

**SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK-IV)**  
**Hotel Swiss-Belinn Kristal Kupang, Kupang - 25 Oktober 2019**

**ELEKTRODEKOLORISASI ZAT WARNA NAPHTHOL DARI LIMBAH TENUN IKAT  
MENGUNAKAN ELEKTROLIT H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>**

Sherlly M.F Ledoh<sup>1</sup>, Luther Kadang, Pius Dore Ola<sup>2</sup>, Fredy Z. Saudale<sup>3</sup> dan Reinner I. Lerrick<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Email : sherllymfl@gmail.com

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian dengan judul Elektrokolorisasi Zat Warna Sintetik Blue Black Naphthol dari Limbah Cair Tenun Ikat Menggunakan Elektrolit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui voltase optimum dekolorisasi sampel blue black naphthol (BBN), waktu optimum dekolorisasi dan mengetahui besarnya persentase dekolorisasi zat warna BBN. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode elektrokolorisasi (Elektrokimia). Berdasarkan hasil penelitian, voltase optimum yang diperoleh untuk mendegradasi sampel zat warna BBN adalah 12 volt. Waktu optimum yang diperoleh untuk mendegradasi zat warna BBN yaitu 35 menit. Efisiensi degradasi dari proses elektrokolorisasi zat warna BBN limbah cair pada tenun ikat menggunakan elektrolit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> adalah sebesar 97,57%.

Kata kunci : elektrokolorisasi, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Blue Black Naphto.

## **1. PENDAHULUAN**

Salah satu desa di Kabupaten TTU khususnya di Desa Upfaon terdapat banyak pengrajin tenun ikat yang berlomba untuk menghasilkan kain tenun dengan kualitas terbaik, akan tetapi limbah tenun yang dihasilkan sangat banyak dan dibuang begitu saja ke lingkungan. Hal ini sering terjadi dan secara tidak sadar dilakukan tanpa memikirkan dampaknya di kemudian hari. Limbah yang dibuang dalam jumlah sedikit terkadang belum memperlihatkan dampak lingkungan namun apabila terakumulasi akan memberikan berbagai masalah lingkungan (Purba, 2010).

Zat warna *blue black naphthol* terdiri dari komponen naphthol sebagai komponen dasar dan komponen pembangkit warna yaitu garam diazonium atau garam naphthol. Zat warna ini merupakan zat yang tidak larut dalam air, untuk melarutkannya dibutuhkan zat pembantu misalnya *Caustic soda*. Dalam *blue black naphthol* terdapat kandungan logam – logam berat. Salah satu keberadaan logam yang berbahaya pada pewarna naphthol adalah kromium (Cr). Limbah dengan kandungan kromium (Cr) diklasifikasikan sebagai limbah beracun dan berbahaya yang jika dalam jumlah berlebih dapat mengganggu kesehatan. Beberapa penyakit yang diakibatkan oleh logam kromium (Cr) seperti alergi, peradangan, keracunan, kerusakan organ tubuh, kanker, bahkan dapat menyebabkan kematian (Rahman dan Fina, 2012).

Upaya mengurangi limbah cair dari tenun ikat khususnya limbah zat warna *blue black naphthol* yang dihasilkan dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti koagulasi, sedimentasi, adsorpsi dan elektrokimia (elektrokolorisasi).

Elektrokolorisasi merupakan salah satu metode elektrolisis kimia yang bekerja dengan cara pemurnian untuk menghilangkan sebagian besar warna dengan menggunakan arus listrik searah. Metode elektrokolorisasi ini memiliki keunggulan yaitu tidak memberikan pencemaran tambahan pada lingkungan, waktu proses yang sangat singkat, mampu mengatasi limbah zat warna dan tidak membutuhkan proses analisis yang rumit (Noorikhlas, 2009). Elektrokolorisasi didukung dengan elektroda yang membuat elektrolisis dapat berhasil. Produk elektrokolorisasi berupa senyawa kompleks dan air (H<sub>2</sub>O) yang ramah terhadap lingkungan (Kuwatno, 2003).

## **2. METODOLOGI PENELITIAN**

### **Bahan**

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah natrium sulfat, asam sulfat, aquades, natrium hidroksida, zat warna *blue black naphthol*, caustic soda, garam naphthol, batang karbon dari baterai bekas, kertas saring dan besi batangan.

## Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas, timbangan elektrik, pH meter, voltameter, spektrofotometer UV-VIS, stopwatch dan pipet.

## Prosedur Kerja

### Preparasi Sampel

Garam naphthol, *caustic soda* dan *blue black naphthol* masing-masing ditimbang sebanyak 0,01 gram kemudian ditambahkan dengan aquades dan diencerkan pada labu ukur 250 mL sampai larutan benar-benar homogen sehingga diperoleh larutan warna sintetik *blue black naphthol* 100 ppm.

### Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Larutan sampel pewarna sintetik *blue black naphthol* 100 ppm diukur besar absorbansinya pada berbagai panjang gelombang dari 410 nm hingga 700 nm dengan interval 10 nm. Kemudian data yang diperoleh dipakai untuk membuat grafik dengan absorbansi sebagai sumbu y dan panjang gelombang sebagai sumbu x. Puncak grafik tersebut menunjukkan panjang gelombang maksimum.

### Penentuan Kurva Kalibrasi

Larutan standar zat warna sintetik *blue black naphthol* 5, 10, 15, 20 dan 25 ppm diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis. Kurva kalibrasi dibuat dengan memplotkan antara konsentrasi (X) dengan absorbansi (Y).

### Penentuan Voltase Optimum

Sebanyak 50 mL larutan zat warna sintetik *blue black naphthol* 100 mg/L dimasukkan ke dalam gelas kimia kemudian ditambahkan dengan 0,71 gram Natrium Sulfat, 4 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 300 mg/L dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,8 N sampai pH 3. Kemudian diukur absorbansinya untuk mendapatkan nilai absorbansinya sebelum dielektrolisis. Batang besi dimasukkan ke dalam sel elektrolisis sebagai anoda dan batang karbon sebagai katoda dengan jarak 1 cm dan dihubungkan dengan sumber arus DC dimulai pada voltase yang paling kecil sampai besar yaitu 8, 10, 12, 13 dan 15 V, kemudian dielektrolisis selama 30 menit. Setelah itu larutan disaring dan diukur absorbansinya. Voltase yang menunjukkan persentase dekolorisasi maksimal digunakan dalam penelitian.

### Penentuan Waktu Optimum

Sebanyak 50 mL larutan zat warna sintetik *blue black naphthol* 100 mg/L dimasukkan ke dalam gelas kimia kemudian ditambahkan dengan 0,71 gram Natrium Sulfat, 4 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 300 mg/L dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,8 N sampai pH 3. Kemudian diukur absorbansinya untuk mendapatkan nilai absorbansinya sebelum dielektrolisis. Batang besi dimasukkan ke dalam sel elektrolisis sebagai anoda dan batang karbon sebagai katoda dengan jarak 1 cm dan dihubungkan dengan sumber arus DC dimulai dengan voltase maksimum. Kemudian dielektrolisis dengan waktu 20, 30, 35 dan 40 menit. Waktu yang menunjukkan persentase dekolorisasi maksimum digunakan dalam penelitian.

### Penentuan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Optimum

Sebanyak 50 mL larutan zat warna sintetik *blue black naphthol* dimasukkan ke dalam gelas kimia kemudian ditambahkan dengan 0,71 gram Natrium Sulfat, 4 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 100 mg/L dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,8 N sampai pH 3, setelah itu absorbansinya diukur. Larutan dipindahkan ke dalam sel elektrolisis dan dielektrolisis pada waktu dan voltase optimum. Larutan hasil elektrolisis disaring dan ditentukan absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS. Perlakuan ini diulangi dengan variasi konsentrasi 150, 200, 250 dan 300 mg/L.

### Penentuan Persentase Dekolorisasi

Sebanyak 50 mL larutan zat warna sintetik *blue black naphthol* dimasukkan ke dalam gelas kimia kemudian ditambahkan dengan 0,71 gram Natrium Sulfat, 4 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> konsentrasi optimum dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,8 N sampai pH 3. Larutan dipindahkan ke dalam sel elektrolisis dengan jarak elektroda 1 cm pada waktu dan voltase optimum. Larutan hasil elektrolisis disaring dan ditentukan absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS.

## Metode Analisis

Dalam penelitian ini dilakukan secara analisis kuantitatif maupun analisis kualitatif pada larutan sampel yang dielektrolisis (elektrodekolorisasi).

### Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif meliputi pengamatan warna larutan sampel sebelum elektrolisis dan sesudah elektrolisis serta mengamati endapan yang terbentuk dan spektra yang dihasilkan dari spektrofotometer UV-Vis.

### Analisis Kuantitatif

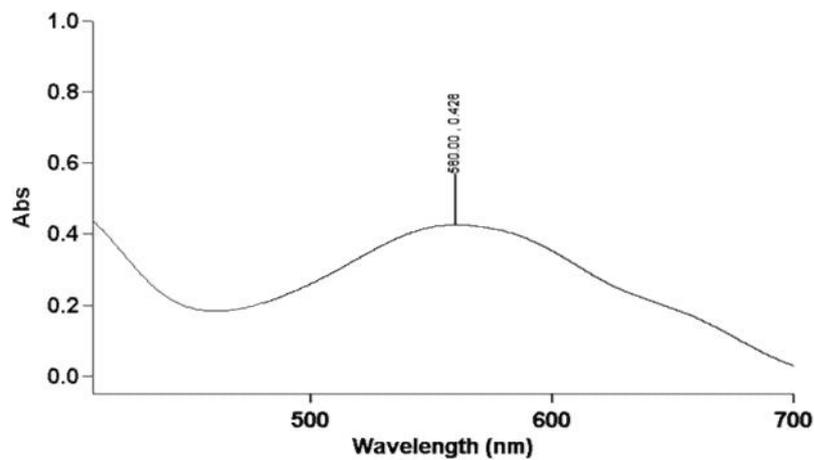
Analisis kuantitatif meliputi perlakuan yang menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis yaitu dengan mengukur absorbansi larutan sampel sebelum dan sesudah elektrolisis. Kemudian untuk menghitung konsentrasi sampel setelah dielektrolisis dengan persamaan Lambert-Beer. Kemudian menetapkan panjang gelombang maksimum pada filtrat hasil elektrodekolorisasi.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Elektrodekolorisasi merupakan suatu metode elektrolisis kimia yang bekerja dengan cara pemurnian untuk menghilangkan pewarna dengan bantuan arus listrik searah (Suyata dkk, 2010). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi intensitas warna pada pewarna sintetik *blue black naphthol* (BBN) yang dibagi dalam dua tahap yaitu penentuan kondisi optimum zat warna sintetik BBN dan tahap elektrolisis pada kondisi optimum.

### Penentuan panjang gelombang maksimum

Sampel zat warna sintetik BBN yang telah selesai disiapkan dengan konsentrasi 100 ppm diukur panjang gelombangnya ( ) menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada serapan 410 sampai 700 nm.

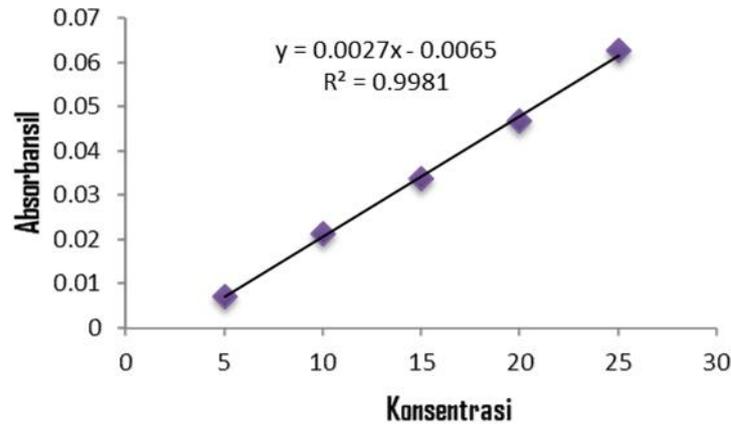


Gambar 1. Spektrum panjang gelombang BBN 100 ppm

Grafik diatas menunjukkan hasil pengukuran yang telah diperoleh dari spektrofotometer UV-Vis untuk menentukan panjang gelombang maksimum larutan BBN 100 ppm diatas  $\lambda_{max}$  sebesar 560 nm. Panjang gelombang tersebut kemudian akan digunakan untuk mengukur besar absorbansi dari berbagai macam konsentrasi zat warna BBN. Penentuan panjang gelombang bertujuan untuk mendapatkan panjang gelombang dengan absorbansi tertinggi. Panjang gelombang sangat penting dalam pengukuran dengan spektrofotometer UV-Vis agar memenuhi hukum lambert-Beer dimana prinsip utamanya adalah hubungan antara absorbansi dan konsentrasi suatu spesies yang menyerap cahaya harus linear, dengan demikian konsentrasi sampel bisa ditentukan.

## Pembuatan kurva kalibrasi

Tujuan dari pembuatan kurva kalibrasi adalah untuk mengetahui linearitas hubungan antara konsentrasi larutan standar dengan absorbansinya sehingga dapat diketahui langkah kerja secara benar.

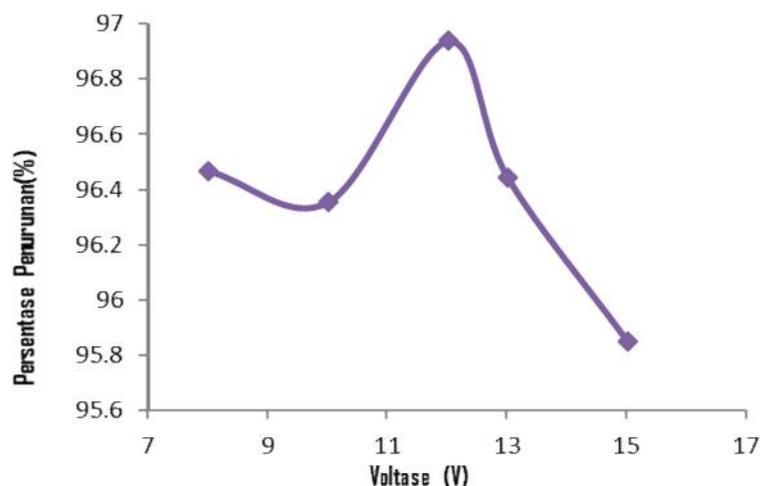


Gambar 2. Kurva kalibrasi larutan zat warna BBN

Pengukuran sampel zat warna sintetik BBN tersebut menghasilkan persamaan regresi  $y = 0,002x - 0,006$  dengan koefisien korelasi ( $R^2$ ) 0,998. Nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) yang mendekati 1 menandakan bahwa kurva regresi yang dibuat memiliki tingkat kesalahan yang kecil dan sangat baik untuk standar pengukuran dalam dekolorisasi sampel pewarna (Kurniawan, 2008).

## Penentuan voltase optimum

Voltase optimum merupakan voltase dimana persentase elektrodekolorisasi zat warna sintetik BBN mencapai nilai maksimal (Suyata dan Kurniasih, 2010). Variasi voltase ini bertujuan menunjukkan besar energi yang dibutuhkan untuk mencapai persentase maksimum dekolorisasi. Besar dan lebar rentang potensial ini bersifat khusus untuk setiap pelarut dan dalam penerapannya bergantung pula pada komposisi sistem elektrolit pendukung dan sifat alami elektroda kerja besi (Ibanez dkk, 1998).



Gambar 3. Pengaruh voltase terhadap elektrodekolorisasi zat warna BBN 100 ppm

Gambar 3 menunjukkan pengaruh voltase terhadap elektrodekolorisasi zat warna sintetik BBN 100 ppm mencapai maksimal pada voltase 12 V dengan persentasenya sebesar 96,93%. Pada grafik diatas terlihat bahwa pada voltase 10 V terjadi penurunan persentase dekolorisasi dan pada voltase 12 V mengalami kenaikan, hal ini dikarenakan oleh kuat arus listrik yang tidak stabil selama proses elektrolisis berlangsung sehingga mempengaruhi

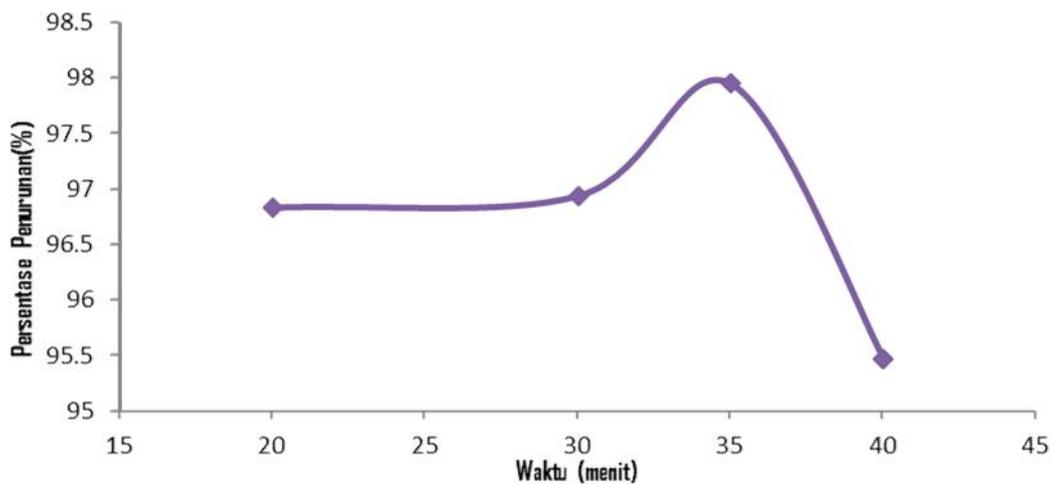
laju elektron untuk mencapai elektroda. Kondisi optimum ini disebabkan karena pemberian elektron dari anoda ke katoda yang sangat besar sehingga terjadi kesetimbangan pembentukan ion kompleks antara zat warna dengan radikal •OH yang akan menyebabkan kekuatan ion dan kepekatan larutan mencapai maksimal (Ibanez dkk, 1998), sedangkan pada 13 V mengalami penurunan lagi karena radikal •OH tidak terbentuk secara maksimal lagi.

### Penentuan waktu optimum

Waktu optimum merupakan waktu yang diperlukan untuk proses elektrokolorisasi zat warna BBN mencapai maksimal.

Tabel 1. Hasil pengukuran variasi waktu

Waktu (menit)	Konsentrasi sebelum (Co)	Konsentrasi setelah (Ca)	% Penurunan konsentrasi (C)
20	132,62 ppm	4,2 ppm	96,833
30	133,28 ppm	4,08 ppm	96,938
35	132,7 ppm	2,72 ppm	97,950
40	129,66 ppm	5,87 ppm	95,47



Gambar 4. Grafik pengaruh waktu proses terhadap elektrokolorisasi BBN 100 Ppm

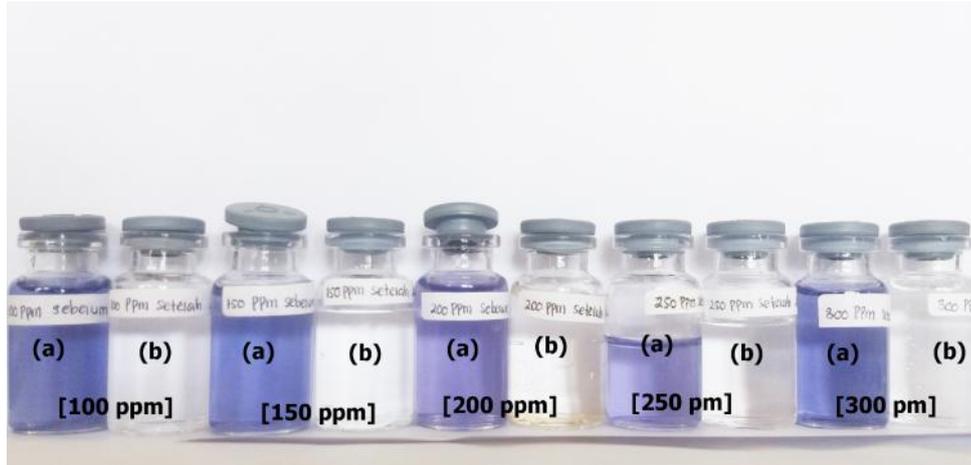
Tabel di atas menunjukkan data pengukuran absorbansi dengan variasi waktu 20, 30, 35 dan 40 menit. Data konsentrasi BBN diperoleh dengan menggunakan rumus absorbansi dengan menggunakan pengukuran rata-rata absorbansi. Berikut rumus persentase penurunan konsentrasi BBN 100 ppm :

$$C = \frac{C_0 - C_a}{C_0} \times 100\% \quad (1)$$

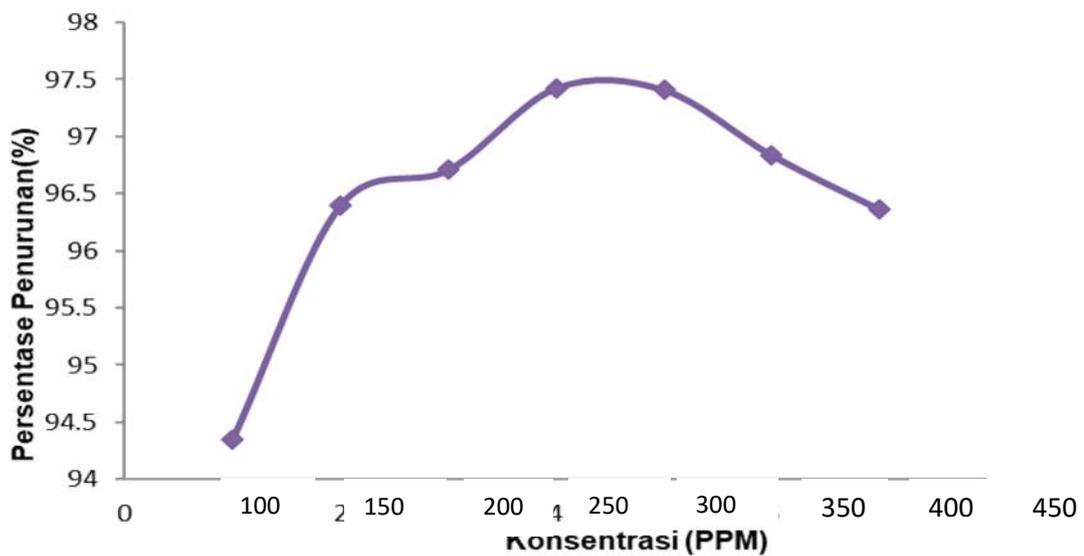
Dari grafik di atas terlihat bahwa persentase elektrokolorisasi BBN 100 ppm menjadi maksimal pada waktu 35 menit dengan besar nilai persentasenya sebesar 98,09%. Hal ini terjadi karena pada waktu sebelum 35 menit radikal •OH belum terbentuk secara maksimal dan setelah lebih dari waktu 35 menit radikal •OH tidak terbentuk secara maksimal. Pada waktu 35 menit jumlah energi yang diterima untuk membentuk radikal •OH setara untuk mencapai persentase maksimum lagi (Suprijono, 2004). Waktu optimum ini kemudian digunakan untuk mengelektrolisis sampel yang mengandung BBN.

### Penentuan Konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Optimum

Konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Optimum adalah variasi konsentrasi elektrolit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> optimal yang dapat mendekolorisasi sampel zat warna sintetik BBN secara maksimum. Penentuan variasi konsentrasi ini dimulai dengan melakukan variasikan pelarut H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.



Gambar 5. Variasi konsentrasi elektrolit  $H_2O_2$  (a = Sebelum elektrolisis, b = Setelah elektrolisis)

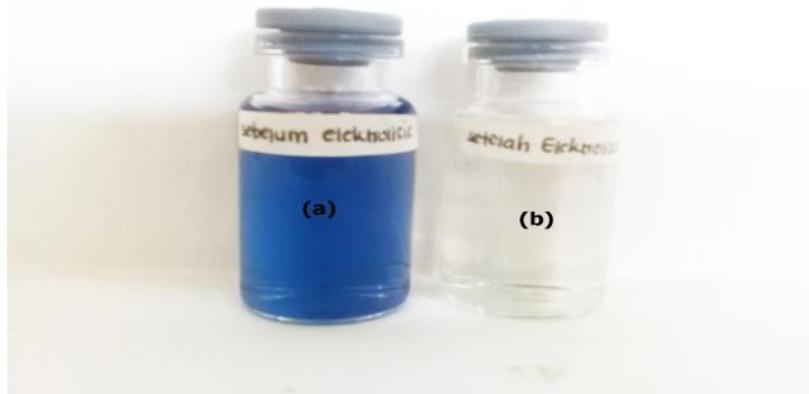


Gambar 6. Grafik pengaruh konsentrasi elektrolit  $H_2O_2$

Pada gambar 5 dan 6 grafik pengaruh konsentrasi elektrolit  $H_2O_2$  terlihat bahwa konsentrasi elektrolit  $H_2O_2$  adalah 250 ppm dengan besar persentasenya adalah 97,49%. Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan radikal  $\bullet OH$  dari  $H_2O_2$  mencapai keadaan maksimal sehingga radikal  $\bullet OH$  yang dihasilkan pada proses elektrolisis dapat merusak N=N (gugus AZO) pada struktur zat warna sintetik BBN secara maksimum yang menyebabkan warna biru menjadi hilang (Renita dkk, 2004).

### Penentuan persentase elektrodekolorisasi sampel BBN 100 ppm

Elektrodekolorisasi zat warna BBN ini dilakukan pada voltase optimum yaitu 12 V, waktu optimum yaitu 35 menit dan pada konsentrasi elektrolit optimum yaitu 250 ppm.



Gambar 7. elektrokolorisasi sampel zat warna sintetis BBN

Pada proses elektrokolorisasi,  $H_2O_2$  akan mengalami reduksi sehingga akan membentuk radikal  $\bullet OH$  dan  $\bullet H$  (Nirmasari, 2008). Radikal  $\bullet OH$  yang terbentuk akan menyerang ikatan  $N=N$  (gugus AZO) yang merupakan gugus kromofor yang berkontribusi memberikan warna biru pada BBN. Ketika terjadi penyerangan oleh radikal  $\bullet OH$  ke gugus AZO dimana akan terjadi pemutusan  $N=N$  sehingga menyebabkan warna pada naphthol menjadi hilang (bening). Sementara itu, ion  $H^+$  dari  $H_2SO_4$  yang terionisasi di dalam larutan akan berikatan dengan gugus N pada cincin benzene pada produk penguraian naphthol membentuk gugus  $NH_3$ . Menurut referensi dari yongchun,  $SO_4^{2-}$  yang berada di dalam larutan akan membantu merusak struktur hasil penguraian BBN menjadi produk lain yang belum bisa diidentifikasi lebih lanjut.

#### 4. KESIMPULAN

1. Voltase optimum dekolorisasi zat warna sintetis *blue black naphthol* adalah pada voltase 12 V dengan besar persentase dekolorisasi 96,93%.
2. Waktu optimum dekolorisasi zat warna sintetis *blue black naphthol* adalah pada waktu 35 menit dengan besar persentase dekolorisasi 98,09%.
3. Hasil penelitian elektrokolorisasi pada sampel pewarna sintetis *blue black naphthol* 100 mg/L menghasilkan nilai persentase dekolorisasi sebesar 97,57%.

#### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mencoba menggunakan pasangan elektroda yang berbeda dan elektrolit yang lain.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ibanez, G . J. (1998), "Electrochemical Remediation of The Enviroment Fundamentals and Microscale Laboratory experiment", *Chemical education*, 75(8) : 1040-1-41.
- Karmanto dan Sulistyia. ( 2014). Elektrokolorisasi Zat Warna Remazol Violet 5R Menggunakan Elektroda Grafit. *Jurnal Kaunia*. Vol 9(1) : 11-19.
- Kurniawan, D. (2008). *Regresi Linear (Linear Regression)*. Development core Team. Austria.
- Kuwatno,(2003), Pengaruh pH dan Temperatur terhadap Eektrokolorisasi Indigo Carmine menggunakan Elektrodan Karbon dan Alumunium, *Skripsi*, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Noorikhlas, F. (2009). Analisis Produk Elektrodstruksi Senyawa Penyusun Limbah Batik: Elektrolisis Larutan Remazol Black B. *Skripsi*. Jurusan Kimia. FMIPA UNDIP.
- Rahman, A. dan Fina S. U. (2012). "Kandungan Kromium (Cr) pada Gondang dan Dampak Penyakit di Perairan Sungai Riam Kanan Kabupaten banjar". *Jurnal Bioscientiae*, 9(2): 26-39.
- Renita, M., Rosdanelli, H., dan Irvan. (2004). *Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Aerob dan Anaerob*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara.
- Suyata dan Kurniasih, M. (2012). "Degradasi Zat Warna Kongo Merah Limbah Cair Industri Tekstil di Kabupaten Pekalongan Menggunakan Metode Elektrokolorisasi". *Molekul*, 7: 53-60