasari¹, Mariyamah

¹Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Raden Fatah, Palembang

*Corresponding author: indahsyafitri1203@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan vanadium dalam larutan Benfield menggunakan metode spektrofotometer UV-VIS di PT Pupuk Sriwidjaja Palembang. Vanadium berperan penting dalam proses pemisahan gas karbon dioksida dari gas alam karena sifatnya yang anti korosi. Hasil penelitian dari 202-E 0,42%, 1102-E 0,63%, dan SL 0,60, hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan vanadium dalam larutan Benfield di PT Pupuk Sriwidjaja Palembang berada di atas nilai minimum yaitu 0,2% yang ditetapkan perusahaan, sehingga efektif dalam mengurangi tingkat korosi pada alat-alat.

Keywords: vanadium, larutan, Benfield, spektrofotometer, pupuk.

1. PENDAHULUAN

Vanadium adalah unsur logam transisi yang memiliki berbagai aplikasi industri karena sifatnya yang unik, termasuk resistensi korosi, kekuatan, dan stabilitas kimia. Salah satu penggunaan penting vanadium adalah dalam industri pupuk, khususnya dalam proses pemisahan gas karbon dioksida dari gas alam menggunakan larutan Benfield (Nisa,2013). Larutan Benfield adalah larutan basa yang mengandung kalium karbonat dan digunakan untuk menyerap gas karbon dioksida secara efektif. Penambahan vanadium ke dalam larutan ini meningkatkan efisiensi proses pemisahan dengan meminimalisir korosi pada peralatan yang digunakan (Ekowati,2004).

PT Pupuk Sriwidjaja Palembang adalah salah satu produsen pupuk terbesar di Indonesia yang menggunakan teknologi Benfield dalam operasionalnya. Perusahaan ini sangat memperhatikan kualitas dan efisiensi proses produksinya, termasuk kontrol terhadap kandungan vanadium dalam larutan Benfield. Kandungan vanadium yang tepat dapat mengurangi biaya perawatan peralatan dan memperpanjang umur mesin, serta memastikan bahwa proses pemisahan gas berjalan dengan optimal. Oleh karena itu, analisis rutin kandungan vanadium menjadi sangat penting untuk memastikan keberlanjutan dan efisiensi operasional (Pusri, 2013)

Spektrofotometri UV-VIS merupakan salah satu metode analisis yang digunakan untuk mengukur konsentrasi vanadium dalam larutan. Metode ini dipilih karena memiliki keakuratan yang tinggi, sensitivitas yang baik, serta kemampuan untuk menganalisis sampel dalam jumlah kecil. Prinsip kerja spektrofotometri UV-VIS adalah mengukur intensitas cahaya yang diserap oleh sampel pada panjang gelombang tertentu. Absorbansi yang diukur kemudian dikonversi menjadi konsentrasi zat berdasarkan kurva kalibrasi yang telah dibuat sebelumnya (Kurniadi, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan vanadium dalam larutan Benfield di PT Pupuk Sriwidjaja Palembang menggunakan metode spektrofotometer UV-VIS. Dengan mengetahui kadar vanadium secara akurat, perusahaan dapat memastikan bahwa larutan Benfield yang digunakan memiliki efisiensi maksimal dalam pemisahan gas karbon dioksida dan meminimalisir kerusakan akibat korosi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna bagi PT Pupuk Sriwidjaja Palembang dalam upaya meningkatkan kualitas dan efisiensi proses produksinya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi spektrofotometer UV-VIS (Shimadzu UV-1800) untuk mengukur absorbansi sampel, kuvet sebagai wadah sampel selama pengukuran, pipet tetes untuk

mengambil dan memindahkan larutan dengan akurasi tinggi, labu ukur untuk mengencerkan larutan sampel, dan beaker untuk mencampur serta mengukur volume larutan. Bahan yang digunakan adalah larutan Benfield sebagai objek utama penelitian, larutan standar vanadium untuk kalibrasi alat, aquadest untuk mengencerkan sampel dan standar, serta reagen kimia seperti H_2SO_4 untuk mengatur pH larutan. Melalui metode ini, penelitian bertujuan untuk memastikan bahwa kandungan vanadium dalam larutan Benfield memenuhi standar yang diperlukan untuk efisiensi dan pengurangan korosi dalam proses industri.

2.2 Prosedur penelitian

Penelitian ini menggunakan metode spektrofotometri UV-VIS untuk menganalisis kandungan vanadium dalam larutan Benfield di PT Pupuk Sriwidjaja Palembang. Yang Dimana vanadium terdapat 2 yang harus dianalisa yaitu vanadium total dan vanadium tetra valence yang dimana Proses dimulai dengan pengambilan sampel larutan Benfield dari sistem pemisahan gas di pabrik. Adapun proses kerja vanadium total dan vanadium tetra valence.

2.2.1 Analisa (V^t) Vanadium Total

Adapun prosedur kerja Analisa Vanadium total ialah, diambil 5 ml sampel (ditimbang) dimasukkan kedalam gelas beaker 100 ml. Lalu ditambahkan 5 ml K_2CO_3 30%. Kemudian ditambahkan CH_3COOH pa 100% kemudian ditambahkan 2,5 Hidroksilamin (HCL) 2%. Kemudian dipanaskan sampai mendidih, angkat, dan dinginkan sampai temperatur suhu ruangan. Kemudian masukkan larutan kedalam labu ukur 50 ml dan di impitkan dengan demin water sampai tanda batas, kocok agar homogen, kemudian diamkan selama 10 menit, lalu di cek menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

2.2.2 Analisa (V^4) Vanadium Tetra Valance

Adapun prosedur kerja Vanadium tetra valence ialah, diambil 5 ml sampel (ditimbang) dimasukkan ke dalam gelas beaker 100 ml. Kemudian ditambahkan 5 ml K_2CO_3 30% lalu di tambahkan 10 ml CH_3COOH pa 100%. Kemudian dipanaskan sampai mendidih, angkat, dan di dinginkan sampai temperatur suhu ruangan. Masukkan ke dalam labu ukur 50 ml dan impitkan dengan demin water sampai tanda batas, kocok agar homogen, kemudian diamkan selama 10 menit, lalu di cek menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Vanadium di laboratorium *benfield* dengan lokasi *Feed Treating* (202 E) *Main Benfield* (1102 E) dan *Semi Lean* (SL) seperti ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1 Data Hasil Analisis Vanadium

Sampel	% V^t	% V^4	% V^5	Kadar Min.
202-E	0.82	0.40	0.42	
1102-E	1.35	0.72	0.63	0,2%
SL	1.25	0.65	0.60	

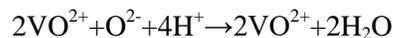
Laboratorium Benfield digunakan untuk menganalisis larutan Benfield yang berperan penting dalam proses pembuatan amoniak (NH_3). Larutan ini berfungsi untuk menyerap gas CO_2 yang merupakan pengganggu dalam proses sintesis amoniak. Gas CO_2 yang tidak diperlukan ini harus dipisahkan sebelum memasuki unit sintesis amoniak karena dapat menyebabkan korosi pada peralatan yang terbuat dari logam besi. Selama proses penyerapan dan pemisahan gas CO_2 yang dilakukan pada suhu dan tekanan tinggi, korosi atau pengikisan pada peralatan sering terjadi. Oleh karena itu, analisis kandungan Vanadium dalam larutan Benfield menjadi sangat penting.



Gambar 1. Larutan Benfield Uji Vanadium

Lokasi pengambilan sampel larutan benfield pada unit pabrik pusri 1B (P1B). Lokasi pengambilan sampel dipisahkan berdasarkan proses pemisahan gas karbon dioksida (CO_2), Pada peralatan 202-E lokasi dimana dilakukan penyerapan dan pemisahan pertama kali gas CO_2 (proses gas CO_2 Removal Treating) pada gas alam yang masuk yang terjadi pada menara absorber, 1102-E lokasi dimana dilakukan pelepasan gas CO_2 yang terjadi pada menara stripper dan regenerasi larutan benfield hasil proses gas CO_2 Removal Treating, sedangkan SL (*semi lean*) adalah larutan *semi lean benfield* lokasi pertengahan menara stripper pada unit purifikasi. Data yang dibutuhkan untuk dibandingkan dengan standar adalah hasil dari sampel 202-E dan 1102-E saja, sedangkan SL hanya dianalisa untuk pemantauan.

Vanadium dalam larutan benfield perlu di analisis karena fungsi vanadium yang ditambahkan ke dalam larutan benfield sebagai zat anti korosi pada alat di unit gas CO_2 Removal yang terbuat dari logam besi. Dalam proses analisa vanadium pada larutan benfield, terdapat tiga parameter untuk dianalisis, Adapun tiga parameter tersebut yaitu vanadium total, kedua kadar vanadium tetravalent, dan terakhir kadar vanadium pentavalen. Vanadium total (V^t) adalah jumlah keseluruhan kandungan vanadium dalam larutan Benfield, tanpa membedakan bentuk oksidasinya. Ini mencakup semua jenis vanadium yang ada, baik tetravalen (V^4) maupun pentavalen (V^5), pengukuran (V^t) memastikan bahwa jumlah keseluruhan vanadium yang digunakan dalam larutan cukup untuk mencegah korosi. Pengukuran Vanadium tetravalen (V^4) dalam bentuk oksidasi +4, yang kurang efektif dalam pencegahan korosi dibandingkan bentuk pentavalen. V^4 penting untuk dipantau karena peningkatan kadar V^4 bisa menunjukkan bahwa sebagian vanadium pentavalen telah berkurang melalui reaksi reduksi, mengurangi efektivitas antikorosi larutan. Vanadium pentavalen (V^5), dihitung sebagai selisih antara V^t dan V^4 ($V^5 = V^t - V^4$), adalah bentuk oksidasi +5 yang baik dalam mencegah korosi karena kemampuannya membentuk lapisan pelindung oksida yang stabil pada permukaan logam. vanadium dari bentuk (V^4) ke bentuk (V^5), penting untuk menjaga penghambatan korosi. Secara umum, reaksinya dapat digambarkan sebagai:



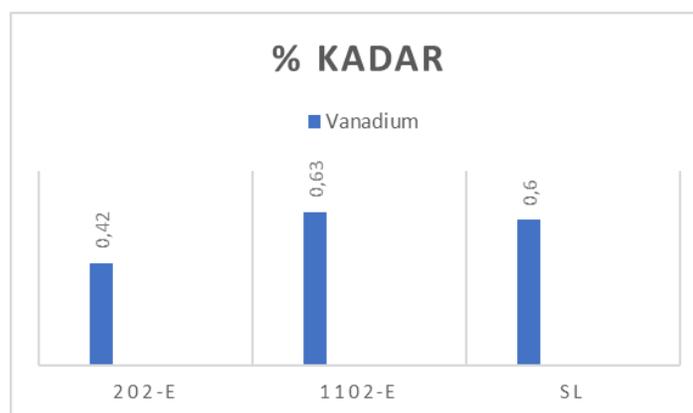
Reaksi ion vanadium(V^4) (VO^{2+}) dioksidasi menjadi ion vanadium(V^5) (VO^{2+}) oleh molekul oksigen (O^2) dalam lingkungan asam dan oksigen (O^2) bertindak sebagai agen pengoksidasi yang sangat kuat. Dalam proses ini, oksigen akan menerima elektron dari ion vanadium (V^4), menyebabkan vanadium teroksidasi. Dalam reaksi ini, ion vanadium(V^4) yang memiliki tingkat oksidasi +4 menerima oksigen dan teroksidasi menjadi ion vanadium (V^5) dengan tingkat oksidasi +5. Empat ion hidrogen (H^+) diperlukan untuk menyeimbangkan muatan dan membentuk dua molekul air (H_2O) sebagai produk sampingan. Vanadium yang ditambahkan dalam bentuk oksidanya yaitu vanadium pentaoksida (V_2O_5) minimal 0,2%, Vanadium akan membentuk lapisan pelindung pada alat di unit gas CO_2 Removal yang terbuat dari logam besi. Analisis dilakukan dengan metode spektrofotometri menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis dengan Panjang gelombang 785 nm.

Analisis vanadium total (V^t) dimulai dengan sampel larutan Benfield, ditambahkan larutan K_2CO_3 30% untuk menjaga pH larutan tetap basa, mencegah hidrolisis dan pengendapan vanadium. Kemudian penambahan asam asetat (CH_3COOH) 100% untuk menetralkan kondisi basa yang disebabkan

oleh K_2CO_3 , menciptakan lingkungan asam untuk reaksi vanadium. Selain itu, ditambahkan larutan Hidroxil amine (HCl) untuk memastikan semua bentuk vanadium terlarut sepenuhnya dan bereaksi dengan baik. Campuran ini dipanaskan hingga mendidih untuk menghilangkan gas CO_2 yang mungkin terbentuk selama reaksi dan memastikan semua bentuk vanadium bereaksi. Setelah didinginkan hingga suhu kamar, larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 50 ml dan ditambahkan air demineralisasi hingga tanda batas. Larutan dihomogenkan dan didiamkan selama 10 menit sebelum diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 785 nm untuk menentukan kadar vanadium total. Fungsi penambahan HCl dalam proses ini adalah untuk menyediakan lingkungan yang sangat asam yang diperlukan untuk memastikan semua bentuk vanadium terlarut sepenuhnya dan siap bereaksi, sehingga meningkatkan akurasi pengukuran total vanadium dalam sampel.

Dalam prosedur analisis vanadium tetravalen (V^{4+}) dapat ditentukan menggunakan prosedur yang sama dengan analisis kadar vanadium total (V_t), hanya tidak dilakukan penambahan Hidroxil amine (HCl) Ini karena tujuan utama adalah mengukur konsentrasi vanadium tetravalen yang sudah ada dalam sampel tanpa mengubah bentuk valensi lainnya. Kondisi basa yang diperoleh dari penambahan K_2CO_3 cukup untuk menjaga kestabilan vanadium tetravalen, dan penambahan asam asetat menciptakan kondisi asam yang cukup tanpa perlu menambah HCl lagi. Vanadium pentavalen (V^5), analisis tidak dilakukan secara langsung karena cara yang lebih efisien dan praktis adalah dengan menghitung konsentrasi (V^5) dari perbedaan antara total vanadium (V^1) dan vanadium tetravalen (V^4). Analisis total vanadium melibatkan semua bentuk vanadium dalam sampel setelah reduksi, sedangkan analisis (V^4) mengukur konsentrasi spesifik tanpa mempengaruhi valensi lainnya. Dengan demikian, konsentrasi (V^5) dapat diperoleh dari hasil perhitungan ($V^5 = V_t - V^4$), memastikan pengukuran yang akurat dan menghindari perlunya prosedur tambahan yang rumit untuk menganalisis (V^5) secara langsung.

Adapun hasil analisis dari penentuan kandungan vanadium didalam larutan benfield dapat dilihat pada Grafik dan diagram ditampilkan pada Gambar 2. Gambar 2 memperlihatkan hasil kandungan rata-rata kadar vanadium di dalam larutan benfield, baik itu kadar vanadium tetravalen maupun kadar vanadium pentavalen, dapat dikatakan stabil dan aman. Dimana nilai rata-rata kadar vanadium untuk tetravalen maupun pentavalen pada 202-E, 1102-E diatas 0,2 %wt. dan dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata kadar vanadium memiliki nilai kadar yang lebih tinggi dari pada nilai kadar vanadium minimal yang telah ditetapkan oleh Perusahaan.



Gambar 1. Grafik kadar Vanadium

4. KESIMPULAN

Spektrofotometer UV-Vis terbukti efektif dalam mengukur kandungan vanadium dalam larutan Benfield di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kandungan vanadium dalam larutan ini melebihi batas minimum yang diperlukan untuk mencegah korosi, yaitu lebih dari 0.2% (w/w). Penambahan vanadium terbukti mampu membentuk lapisan pelindung pada peralatan besi, sehingga efektif mengurangi korosi dan memastikan efisiensi operasi industri. Analisis ini menekankan pentingnya kontrol kualitas yang ketat dan pemeliharaan rutin untuk menjaga keberlanjutan operasi industri.

REFERENSI

- Asta, R. 2017. *Pengukuran Tingkat Kematangan Layanan IT pada PT Pupuk Sriwidjaja dengan menggunakan Framework COBIT 5*.
- D.R.G.R. A. S. Bagus Kurniadi. 2017. Pengaruh Larutan Benfield pada CO₂ absorber. 6(1) 1–6.
- Ekowati S.D., Jan., and Underwood. 2002. *Analitik kimia kuantitatif*. Jakarta: Erlangga.
- Gandjar, I.G., dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka pelajar.
- Zelda, F. 2016. *Kata kunci : kerja praktek, ammonia, PT Pupuk Sriwidjaja*, 3(30).
- Pusri. 2013. *Sekilas Perusahaan*. <https://www.pusri.co.id/ina/prpfil-sekilasperusahaan/>
- Nujhani dan Juliantina, I. 2013. Evaluasi Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) pada Proyek Persiapan Lahan Pusri IIB PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang. *J. Tek. Sipil dan Lingkungan*.1(1) 80–85.
- Nisa, N.I.F., Hardiyanto. F. Mulya, H.R. Altway, A. dan Susianto. 2013. Simulasi Absorpsi Reaksi CO₂ dalam Skala Industri dengan Pelarut K₂CO₃ Berkatalis. *Jurnal Teknik kimia*. 7(2). ITS. Surabaya.
- Susianto. 2013. Simulasi Absorpsi Reaksi CO₂ dalam Skala Industri dengan Pelarut K₂CO₃ Berkatalis. *Jurnal Teknik kimia*. 7(2). ITS Surabaya.
- Adikharisma, R. 2014. Analisis Kinerja Proses CO₂ Removal pada Kolom Absorber di Pabrik Amoniak Unit 1 PT. Petrokimia Gresik. *Tekno. Ind.* 1–47.
- Sastrohamidjojo, H. 2002. *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty.
- Hartanto, Y. 2017. Simulasi Absorpsi Gas CO₂ dengan Pelarut Dietanolamina (DEA) Menggunakan Simulator Aspen Hysys. *J. Integr.* 6(3), 100–103.