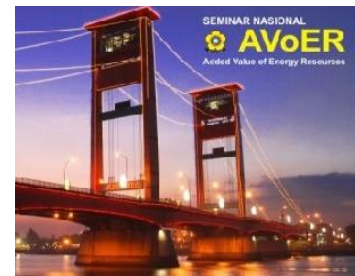




## PROSIDING



### SEMINAR NASIONAL AVoER ke-5 Tahun 2013



ISBN : 979-587-496-9

© Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

**Aula Fakultas Teknik Kampus Palembang**  
Jl. Srijaya Negara Kampus UNSRI Bukit Besar Palembang  
Kamis, 28 November 2013

Disponsori Oleh :





SEMINAR NASIONAL ADDED VALUE OF ENERGY RESOURCES (AVoER) KE-5  
Aula Fakultas Teknik Kampus Palembang  
Jl. Srijaya Negara Kampus UNSRI Bukit Besar Palembang  
Kamis, 28 November 2013

Untuk segala pertanyaan mengenai AVoER Ke-5 Tahun 2013  
silakan hubungi :

Sekretariat :

Gedung E Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Kampus Bukit Besar Palembang  
Telp. : 0711 370178  
Fax. : 0711 352870

Contact Person :

Dr. Budhi Kuswan Susilo, S.T.,  
M.T.  
(0813-67717091)  
Ir. Rudyanto Thoyib, M.Sc.  
(0812-7826541)  
Ir. Marwani, M.T.  
(081367393081)

Email : seminar.avoer.2013@gmail.com  
Website : <https://www.avoer.ft.unsri.ac.id>

**Reviewer**

- 1) Dr. Johanes Adiyanto, S.T., M.T. (koord.)
- 2) Prof. Edy Sutriyono, M.Sc.
- 3) Prof. Dr. Eddy Ibrahim, M.S.
- 4) Prof. Dr. Ir. Kaprawi Sahim, DEA
- 5) Prof. Dr. Ir. Subriyer Nasir
- 6) Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, M.Sc
- 7) Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA
- 8) Dr. Ir. Samsuri Zaini, M.M.
- 9) Dr. M. Irfan Jambak, S.T., M.T.
- 10) Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.S.
- 11) Dr. Ir. Reini Silvia Ilmiaty, M.T.
- 12) Dr. Ir. Setyo Nugroho, M.Arch.



Published by :

Faculty of Engineering, University of Sriwijaya  
Jl. Sriwijaya Negara Kampus UNSRI Bukit Besar Palembang  
Sumatera Barat,  
INDONESIA

ISBN 979-587-496-9  
© Copyright reserved.

The organizing Committee is not responsible for any errors or views expressed in the papers as these are responsibility of the individual authors.

Nov 2013

## DAFTAR ISI

PRAKATA .....	v
KEPANITIAN.....	vii
UCAPAN TERIMA KASIH .....	ix
DAFTAR ISI.....	x

<b>ENERGI BERWAWASAN LINGKUNGAN</b>		
PENGARUH SEDIMENTASI SALURAN DI DAERAH RAWA PASANG SURUT PADA TIPOLOGI LAHAN A/B DELTA TELANG I, KABUPATEN BANYUASIN Achmad Syarifudin, Ishak Yunus		1
KOMPOSISI MIKROSKOPIS BATUBARA TEBAL FORMASI WAHAU, DAERAH MUARA WAHAU, KALIMANTAN TIMUR B. Rahmad, K. Anggayana, G. Harjanto		6
PENGARUH ASAM STEARAT TERHADAP SIFAT KETEGUHAN PATAH/MODULUS OF RUPTURE PAPAN PARTIKEL TERMOPLASTIK BEKAS BERPENGISI TEMPURUNG KELAPA. Muhammad Hendra S Ginting, Rosdanelli Hasibuan		12
DAUR ULANG OLI BEKAS MENGGUNAKAN PROSES SEPARASI MEMBRAN M. H. Dahlan, H. Chandra, Zulkarnain		15
KAJI EKSPERIMENTAL KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG MESIN DIESEL 2KD-FTV D4D <i>COMMON RAIL</i> BERBAHAN BAKAR BIOSOLAR-PERTADEX Marwani, Aidhil Fitriani, M		20
APLIKASI BAHAN PEMANTAP HNS PADA PROSES EKSTRUSI DALAM PEMBUATAN KARET VISKOSITAS MANTAP Afrizal Vachlepi, Didin Suwardin dan Sherly Hanifarianty		25
PENGENDALIAN UDARA PEMBAKARAN MELALUI PENYESUAIAN FAN DAMPER NUMBER DALAM UJI COBA PENGGUNAAN BIODIESEL PADA BOILER Yuanda, M. Nasir Sulas, Leily Nurul Komariah		30
PENGARUH TEMPERATUR SINTERING TERHADAP SIFAT MEKANIS KOMPOSIT Matrik LOGAM AL-FLY ASH Gustini		36
PENGARUH CAMPURAN BIOETANOL SINGKONG DAN BAHAN BAKAR PREMIUM TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH Ellyanie dan Micael Simaremare		41
PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) UNTUK RUMAH-TOKO UNTUK KAWASAN PALEMBANG MENGGUNAKAN SOFTWARE PVSYSY Aryulius Jasuan		46
PENGOLAHAN AIR LIMBAH KAIN JUMPUTAN DENGAN MENGGUNAKAN REAGEN FENTON Tuty Emilia Agustina, Muhammad Alfatawi Bakri, Rifqi Sufra		51
<b>KEBIJAKAN DAN AUDIT ENERGI</b>		
COAL MINE METHANE (CMM) SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIVE		57



ANALISIS EKONOMIS PENGGUNAAN PLTG CNG (COMPRESS NATURAL GAS) DI JAKABARING DALAM MEMENUHI ENERGI LISTRIK WAKTU BEBAN PUNCAK DI KOTA PALEMBANG S. Zaini, Herlina, A. Hamdadi, Ansyori, dan D. Ammelia	173
<b>TEKNOLOGI ENERGI</b>	
PERBAIKAN KUALITAS MINYAK TRANSFORMATOR BEKAS DENGAN PURIFIKASI GELOMBANG MIKRO Yuli Rodiah, Ika Novia Anggraini dan Denson	179
KALIBRASI NILAI KEKASARAN MANNING PADA SALURAN TERBUKA KOMPOSIT (FIBER BERGELOMBANG-KACA) TERHADAP VARIASI KEDALAMAN ALIRAN (KAJIAN LABORATORIUM) M. Baitullah Al Amin, Reini Silvia Ilmiaty, Helmi Haki, Febrian Trianda Rizki	183
EKSTRAKSI MINYAK BIJI KAPUK (CEIBA PENTRANDRA) DENGAN METODE EKSTRAKSI SOXHLET Santi Oktaviani, Fatmawati, Dan Elda Melwita	194
CFD ANALYSIS OF THE EFFECT OF HEATING COIL INSTALLATION ON HEAT AND AIR FLOW DISTRIBUTION WITHIN COMPARTMENT WOOD DRYING KILN Marhaindra Gary Isworo, Kaprawi, Nirundorn Matan	204
PERANCANGAN SISTEM PENJERNIHAN AIR OTOMATIS MENGGUNAKAN SEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI Khairul Amri, Irnanda Priyadi dan Faisal Hadi	209
DESAIN DAN MANUFAKTUR MESIN PENGGERAK (MEKANISME PISTON) PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT UNTUK LAMPU ISYARAT (MERCUSUAR) PADA KAPAL NELAYAN Anizar Indriani, Hendra, Alex Surapati	216
STUDI PENGARUH RASIO PENCAAMPURAN BIODIESEL DENGAN BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP ANGKA SETANA DAN NILAI KALORNYA Riman Sipahutar	221
PURIFIKASI BIOGAS UNTUK MENINGKATKAN PERSENTASE METANA SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF DENGAN MENGGUNAKAN ZEOLIT DAN KARBON AKTIF Abdullah Saleh, Aron Budi Levi, Joseph Edbert	227
PENGUKURAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS SEBAGAI INDIKATOR AWAL DALAM MELAKUKAN PENINGKATAN VOLUME PRODUKSI (STUDI KASUS PADA INDUSTRI SEMEN DI SUMATERA SELATAN) Edi Furwanto, Aryanto, Hasan Basri	232
DELIGNIFIKASI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN CARA KOMBINASI KIMIA FISIKA SEBAGAI PERLAKUAN AWAL PRODUKSI BIOETANOL Hermansyah, R. D. Roes, B. Yudono, Julinar, dan Novia	240
<b>SAINS DAN TEKNOLOGI</b>	
PENGUKURAN ARUS INPUT PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ACCUMULATOR PERMANEN Cekmas Cekdin, Abdul Majid dan Ahmad Faroda	243
PERANCANGAN MONITORING DAN PENGENDALIAN PERALATAN PENJEJAK CAHAYA MATAHARI D. Amri, Caroline, I. Bayusari, B.Y. Suprpto, K. Budiono, D.Susanto	247
BACTERIA EXPLORATION LNDIGEN AS MICROBIAL ENHANCE OIL RECOVERY (MEOR) IN OLD WELLS (ABANDON WELL) IN PT PERTAMINA UBEP LEMONS MUARA ENIM Bambang Yudono, Sri Pertiwi Estuningsih	254
ANALISIS RISIKO KERENTANAN BANJIR DI KAWASAN PERUMAHAN (STUDI KASUS : PERUMAHAN OGAN PERMATA INDAH JAKABARING PALEMBANG) Reini Silvia Ilmiaty, Agus Lestari Yuono, Yulia Hastuti, Vinorika	260
BIOREMEDIATION USING A COMBINATION OF SALVINIA MOLESTA DS MITCHELL AND MIXED	267

## PENGOLAHAN AIR LIMBAH KAIN JUMPUTAN DENGAN MENGGUNAKAN REAGEN FENTON

T. E. Agustina<sup>1\*</sup>, M. A. Bakri<sup>2</sup>, dan R. Sufra<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dosen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang

<sup>2</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang

Corresponding author: tutycurtin@yahoo.com

**ABSTRACT :** *The development of wastewater treatment technology nowadays is necessarily important. Whereas, the chemical compound dissolved in wastewater were more complexes and the number of industrial which produce a wastewater that being disposed without environmental sustainability takes into account was increased. Palembang city has some small and medium industry center in the traditional cloth processes such as jumputan dyeing industry which dispose the wastewater produced directly to the water body. Environmental pollution caused by wastewater from jumputan dyeing mostly derived from synthetic dyes, who's the existence is dangerous because classified as toxic and hazardous material (B3) and difficult to degraded by environment naturally. The alternative treatment for jumputan dyeing wastewater to reduce the environmental pollution by using the Fenton reagent. Fenton Reagent is a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (hydrogen peroxide) compound with the iron catalyst, which is one of the Advance Oxidations Processes (AOPs) methods. In this research, a comparison of Fenton reagent molar concentration ratio, reagen Fenton volume, and temperature of the process was varied. The reaction time of 1 hour, stirring speed of 200 rpm and a sample volume of 250 ml with pH of 3 was used as operation condition. The evaluated parameters in this research were a degradation of COD and color degradation represented by Pt-Co scale. The best results of COD degradation of 97.92% and color degradation of 86,48% was obtained when using the Fenton molar concentration ratio of 1:80, Fenton reagent volume of 50 ml, and temperature of 25°C.*

**Keywords:** *Advanced Oxidation Processes (AOPs), Fenton reagent, jumputan dyeing wastewater, COD*

**ABSTRAK :** Pengembangan teknologi pengolahan air limbah sangat dibutuhkan saat ini. Mengingat semakin kompleksnya senyawa kimia yang terlarut dalam air limbah dan semakin banyaknya industri yang membuang air limbah tanpa mempertimbangkan kelestarian lingkungan. Kota Palembang memiliki beberapa sentra industri kecil dan menengah di bidang pengolahan kain tradisional seperti pencelupan kain jumputan yang membuang air limbahnya langsung ke lingkungan. Air limbah kain jumputan ini didominasi oleh pencemaran yang berasal dari bahan pewarna sintesis, yang keberadaannya membahayakan karena tergolong sebagai limbah Bahan Beracun dan Berbahaya (B3) serta sulit didegradasi secara alami oleh lingkungan. Salah satu alternatif pengolahan air limbah kain jumputan dengan penerapan metode kimia yaitu dengan oksidasi menggunakan reagen Fenton. Reagen Fenton merupakan senyawa H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Hidrogen peroksida) dengan katalis besi adalah salah satu dari metode Advanced Oxidations Processes (AOPs) yang sangat hemat energi. Dalam penelitian ini perbandingan konsentrasi molar reagen Fenton, volume reagen Fenton, dan temperatur proses divariasikan. Waktu proses selama 1 jam, kecepatan pengadukan 200 rpm, volume sampel 250 ml dan pH 3 digunakan sebagai kondisi operasi. Parameter yang diteliti berupa degradasi COD dan degradasi warna yang diwakili dengan Pt-Co scale. Hasil terbaik pada penelitian ini dicapai pada perbandingan konsentrasi molar reagen Fenton 1:80, penggunaan volume reagen Fenton sebanyak 50 ml, dan temperatur 25°C dengan penurunan COD sebesar 97,92% dan degradasi warna sebesar 86,48%.

**Kata kunci:** Advanced Oxidation Processes (AOPs), reagen Fenton, air limbah kain jumputan, COD

### PENDAHULUAN

Kain jumputan merupakan kerajinan tenun yang dihasilkan dengan teknik jumputan (*tie and dye*) untuk menghasilkan motif tertentu. Kain jumputan ini dijadikan sebagai usaha industri rumah tangga yang

menjanjikan, karena masih tingginya permintaan pasar terhadap produk sandang jenis ini, terutama pada waktu-waktu tertentu seperti mendekati hari raya nasional.

Bahan pewarna pada pembuatan kain jumputan ada yang terbuat dari bahan alami, dan pewarna buatan (sintesis) seperti zat warna senyawa organik dari jenis

*procion, erionyl, auramin*, maupun *rhodamin*. Pewarna sintesis mempunyai keuntungan yang nyata dibandingkan pewarna alami, yaitu mempunyai kekuatan mewarnai yang lebih kuat, jenis warna lebih banyak, dan lebih murah. Oleh karena itu, saat ini industri kain jumputan banyak yang menggunakan pewarna sintesis. Namun, pewarna sintesis memiliki sifat yang sulit terurai di alam dan mengandung bahan beracun yang berbahaya (B3) (Agustina dan Badewasta, 2009). Apalagi umumnya pembuatan industri kain jumputan banyak terdapat di daerah yang dekat dengan sungai sebagai badan air utama. Sehingga apabila limbah tersebut dibuang ke badan air, maka limbah ini berpotensi menyebabkan terjadinya perubahan kualitas air secara fisik ataupun kimiawi serta akan mengurangi kadar oksigen terlarut untuk kehidupan organisme perairan. Kondisi ini pada gilirannya akan mengganggu keseimbangan lingkungan perairan.

Untuk itu perlu disiapkan teknologi pengolahan air limbah agar dampak pencemaran dapat dicegah dan dikendalikan. Beberapa teknologi pengolahan telah banyak dikembangkan untuk mengatasi permasalahan air limbah yang mengandung pewarna sintesis seperti adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif (Agustina, 2011), koagulasi dengan bahan kimia (Mujiadi dan Nieke, 2001) ataupun koagulasi dengan penyaringan (Astuti, 2004), lumpur aktif (Sudarjanto, 2008), maupun semikonduktor fotokatalisis (Agustina, 2012). Namun, seringkali teknologi tersebut membutuhkan biaya operasional yang sangat mahal, baik dari segi pembelian bahan-bahan kimia, instalasi, dan penggunaan lahan, maupun dari segi waktu proses yang relatif lama (Agustina dkk, 2011). Tentu saja hal ini kurang efisien diterapkan pada Industri kecil dan menengah (IKM) karena biaya hasil produksi tidak sebanding dengan biaya pengolahan limbahnya.

Pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan menggunakan *Advanced Oxidation Processes* (AOPs). Teknologi AOPs adalah satu atau kombinasi dari beberapa proses seperti ozon ( $O_3$ ), *hydrogen peroxide*, *ultraviolet light*, *titanium oxide*, *photocatalyst*, *sosnolysis*, *electron beam*, *electrical discharges* serta beberapa proses lainnya untuk menghasilkan hidroksil radikal (Sugiarto, 2004). Hidroksil radikal adalah spesies aktif yang dikenal memiliki oksidasi potensial tinggi 2,8 V melebihi ozone yang memiliki oksidasi potensial hanya 2,07 V. Hal ini membuat hidroksil radikal sangat mudah bereaksi dengan senyawa-senyawa lain yang ada di sekitarnya. Hidroksil radikal sesuai dengan namanya adalah spesies aktif yang memiliki sifat radikal, di mana mudah bereaksi dengan senyawa organik apa saja tanpa terkecuali, terutama senyawa-senyawa organik yang selama ini sulit atau tidak dapat diuraikan dengan metode mikrobiologi atau membran filtrasi.

Dalam aplikasi pengolahan air limbah, AOPs biasanya merujuk pada proses oksidasi yang dilakukan  $O_3$ ,  $H_2O_2$ , atau melalui sinar UV, namun beberapa tahun belakangan AOPs memiliki beberapa proses umum dengan melibatkan senyawa katalisis  $TiO_2$  atau metode reagen Fenton ( $H_2O_2$  dengan penambahan katalis Fe).

Semua proses diatas dapat menghasilkan hidroksil radikal ( $OH^*$ ) yang merupakan suatu senyawa oksidator. Senyawa inilah yang digunakan untuk mengoksidasi kontaminan yang terkandung dalam suatu air limbah (Munter, 2001). AOPs merupakan alternatif metode yang dapat diterapkan untuk mendegradasi warna serta menurunkan kadar COD pada air limbah. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Xu, et al. yang menunjukkan dari 20 jenis zat warna sintesis yang digunakan untuk sampel, sebanyak 14 sampel degradasi warna yang dihasilkan mencapai 56% dan sebanyak 13 sampel mengalami degradasi warna lebih dari 85% dalam pengolahan menggunakan reagen Fenton (Xu, et al., 2004).

Dalam penelitian yang mengkombinasikan metode *adsorption* (dengan karbon aktif dan zeolit) dan reagen Fenton pada pengolahan air limbah kain jumputan (Agustina dkk, 2012), dapat menurunkan kadar COD air limbah kain jumputan dari 431 mg/L ke 2 mg/L. Hal ini menunjukkan kombinasi dari kedua metode di atas dapat diterapkan. Akan tetapi dilihat dari sisi keekonomisan dan efisiensi waktu, akan lebih mudah diterapkan jika hanya menggunakan salah satu dari metode tersebut, mengingat penghasil air limbah kain jumputan merupakan IKM, yang umumnya belum memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sehingga diharapkan akan lebih mudah diterapkan oleh industri tersebut. Selain itu, metode *adsorption* pada dasarnya tidak mendegradasi zat pewarna yang terkandung pada air limbah, melainkan hanya memindahkan polutan, dalam hal ini zat warna tersebut ke media adsorben (baik itu menggunakan karbon aktif ataupun zeolit).

Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Agustina, dkk mengenai pengolahan air limbah pewarna sintesis dengan menggunakan reagen Fenton, dimana Procion Blue MR (*Reactive Blue 4*) dan Procion Red MR (*Reactive Red 2*) dipilih sebagai model polutan zat pewarna sintesis, didapatkan penurunan zat warna Procion Blue MR sebesar 89% dan Procion Red MR sebesar 98% (Agustina, dkk., 2011).

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian mengenai pengolahan limbah air kain jumputan menggunakan metode reagen Fenton yang diharapkan dapat memenuhi standar baku mutu lingkungan.

## METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan untuk mengolah limbah air limbah kain jumputan dari industri tekstil agar sesuai dengan baku mutu lingkungan. Dengan menggunakan reagen Fenton, yaitu larutan hidrogen peroksida dan katalis besi untuk mengoksidasi kontaminan yang terdapat dalam air limbah.

Penelitian dilakukan menggunakan  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  :  $H_2O_2$  dengan rasio molar 1:10; 1:20; 1:40; 1:80 pada temperatur 25, 35, 45, dan 55 °C, pada pH 3. Pengadukan dilakukan menggunakan jar test pada kecepatan 200 rpm selama 60 menit. Nilai COD dan Pt-

Co dari hasil pengolahan limbah dianalisa di Laboratorium Dinas Pertambangan Palembang.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Untuk parameter COD didapat persen degradasi COD melalui persamaan berikut:

$$\% \text{ Degradasi COD} = \frac{\text{COD}_0 - \text{COD}_t}{\text{COD}_0} \times 100 \% \quad (1)$$

Dimana  $\text{COD}_0$  merupakan nilai COD yang didapat pada sampel limbah awal, dan  $\text{COD}_t$  merupakan nilai COD pada waktu  $t$  dengan kondisi tertentu. Sedangkan untuk parameter warna, didapat persen degradasi warna (Pt-Co) melalui persamaan berikut:

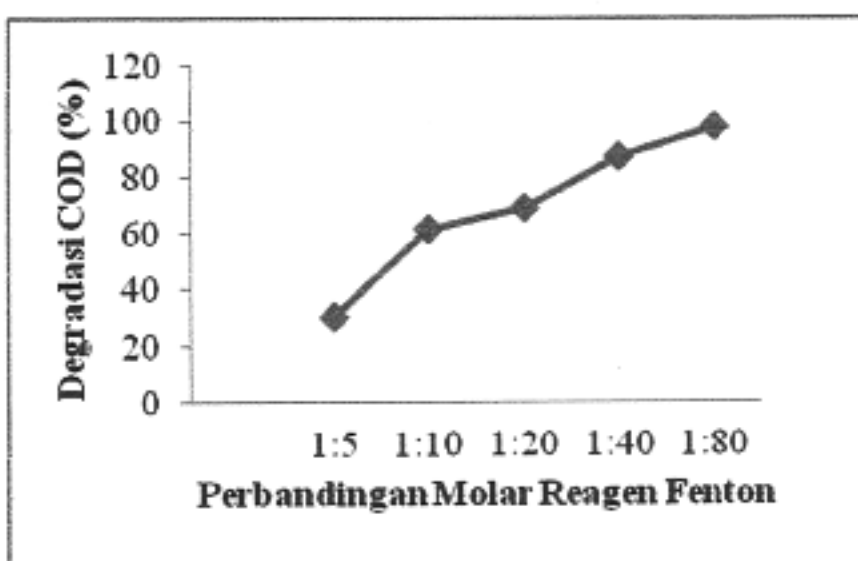
$$\% \text{ Degradasi Warna (Pt - Co)} = \frac{(\text{Pt-Co})_0 - (\text{Pt-Co})_t}{(\text{Pt-Co})_0} \times 100 \% \quad (2)$$

Dimana  $(\text{Pt-Co})_0$  merupakan nilai warna (Pt-Co) sampel limbah awal, sedangkan  $(\text{Pt-Co})_t$  merupakan nilai warna (Pt-Co) sampel setelah 1 jam dengan kondisi tertentu.

**1. Pengaruh Perbandingan Molar Reagen Fenton Terhadap Degradasi Nilai COD dan Warna**

**Tabel 1.** Data degradasi COD berdasarkan perbandingan molar reagen Fenton.

Perbandingan Molar Reagen Fenton	Nilai COD (mg/L)	Degradasi COD (%)
1:5	267	30,65
1:10	148	61,56
1:20	119	69,09
1:40	48	87,53
1:80	8	97,92



**Gambar 1.** Hubungan antara perbandingan molar reagen Fenton terhadap persen degradasi COD.

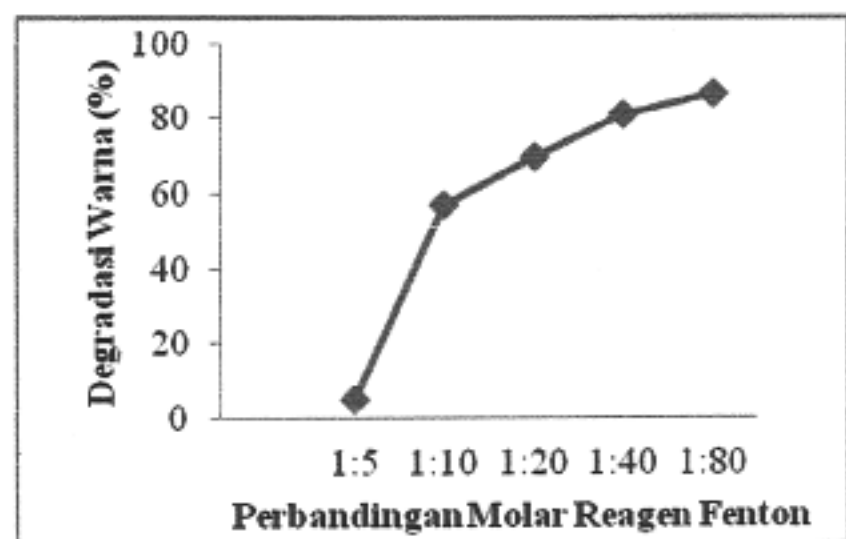
Dari analisa sampel limbah awal, diketahui memiliki nilai COD sebesar 385 mg/L. Nilai ini sangat jauh dari nilai COD baku mutu lingkungan untuk limbah buangan yang diatur oleh pemerintah, yakni maksimal 150 mg/L. Namun setelah dilakukan pengolahan, nilai COD dari limbah tersebut mengalami penurunan. Untuk pengolahan air limbah kain jumputan dengan perbandingan molar reagen Fenton 1:5 telah terlihat degradasi COD sebesar 30,69%, akan tetapi penurunan ini belum memenuhi baku mutu lingkungan nilai COD untuk air limbah.

Dapat dilihat dalam Tabel 1, pada penggunaan perbandingan molar reagen Fenton 1:10 nilai COD sudah mulai turun untuk memenuhi baku mutu lingkungan yang berlaku, yakni turun menjadi 148 mg/L atau turun sebesar 61,5%. Adapun penurunan COD tertinggi terjadi pada penggunaan perbandingan molar reagen Fenton 1:80, dengan degradasi yang terjadi sebesar 97,92%.

**Tabel 2.** Data degradasi warna (Pt-Co) berdasarkan perbandingan molar reagen Fenton

Perbandingan Molar Reagen Fenton	Warna (Pt-Co)	Degradasi Warna (%)
1:5	267	4,98
1:10	121	56,94
1:20	85	69,75
1:40	54	80,78
1:80	38	86,48

Pengaruh perbandingan molar reagen Fenton pada warna sama halnya dengan pengaruh perbandingan molar reagen Fenton terhadap COD dari sampel limbah air kain jumputan yang ditunjukkan dengan tren grafik yang serupa seperti dapat dilihat dalam Gambar 1 dan 2.



**Gambar 2.** Hubungan antara perbandingan molar reagen Fenton terhadap persen degradasi warna (Pt-Co).

Dari sampel limbah awal memiliki kadar warna (yang diukur melalui Pt-Co Scale) sebesar 281, dengan baku mutu lingkungan maksimal yang diberlakukan



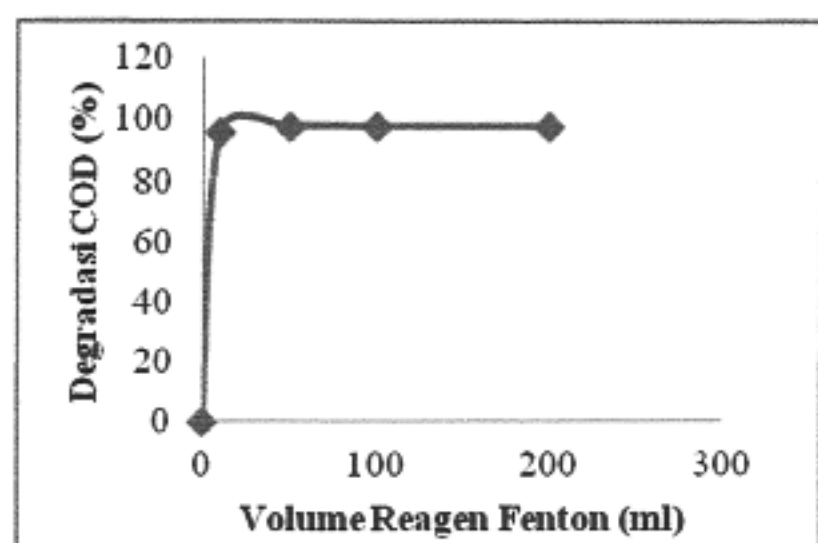
sebesar 50. Tabel 2. terlihat penurunan kadar warna yang memenuhi baku mutu lingkungan hanya terjadi pada sampel dengan perbandingan molar reagen Fenton 1:80, dimana menunjukkan degradasi warna mencapai 86% atau nilai warna (Pt-Co) turun menjadi 38.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar perbandingan molar reagen Fenton (dalam hal ini konsentrasi  $H_2O_2$ ), maka akan semakin besar persen degradasi COD dan warna. Hal ini dikarenakan kenaikan konsentrasi akan meningkatkan konsentrasi  $OH^\cdot$  dalam reagen, sehingga kemampuan reagen Fenton untuk mengoksidasi kontaminan dari air limbah kain juputan semakin meningkat. Untuk degradasi warna, hanya pada sampel dengan perbandingan molar reagen Fenton 1:80 yang memenuhi baku mutu lingkungan, maka diambil perbandingan molar reagen Fenton 1:80 sebagai perbandingan molar yang optimum pada penelitian ini. Selanjutnya perbandingan molar ini digunakan untuk meneliti pengaruh variabel lain.

## 2. Pengaruh Volume Reagen Fenton Terhadap Degradasi Nilai COD dan Warna

Tabel 3. Data degradasi COD berdasarkan volume reagen Fenton

Volume Reagen Fenton (ml)	Nilai COD (mg/L)	Degradasi COD (%)
0	385	0
10	16	95,84
50	8	97,92
100	8	97,92
200	8	97,92



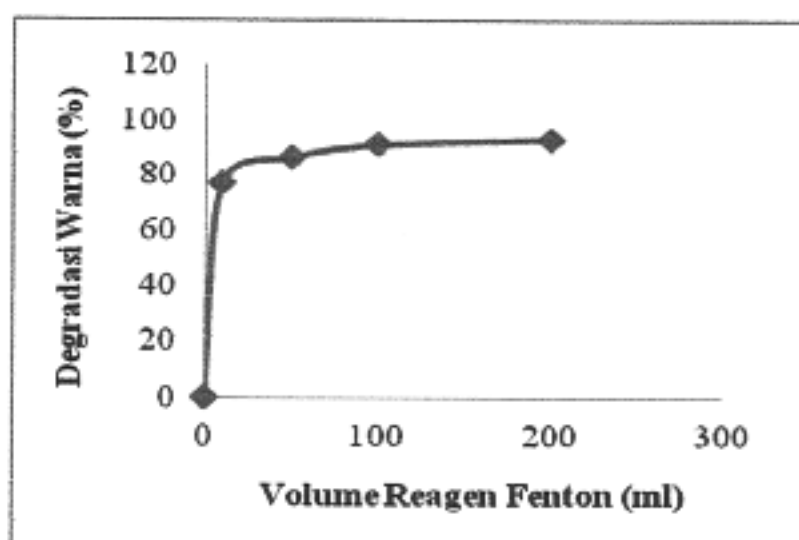
Gambar 3. Hubungan antara volume reagen Fenton terhadap persen degradasi COD.

Dari Gambar 3 diatas, menunjukkan terjadinya kenaikan persen degradasi COD dengan adanya penambahan volume reagen Fenton. Hal ini disebabkan dengan bertambahnya volume reagen Fenton seiring dengan konstannya sampel limbah yang digunakan yakni tetap pada volume 250 ml, maka kemampuan reagen

Fenton untuk mengoksidasi air limbah akan semakin baik. Akan tetapi, setelah penambahan volume 50 ml hingga 200 ml nilai COD yang dihasilkan sama, yakni sebesar 8 mg/L dengan persen degradasi yang dihasilkan sebesar 97,92. Nilai COD yang dihasilkan sama pada volume 50 ml, 100 ml, dan 200 ml, dikarenakan polutan telah teroksidasi, sehingga nilai COD tidak menurun lagi.

Tabel 4. Data degradasi warna (Pt-Co) berdasarkan volume reagen Fenton.

Volume Reagen Fenton (ml)	Warna (Pt-Co)	Degradasi Warna (%)
0	281	0
10	65	76,87
50	38	86,48
100	25	91,10
200	19	93,24



Gambar 4. Hubungan antara volume reagen Fenton terhadap persen degradasi warna (Pt-Co).

Berdasarkan penelitian pendahuluan yang dilakukan, didapat bahwa waktu mulai berubahnya sampel limbah ke warna yang sedikit lebih jernih berbeda-beda, semakin besar volume yang digunakan maka semakin cepat waktu untuk menjadi jernih yang dihasilkan. Nilai kadar warna terkecil didapatkan pada penggunaan volume reagen Fenton sebanyak 200 ml, yaitu 19 dengan persen degradasi mencapai 93,24%. Namun, pada penggunaan volume reagen 50 ml, warna dari sampel yang diolah telah turun memenuhi baku mutu lingkungan yakni sebesar 38 atau mengalami degradasi warna sebesar 86,47%.

Dapat disimpulkan pada pengaruh volume reagen Fenton terhadap penurunan COD dan warna yang optimal terjadi pada penggunaan volume sebesar 50 ml, karena sudah memenuhi baku mutu.

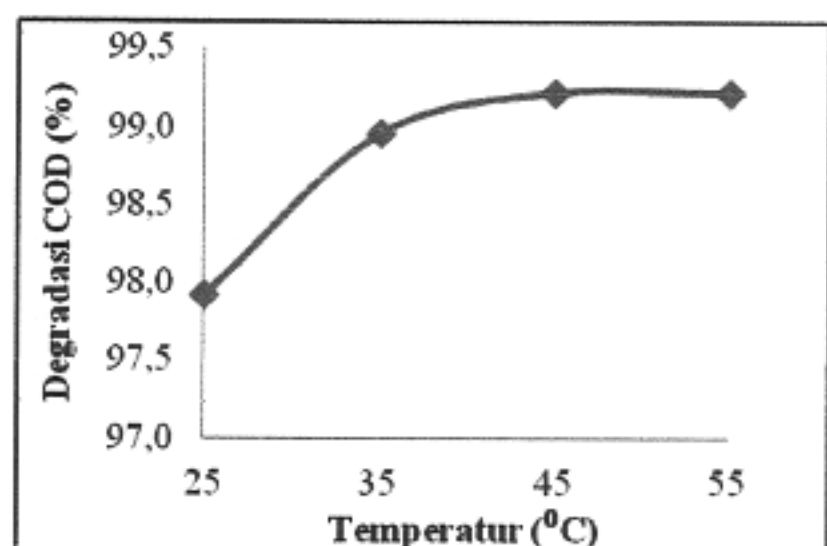
## 3. Pengaruh Temperatur Terhadap Degradasi Nilai COD dan Warna

Pada Gambar 5 dapat dilihat degradasi COD semakin besar dengan naiknya temperatur. Hal serupa dilaporkan

oleh Gulkaya et al. (2006) yang melakukan penelitian pada pengolahan air limbah pewarnaan karpet dengan menggunakan reagen Fenton dimana dilaporkan bahwa efisiensi oksidasi naik dengan naiknya temperatur dari 25 sampai 50°C. Dalam penelitian ini persen degradasi terbesar dari nilai COD pada sampel dengan perlakuan temperatur sebesar 45 dan 55°C dengan persen degradasi mencapai 99,22%, atau dengan kata lain persen degradasi COD pada temperatur 45 dan 55°C sama, dikarenakan hampir semua polutan telah teroksidasi, sehingga nilai COD tidak menurun lagi.

Tabel 5. Data degradasi COD berdasarkan temperatur.

Temperatur (°C)	Nilai COD (mg/L)	Degradasi COD (%)
25	8	97.92
35	4	98.96
45	3	99.22
55	3	99.22



Gambar 5. Hubungan antara temperatur terhadap persen degradasi COD.

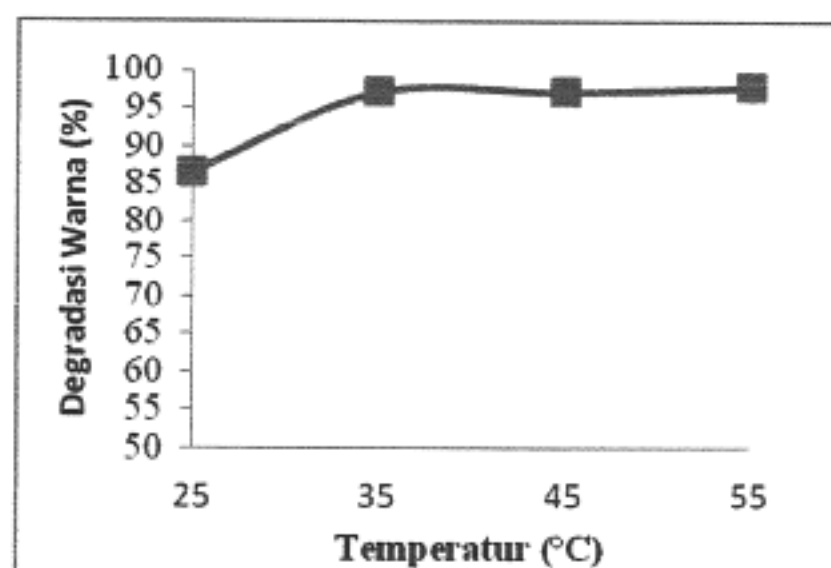
Begitu juga untuk pengaruh temperatur terhadap perubahan warna pada limbah. Pada temperatur 25 °C dengan nilai warna sebesar 38 dengan degradasi yang terjadi sebesar 86,48% turun menjadi nilai 8 dengan degradasi sebesar 97,15% pada pengolahan dengan temperatur 35°C. Persen degradasi warna terbesar terjadi pada temperatur 55°C dengan persen degradasinya sebesar 97,86%

Temperatur terbaik yang diambil pada penelitian ini adalah 25 °C, yang dimana pada temperatur ini dengan perbandingan molar reagen Fenton 1:80 dan volume reagen Fenton sebanyak 50 ml dicapai degradasi COD sebesar 97,92% dan degradasi warna sebesar 86,48%. Pada dasarnya pada temperatur 35°C-55°C masih terjadi kenaikan persen degradasi baik COD maupun warna, akan tetapi mengingat efisiensi energi yang digunakan maka pada temperatur 25°C dianggap sebagai temperatur yang optimal karena hasil yang diperoleh sudah memenuhi baku mutu lingkungan.

Dari pengamatan dalam penelitian didapat bahwa semakin tinggi temperatur, maka akan semakin cepat terjadi degradasi COD dan warna. Hal ini dikarenakan dengan adanya kenaikan suhu mengakibatkan naiknya energi kinetik partikel zat, sehingga memungkinkan semakin banyaknya tumbu-kan efektif yang menghasilkan perubahan sehingga dapat mempercepat reaksi. Hal ini sesuai dengan yang didapat oleh peneliti lain, dalam penelitian pengolahan limbah pewarna sintetis menggunakan reagen Fenton, dimana semakin tinggi temperatur, maka akan semakin cepat terjadi degradasi COD dan warna (Agustina dan Amir, 2012).

Tabel 6. Data degradasi warna (Pt-Co) berdasarkan temperatur.

Temperatur (°C)	Warna (Pt-Co)	Degradasi Warna (%)
25	38	86,48
35	8	97,15
45	8	97,15
55	6	97,86



Gambar 6. Hubungan antara temperatur terhadap persen degradasi warna (Pt-Co).

## KESIMPULAN

Reagen Fenton dapat digunakan untuk pengolahan limbah air kain jumputan hingga memenuhi baku mutu lingkungan, dengan perbandingan molar reagen Fenton 1:80, volume reagen Fenton sebanyak 50 ml, temperatur 25°C dan waktu pengadukan 60 menit dengan kecepatan pengadukan 200 rpm, didapatkan penurunan COD sebesar 97,92% dan degradasi warna 86,48%.

## REFERENSI

- Agustina, T.E. (2011). Pengolahan Air Limbah Pewarna Sintetis dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif. *Jurnal Rekayasa Sriwijaya*, No. 1 Vol. 20: 36-42.

- Agustina, T.E. (2012). Degradasi Pewarna Sintetis Procion Biru Menggunakan Metode Fotokatalisis dengan bantuan Sinar Matahari. Prosiding Added Value of Energy Resources (AVOER) 2012. Palembang, 28-29 November 2012.
- Agustina, T.E. dan Amir, M. (2012). Pengaruh Temperatur dan Waktu pada Pengolahan Limbah Pewarna Sintetis Menggunakan Reagen Fenton. Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya, ISSN 0853-0963 No. 3, Vol. 18:54.
- Agustina, T.E. dan Badewasta, H. (2009). Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Cap Khas Palembang dengan Proses Filtrasi dan Adsorpsi. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia. Bandung, 19-20 Oktober 2009
- Agustina, T.E., Nurisman, E., Prasetyowati, Haryani, N., Cundari, L., Novisa, A., dan Khristina, O. (2011). Pengolahan Air Limbah Pewarna Sintetis dengan Menggunakan Reagen Fenton, Prosiding Seminar AVoER Ke-3, Palembang.
- Agustina, T.E., Pacla, D.H., dan Chaidir, M. (2012). Pengolahan Air Limbah Kain Jumputan Dengan Menggunakan Kombinasi Adsorpsi Dan Reagen Fenton. Jurnal Rekayasa Sriwijaya, ISSN 0852-5366, No.2, Vol. 21:1-9.
- Astuti, F. (2004). Pengolahan Limbah Cair Industri Batik dengan Koagulan dan Penyaringan. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Gulkaya I., Surucu G.A., Dilek, F.B. (2006). Importance of  $H_2O_2/Fe^{2+}$  ratio in Fenton's treatment of a carpet dyeing wastewater. J. Hazard. Mat. 136:763-769
- Mujiadi, S. dan Nieke, K. (2001). Kemampuan Koagulan Poli Aluminium Kloride untuk Menurunkan Warna Effluent Pengolahan Limbah PT Sier. Jurnal Purifikasi, 2:271-276
- Munter, R. (2001). Advanced Oxidation Process – Current Status and Prospects. Proc. Estonian Acad. Sci. Chem, Vol. 50, No. 2:59-80.
- Sudarjanto, G. (2008). Penyisihan Zat Warna CIRO-16 serta Kinetikanya Menggunakan Kombinasi Proses Kontak Stabilisasi dan Adsorpsi Karbon Aktif Jenis Granular. Thesis. Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Sugiarto, A. T., (2004) Pengaruh pH dan Konsentrasi Zat Warna Pada Penguraian Zat Warna Remazol Navy Blue Scarlet Dengan Teknologi AOP, Pusat Penelitian Kalibrasi, Instrumentasi dan Metrologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bandung.
- Xu, X-R, Hua-Bin Li, Wen-Hua Wang, Ji-Dong Gu. (2004). Degradation of Dyes in Aqueous Solutions by the Fenton Process. Elsevier Journal, Chemosphere 57:595-600.