

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL PENELITIAN, PENDIDIKAN DAN PENERAPAN MIPA

Yogyakarta, 18 Mei 2013



FMIPA

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA



PROSIDING SEMINAR NASIONAL

Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA

Tanggal 18 Mei 2013, FMIPA UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

ISBN: 978 - 979 -96880 - 7 - 1

Tim Editor:

1. Nur Hadi Waryanto, M.Eng (Matematika)
2. Denny Darmawan, M.Sc (Fisika)
3. Erfan Priyambodo, M.Si (Kimia)
4. Yuni Wibowo, M.Pd (Biologi)
5. Sabar Nurohman, M.Pd (IPA)

Tim Reviewer:

1. Dr. Agus Maman Abadi (Matematika)
2. Wipsar Sunu Brams Dwandaru, M.Sc.,Ph.D (Fisika)
3. Prof. Dr. Endang Wijayanti (Kimia)
4. Dr. Heru Nurcahyo (Biologi)

Tema:

MIPA dan Pendidikan MIPA Untuk Kemandirian Bangsa

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
Tahun 2013**

DAFTAR ISI

		Halaman
HALAMAN SAMPUL		i
HALAMAN EDITOR DAN REVIEWER		iii
KATA PENGANTAR		v
SAMBUTAN KETUA PANITIA		vi
SAMBUTAN DEKAN FMIPA UNY		viii
DAFTAR ISI		ix
DAFTAR PEMAKALAH KIMIA		
01	PENGARUH PERBANDINGAN KACANG KORO PEDANG (<i>Canavalia ensiformis</i> L. DC) DAN KEDELAI (<i>Glycine max</i> (L.) Merr) PADA TEMPE DITINJAU DARI KADAR PROTEIN TERLARUT DAN UJI ORGANOLEPTIK <i>Agustina Intan Pramitasari W., Lusiawati Dewi, dan Santoso Sastrodihardjo</i>	K-1
02	PEMANFAATAN SAPONIN DAUN AKASIA (<i>Acacia auriculiformis</i> A.Cunn) SEBAGAI PEMBUSA ALAMI DAN AGENSIA ANTIBAKTERI DALAM SABUN CAIR <i>Anidya Ariani, Hartati Soetjipto, dan Yohanes Martono</i>	K-7
03	NILAI GIZI MODISCO DENGAN DUA SUBSTITUSI BAHAN DASAR <i>Annisa Fillaeli, Susila Kristianingrum, dan Dyah Purwaningsih</i>	K-13
04	PENGEMBANGAN DAN APLIKASI 4-BENZOIL-1-FENIL-3-METIL-2-PIRAZOLIN-5-ON PADA EKSTRAKSI ION PERAK(I) DAN KROM(III) DARI LIMBAH PELAPISAN LOGAM MENGGUNAKAN EMULSI MEMBRAN CAIR <i>Baharuddin Hamzah, Ririen Hardani, dan Irwan Said</i>	K-19
05	ANALISIS DATA KONSENTRASI OZON TAHUN 2012 DARI HASIL OBSERVASI DI LAPAN WATUKOSEK <i>Bambang Chrismantoro, dan Dian Yudha Risdianto</i>	K-25
06	STUDI PENGARUH JUMLAH <i>FILLER</i> SERTA KONSENTRASI GLUTARALDEHIDA PADA SINTESIS KOMPOSIT PVA-ZEOLIT-CLAY <i>Bayu Wiyantoko, Yateman Arryanto, dan Eko Sri Kunarti</i>	K-35
07	PENGARUH NETRALISASI, KONSENTRASI KATALIS DAN METODA ESTERIFIKASI TERHADAP HASIL BIODISEL BERBAHAN BAKU LIMBAH KRIMER <i>Dennis Fernaldes Suhendar, A. Ign. Kristijanto, dan Sri Hartini</i>	K-41
08	ANALISIS HUBUNGAN ANTARA OZON DENGAN TEMPERATUR (STUDI KASUS DATA LAPAN WATUKOSEK TAHUN 2000-2010) <i>Dian Yudha Risdianto</i>	K-47
09	GUGUS FUNGSI DAN SIFAT MEKANIK SELULOSA DARI LIMBAH SINGKONG DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL DAN KITOSAN <i>Eli Rohaeti, Endang WLFX, dan Anna Rachmawati</i>	K-55
10	IDENTIFIKASI SENYAWA METABOLIT SEKUNDER FRAKSI AKTIF DAUN JARAK PAGAR (<i>Jatropha curcas</i> L.) DAN UJI AKTIVITAS LARVASIDA TERHADAP LARVA NYAMUK <i>Aedes aegypti</i> <i>Ika Pratiwi K. A., Khairul Anam, Dewi Kusri</i>	K-63
11	PEMANFAATAN EKSTRAK DAUN WARU LENGIS (<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.) SEBAGAI ANTIBAKTERI DAN ALTERNATIF PEMBUSA ALAMI DALAM SAMPO <i>Kesi Lusiana, Hartati Soetjipto, dan Dewi K.A.K.Hastuti</i>	K-71

12	IDENTIFIKASI ASAM LEMAK DAN PENENTUAN MASA SIMPAN BEKATUL DITINJAU DARI PENGARUH GELOMBANG MIKRO <i>Liem Oktaviani Putri Purnomo, A. Ign Kristijanto, dan Yohanes Martono</i>	K-77
13	PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG BELUT (<i>MONOPTERUS ALBUS Z.</i>) TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN DAN ASAM LEMAK TAK JENUH DARI TEMPE KEDELAI IMPOR <i>Lusiawati Dewi, Susanti Pudji Hastuti, dan Thio Sutejo</i>	K-83
14	PERBANDINGAN KADAR PROTEIN DAN AIR PADA KUE KERING YANG DISUBSTITUSI DENGAN TEPUNG TEMPE <i>Micky Kharisma, Lusiawati Dewi, Yohanes Martono</i>	K-89
15	PENGARUH PERENDAMAN KEDELAI DENGAN EKSTRAK DAUN BELUNTAS (<i>PLUCHEA INDICA L.</i>) PADA FERMENTASI TEMPE DITINJAU DARI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, KADAR FENOLIK TOTAL DAN ORGANOLEPTIK <i>Panawidha Magatra, Lusiawati Dewi, dan Lydia Ninan Lestario</i>	K-93
16	PEMANFAATAN LIMBAH JERUK TERSAPONIFIKASI BENTUK Na UNTUK ADSORPSI LOGAM Zn(II) <i>Puji Kurniawati, Sri Juari Santosa, Sri Sudiono dan Iwing Vinisyanti</i>	K-99
17	PENGOLAHAN LIMBAH ZAT WARNA INDUSTRI BATIK DENGAN METODE ELEKTROLISIS MENGGUNAKAN ELEKTRODA KOMPOSIT KARBON (C-PVC) <i>Riyanto</i>	K-107
18	PENGARUH AGEN PEREDUKSI DALAM PROSES ELEKTRODEPOSISI TERHADAP KUALITAS DEPOSIT Cu DAN Ag <i>Siti Marwati</i>	K-115
19	BUNGA DARI SPESIES <i>Hibiscus</i> POTENSIAL SEBAGAI PENGIKAT LOGAM Pb <i>Siti Nuryanti</i>	K-121
20	PENGARUH PENAMBAHAN JUMLAH INISIATOR AMONIUM PERSULFAT (APS) TERHADAP KARAKTERISTIK POLIMER SUPERABSORBEN ASAM AKRILAT DAN SELULOSA BATANG ALANG-ALANG (<i>Imperata cylindrica</i>) <i>Sunardi, Azidi Irwan, Nurjannah, Wiwin Tyas Istikowati</i>	K-127
21	VALIDASI METODE PENENTUAN KANDUNGAN NITRAT DALAM AIR LIMBAH <i>Thorikul Huda, Ida Ayu Sulistyia</i>	K-133
22	ANALISIS KAPASITAS ALUMINOSILKAT MESOPORI SEBAGAI PENDUKUNG PADA IMPREGNASI $AlCl_3$ DENGAN METODE BASAH <i>Tri Esti Purbaningtiyas, Didik Prasetyoko</i>	K-141
23	PERBANDINGAN METODE DESTRUKSI BASAH DAN KERING PADA PENENTUAN BESI TOTAL DALAM ENDAPAN <i>FILTER LAYER</i> CANDI BOROBUDUR DENGAN SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM <i>Y. Rohyami, Y. Safitri, I.M. Siregar</i>	K-149
24	ANALISIS PROFIL VERTIKAL KONSENTRASI OZON DALAM UPAYA MENINGKATKAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP DI JAWA TIMUR <i>Dian Yudha Risdianto</i>	K-155
25	HIDROGENASI KATALITIK TERHADAP SENYAWA METIL ESTER <i>Dewi Yuanita Lestari</i>	K-165
26	AKTIVITAS ANTIBAKTERI LIGNAN ARIL NAFTALENOLID DARI DAUN TUMBUHAN <i>Phyllanthus Myrtifolius</i> Moon. <i>Neneng Windayani, Yana M. Syah, Euis H. Hakim</i>	K-171

DAFTAR PEMAKALAH PENDIDIKAN KIMIA		
1	ANALISIS KEMAMPUAN BERARGUMEN MAHASISWA MELALUI PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN ADI (<i>ARGUMENT DRIVENT INQUIRY</i>) PADA KONSEP HIDROLISIS GARAM <i>Risa Rahmawati S</i>	K-177
2	PROFIL NILAI IPA (KIMIA) PADA PEMBINAAN INTERNASIONAL YUNIOR SCIENCE OLYMPIAD (IJSO) DI TINGKAT NASIONAL <i>Yunita</i>	K-183
3	METODE <i>SCIENCE TECHNOLOGY AND SOCIETY (STS)</i> DENGAN EKSPERIMEN DAN PROYEK PADA MATERI ELEKTROKIMIA DITINJAU DARI <i>EMOTIONAL QUOTIENT (EQ)</i> SISWA <i>Panji Hidayat</i>	K-189
4	PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN KESETIMBANGAN KIMIA BERBASIS REPRESENTASI KIMIA SISWA SMA KELAS XI IPA <i>Noor Fadiawati</i>	K-197
5	MODEL PEMBELAJARAN INKUIRI TERBIMBING DALAM MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA PADA MATERI LAJU REAKSI <i>Ila Rosilawati</i>	K-205
6	ANALISIS KEMAMPUAN MAHASISWA MENGHUBUNGKAN TIGA LEVEL REPRESENTASI KONSEP HIDROLISIS GARAM PADA PEMBELAJARAN BERBASIS WEB <i>Ida Farida, dan Liliyasi</i>	K-211
7	INTEGRASI MATEMATIKA DAN KIMIA DASAR UNTUK MENINGKATKAN TRANSFER BELAJAR ALJABAR <i>Fahyuddin, Liliyasi, Jozua Sabandar</i>	K-219
8	PEMBELAJARAN ELEKTROLISIS BERBANTUAN MULTIMEDIA UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN REPRESENTASI SUBMIKROSKOPIK MAHASISWA CALON GURU KIMIA <i>Euis Nursa'adah dan Liliyasi</i>	K-225
9	PENTINGNYA PENERAPAN <i>JOYFUL LEARNING</i> DALAM PENCIPTAAN SUASANA BELAJAR YANG MENYENANGKAN <i>Das Salirawati</i>	K-233
10	PENERAPAN METODE <i>POGIL (PROCCES ORIENTED GUIDED INQUIRY LEARNING)</i> PADA PEMBELAJARAN TITRASI ASAM-BASA <i>Cucu Zenab Subarkah; Neneng Windayani; Bakhrudin Latief</i>	K-239
11	PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS REPRESENTASI KIMIA PADA KONSEP ASAM-BASA UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA <i>Chansyanah Diawati</i>	K-245
12	KEMAMPUAN SISWA SMA DALAM MEMAHAMI MATERI TERMOKIMIA BERDASARKAN SUDUT PANDANG ISLAM <i>Ayi Darmana, Anna Permanasari, Sofyan Sauri, Yayan Sunarya</i>	K-251
13	PENGUNAAN BAHAN DARI LINGKUNGAN SEKITAR UNTUK PRAKTIKUM KIMIA PADA PEMBELAJARAN KIMIA SMA/MA <i>Aditya Dwicahyo Wibowo, Arum Setianingtiyas & A.K. Prodjosantoso</i>	K-257
14	NILAI-NILAI KARAKTER DALAM PEMBELAJARAN KIMIA DI SMA NEGERI 1 WURYANTORO TAHUN PELAJARAN 2012/2013 <i>Aisyiah Restutiningsih Putri Utami & A. K. Prodjosantoso</i>	K-263

PENGOLAHAN LIMBAH ZAT WARNA INDUSTRI BATIK DENGAN METODE ELEKTROLISIS MENGGUNAKAN ELEKTRODA KOMPOSIT KARBON (C-PVC)

Riyanto*

*Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang KM 14.5 Yogyakarta 55584, email: riyanto.uii.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang pengolahan limbah zat warna dari industri batik dengan metode elektrolisis menggunakan elektroda komposit karbon (C-PVC). Elektroda komposit karbon dibuat dengan mencampurkan serbuk karbon sebanyak 95% dan 5% PVC dan pelarut tetrahidrofur (THF), diaduk sampai homogen dengan total berat 1,5 g, kemudian serbuk ditekan dengan kekuatan 10 ton/cm² dan dihasilkan pellet dengan diameter 1 cm dan tebal 1,5 mm. Pellet dikarakterisasi dengan menggunakan SEM. Pellet yang diperoleh digunakan sebagai elektroda (anoda dan katoda) untuk elektrolisis limbah zat warna batik. Elektrolisis dilakukan dengan menggunakan limbah batik berwarna biru sebanyak 50 mL ditambah dengan NaCl, dengan potensial tetap. Hasil karakterisasi dengan SEM menunjukkan peran PVC sebagai perekat untuk meningkatkan kekuatan elektroda dan konduktivitas. Hasil elektrolisis bahwa semakin tinggi potensial dan semakin lama elektrolisis maka semakin banyak limbah batik yang terdegradasi. Spektra dari spektrofotometer UV-Vis menunjukkan bahwa pada elektrolisis dengan potensial 5,2 V dan waktu 240 menit tidak ada puncak pada daerah 400-800 nm, tetapi muncul puncak baru pada daerah UV. Puncak tersebut diperkirakan senyawa hasil pecahan zat warna dari limbah membentuk klorobenzena atau turunan benzena.

Kata kunci: zat warna, batik, elektrolisis, komposit karbon (C-PVC)

PENDAHULUAN

Industri batik dan tekstil merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan. Selain kandungan zat warnanya tinggi, limbah industri tekstil juga mengandung bahan-bahan sintetik yang sukar larut atau sukar diuraikan (Atmaji, dkk. 1999). Limbah industri batik yang dibuang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang berdampak besar bagi masyarakat sekitar terutama dalam segi kesehatan dan kebersihan. Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik *non-biodegradable*, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan. Beberapa peneliti juga pernah melakukan penelitian, salah satunya yaitu adsorpsi metilen biru dengan menggunakan karbon aktif (Yasin, 2004), adsorpsi limbah zat warna tekstil jenis Celadon Red X5B menggunakan tanah alofan teraktivasi NaOH, adsorpsi zat warna tekstil jenis Remazol Yellow FG pada limbah batik menggunakan enceng gondok teraktivasi NaOH (Aryunani, 2003).

Selain itu, pengolahan secara biologi juga banyak dilakukan. Salah satunya yaitu dengan menggunakan tanaman bakau sebagai bahan pengadsorpsi limbah. Namun beberapa proses pengolahan limbah tekstil di atas banyak kelemahannya yaitu memerlukan bahan kimia yang mahal, memerlukan proses pemisahan bahan kimia dengan air limbah serta menghasilkan limbah baru yang berasal dari sisa bahan kimia yang telah digunakan. Proses pengolahan dengan bahan kimia tidak ramah terhadap lingkungan. Proses biologi memerlukan teknologi yang sangat rumit dan proses ini tidak tahan terhadap konsentrasi zat warna dalam limbah sangat pekat, karena mikroba akan keracunan. Kelemahan pengolahan dengan cara fisika memerlukan biaya yang mahal untuk prosesnya.

Metode elektrolisis sering digunakan dalam mengolah limbah tekstil adalah metode elektrokatalisis. Metode ini merupakan metode yang efektif, selektif, ekonomis, bebas polutan dan sangat sesuai untuk senyawa-senyawa organik. Hasil akhir adalah air dan gas karbon dioksida (Polcaro et al., 1999). Teknik elektrolisis tidak memerlukan bahan pengoksidasi dan juga katalis, karena

elektroda (kutub positif) dapat berfungsi sebagai tempat oksidasi dan pada waktu yang sama dapat berfungsi sebagai katalis. Beberapa peneliti telah menerapkan metode elektrokimia untuk mengolah limbah batik atau limbah zat warna seperti degradasi metilen biru (Panizza et al. 2007) dan degradasi limbah tekstil (Malpass et al. 2007 dan 2008). Keberhasilan metode elektrokimia sangat ditentukan oleh jenis elektroda. Vlyssides et al. (1999) telah melakukan elektrodegradasi limbah tekstil dengan elektroda Pt/Ti. Penggunaan elektroda karbon untuk elektrodegradasi limbah tekstil telah dilakukan oleh Shen et al. (2001); Duan et al. (2003); Golub et al. (1987); Charette et al. (1991) dan Lin and Teng (2003). Cho et al. (2010). Untuk meningkatkan kemampuan elektrokatalitik dan kekuatan mekanik (*mechanical strength*) perlu dilakukan modifikasi elektroda karbon seperti dilakukan oleh Shen et al. (2008) dan Sanchez et al. (2013) memodifikasi elektroda karbon dengan epoksi. Selain itu jenis elektrolit dan konsentrasi sangat berpengaruh dalam degradasi limbah zat warna. Elektrolit yang sering digunakan adalah NaCl dan KCl (Cho et al. 2010).

Pada makalah ini disampaikan modifikasi elektroda karbon dengan menggunakan PVC sebagai pengikat. Elektroda karbon-PVC atau dinamakan C-PVC mempunyai porositas yang baik dan ketahanan yang baik. Karbon berpori (*porous carbons*) banyak digunakan sebagai adsorben, katalis pendukung, bahan elektronik karena mempunyai luas area yang tinggi dan volume pori yang besar (Shen et al. 2008). Struktur pada karbon berpori sangat penting untuk menghasilkan densitas energi atau tenaga yang besar. Elektroda karbon dengan luas area permukaan tinggi akan menghasilkan kapasitan besar (*large capacitance*) karena terbentuk formasi *double layer* di permukaan elektroda. Karakteristik elektroda yang baik yaitu mempunyai sifat konduktifitas listrik yang baik, konduktifitas termal yang baik, kekuatan mekanik yang baik dan kemurnian bahan tinggi.

METODE PENELITIAN

Preparasi elektroda C-PVC

Elektroda C-PVC dibuat dengan mencampurkan 95% Karbon (Aldrich) dengan kemurnian 99,99% dengan 5% polivinil klorida (PVC) (Aldrich) dengan pelarut tetrahidrofuran (THF). Campuran diaduk selama 1 jam sampai homogen, kemudian dipres dengan tekanan 10 ton/cm², kemudian dibuat elektroda yang dinamakan elektroda C-PVC. Berat total elektroda C-PVC adalah 1,5 gram. Pembuatan elektroda dilakukan dengan menghubungkan material C-PVC dengan kawat perak (Ag) dengan tabung kaca dan untuk mendapatkan hubungan yang bersifat konduktor digunakan silver conductive paint dan kemudian ditutup dengan epoksi. Elektroda C-PVC dianalisis dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Elektrolisis limbah batik

Elektrolisis limbah batik dilakukan dengan mengambil limbah batik berwarna biru (belum bercampur dengan limbah lain) dari salah satu industri batik di Yogyakarta berwarna biru dan hijau (belum bercampur dengan limbah lain). pH limbah batik diukur dengan pH meter yaitu antara 5-6 dan suhunya 28,5°C. Limbah batik diencerkan 20x karena terlalu pekat sebelum dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis. Limbah batik berwarna biru diambil sebanyak 50 mL dimasukkan dalam sel elektrolisis, kemudian elektroda kerja (C-PVC) dan elektroda pembanding (C-PVC) dimasukkan dalam limbah batik berwarna biru. Elektrolisis dijalankan dengan menggunakan variasi tegangan, waktu elektrolisis, serta konsentrasi NaCl yang ditambahkan. Limbah batik berwarna biru yang sudah dielektrolisis diambil dan dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis Hitachi U-2010.

Analisis kekuatan mekanik (*mechanical strength*) elektroda C-PVC

Untuk mengetahui kekuatan mekanik elektroda C-PVC dilakukan dengan analisis gravimetri. Setelah elektrolisis selesai dijalankan larutannya diambil dan disaring. Padatan yang dihasilkan ditimbang dan dibandingkan dengan berat endap sebelum elektrolisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

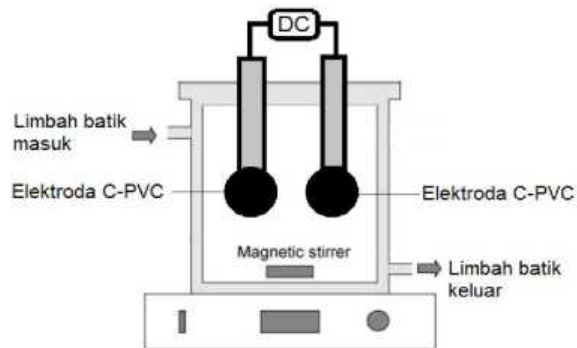
Limbah batik yang digunakan memiliki pola spektra mirip dengan metilen biru. Metilen biru adalah senyawa kimia heterosiklik aromatik dengan rumus molekul C₁₆H₁₈N₃SCl. Metilen biru memiliki banyak kegunaan dalam berbagai bidang yang berbeda, seperti biologi dan kimia. Pada suhu kamar senyawa itu tidak berbau, gelap bubuk hijau, yang menghasilkan biru ketika dilarutkan dalam

air. Bentuk terhidrasi memiliki 3 molekul air per molekul metilen biru. Metilen biru merupakan pewarna organik biru terang milik keluarga fenotiazin. Hal ini terutama digunakan pada kulit pohon (serat nabati lunak seperti goni, rami), juga pewarna sutera dan wol. Struktur molekul metilen biru ditunjukkan pada Gambar 1.



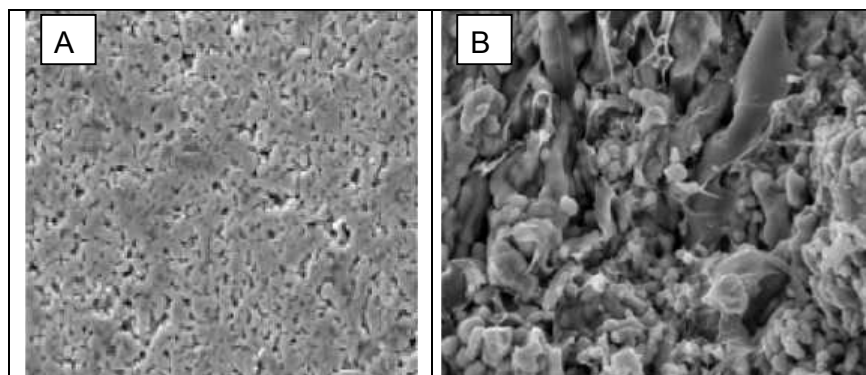
Gambar 1. Struktur molekul metilen biru

Susunan alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua elektroda yaitu katoda dan anoda menggunakan elektroda C-PVC. Karena reaksi non spontan maka diperlukan arus listrik dari luar yaitu arus DC dengan potensial tetap. Sel elektrolisis juga dilengkapi dengan magnetic stirrer atau pengaduk magnet. Rangkaian alat yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.



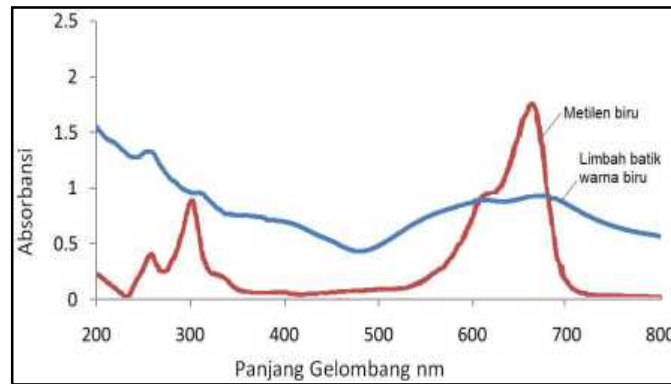
Gambar 2. Rangkaian alat elektrolisis limbah batik dengan elektroda C-PVC

Elektroda yang dihasilkan sebelum digunakan dikarakterisasi permukaannya dan bagian dalam atau *cross section* dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Gambar 3A. menunjukkan bagian permukaan elektroda C-PVC setelah ditekan dengan kekuatan 10 ton/cm². Sedangkan Gambar 3B merupakan bagian dalam elektroda C-PVC. Pada bagian luar elektroda terlihat lubang-lubang yang terbentuk sehingga meningkatkan porositas elektroda. Luas permukaan akan semakin besar sehingga luas kontak dengan limbah batik juga semakin besar. Bagian dalam (*cross section*) menunjukkan peran PVC dalam mengikat karbon. Peran PVC sebagai pengikat diharapkan dalam meningkatkan kekuatan mekanik dari elektroda. Elektroda tidak mengalami korosi selama digunakan untuk elektrolisis limbah batik. Elektroda berpori juga menguntungkan karena dapat meningkatkan densitas arus dan sifat konduktivitas elektroda.

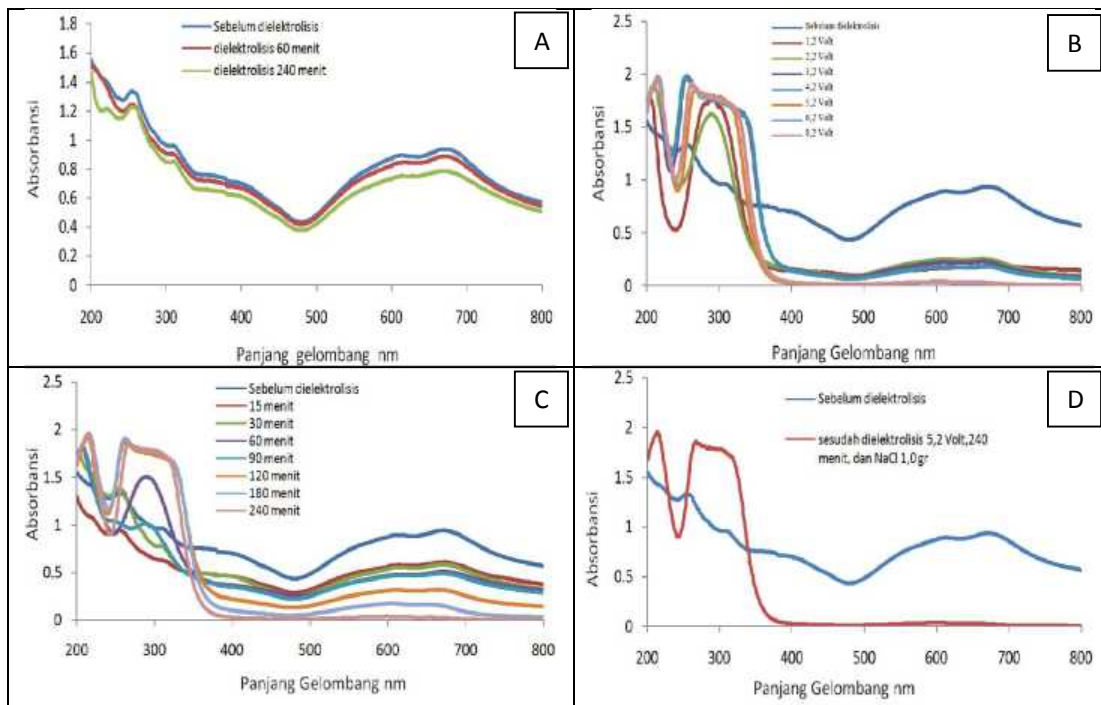


Gambar 3. SEM mikroskopi dari permukaan elektroda C-PVC (A) dan penampang lintang/*cross section* bagian dalam elektroda C-PVC (B)

Perbandingan spektra pada panjang gelombang UV-Visibel dari metilen biru Gambar 4. berwarna merah dengan limbah batik berwarna biru (Gambar 4. warna biru). Limbah batik berwarna biru dianalisis pada panjang gelombang 200-800 nm menunjukkan puncak yang mirip dengan metilen biru. Puncak-puncak teridentifikasi sangat rendah namun mempunyai absorbansi yang sangat tinggi. Puncak-puncak tersebut pada daerah tampak ada pada panjang gelombang 620 dan 670 nm. Sedangkan pada daerah UV berada pada panjang gelombang 260 dan 300 nm. Dari Gambar 4. diperkirakan dalam limbah batik biru sebagai pewarna yang digunakan adalah metilen biru.



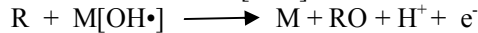
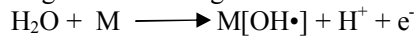
Gambar 4. Spektra UV-Visibel limbah batik warna biru dan metilen biru



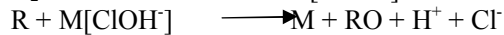
Gambar 5. Spektra hasil elektrolisis limbah batik warna biru tanpa NaCl (A); elektrolisis dengan variasi potensial dan penambahan NaCl 0,1 gram (B); elektrolisis dengan variasi waktu elektrolisis dengan penambahan NaCl 0,1 gram (C) dan spektra perbandingan sebelum dan sesudah elektrolisis dengan NaCl 1,0 gram (D). Limbah batik dengan konsentrasi 40 ppm volume 50 mL dengan anoda dan katoda C-PVC

Gambar 5A. menunjukkan spektra hasil elektrolisis limbah batik berwarna biru tanpa penambahan NaCl. Elektrolisis tanpa NaCl tidak mampu menurunkan/mendegradasi limbah batik. Hal ini disebabkan karena limbah batik berwarna biru bersifat konduktor. Tanpa penambahan NaCl limbah batik bersifat isolator. Gambar 5B dan 5C menunjukkan hasil elektrolisis limbah batik warna biru dengan variasi potensial dan waktu elektrolisis. Pada daerah tampak, terlihat degradasi warna dari biru menjadi jernih. Sedangkan pada daerah UV terbentuk puncak baru dan penambahan puncak, yang menunjukkan degradasi belum selesai. Semakin besar potensial dan semakin lama elektrolisis, maka semakin baik degradasinya. Gambar 5D menunjukkan degradasi limbah batik warna biru dengan penambahan NaCl 1,0 gram dalam 50 mL larutan limbah. Pada Gambar 5D terlihat semakin tinggi dan lebar puncak pada daerah UV yang menunjukkan terbentuknya senyawa baru hasil degradasi seperti fenol, klorofenol atau diklorofenol. Puncak ini akan habis atau datar jika elektrolisis dilakukan pada potensial di atas 15V dan waktu elektrolisis di atas 5 jam.

Peran NaCl pada proses degradasi limbah zat warna disampaikan oleh Chatzisyneon (2006), menyebutkan bahwa dua mekanisme yang memungkinkan senyawa organik didegradasi secara elektrokimia yaitu pertama, oksidasi secara langsung dimana senyawa organik akan terabsorpsi dipermukaan anoda, yang kedua yaitu oksidasi secara tidak langsung, yaitu menggunakan perantara zat-zat pengoksidasi misalnya seperti klorin, hipoklorat, radikal hidroksi, ozon, dan hidrogen peroksida. Anoda akan membebaskan air dan terbentuk radikal hidroksi yang kemudian mengoksidasi senyawa organik dengan reaksi sebagai:



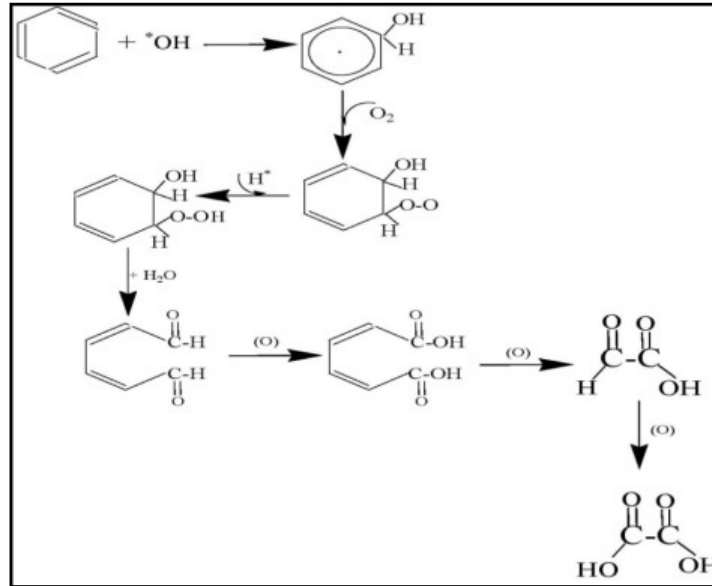
Pada penambahan NaCl radikal klorohidroksi terbentuk di permukaan anoda akan mengoksidasi senyawa organik pada limbah zat warna dengan reaksi:



Tabel 3. Perbandingan tingkat ketahanan elektroda C-PVC dengan elektroda karbon dari baterai dengan metode gravimetri, volume limbah batik 50 mL konsentrasi 40 ppm dengan potensial tetap 8,2 Volt

Waktu elektrolisis (jam)	Berat endapan dan koloid (gram)	
	Elektroda karbon dari baterai	Elektroda C-PVC
1	0,34	0,01
2	0,47	0,04
3	0,78	0,14
4	0,98	0,17

Tabel 3. menunjukkan ketahanan elektroda C-PVC mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan elektroda karbon yang digunakan untuk baterai. Elektroda batang karbon dari baterai mengalami kerusakan dan pelarutan yang tinggi selama proses elektrolisis. Hal ini akan menghambat proses degradasi limbah batik. Penggunaan PVC sebagai perekat mampu meningkatkan ketahanan elektroda sehingga tingkat pelarutannya lebih kecil.



Gambar 6. Reaksi degradasi pada gugus benzena (Waite, 2006)

Gambar 6 menunjukkan proses degradasi senyawa yang mengandung gugus benzena. Radikal hidroksil merupakan radikal utama yang melakukan inisiasi degradasi pada gugus utama senyawa azo, dengan menghasilkan radikal fenil dan fenoksi. Oksigen terlarut akan bereaksi, membentuk ion hidrogen dan radikalnya, pada fenil. Tahap selanjutnya keluar gas nitrogen yang diikuti dengan proses reduksi pada radikal cincin benzena menjadi senyawa aromatik. Di sisi lain, gugus radikal fenoksi akan teroksidasi oleh radikal hidroksil menjadi gugus benzena. Cincin aromatik benzena akan terdegradasi menjadi radikal hidroksi sikloheksadienil. Radikal ini akan bereaksi dengan oksigen terlarut menghasilkan hidroksi hidroperoksida yang tidak stabil. Reaksi berikutnya adalah terjadinya penghilangan satu molekul air dan pembentukan cincin aromatis dari hidroksi hidroperoksida menjadi mukondialdehid. Mukondialdehid kemudian teroksidasi menjadi asam mukonot. Proses oksidasi selanjutnya terbentuk glioksial yang teroksidasi menjadi asam karboksilat (Waite, 2006).

KESIMPULAN

Elektroda komposit karbon C-PVC hasil desain menunjukkan kualitas yang sangat baik untuk mendegradasi limbah batik berwarna biru. Elektroda C-PVC mempunyai permukaan yang berpori dan mempunyai ketahanan yang baik dibuktikan dengan sedikitnya karbon yang larut selama proses elektrolisis. Penambahan NaCl dapat mempercepat degradasi sehingga larutan menjadi jernih. Kelemahan dari penambahan NaCl adalah terbentuk senyawa baru di daerah UV sehingga diperlukan waktu dan potensial yang tinggi untuk mendegradasi limbah batik berwarna biru. Semakin tinggi dan semakin lama elektrolisis maka akan semakin banyak limbah batik warna biru yang terdegradasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryunani, 2003, Adsorpsi zat warna tekstil remazol yellow pada limbah batik oleh enceng gondok dengan aktivator NaOH. *Jurnal Penelitian Kimia*, 2, (2): 10-18.
- Atmaji, P., Wahyu, P. dan Edi, P.P. 1999, Daur ulang limbah hasil pewarnaan industri tekstil. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 1, (4): 3-15.
- Charette, D. Kocafee, J.L. Saint-Romain, P. and Couderc, 1991, [Comparison of various pitches for impregnation in](#) carbon electrodes. *Carbon*, 29, (7): 1015-1024.
- Chatzimeyon, E., 2006, *Electrochemical treatment of textile dyes and dye house effluents*, Department of Engineering, Technical University of Crete, Polytechnic, Neioupolis, GR-73100 Crete, Greece.

-
- Cho, J.H. Lee, J.E., and Ra C.S. 2010, [Effects of electric voltage and sodium chloride level on electrolysis of swine wastewater](#), *Journal of Hazardous Materials*, 180, (1–3): 535-541.
- Duan, X. Tian, L. Liu, W. and Chang, L. 2013, [Study on electrochemical oxidation of 4-Chlorophenol on a vitreous carbon electrode using cyclic voltammetry](#), *Electrochimica Acta*, 94: 192-197.
- Golub, D. Oren, Y. and Soffer, A. 1987, Electro adsorption, the electrical double layer and their relation to dimensional changes of carbon electrodes, *Carbon*, 25, (1): 109-117.
- Lin, Y.R. and Teng, H. 2003, [A novel method for carbon modification with minute polyaniline deposition to enhance the capacitance of porous carbon electrodes](#), *Carbon*, 41, (14): 2865-2871.
- Malpass, G.R.P. Miwa, D.W. Mortari, D.A. Machado, S.A.S. and Motheo. A.J. 2007, [Decolorisation of real textile waste using electrochemical techniques: Effect of the chloride concentration](#). *Water Research*, 41, (13): 2969-2977.
- Malpass, G.R.P. Miwa, D.W. Machado, S.A.S. and Motheo. A.J. 2008, [Decolourisation of real textile waste using electrochemical techniques: Effect of electrode composition](#). *Journal of Hazardous Materials*, 156, (1–3): 170-177.
- Panizza, M. Barbucci, A. Ricotti, R. and Cerisola, G. 2007, [Electrochemical degradation of methylene blue](#). *Separation and Purification Technology*, 54, (3): 382-387.
- Polcaro, A.M., Palmas, S., Renoldi, F. and Mascia, M. 1999. On the performance of Ti/SnO sub(2) and Ti/PbO anodes in electrochemical degradation of 2- chlorophenol for wastewater treatment, *J. Appl. Electrochem*, 29: 147- 151.
- Sánchez, M. Campo, M. Jiménez-Suárez, A. and Ureña A. 2013, [Effect of the carbon nanotube functionalization on flexural properties of multiscale carbon fiber/epoxy composites manufactured by VARIM](#) *Composites Part B: Engineering*, 45, (1): 1613-1619.
- Shen, Z. Wang, W. Jia, J. Ye, J. Feng, X. and Peng, A. 2001, [Degradation of dye solution by an activated carbon fiber electrode electrolysis system](#), *Journal of Hazardous Materials*, 84, (1): 107-116.
- Shen, W. Li, Z. and Liu, Y. 2008, Surface chemical functional groups modification of porous carbon, *Recent Patents on Chemical Engineering*, 1: 27-40.
- Vlyssides, A.G. Loizidou, M. Karlis, P.K. Zorpas, A.A. and Papaioannou. D. 1999, [Electrochemical oxidation of a textile dye wastewater using a Pt/Ti electrode](#). *Journal of Hazardous Materials*, 70, (1–2): 41-52.
- Waite, T.D., 2006, *Toxic organic destructions by electron beam irradiation: An innovative technology for developing countries*, University of Miami, Coral Gables, Florida.
- Yasin, 2007, Adsorption of methylene blue onto treated activated carbon, *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 11 (11): 400-406.