

PERBEDAAN DEGRADASI ION Cr(VI) DENGAN PENYINARAN UV DAN TANPA PENYINARAN UV

Mukaremah A.H., Maharani E.T.

Universitas Muhammadiyah Semarang

ABSTRAK

Logam Krom (Cr) merupakan salah satu logam berat yang keberadaannya dalam lingkungan dapat berasal dari pembuangan air limbah industri kimia. Hampir 15% dari total produksi zat pewarna pada proses industri hilang dan sisanya dikeluarkan sebagai limbah industri. Sebagai logam berat, krom termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi, karena dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis. Cr(VI) yang berupa anion mampu menembus membran sel darah dengan cepat dan berikatan dengan fraksi globin dari hemoglobin.

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengkaji degradasi ion Krom VI [Cr(VI)] dengan penyinaran UV dan tanpa penyinaran UV. Sedangkan tujuan khususnya adalah (1) mengkalibrasi spektrofotometer (2) melakukan optimasi kondisi penelitian (2) melakukan degradasi ion Krom VI [Cr(VI)] dengan penyinaran UV dan tanpa penyinaran UV (3) membandingkan degradasi ion Krom Cr(VI) dengan penyinaran UV dan tanpa penyinaran UV.

Hasil dari kalibrasi spektrofotometer didapatkan panjang gelombang optimum adalah 540 nm, lama waktu kestabilan kompleks seiamna 10 menit dan hasil rasio konsentrasi Cr(VI) dengan diphenil karbazida adalah 2,5 mL/0,1ppm dan hasil optimasi kondisi penelitian didapatkan waktu penyinaran optimum ion Cr(VI) adalah 120 menit dengan konsentrasi ion Cr(VI) 25 ppm pada pH 3. Sedangkan degradasi ion Cr(VI) menggunakan sinar UV (Ultra Violet) akan lebih besar bila dibandingkan dengan tanpa disinari UV dan semakin lama waktu penyinaran maka semakin banyak pula ion Cr(VI) yang terdegradasi, dikarenakan H₂O yang terpapar sinar UV akan berubah menjadi OH radikal yang dapat mendegradasi ion Cr(VI) menjadi ion Cr(III). Ada perbedaan yang signifikan antara degradasi ion Cr(VI) dengan penyinaran UV dan degradasi ion Cr(VI) tanpa penyinaran UV.

Kata-kata Kunci: Degradasi, Ion Cr(VI), Penyinaran UV, Tanpa penyinaran UV

PENDAHULUAN

Kegiatan industri di samping bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan ternyata dapat menimbulkan pencemaran lingkungan perairan dan udara. Limbah fisik misalnya bau dan rasa, limbah akan mencemari lingkungan apabila dibuang begitu saja (Tandjung, 1994). Logam Krom (Cr) merupakan salah satu logam berat yang keberadaannya dalam lingkungan dapat berasal dari pembuangan air limbah industri penyamakan kulit, pelapisan logam, tekstil, maupun industri cat.

Dalam air limbah Kromium dapat ditemukan sebagai Cr(III) yang berbentuk kationik (Cr³⁺) dan Cr(VI) yang berbentuk anionik seperti HCrO₄⁻, CrO₄²⁻, Cr₂O₇²⁻. Limbah cair Cr(VI) terutama berasal dari proses pewarnaan, misalnya penggunaan bahan kimia K₂Cr₂O₇ untuk pewarnaan orange, sehingga Cr(VI) potensial mencemari lingkungan. Hampir 15% dari total produksi zat pewarna pada proses industri hilang ketika proses pewarnaan dan dikeluarkan sebagai limbah industri. Untuk melestarikan lingkungan hidup

maka dilakukan pengendalian terhadap pembuangan limbah ke lingkungan. Oleh karena itu BAPPEDAL Propinsi Jawa Tengah dalam PERDA No. 10 Tahun 2004 mengatur tentang baku limbah air industri cat dimana kadar maksimum Cr(VI) adalah 0,02ppm, limbah industri pelapisan logam kadar maksimum Cr(VI) adalah 0,1ppm, dan limbah industri penyamakan kulit kadar maksimum Cr(VI) adalah 0,06ppm. Ion Cr(VI) bersifat toksik lebih tinggi daripada Cr(III), karena Cr(VI) yang berupa anion mampu menembus membran sel darah dengan cepat dan berikatan dengan fraksi globin dari hemoglobin. Disamping itu nilai ambang batas Cr(VI) yang relatif sangat rendah mendorong dilakukan pengembangan metode pengolahan Cr(VI) dalam larutan untuk menurunkan (mendegradasi) atau menghilangkan konsentrasi Cr(VI) dari lingkungan. Pada dasarnya Cr(VI) dapat mengalami degradasi secara alamiah oleh adanya cahaya matahari, maka diperlukan penelitian tentang perbedaan degradasi Cr(VI) dengan penyinaran UV dan tanpa penyinaran UV.

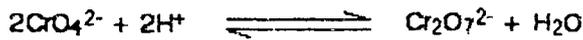
Tujuan umum penelitian ini adalah mengkaji degradasi ion Krom VI [Cr(VI)] dengan penyinaran UV dan tanpa penyinaran UV, sedangkan tujuan khususnya adalah mengkalibrasi spektrofotometer meliputi optimasi panjang gelombang, waktu kestabilan kompleks, waktu penyinaran dan rasio konsentrasi Cr(VI) dengan jumlah diphenil karbazid serta melakukan optimasi kondisi penelitian meliputi optimasi waktu penyinaran, optimasi konsentrasi ion Cr(VI), optimasi pH larutan, melakukan degradasi ion Krom VI [Cr(VI)] dengan penyinaran UV dan tanpa penyinaran UV serta membedakan degradasi ion Krom Cr(VI) dengan penyinaran UV dan tanpa

penyinaran UV. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar desain penanganan limbah Krom Cr(VI) secara alamiah yaitu dengan sinar matahari dan diharapkan dapat dijadikan sumbangan pemikiran bagi pengembangan ilmu di bidang lingkungan, industri maupun pemerintah dalam penanganan air limbah.

Dampak Cr (VI)

Sebagai logam berat, krom termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi. Ion Cr^{6+} merupakan bentuk logam krom yang paling banyak dipelajari sifat racunnya, bila dibandingkan dengan ion-ion Cr^{2+} dan Cr^{3+} . Sifat racun yang dibawa oleh logam ini juga dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis. Keracunan yang disebabkan oleh senyawa-senyawa ion krom pada manusia ditandai dengan kecenderungan terjadinya pembengkakan pada hati. Tingkat keracunan krom pada manusia diukur melalui kadar atau kandungan krom dalam urine. Dalam badan perairan krom dapat masuk melalui dua cara yaitu secara alamiah dan non alamiah. Masuknya krom secara alamiah dapat terjadi disebabkan oleh beberapa faktor fisika, seperti erosi atau pengikisan yang terjadi pada batuan mineral. Disamping itu debu-debu dan partikel-partikel krom yang di udara akan dibawa turun oleh air hujan. Masukan krom yang terjadi secara non alamiah lebih merupakan dampak atau efektivitas yang dilakukan manusia. Sumber-sumber krom yang berkaitan dengan aktivitas manusia dapat berupa limbah atau buangan industri sampai buangan rumah tangga (Heryando Palar, 2004).

a. Kestimbangan Kromat(VI)-
diKromat(VI)

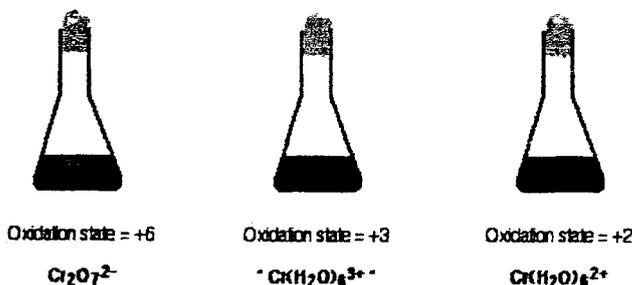


Reaksi kesetimbangan pada pusat interkonversi adalah bila asam sulfat encer ditambahkan pada larutan yang berwarna kuning (CrO_4^{2-}) maka larutan tersebut akan berubah menjadi berwarna jingga ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$), maka kesetimbangan akan bergeser ke arah kanan. Hal ini sesuai dengan prinsip Le Chatelier

Bila natrium hidroksida ditambahkan ke dalam larutan jingga ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) maka larutan tersebut berubah menjadi kuning (CrO_4^{2-}), maka ion hidroksida akan bereaksi dengan ion hidrogen dan kesetimbangan cenderung bergeser ke arah kiri.

b. Reduksi ion diKromat(VI) dengan seng dan asam

Ion diKromat(VI) dapat di reduksi menjadi ion Krom(III) dan kemudian menjadi ion Krom(II) dengan menggunakan seng dalam suasana asam. Hidrogen dihasilkan dari reaksi antara seng dengan asam. Hidrogen harus dibiarkan keluar, tetapi kita perlu menjaga agar udara tidak terlibat dalam reaksi.



1. Untuk reduksi dari +6 menjadi +3:



2. Untuk reduksi dari +3 menjadi +2:



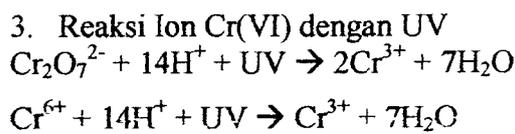
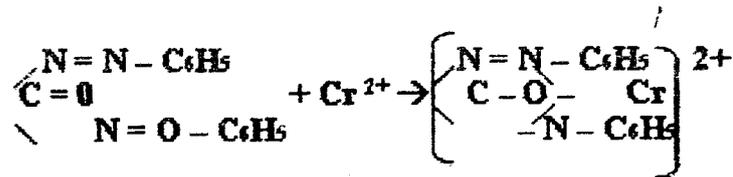
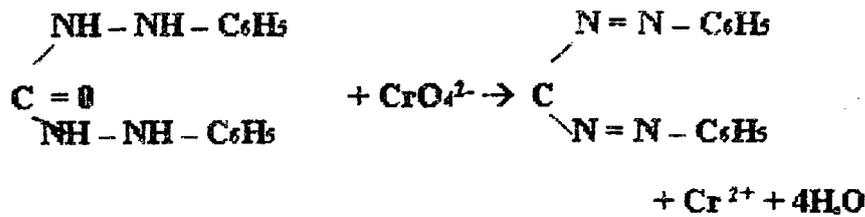
Sinar UV

Sinar ultra violet (UV) diketahui merupakan salah satu sinar dengan daya radiasi yang dapat bersifat letal bagi mikroorganisme. Sinar UV mempunyai panjang gelombang mulai 4–400 nm dengan efisiensi tertinggi untuk pengendalian mikroorganisme adalah pada 365 nm. Karena mempunyai efek letal terhadap sel-sel mikroorganisme, maka radiasi UV sering digunakan di tempat-tempat yang menuntut kondisi aseptik seperti laboratorium, ruang operasi rumah sakit dan ruang produksi industri makanan dan minuman, serta farmasi. (www.google.com) Situs Web Kimia Indonesia Belajar Online.htm

Salah satu sifat sinar ultra violet adalah daya penetrasi yang sangat rendah. Selapis kaca tipis pun sudah mampu menahan sebagian besar sinar UV. Oleh karena itu, sinar UV hanya dapat efektif untuk mengendalikan mikroorganisme pada permukaan yang terpapar langsung oleh sinar UV, atau mikroba berada di dekat permukaan medium yang transparan. Absorpsi maksimum sinar UV di dalam sel terjadi pada asam nukleat, maka diperkirakan mekanisme utama kerusakan sel oleh sinar UV pada ribosom, sehingga mengakibatkan terjadinya mutasi atau kematian sel (Atlas, 1997). (www.google.com) Situs Web Kimia Indonesia Belajar Online.htm).

B. Penetapan Kadar Cr Secara Spektrofotometri

- Prinsip penetapan : ion Cr dalam suasana asam bereaksi dengan Diphenil Karbazid yang menghasilkan senyawa berwarna merah ungu, serapan diukur dengan spektrofotometri pada panjang gelombang 540nm
- Reaksi Cr(VI) dengan diphenil karbazid



Prosedur

- Dipipet 2,0 ml sampel ke dalam labu 50 ml. Ditambahkan akuades 15 mL dan ditambahkan 2,5 ml diphenil karbazida
- Tambahkan akuades sampai tanda batas
- Homogenkan, diamkan selama 5-10 menit
- Lakukan juga untuk blangko dan baku
- Cr(VI) yang tidak terdegradasi diukur dengan metode Spektrofotometer.

4. Perhitungan

a. Konsentrasi Cr(VI) sisa (mg/L) =

$$\frac{\text{Abs sampel}}{\text{Abs baku}} \times \text{Cbaku} \times \text{Psampel} = \dots \text{mg/l (ppm) Cr}$$

b. Konsentrasi Cr(VI) kontrol (mg/L) =

$$\frac{\text{Abs Cr(VI) kontrol}}{\text{Abs baku}} \times \text{Cbaku} \times \text{Psampel} = \dots \text{mg/L (ppm)}$$

c. % Cr(VI) terdegradasi =

$$\frac{[\text{Cr(VI) kontrol}] - \{\text{Cr(VI) sisa}\}}{[\text{Cr(VI) kontrol}]} \times 100\% = \dots\%$$

(Mukaromah, A.H, 2007)

METODE PENDEKATAN

Jenis penelitian yang digunakan eksperimental. Tempat penelitian ini di Laboratorium Kimia Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang, Jl. Wonodri Sendang Raya No.2A Semarang. Waktu penelitian dilakukan pada bulan April sampai dengan Mei 2008. Objek penelitian ini adalah larutan uji berupa baku uji Cr dengan konsentrasi 25 ppm dari penurunan baku induk 100 ppm. Masing-masing larutan uji tersebut disimpan dalam labu ukur kemudian uji kuantitatif dengan metode spektrofotometri. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah K₂Cr₂O₇, HCl 0,1N, NaOH 0,1N, semuanya buatan Merck, dan aquadest. Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah reaktor yang dilengkapi dengan pengaduk magnetic P.N 510-652 dan lampu UV 40 Watt, Neraca Analitik Ohaus Model Digital, pH meter OP-211, dan peralatan analisis meliputi

spektrofotometri merk Spectronic 20 Genesys, serta alat-alat gelas meliputi erlenmeyerr, labu ukur (ml), pipet volume 50,00 ml, corong gelas, dan beker glass 100 ml dan 500 ml, buret 25,0ml.

Prosedur penelitian ini terdiri dari: (1) Optimasi lama waktu penyinaran, (2) Optimasi pH larutan, (3) Analisis Cr(VI) yang tersisa dan Pembuatan Kurva Baku Cr(VI) yaitu $K_2Cr_2O_7$.

1) Optimasi lama waktu penyinaran degradasi Cr(VI) dengan sinar UV

Proses sinar degradasi Cr(VI) dilakukan dengan *system batch* dalam reaktor yang dilengkapi lampu UV 40 Watt. Proses diawali dengan memasukkan 50,0 ml Cr(VI) 25 ppm ke dalam erlenmeyerr dengan pH larutan 7 dengan mengasamkan menggunakan HCl 0,1N atau membasakan dengan NaOH 0,1N. Suspensi yang diperoleh kemudian dimasukkan kedalam reaktor yang disinari lampu UV sambil diaduk dengan pengaduk magnetic selama waktu tertentu (30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, 180 menit, 240 menit, 300 menit, 360 menit). Larutan Cr(VI) yang tidak terdegradasi ditentukan dengan metode spektrofotometri.

2) Optimasi pH larutan

Proses diawali dengan memasukkan 50,0 ml Cr(VI) 25ppm kedalam erlenmeyerr, pH larutan divariasasi dari 2-12 dengan penambahan HCl untuk mengasamkan dan menambahkan NaOH untuk membasakan. Suspensi yang diperoleh kemudian dimasukkan kedalam reaktor yang disinari lampu UV dan di letakkan

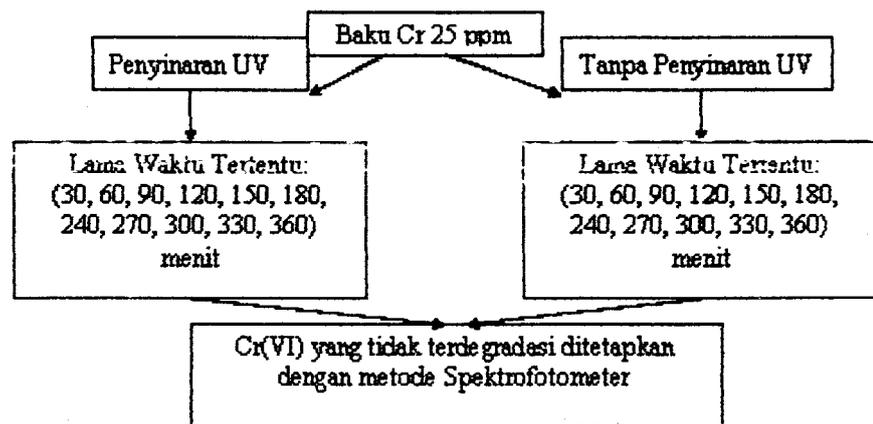
pada tempat yang gelap selama waktu optimum. Konsentrasi Cr(VI) yang tidak terdegradasi ditentukan dengan metode spektrofotometri.

2) Analisis Cr(VI) yang tersisa dan Pembuatan Kurva Baku Cr(VI) yaitu $K_2Cr_2O_7$.

Konsentrasi Cr(VI) yang tidak terdegradasi dalam larutan diukur dengan metode spektrofotometri menggunakan standar eksternal. Dipipet 2,0 ml sample dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml dan ditambahkan aquades sedikit, kemudian ditambahkan dipheni karbazid 2,5 ml dan dimbahjan aquades sampai dengan tanda batas. Baku seri dibuat dari satu seri larutan standar Cr(VI) dengan konsentrasi 0,1 sampai 1,0 ppm melalui pengenceran larutan induk $K_2Cr_2O_7$ 100 ppm.

$$\frac{\text{Abs sampel}}{\text{Abs baku}} \times C \text{ baku} \times P \text{ sampel} = \dots \text{ mg / l (ppm)}$$

B. Kerangka Konsep



C. Analisa Data

Data yang digunakan adalah data primer, dianalisa, ditabulasikan dan disajikan secara deskriptif. Data pengukuran Cr(VI) yang diperoleh ditabulasikan dan dianalisis secara statistik dengan menggunakan uji Dependent Samples T

Test (Paired T Tests) untuk mengetahui adanya perbedaan yang berarti pada degradasi ion Cr(VI) dengan penyinaran UV dan tanpa penyinaran UV.

D. Tabel Pemeriksaan ion Krom(VI) setelah mengalami fotodegradasi dengan terkatalis **Rancangan Percobaan** dan tanpa terkatalis UV yang lama penyinarannya bervariasi.

Waktu	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
	menit											
Perlakuan												
UV	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Tanpa UV	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X

Keterangan: A, B, C, X = adalah hasil dari perlakuan sample

E. Hipotesa

Ho : Tidak ada perbedaan degradasi antara ion Cr(VI) yang ditambah penyinaran UV dengan yang tidak ditambah penyinaran UV.

Ha : Ada perbedaan degradasi antara ion Cr(VI) yang ditambah penyinaran UV dengan yang tidak ditambah penyinaran UV.

F. Variable Penelitian

Variable Terikat : Penyinaran UV dan tanpa penyinaran UV.

Variable Bebas : Degradasi Cr(VI)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kalibrasi spektrofotometer didapatkan panjang gelombang optimum adalah 540 nm, lama waktu kestabilan kompleks selama 10 menit dan hasil rasio konsentrasi Cr(VI) dengan diphenil

karbazida adalah 2,5 mL/0,1 ppm seperti yang tertulis pada Lampiran 2. Hasil optimasi kondisi penelitian didapatkan waktu penyinaran optimum ion Cr(VI) adalah 120 menit

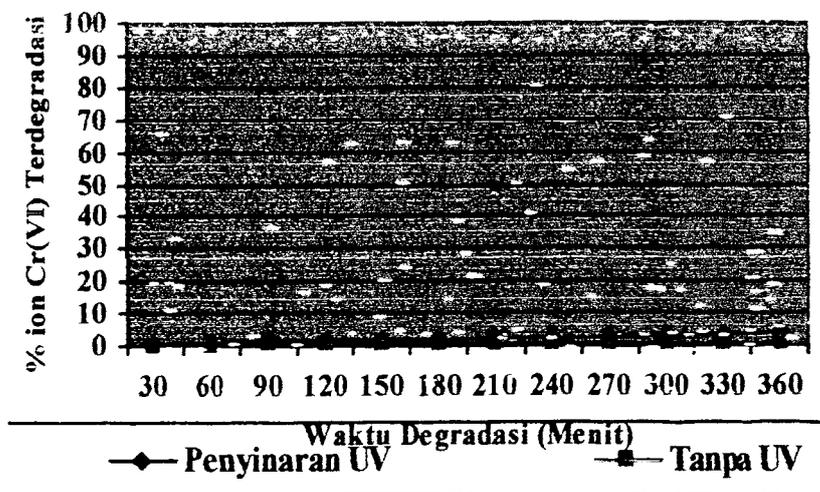
dengan konsentrasi ion Cr(VI) 25 ppm pada pH 3 seperti yang terdapat pada Lampiran 3.

Proses fotodegradasi Cr(VI) dengan sinar UV dan yang tidak disinari UV berdasarkan lama waktu penyinaran tertentu dengan konsentrasi Cr(VI) 25 ppm pada pH 3 diperoleh hasil seperti pada Tabel.1 sebagai berikut:

Waktu Degradasi (menit)	% Cr(VI) terdegradasi	
	UV	Tanpa UV
30	0,47	0,16
60	0,94	0,31
90	1,24	0,47
120	1,40	0,47
150	1,72	0,62
180	2,03	0,62
210	2,18	0,62
240	2,50	0,62
270	2,81	0,78
300	3,28	0,94
330	3,74	0,94
360	4,37	0,94

Hasil perbandingan degradasi ion Krom Cr(VI) dengan penyinaran UV dan tanpa penyinaran UV dapat dilihat pada Grafik. 1

Grafik 1. Degradasi Ion Cr(VI) Dengan Penyinaran UV dan Tanpa Penyinaran UV



Dari Tabel.1 dan Grafik.1 dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu reaksi sinar UV terhadap ion Cr(VI) maka semakin besar pula jumlah ion Cr(VI) yang terdegradasi baik dengan penyinaran UV (Ultra Violet) maupun yang tidak disinari UV. Degradasi ion Cr(VI) menggunakan sinar UV (Ultra Violet) akan lebih besar bila dibandingkan dengan tanpa disinari UV, dikarenakan H_2O yang terpapar sinar UV akan berubah menjadi OH radikal yang dapat mendegradasi ion Cr(VI) menjadi ion Cr(III). Sehingga degradasi ion Cr(VI) semakin besar.

Selanjutnya diolah dengan uji Dependent Samples T Test (Paired T Tes), dari hasil uji KS diketahui bahwa variabel persentase penurunan kadar Cr(VI) 25 ppm dengan menggunakan penyinaran UV memiliki nilai $p = 1,000$

dan persentase penurunan kadar Cr(VI) 25 ppm tanpa penyinaran UV memiliki nilai $p = 0,893$. Kedua variabel tersebut memenuhi asumsi berdistribusi normal karena nilai p KS $> 0,05$. Pada uji Paired Samples Statistics terlihat statistik deskriptif dimana rata-rata persentase degradasi ion Cr(VI) dengan penyinaran UV adalah 2,2231 dengan standar deviasi 1,17146 sedangkan rata-rata persentase degradasi ion Cr(VI) tanpa penyinaran UV adalah 0,6240 dengan standar deviasi 0,24889. Sedangkan pada uji Paired Samples Test, diperoleh nilai rata-rata perbedaan antara degradasi ion Cr(VI) dengan penyinaran UV dan degradasi ion Cr(VI) tanpa penyinaran UV adalah 1,5991 dengan standar deviasi 0,93634.

Hasil uji statistik dengan uji t sampel berhubungan diperoleh nilai $p = 0,000$ ($< \alpha$ 5%), dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara degradasi ion Cr(VI) dengan penyinaran UV dan degradasi ion Cr(VI) tanpa penyinaran UV.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kalibrasi spektrofotometer adalah panjang gelombang maksimum 540 nm, waktu kestabilan kompleks 10 menit, rasio volume diphenil karbazida dengan konsentrasi Cr(VI) adalah 2,5 mL untuk setiap 50 mL Cr 0,1 mg/L.

2. Optimasi kondisi penelitian adalah waktu penyinaran optimum pada waktu 120menit dengan konsentrasi ion Cr(VI) 25 ppm pada pH 3.
3. Secara umum semakin lama ion Krom [Cr(VI)] tersinari UV (Ultra Violet) maka semakin besar pula persen degradasi ion Krom [Cr(VI)]
4. Ada perbedaan yang signifikan antara degradasi ion Cr(VI) dengan penyinaran UV dan degradasi ion Cr(VI) tanpa penyinaran UV.

DAFTAR PUSTAKA

- Aluysius H.P. 1999. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta : Erlangga
- Anonimus. 1989. *Undang-Undang Lingkungan Hidup dan Peraturan Pelaksananya*. Sekretariat Menteri Negara KLH. Jakarta
- Mukaromah, A H. . 2007. *Degradasi Ion Krom [Cr(VI)] Dengan Fotokatalis Titanium Dioksida (TiO₂)*. DIKNAS Propinsi Jateng. Semarang
- Palar Heryando. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Cetakan ke 2 Jakarta : Rhineka Cipta
- Shalihudin D.T. 1994. *Pencemaran Lingkungan (BIZ 683)*
- www.google.com\ Sentra Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK).htm
- www.google.com\ Situs Web Kimia Indonesia Belajar Online.htm