

**APLIKASI ALAT ELEKTRODEKOLORISASI DENGAN ELEKTRODE
SENG DAN KARBON BEKAS UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH ZAT
WARNA HASIL PRAKTIKUM DAN PENELITIAN
(STUDI KASUS DI LABORATORIUM TERPADU
UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA)**

Isni Gustanti¹ dan Indra Nafiyanto²

^{1,2}Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Jl. Marsda Adisucipto Yogyakarta 55281 Telp. +62-274-519739
Email: lucky13_cute@yahoo.com¹, indranafiyanto@yahoo.com²

Abstract

Integrated Laboratory UIN Sunan Kalijaga outline has three functions, namely as a service practice, research and public service (community service). As a function for practice and research using diverse materials to chemicals, one of which is a synthetic dye. If we observe, sewage waste dye lab work and research results are still stored in tanks of waste and waste have not been processed to become complex dye. Waste dye is then processed by means of elektrodekolorisasi using zinc and carbon electrodes former. Elektrodekolorisasi with zinc and carbon electrodes on the former waste dye lab results and research in the Laboratory of Integrated UIN Sunan Kalijaga, carried on the strong current of 2 A, voltage of 8 volts and 30 seconds. Waste dye in the Integrated Laboratory UIN Sunan Kalijaga can didekolorisasi with elektrodekolorisasi tool uses zinc and carbon electrodes in normal conditions, acidic (pH 2) and the addition of salt. In normal conditions, the percentage of samples elektrodekolorisasi to 1 at 13.09% and the samples to 2 at 14.09%. In acidic conditions (pH 2), the percentage of samples elektrodekolorisasi 3 to 63% and the samples to 4 of 82.25%. On the condition of adding salt (NaCl), the percentage of samples elektrodekolorisasi to 5 at 99.68% and the samples to 6 amounted to 99.60%. Based on the results elektrodekolorisasi, the most optimal conditions the addition of salt in waste mendekolorisasi dye.

Keywords: waste dye, elektrodekolorisasi, electrodes, zinc (Zn), carbon (C), pH 2

PENDAHULUAN

Industri batik dan tekstil merupakan penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan. Selain kandungan zat warnanya tinggi, limbah industri batik dan tekstil juga mengandung bahan-bahan sintetik yang sukar larut atau sukar diuraikan. Setelah proses pewarnaan selesai, akan dihasilkan limbah cair yang berwarna keruh dan pekat. Biasanya warna air limbah tergantung pada zat warna yang digunakan. Limbah cair yang berwarna-warni ini yang menyebabkan masalah terhadap lingkungan. Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik *non-biodegradable*, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan (Al-kdasi, 2004).

Zat warna sintetik yang sering digunakan pada industri batik atau tekstil juga banyak digunakan di Laboratorium Terpadu UIN Sunan Kalijaga khususnya di Laboratorium Kimia dan Laboratorium Biologi sebagai bahan praktikum dan penelitian. Zat warna tersebut setelah digunakan untuk penelitian atau praktikum ditampung di bak-bak penampungan limbah. Semakin lama limbah zat warna semakin banyak dan bercampur dengan berbagai jenis zat warna (kompleks zat warna) dan belum ada penanganan pengolahan limbah zat warna secara khusus. Contoh zat warna sintetik yang digunakan pada proses praktikum dan penelitian antara lain Remazol, Rhodamin B, Methilen blue, Methilen Red dan sebagainya.

Metode pengolahan limbah zat warna sintetik dengan alat elektrodekolorisasi diharapkan menjadi metode yang efektif, selektif, ekonomis, bebas polutan. Alat

elektrodekolorisasi dengan elektrode Zn dan karbon sudah dipernah diuji coba untuk mendegradasi zat warna remazol red dengan efektif tanpa menghasilkan limbah baru dilihat dari perubahan warna yang semula berwarna merah pekat menjadi bening (secara kualitatif). Proses elektrodekolorisasi dipengaruhi oleh waktu, pH, voltase, konsentrasi dan volume larutan. Alat elektrodekolorisasi dengan elektrode seng (Zn) dan karbon (C) untuk proses elektrodekolorisasi zat warna remazol red diperoleh kondisi optimum pada voltase 8 volt, waktu 30 menit, pH 2, konsentrasi 40 ppm, dan volume larutan 250 mL dengan persentase penyerapan 96,24% (Nafiyanto; 2015).

Alat elektrodekolorisasi tersebut juga sudah diaplikasikan untuk pengolahan limbah industri batik yang diambil dari bak bak penampungan limbah batik di daerah Bantul Yogyakarta. Berdasarkan uji coba, alat elektrodekolorisasi mampu mendegradasi warna dari limbah batik dengan prosentase dekolorisasi 50 – 100 % dengan rentang panjang gelombang 200 – 800 nm dengan pengamatan visual, limbah yang semula berwarna coklat keruh dan berbau menyengat berubah menjadi bening dan tidak berbau (Nafiyanto, 2015).

Laboratorium adalah tempat riset ilmiah, eksperimen, pengukuran ataupun pelatihan ilmiah dilakukan. Laboratorium biasanya dibuat untuk memungkinkan dilakukannya kegiatan-kegiatan tersebut secara terkendali (Anonim, 2007). Laboratorium Terpadu UIN Sunan Kalijaga secara garis besar mempunyai tiga fungsi, yaitu sebagai pelayanan praktikum, penelitian dan pelayanan publik (pengabdian masyarakat). Sebagai fungsinya untuk pelayanan praktikum dan penelitian menggunakan bahan-bahan kimia yang beranekaragam, salah satunya zat warna sintetik. Jika kita amati, limbah limbah zat warna hasil praktikum dan penelitian masih ditampung dalam bak-bak limbah dan belum diolah sehingga menjadi limbah zat warna yang kompleks. Kalo kita hubungkan dengan kinerja alat elektrodekolorisasi dalam mengolah zat warna limbah batik, maka perlu dilakukan uji coba pengolahan limbah zat warna hasil praktikum dan limbah penelitian menggunakan alat elektrodekolorisasi dengan elektrode seng dan karbon bekas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquades, limbah zat warna hasil praktikum, HCl dan NaCl. Sedangkan alat yang digunakan antara lain seperangkat alat elektrodekolorisasi dengan elektrode Zn (seng bekas) dan grafit/C (bekas), pH meter dan stopwatch.

Penelitian ini dilakukan dengan mendekolorisasi limbah zat warna hasil praktikum di Laboratorium Terpadu UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta dengan seperangkat alat elektrodekolorisasi dengan elektrode Zn (seng) bekas dan grafit (C) bekas. Proses elektrodekolorisasi dilakukan dengan kondisi normal, pH 2 dan penambahan garam. Kondisi optimum pada penelitian sebelumnya, yaitu pada pH 2, waktu 30 menit, kuat arus 2 A, voltase 8 volt dan volume zat warna 250 mL. Hasil elektrodekolorisasi pada kondisi optimum dibandingkan dengan elektrodekolorisasi dengan penambahan zat elektrolit (NaCl). Limbah (sebelum proses elektrodekolorisasi) dan setelah proses elektrodekolorisasi kemudian diukur serapan atau absorbansinya dengan alat spektrofotometer UV-VIS untuk mengetahui efektivitas dari kinerja alat tersebut.

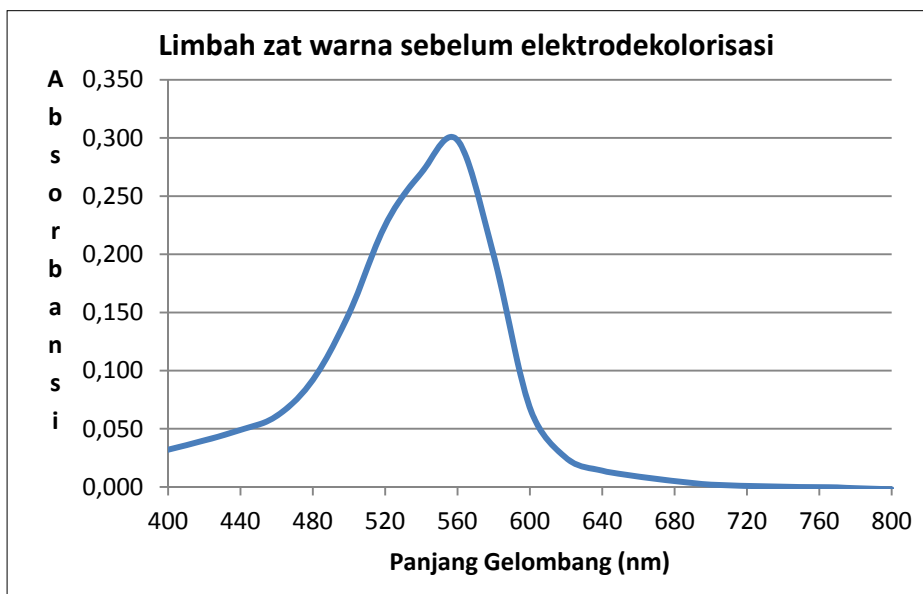
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian elektrodekolorisasi limbah zat warna di Laboratorium Terpadu Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga dilakukan dengan elektrode seng dan karbon bekas. Penelitian diawali dengan persiapan alat elektrodekolorisasi dan pengecekan sumber arus dan tegangan. Alat elektrodekolorisasi terdiri atas sumber tegangan dan kuat arus, wadah atau bejana, kabel, elektrode seng dan karbon bekas. Setelah alat elektrodekolorisasi sudah

lengkap, langkah selanjutnya menyiapkan limbah zat warna elektrokolorisasi yang diambil di laboratorium kimia. Penelitian elektrokolorisasi limbah zat warna di laboratorium dibagi tiga jenis, yaitu limbah kondisi normal, limbah pada pH 2 dan penambahan garam pada limbah zat warna.

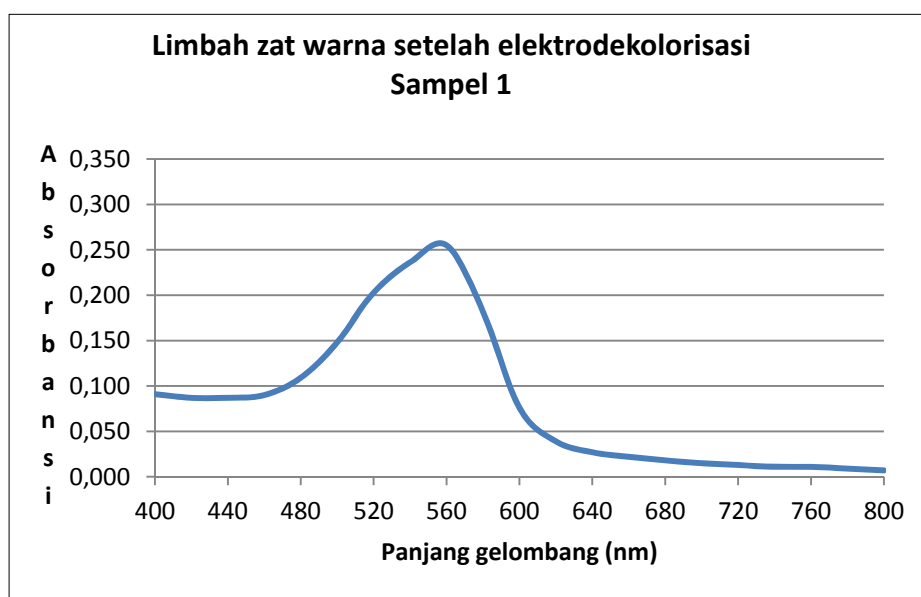
A. Limbah Kondisi Normal

Hasil pengukuran absorbansi sampel zat warna sebelum proses elektrokolorisasi dan setelah proses elektrokolorisasi sampel 1 dan 2 diperoleh hasil sebagai berikut.



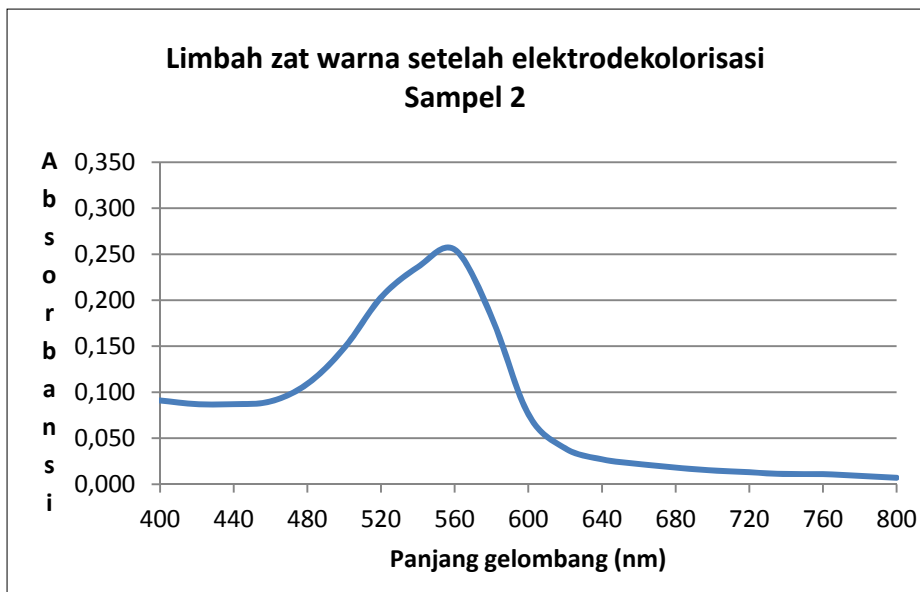
Gambar 1. Grafik pengukuran sampel awal limbah zat warna kondisi normal (sebelum elektrokolorisasi) sampel 1

Hasil pengukuran absorbansi limbah sampel 1 awal menunjukkan panjang gelombang maksimum pada 559,5 nm dengan nilai absorbansi 0,298. Pengukuran dilakukan pada rentang panjang gelombang sinar visibel/sinar tampak, yaitu dari 400 nm sampai 800 nm.



Gambar 2. Grafik pengukuran sampel limbah zat warna kondisi normal setelah elektrokolorisasi sampel 1

Hasil pengukuran absorbansi limbah sampel 1 awal menunjukkan panjang gelombang maksimum pada 559,5 nm dengan nilai absorbansi 0,259. Pengukuran dilakukan pada rentang panjang gelombang sinar visibel/sinar tampak, yaitu dari 400 nm sampai 800 nm.

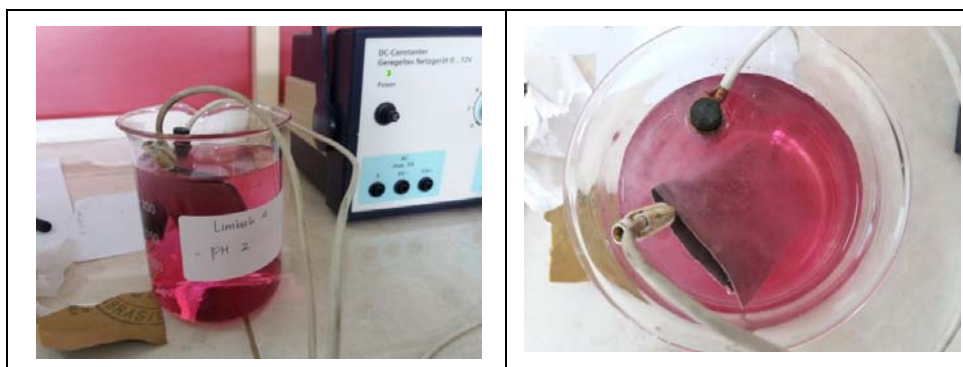


Gambar 3. Grafik pengukuran sampel limbah zat warna kondisi normal setelah elektrokolorisasi sampel 2

Berdasarkan hasil pengukuran absorbansi sampel limbah zat warna sebelum dan setelah dekolorisasi, maka untuk elektrokolorisasi sampel yang pertama (sampel 1) terjadi penurunan absorbansi limbah zat warna sebesar 13,09%, sedangkan pengukuran sampel yang kedua terjadi penurunan absorbansi limbah zat warna sebesar 14,09%. Prosentasi dihitung dari nilai absorbansi pada panjang gelombang maksimumnya (559,5 nm). Kecilnya prosentase penurunan absorbansi limbah zat warna ini dapat disebabkan sedikitnya zat elektrolit di dalam limbah zat warna sampel 1 dan sampel 2 sehingga proses elektrokolorisasi belum optimal. Untuk meningkatkan kandungan zat elektrolit dalam limbah zat warna dapat ditambahkan zat elektrolit seperti asam, basa atau garam.

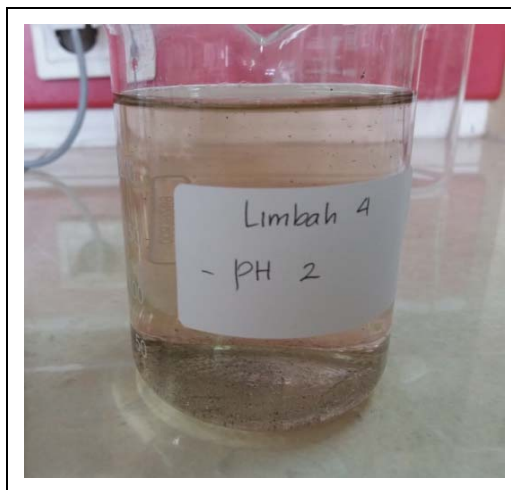
B. Kondisi pH 2 pada Limbah Zat Warna

Berdasarkan hasil elektrokolorisasi limbah zat warna pada kondisi normal belum optimal, maka perlu ditambahkan asam untuk meningkatkan kandungan zat elektrolit. Limbah dalam kondisi normal mempunyai pH 5,328, sehingga untuk membuat pH limbah menjadi 2 maka perlu ditambahkan asam. Setelah limbah zat warna menunjukkan pH 2, maka langkah selanjutnya dilakukan elektrokolorisasi dengan elektrode karbon dan seng pada tegangan 8 volt dan kuat arus 2 A selama 30 menit. Langkah yang sama juga dilakukan untuk sampel limbah zat warna 4.



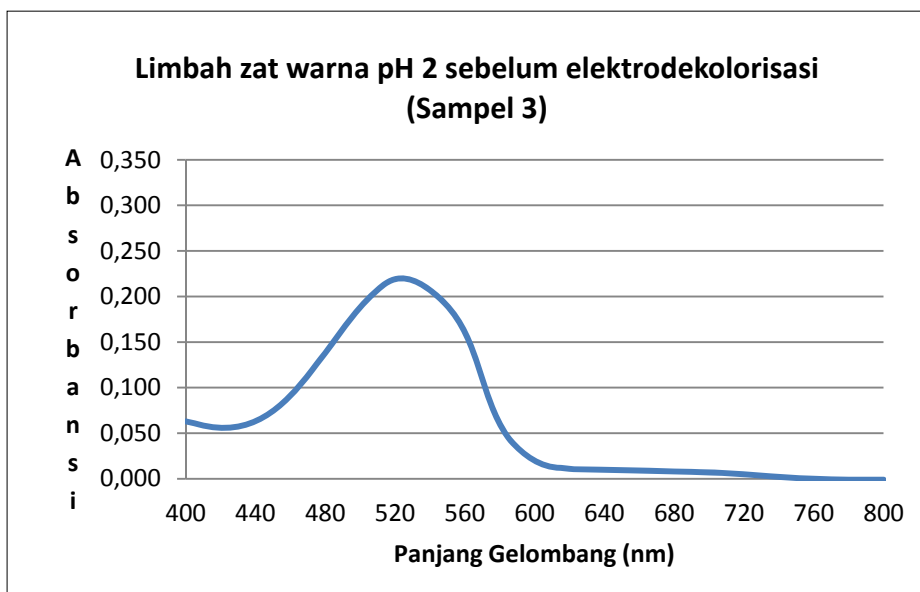
Gambar 4 . Proses elektrokolorisasi limbah zat warna pada pH 2

Pada saat proses elektrokolorisasi terlihat jelas banyak terbentuk gelembung udara di sekitar elektrode seng, dan warna limbah makin lama makin pudar dari semula yang berwarna merah berubah menjadi bening. Di bawah bak elektrokolorisasi terlihat ada sedikit serbuk berwarna yang berasal dari karbon yang jatuh akibat proses elektrokolorisasi. Warna seng bekas yang semula abu-abu berubah menjadi hitam seperti bekas terkorosi.



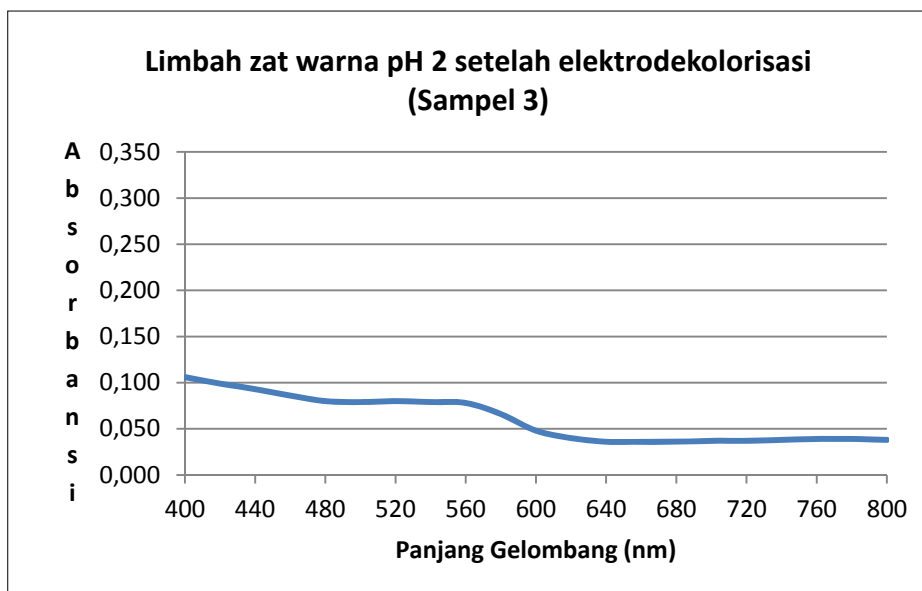
Gambar 5. Limbah menjadi jernih setelah elektrokolorisasi pada pH 2

Setelah diukur pH-nya, absorbansi limbah zat warna sebelum dan sesudah elektrokolorisasi diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV VIS.



Gambar 6. Grafik pengukuran sampel limbah zat warna pH 2 sebelum elektrokolorisasi (sampel 3).

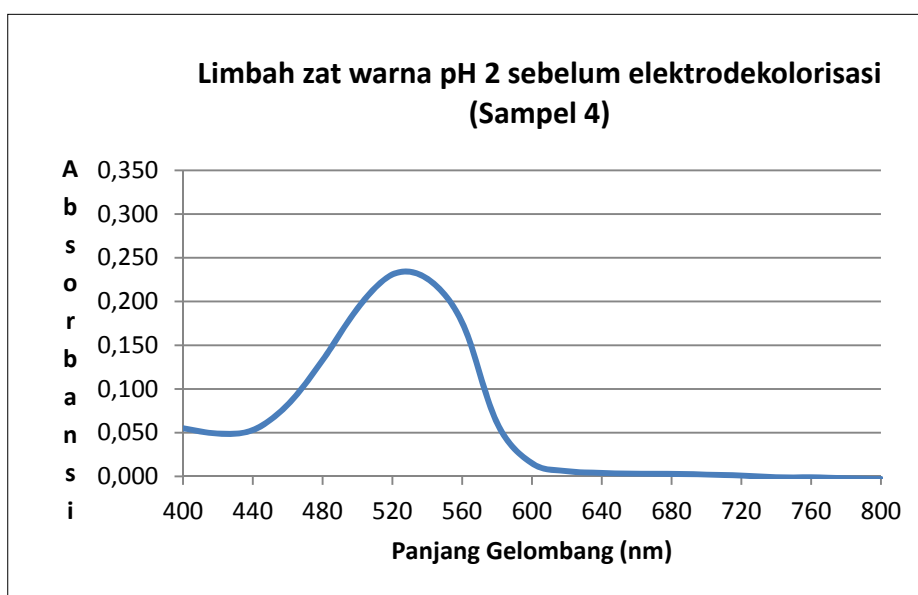
Hasil pengukuran absorbansi limbah sampel 3 awal menunjukkan panjang gelombang maksimum pada 519 nm dengan nilai absorbansi 0,219. Pengukuran dilakukan pada rentang panjang gelombang sinar visibel/sinar tampak, yaitu dari 400 nm sampai 800 nm. Penambahan asam klorida pada limbah zat warna sampel ke 3 menunjukkan pergeseran panjang gelombang maksimum dari 529,5 nm menjadi 519 nm.



Gambar 7. Grafik pengukuran sampel limbah zat warna pH 2 setelah elektrokolorisasi (sampel 3).

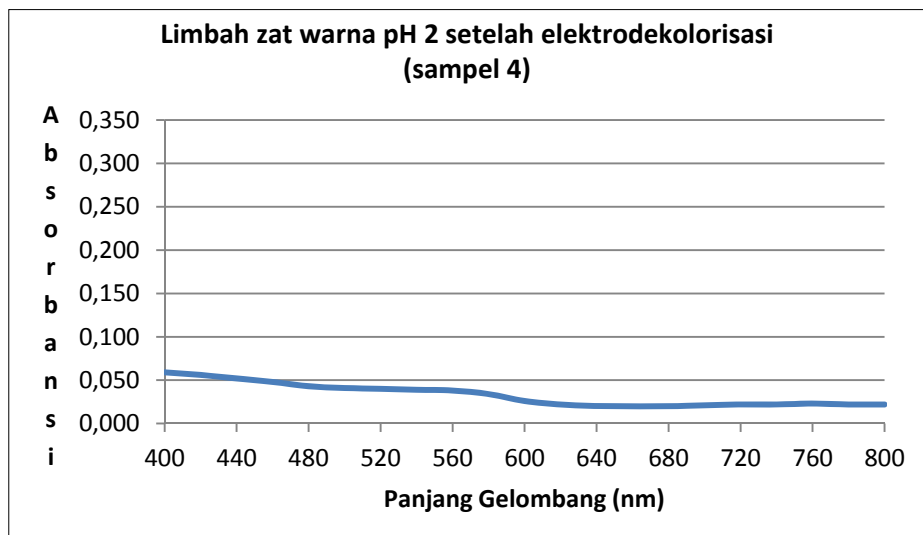
Berdasarkan hasil pengukuran dari sampel ke 3 pada pH 2 terlihat jelas perbedaan signifikan dari mulai warna limbah sebelum elektrokolorisasi dan sesudah elektrokolorisasi. Setelah diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV VIS, diperoleh hasil berupa penurunan absorbansi sampel limbah zat warna yang cukup signifikan. Prosentasi penurunan absorbansi limbah pada panjang gelombang maksimum 519 nm yang semula 0,219 berubah menjadi 0,081 sebesar 63 %.

Limbah zat warna sampel ke 4 juga dilakukan proses yang sama dengan limbah zat warna sampel ke 3, yaitu pada pH 2. Elektrokolorisasi juga dilakukan menggunakan elektrode seng dan karbon bekas pada tegangan 8 volt dan kuat arus 2A selama 30 menit. Hasil nilai pH sebelum elektrokolorisasi 2,005 dan setelah elektrokolorisasi 2,198. Hasil elektrokolorisasi sampel pada pH 2 tidak terlalu signifikan perubahan nilai pH-nya. Hasil pengukuran absorbansi limbah zat warna sampel ke 4 sebelum dan sesudah elektrokolorisasi sebagai berikut.



Gambar 8. Grafik pengukuran sampel limbah zat warna pH 2 sebelum elektrokolorisasi (sampel 4)

Hasil pengukuran absorbansi limbah sampel 4 awal menunjukkan panjang gelombang maksimum pada 521,5 nm dengan nilai absorbansi 0,231. Penambahan asam klorida pada limbah zat warna sampel ke 4 menggeser panjang gelombang maksimum dari 559,5 nm menjadi 521,5 nm. Pengukuran dilakukan pada rentang panjang gelombang sinar visibel/sinar tampak, yaitu dari 400 nm sampai 800 nm.

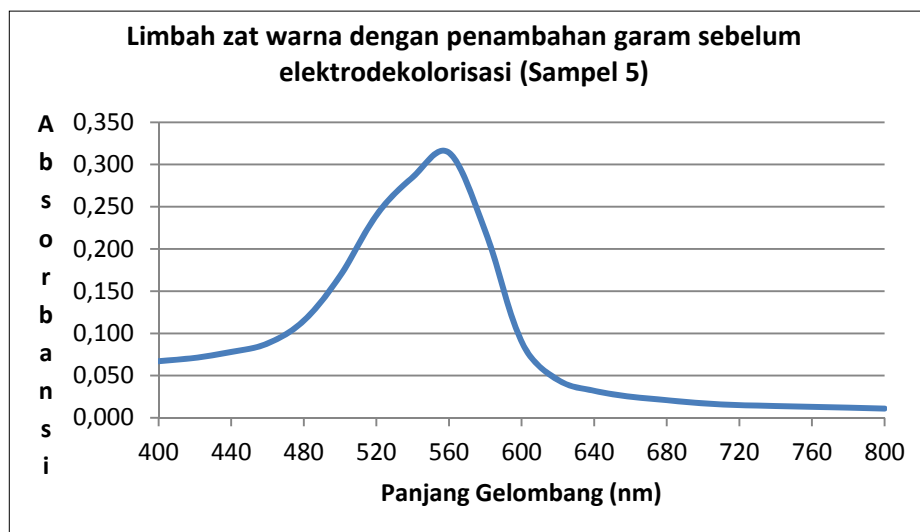


Gambar 9. Grafik pengukuran sampel limbah zat warna pH 2 setelah elektrokolorisasi (sampel 4)

Berdasarkan hasil pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-VIS diperoleh hasil panjang gelombang maksium 519 nm absorbansi sebelum elektrokolorisasi 0,231 dan setelah elektrokolorisasi 0,041, sehingga prosentasi penurunan absorbansi limbah zat warna pada sampel ke 4 adalah 82,25%.

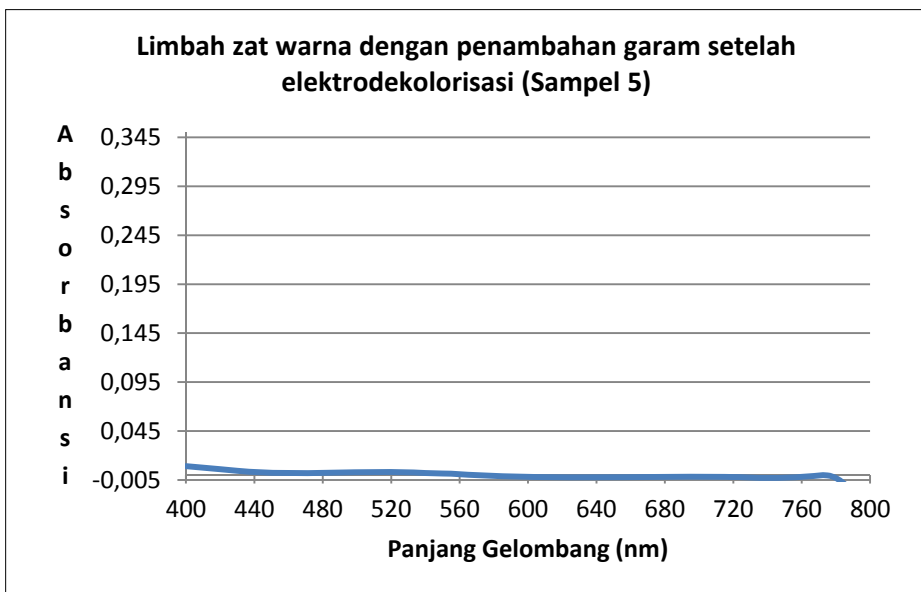
C. Penambahan Garam (NaCl) pada Limbah Zat Warna

Untuk meningkatkan proses elektrokolorisasi ditambahkan garam dapur (NaCl) ke dalam limbah zat warna sebagai zat elektrolit. Penambahan garam sebanyak 10 gram pada 250 mL limbah zat warna. Setelah penambahan garam, diukur nilai pH limbah zat warna tersebut menunjukkan nilai pH 6,825. Sampel limbah zat warna kemudian dielektrokolorisasi pada voltase 8 volt dan kuat arus 2 A selama 30 menit. Hasil yang diperoleh pada sampel 5 dan 6 sebagai berikut.



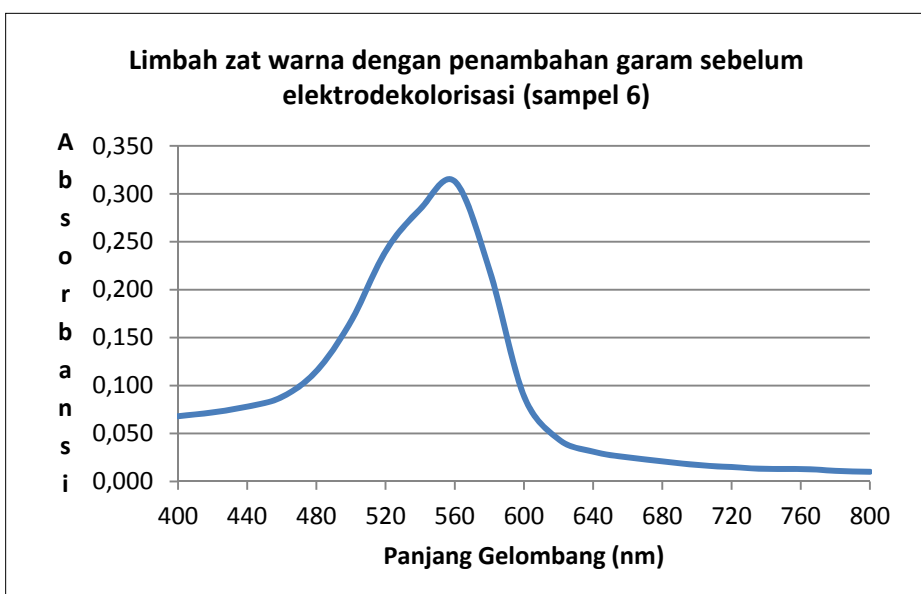
Grafik 10. Pengukuran sampel limbah zat warna dengan penambahan garam sebelum elektrokolorisasi (sampel 5).

Hasil pengukuran absorbansi limbah sampel 5 awal menunjukkan panjang gelombang maksimum pada 559,5 nm dengan nilai absorbansi 0,314. Penambahan garam tidak mengubah panjang gelombang maksimum limbah zat warna. Pengukuran dilakukan pada rentang panjang gelombang sinar visibel/sinar tampak, yaitu dari 400 nm sampai 800 nm.



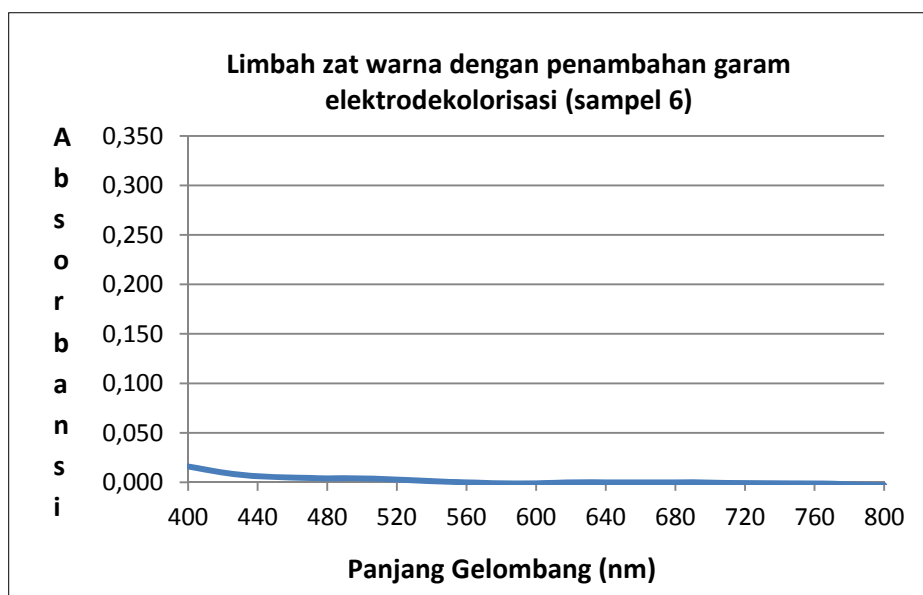
Gambar 11. Grafik pengukuran sampel limbah zat warna dengan penambahan garam setelah elektrokolorisasi (sampel 5).

Berdasarkan hasil pengukuran absorbansi sampel limbah zat warna dengan penambahan garam sebelum elektrokolorisasi dengan setelah elektrokolorisasi pada sampel ke 5 terjadi perubahan yang cukup signifikan. Panjang gelombang maksimum pada zat warna dengan penambahan garam sebelum elektrokolorisasi pada 559,5 nm dengan absorbansi 0,314 bergeser untuk panjang gelombang maksimum limbah zat warna setelah elektrokolorisasi pada 415 nm dengan absorbansi 0,006. Apabila dibandingkan untuk panjang gelombang 559,5 nm terjadi penurunan absorbansi dari 0,314 menjadi 0,001 sebesar 99,68 %. Tetapi jika dibandingkan pada panjang gelombang maksimum zat warna setelah elektrokolorisasi pada 415 nm terjadi penurunan dari 0,069 menjadi 0,006 sebesar 91,30 %.



Gambar 12. Grafik pengukuran sampel limbah zat warna dengan penambahan garam sebelum elektrokolorisasi (sampel 6).

Hasil pengukuran absorbansi limbah sampel 6 awal menunjukkan panjang gelombang maksimum pada 559,5 nm dengan nilai absorbansi 0,313. Pengukuran dilakukan pada rentang panjang gelombang sinar visibel/sinar tampak, yaitu dari 400 nm sampai 800 nm.



Gambar 13. Grafik pengukuran sampel limbah zat warna dengan penambahan garam setelah elektrokolorisasi (sampel 6)

Berdasarkan hasil pengukuran absorbansi sampel limbah zat warna dengan penambahan garam sebelum elektrokolorisasi dengan setelah elektrokolorisasi terjadi perubahan yang cukup signifikan. Panjang gelombang maksimum pada zat warna dengan penambahan garam sebelum elektrokolorisasi pada 559,5 nm dengan absorbansi 0,313 bergeser untuk panjang gelombang maksimum limbah zat warna setelah elektrokolorisasi pada 425,5 nm dengan absorbansi 0,010. Apabila dibandingkan untuk panjang gelombang 559,5 nm terjadi penurunan absorbansi dari 0,313 menjadi 0,001 sebesar 99,6 %. Tetapi jika dibandingkan pada panjang gelombang maksimum zat warna setelah elektrokolorisasi 425,5 terjadi penurunan dari 0,074 menjadi 0,010 sebesar 86,48 %.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil elektrokolorisasi dengan elektrode seng dan karbon bekas pada limbah zat warna hasil praktikum dan penelitian di Laboratorium Terpadu UIN Sunan Kalijaga, diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Limbah zat warna di laboratorium Terpadu UIN Sunan Kalijaga dapat didekolorisasi dengan alat elektrokolorisasi menggunakan elektrode seng dan karbon pada kondisi normal, asam (pH 2) dan penambahan garam.
2. Pada kondisi normal, prosentase elektrokolorisasi sampel ke 1 sebesar 13,09% dan sampel ke 2 sebesar 14,09%
3. Pada kondisi asam (pH 2), prosentase elektrokolorisasi sampel ke 3 sebesar 63 % dan sampel ke 4 sebesar 82,25%.
4. Pada kondisi penambahan garam dapur (NaCl), prosentase elektrokolorisasi sampel ke 5 sebesar 99,68 % dan sampel ke 6 sebesar 99,60%.
5. Berdasarkan hasil elektrokolorisasi, kondisi penambahan garam paling optimal dalam mendekolorisasi limbah zat warna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada LP2M UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan hibah dana penelitian sehingga penelitian ini dapat dapat dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Kdasi, A., Idris, A., Saed, K. dan Guan, C.T., 2004. Treatment of textile wastewater by advanced oxidation processes. *Global Nest the Int. J.* 6: 222-230.
- Catanho, M., 2006, Avaliacao Dos Tratamentos Eletroquimico E Fotoeletroquimico Na Degradacao De Corantes Texteis, *Quim.Nova*, Vol.29
- Indrawati, Gunawan, Didik Setiyo Widodo.2008. Dekolorisasi larutan remazol Brilliant blue menggunakan Ozon hasil elektrolisis. *Skripsi*. UNDIP:Semarang
- Manurung R, Hasibuan R, dan Irvan, 2004, *Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob-Aerob*, F.TEKNIK, Universitas Sumatera Utara, Hal 1- 19
- Mondal, S, 2008, Methods of Dye Removal from Dye House Effluent. *J.Environmental Engineering*, vol. 25,no.3
- Nafiyanto, Indra. 2015. Rancang Bangun Alat Elektrokolorisasi untuk Pengolahan Zat Warna Sintetik yang Ramah Lingkungan. *IntegratedLab Journal*. Volume 03.No 01. ISSN 2339-0905 hal 50 -59
- Nafiyanto, Indra. 2015. Optimasi Alat Elektrokolorisasi untuk Pengolahan Zat Warna Sintetik di Laboratorium Terpadu UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. *Jurnal: Integrated Laboratory*. Volume 3, hal 49 – 56. ISSN 2089-3140