

Studi Degradasi Zat Warna Tekstil (Alizarin Red-Direct Red 81) Menggunakan Metode Fotokatalitik dengan Suspensi TiO₂ dan Sinar UV-C

Riswiyanto S., Ridla Bakri, Bayu Prawira R.

Departemen Kimia FMIPA-UI Depok

Abstrak

Pencemaran air oleh zat organik banyak terjadi dewasa ini. Zat-zat organik ini dapat mengubah sifat fisika air seperti kenaikan suhu, kekeruhan, warna, bau dan pH air yang tercemar tersebut. Alizarin red dan direct red-81 adalah contoh zat organik yang mencemari badan air. Keduanya berwarna merah dan digunakan dalam proses pencelupan (*dyes*) dalam industri tekstil. Pada penelitian ini dilakukan percobaan untuk mengurangi intensitas warna kedua zat warna dalam air, baik dalam kondisi berdiri sendiri maupun sebagai campuran. Menggunakan metode fotokatalisis dengan katalis suspensi TiO₂. Proses fotokatalisis yang melibatkan molekul-molekul semikonduktor TiO₂ di bawah iluminasi sinar UV menghasilkan radikal hidroksil •OH yang dapat mendegradasi zat warna. Setelah proses fotokatalisis, kadar warna keduanya menurun. Besarnya untuk masing-masing larutan adalah: lar.alizarin red 50 ppm =22 %,[TiO₂] 50 ppm, t radiasi 5 jam, lar.direct red 50 ppm =13,85 %,[TiO₂] 50 ppm, t radiasi 1jam

Kata kunci: TiO₂, alizarin, direct-red, fotokatalisis

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Seiring dengan meningkatnya perkembangan industri, jumlah air buangan industri dengan kandungan berbagai macam polutan toksik yang mencemarkan perairan dan membahayakan kesehatan manusia serta organisme lain semakin meningkat karena sulit didegradasi oleh alam.

Sampai saat ini ada sekitar 10.000 macam zat warna atau pigmen yang banyak digunakan dalam industri. Industri tekstil merupakan konsumen terbesar zat warna yang digunakan dalam pencelupan dan sebagai bahan cap. Diperkirakan jumlahnya 10-15% zat warna terbuang selama proses pewarnaan dan dilepaskan sebagai efluen.

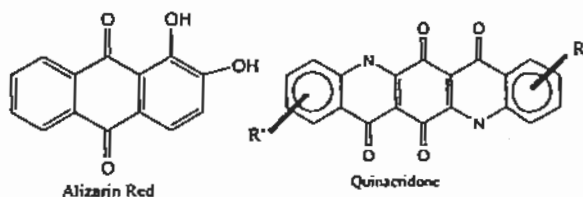
Masalah lingkungan yang utama bagi industri tekstil ialah mengeliminasi zat warna dari efluen. Salah satu Metode alternatif yang dapat digunakan untuk mengeliminasi zat warna dalam limbah cair adalah penggunaan TiO₂ sebagai fotokatalis untuk berbagai senyawa organik, termasuk zat warna tekstil.

Pada penelitian ini dilakukan percobaan untuk mengurangi kadar warna dalam larutan zat warna alizarin red, direct red-81 dan campuran keduanya, menggunakan metode fotokatalisis dengan katalis suspensi TiO₂ (UV-TiO₂).

1.2 Zat warna Alizarin Red

Zat warna organik merupakan senyawa organik berwarna yang dapat memberikan warna kepada objek lain. Pada umumnya zat warna tekstil adalah senyawa organik yang dapat larut dalam air.

Alizarin red atau 1,2-dihidroksiantrakinon merupakan salah satu jenis zat warna dari golongan antrakinon, merupakan zat warna alami pertama yang dapat disintesis. Sintesis alizarin ternyata dua kali lebih murah bila dibandingkan dengan isolasi dari alam. Namun alizarin kini telah tergantikan oleh Quinacridone yang lebih tahan terhadap cahaya karena alizarin mudah pudar jika terpapar cahaya.



1.3 Zat warna Azo Direct Red-81

Zat warna azo adalah zat warna yang mempunyai gugus kromofor azo (-N=N-), dengan rumus umum: R-N=N-R'. Struktur azo ini dapat mempunyai gugus

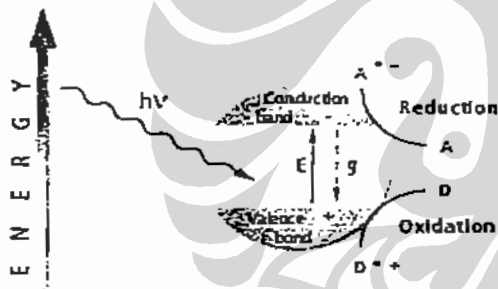
auksokrom hidroksil, amin dan gugus amino tersubstitusi.

Zat warna yang memiliki satu atau lebih gugus azo warnanya berkisar antara kuning kehijauan sampai biru. Penambahan gugus azo pada suatu molekul menghasilkan perubahan warna ke arah yang lebih gelap seperti coklat dan hitam. Contoh dari zat warna azo ini adalah Direct Red 81 ($C_{29}H_{19}N_5Na_2O_8S_2$, BM 675,6). Absorbansi maksimum terjadi pada panjang gelombang 509 nm.

1.4 Mekanisme Fotokatalisis

TiO_2 dapat berperan sebagai pengaktivasi/katalis reaksi redoks- cahaya dikarenakan struktur elektroniknya, yaitu pita valensi yang penuh berisi elektron dan pita konduksi yang kosong, dengan energi celah di antara kedua pita tidak terlalu besar.

Elektron pada pita konduksi dan lubang positif pada pita valensi ini dapat mengalami beberapa reaksi. Gambar 1 menunjukkan reaksi-reaksi yang terjadi pada permukaan semikonduktor yang diberi cahaya dan kontak dengan larutan.



Gambar 1. Reaksi-reaksi pada permukaan TiO_2

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Alat

- Peralatan gelas yang biasa digunakan dalam laboratorium
- Spektrofotometer sinar tampak (UV-Vis)
- Lampu UV-C 36 watt.
- Pengaduk magnetik
- Hot plate
- Kotak reaktor
- pH meter
- Titanium dioksida (TiO_2)
- Zat warna alizarin S, direct red 81
- Kalium bikromat ($K_2Cr_2O_7$)
- Perak sulfat (Ag_2SO_4)

- Raksa (II) Sulfat ($HgSO_4$)
- Amonium Besi (II) Sulfat, $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$
- Indikator Ferroin
- Asam sulfat (H_2SO_4)
- Akuades

2.2 Pembuatan Larutan Stok Zat Warna

- Serbuk alizarin red dan serbuk direct red-81 ditimbang sebanyak masing-masing 25 mg.
- Masing-masing zat warna dilarutkan dengan akuades dan diencerkan sampai 500 ml di dalam labu.
- Untuk campuran zat warna 1:1, maka 12,5 mg alizarin dan 12,5 mg direct red-81 ditimbang kemudian dilarutkan dengan aquades, dicampur dan diencerkan sampai 500 ml dalam labu.
- Untuk campuran zat warna 1:2, maka 8,33 mg alizarin dan 16,67 mg direct red ditimbang kemudian dilarutkan dengan aquades, dicampur dan diencerkan sampai 500 ml dalam labu.
- Untuk campuran zat warna 2:1, maka 16,67 mg alizarin dan 8,33 mg direct red ditimbang kemudian dilarutkan dengan aquades, dicampur dan diencerkan sampai 500 ml dalam labu.

2.3 Percobaan Dengan Alizarin Red

2.3.1 Penentuan $[TiO_2]$ optimum

- 50 ml larutan alizarin 50 ppm dipipet dari labu 500 ml larutan stok sebanyak enam kali dan dipindahkan ke dalam enam buah erlenmeyer 250 ml.
- Ke dalamnya ditambahkan TiO_2 sebanyak 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 ppm (0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 dan 3 mg).
- Keenam larutan sampel di atas diradiasi dengan lampu UV-C 36 watt selama 5 jam.
- 5 ml dari masing-masing larutan hasil degradasi diambil untuk dianalisa kadar warnanya dengan diukur Absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Visibel dan pH dengan pH meter.

2.3.2 Penentuan Waktu Radiasi Optimum

- 50 ml larutan alizarin 50 ppm dipipet dari labu 500 ml larutan stok sebanyak delapan kali dan diindahkan ke dalam delapan buah erlenmeyer 250 ml.
- TiO_2 dimasukkan ke dalam masing-masing larutan sebanyak $[TiO_2]$ optimum yang didapat di atas.
- Larutan 1 diradiasi selama 0 jam, larutan 2 selama 0,5 jam, larutan 3 selama 1 jam, larutan 4 selama 2 jam dan seterusnya sampai larutan 8 selama 6 jam dengan menggunakan lampu UV-C 36 watt.

- 5 ml dari masing-masing larutan hasil degradasi diambil untuk dianalisa kadar warnanya dengan diukur Absorbansinya dengan spectrofotometer UV-Visibel, pH dengan pH meter dan COD dengan metode titrasi.

2.3.3 Percobaan Dengan Direct Red-81

2.3.3.1 Penentuan $[TiO_2]$ optimum

- 50 ml larutan Direct Red-81 50 ppm dipipet dari labu 500 ml larutan stok sebanyak enam kali dan dipindahkan ke dalam enam buah erlenmeyer 250 ml.
- Ke dalamnya ditambahkan TiO_2 sebanyak 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 ppm (0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 dan 3 mg).
- Keenam larutan sampel di atas diradiasi dengan lampu UV-C 36 watt selama 5 jam.
- 5 ml dari masing-masing larutan hasil degradasi diambil untuk dianalisa kadar warnanya dengan diukur Absorbansinya dengan spectrofotometer UV-Vis dan pH dengan pH meter.

2.3.3.2 Penentuan Waktu Radiasi Optimum

Larutan direct red-81 50 ppm dipipet sebanyak 50 ml dari labu 500 ml larutan stok sebanyak delapan kali dan dipindahkan ke dalam delapan buah erlenmeyer 250 ml.

TiO_2 dimasukkan ke dalam masing-masing larutan sebanyak $[TiO_2]$ optimum yang didapat di atas. Larutan 1 diradiasi selama 0 jam, larutan 2 selama 0.5 jam, larutan 3 selama 1 jam, larutan 4 selama 2 jam dan seterusnya sampai larutan 8 selama 6 jam dengan menggunakan lampu UV-C 36 watt. 5 ml dari masing-masing larutan hasil degradasi diambil untuk dianalisa kadar warnanya dengan diukur Absorbansinya dengan spectrofotometer UV-Visibel, pH dengan pH meter dan COD dengan metode titrasi.

2.4 Penentuan COD

2.4.1 Preparasi Reaktan

1. Larutan Standar $K_2Cr_2O_7$ 0,25 N
12,25 g $K_2Cr_2O_7$ yang telah dipanaskan dalam oven $130^\circ C$ selama 2 jam dilarutkan dengan aquades, kemudian diencerkan dalam labu ukur 1000 ml.
2. Larutan standar $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ 0,1 N.
39g $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ dilarutkan dengan aquades dalam labu ukur 1000 ml. Kemudian 20ml asam sulfat pekat ditambahkan, didinginkan dan diencerkan hingga volumenya tepat 1000 ml.
3. Larutan H_2SO_4 pekat yang mengandung Ag_2SO_4 .
22 g Ag_2SO_4 dilarutkan dalam 4 kg H_2SO_4 pekat.
4. Larutan Indikator Ferroin.

1,485 g fenantrolin monohidrat dan 695 mg $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ dilarutkan dalam air dan diencerkan sampai 100 ml.

2.5 Cara Kerja

1. 0,1 g $HgSO_4$ dimasukkan ke dalam labu refluks, dan ditambahkan 5 ml sampel serta 2,5 ml $K_2Cr_2O_7$ 0.25 N.
2. Secara perlahan-lahan 7,5 ml H_2SO_4 pekat yang mengandung Ag_2SO_4 ditambahkan, dimana labu didinginkan pada saat pencampuran untuk mencegah hilangnya zat-zat yang mudah menguap.
3. Batu didih dimasukkan dan kondensor dipasang.
4. Air pendingin dan hot plate dijalankan, kemudian proses refluks dilakukan selama 2 jam.
5. Pemanas dimatikan dan campuran didinginkan pada suhu kamar.
6. Kondensor dibilas dengan mengalirkan 20 ml air suling melalui mulut kondensor.
7. 2-3 tetes larutan indikator ferroin ditambahkan dan sisa kromat dititrasi dengan larutan $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ 0,1 N. Titrasi dihentikan pada saat terjadi perubahan warna dari biru ke merah coklat.
8. Cara kerja di atas dikerjakan juga untuk blanko dengan menggunakan 5 ml aquades sebagai larutan blanko.

2.6 Pengujian Normalitas Larutan Titrasi

1. 2,5 ml larutan standar $K_2Cr_2O_7$ 0.25 N dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian dengan hati-hati ditambahkan 7,5 ml H_2SO_4 pekat, kemudian didinginkan.
2. 2-3 tetes indikator ferroin ditambahkan dan kemudian dititrasi dengan larutan $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ 0,1 N seperti cara di atas.

2.7 Perhitungan Nilai COD

$$\text{Normalitas titran} = \frac{2,5 \text{ ml} \times 0,25 \text{ N}}{\text{ml } Fe(NH_4)_2(SO_4)_2}$$

$$COD = (a - b) \times N \times 8 \times 1000$$

a = ml $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ untuk blanko

b = ml $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ untuk sampel

N = normalitas titran

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, mencari konsentrasi TiO_2 dan waktu radiasi terhadap penurunan kadar warna, baik

terhadap penurunan warna zat warna tunggal, maupun penurunan warna campuran alizarin dan Direct red-81.

3.1 Alizarin Red

3.1.1 Penentuan Konsentrasi TiO₂ Optimum

Percobaan ini dilakukan untuk menentukan konsentrasi TiO₂ yang diperlukan untuk mendegradasi senyawa alizarin-red dalam kuantitas terbanyak. Hasil dari pekerjaan ini ditunjukkan oleh table 1, 2 dan gambar 1, 2.

Dari Gambar 1, persen penurunan absorbansi di atas terlihat bahwa penambahan konsentrasi TiO₂ akan memperbesar persentase penurunan absorbansi larutan sampel alizarin-red. Persentase penurunan terbesar terjadi pada saat penambahan TiO₂ sebanyak 2,5 mg dalam larutan sampel sebanyak 50 mL, yang artinya sama dengan konsentrasi alizarin-red yang digunakan. Jumlah ini cukup besar dan ini disebabkan karena hanya tersedia dua buah gugus pada alizarin red yang dapat diserang oleh radikal, yaitu gugus auksokrom hidroksil (-OH).

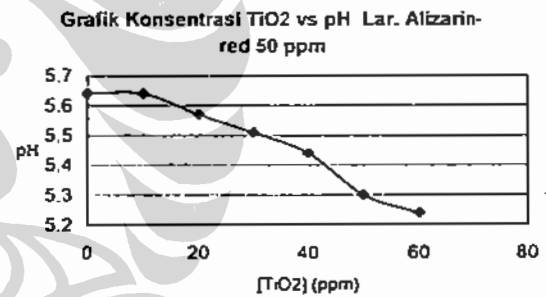
[TiO ₂] (ppm)	pH
0	5.64
10	5.64
20	5.57
30	5.51
40	5.44
50	5.3
60	5.24

Tabel 2. Penurunan pH alizarin-red 50 ppm dengan penambahan TiO₂ selama 5 jam radiasi

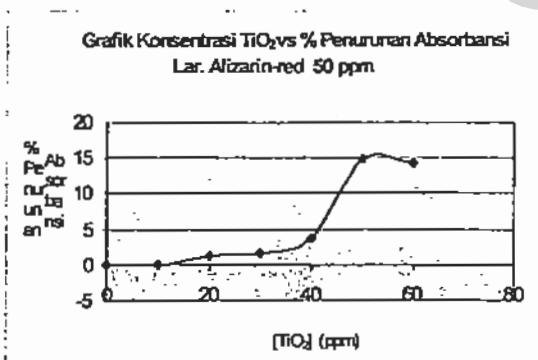
Sedangkan pada Gambar 2 di atas, pH menunjukkan semakin banyak katalis digunakan semakin banyak pula alizarin-red terdegradasi, yang ditunjukkan dengan menurunnya pH sebagai akibat dihasilkannya asam ftalat atau asam oksalat yang merupakan senyawa antara hasil degradasi alizarin-red, yang bersifat asam.

[TiO ₂] ppm	%Penurunan absorbansi
0	0
10	0
20	1.1
30	1.7
40	3.7
50	14.8
60	14.2

Tabel 1. % Penurunan absorbansi



Gambar 2. Grafik penurunan pH alizarin-red 50 ppm seiring penambahan konsentrasi TiO₂ selama 5 jam



Gambar 1. Grafik persen penurunan absorbansi alizarin-red terhadap konsentrasi TiO₂

3.1.2 Penentuan Waktu Radiasi Optimum

Dengan menggunakan konsentrasi TiO₂ optimum yang didapat di atas, dilakukan penentuan waktu radiasi optimum. Ini dilakukan dengan memvariasikan waktu radiasi terhadap sampel alizarin-red. Hasil-hasil yang didapat diberikan pada gambar 3-5 dan tabel 3-5.

Dari Gambar 3, persen penurunan absorbansi, terlihat penurunan terbesar terjadi pada waktu radiasi selama lima jam. Waktu selama ini dibutuhkan karena alasan molaritas alizarin yang cukup besar sebagai akibat berat molekulnya yang kecil, sebagaimana telah dikemukakan di atas.

Kemungkinan ini diperkuat dengan data COD seperti terlihat pada Gambar 5, yang menunjukkan penurunan minimum setelah lima jam diradiasi. Ini

dikarenakan persentase atom karbon dalam molekul alizarin-red yang cukup besar sehingga membutuhkan lebih banyak oksigen untuk mengoksidasinya. Sebagaimana ditunjukkan berikut :

Rumus molekul alizarin-red = $C_{14}H_8O_4$, berat molekul alizarin-s = 240, berat atom C, H dan O masing-masing adalah 12, 1 dan 16.

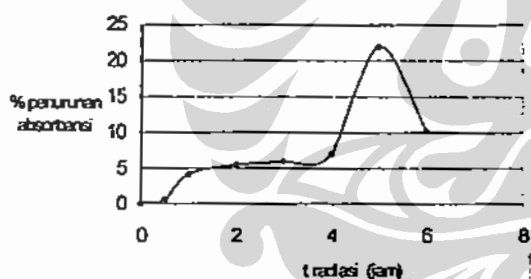
$$\text{Persentase C dalam } C_{14}H_8O_4 = \frac{14 \times Ar C}{BM C_{14}H_8O_4} \times 100 \%$$

$$= \frac{14 \times 12}{240} \times 100\%$$

$$= 70 \%$$

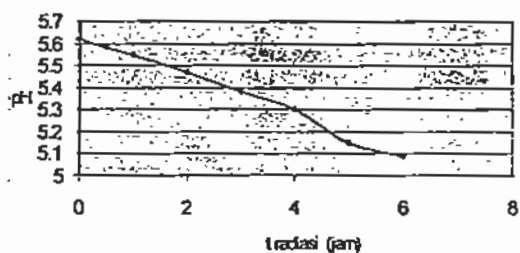
Selain itu struktur molekul alizarin-red turut berperan dalam memperlambat proses degradasinya. Ini karena struktur alizarin cukup stabil dan hanya mempunyai dua buah gugus hidroksil (-OH) yang dapat diserang oleh radikal yang dihasilkan oleh TiO_2 yang sudah terradiasi. Radikal yang tersedia hanya mampu memulai mendegradasi struktur alizarin-red melalui dua buah gugus hidroksil yang ada, yang menyebabkan waktu degradasi menjadi lebih lama.

Grafik Waktu radiasi vs %penurunan absorptansi Lar. Alizarin-red 50 ppm



Gambar 3. Persentase penurunan absorptansi alizarin-red 50 ppm selama 6 jam radiasi dengan lampu UV-C 36 Watt

Grafik Waktu radiasi vs pH Lar. Alizarin- Red 50 ppm



Gambar 4. Grafik penurunan pH alizarin-red selama 6 jam dengan lampu UV-36 watt.

Waktu	% Penurunan absorptansi
0	0
0.5	0.7
1	4.2
2	5.5
3	6
4	6.9
5	22
6	10.2

Tabel 3. Persentase penurunan absorptansi alizarin-red selama 6 jam

Grafik pH yang didapat menunjukkan nilai yang semakin menurun, yang menunjukkan terbentuknya asam dari larutan yang didegradasi. Asam ini terbentuk sebagai senyawa antara hasil degradasi senyawa alizarin-red, yang diperkirakan adalah asam ftalat. Grafik pH ini menunjukkan secara nyata bahwa semakin lama waktu radiasi maka semakin banyak pula alizarin-red yang terdegradasi.

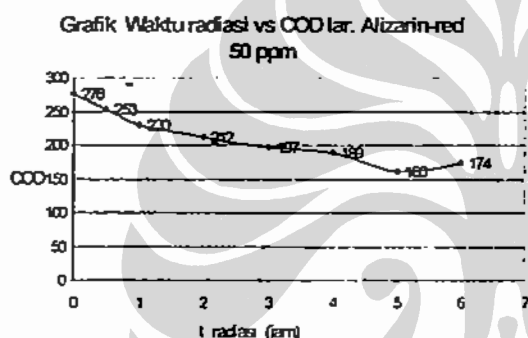
Dari kedua percobaan di atas didapatkan kondisi optimum degradasi larutan alizarin-red 50 ppm. Yaitu pada penggunaan TiO_2 sebesar 50 ppm dan waktu radiasi lima jam. Besarnya persentase penurunan warna larutan alizarin-red 50 ppm pada kondisi optimum ini adalah sebesar 22%.

t radiasi (jam)	pH
0	5,62
0,5	5,58
1	5,55
2	5,47
3	5,38
4	5,3
5	5,15
6	5,09

Tabel 4. Penurunan pH alizarin-red 50 ppm selama 6 jam radiasi dengan lampu UV-C 36 wat

t radiasi	COD
0	276
0.5	253
1	230
2	212
3	197
4	189
5	160
6	174

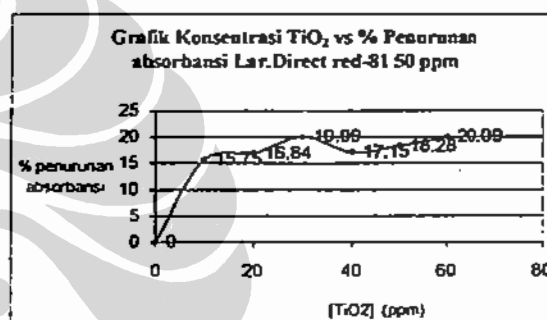
Tabel 5. Nilai COD larutan alizarin-red 50 ppm selama 6 jam radiasi lampu UV-C 36 wat



Gambar 5. Nilai COD alizarin-red 50 ppm 6 jam lampu UV- 36 Wat

[TiO ₂] (ppm)	% Penurunan A
0	0
10	15.8
20	16.8
30	20
40	17.2
50	18.3
60	20.1

Tabel 6. Persentase penurunan absorbansi larutan Direct Red-81 dengan penambahan konsentrasi TiO₂



Gambar 6. Grafik persentase penurunan absorbansi larutan Direct Red-81 dengan penambahan konsentrasi TiO₂

3.2 Percobaan Dengan Direct Red-81

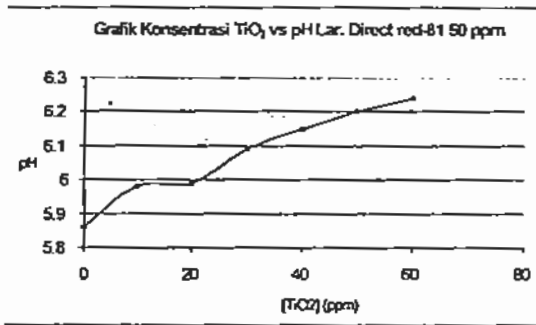
3.2.1 Penentuan Konsentrasi TiO₂ Optimum

Pekerjaan selanjutnya beralih kepada zat warna kedua, yaitu direct red-81. Pertama kali dilakukan penentuan konsentrasi TiO₂ optimum. Dari Gambar 6, persen penurunan absorbansi terlihat bahwa penurunan terbesar terjadi pada penggunaan TiO₂ sebanyak 30 ppm. Jumlah ini lebih sedikit daripada senyawa alizarin. Ini dapat terjadi karena pada struktur direct red-81 banyak terdapat gugus auksokrom yang dapat diserang oleh radikal. Yaitu dua buah gugus sulfit (-O₃S), sebuah gugus hidroksi (-OH) dan sebuah gugus benzanilida. Juga masih ditambah terdapatnya dua buah gugus azo (-N=N-) yang kurang stabil dan mudah membentuk gas N₂. Titik 60 ppm TiO₂ yang memberikan hasil yang hampir sama besar tidak digunakan karena sudah melebihi kadar direct red-81 yang digunakan yang hanya 50 ppm. Yang mana hal ini tidak sesuai dengan prinsip katalis yang sebaiknya lebih sedikit atau minimal sama banyak dengan substrat yang dikatalisis.

Pada Gambar 7, yaitu grafik pH, menunjukkan kenaikan pH untuk semakin banyak digunakan TiO₂. Ini semakin membuktikan hasil yang didapat pada penelitian sebelumnya yang juga memberikan penurunan pH. Sifat basa ini muncul dari amonia (NH₃), yang merupakan hasil perubahan gugus benzanilida.

[TiO ₂] (ppm)	pH
0	5.86
10	5.98
20	5.99
30	6.09
40	6.15
50	6.2
60	6.24

Tabel 7. Nilai pH larutan Direct Red-81 selama penambahan TiO₂



Gambar 7. Kenaikkan pH larutan Direct Red-81 seiring penambahan konsentrasi TiO₂

3.2.2 Penentuan Waktu Radiasi Optimum

Setelah didapat jumlah TiO₂ yang sesuai untuk direct red-81, konsentrasi ini kemudian digunakan untuk menentukan waktu radiasi optimum bagi senyawa ini. Dari Gambar 8, penurunan absorbansi terlihat bahwa penurunan terbesar terjadi pada waktu 1 jam. Waktu radiasi ini jauh lebih cepat dari waktu radiasi optimum alizarin-red yang membutuhkan waktu 5 jam. Ini dikarenakan struktur molekulnya yang mempunyai dua buah gugus azo (-N=N-), dua buah gugus sulfat (SO₃⁻), sebuah gugus hidroksi (-OH) dan sebuah gugus benzilida yang kurang stabil sehingga mudah diserang oleh radikal •OH. Kemungkinan ini diperkuat oleh grafik COD yang menunjukkan nilai terendah pada waktu radiasi satu jam.

Pada Tabel 10, terlihat nilai COD awal (nilai COD pada waktu radiasi = 0) yang merepresentasikan banyaknya atom karbon dalam senyawa organik, antara direct red-81 dan alizarin-red menunjukkan perbedaan. Nilai COD direct red-81 lebih kecil (260 sedangkan alizarin-red 276). Ini disebabkan persentase atom karbon dalam molekul direct red-81 lebih kecil dari persentase atom karbon dalam molekul alizarin-red yang mencapai 70 %. Berikut adalah persentase atom karbon dalam direct red-81.

Rumus molekul Direct red-81 = C₂₉H₁₉N₅Na₂O₈S₂
 Berat molekul Direct red-81 = 675,6 gr/mol

Ar C = 12, H = 1, N = 14, Na = 23, O = 8 dan S = 32

Persentase C dalam C₂₉H₁₉N₅Na₂O₈S₂ =

$$\frac{29 \times ArC}{BMC_{29H_{19}N_5Na_2O_8S_2}} \times 100\%$$

Persentase C dalam C₂₉H₁₉N₅Na₂O₈S₂ =

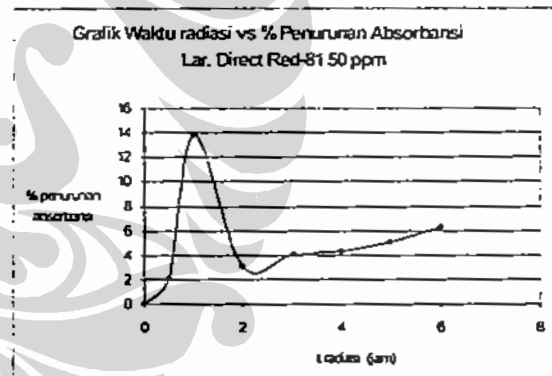
$$\frac{29 \times 12}{675,6} \times 100\% = 51,51\%$$

Dengan persentase yang lebih kecil ini, tidak mengherankan pula bila waktu optimum degradasi direct red-81 lebih cepat tercapai daripada alizarin-red.

Gambar 9 menunjukkan grafik pH yang didapat semakin menguatkan dugaan bahwa senyawa intermediet direct red bersifat basa (kemungkinan adanya amonia NH₃).

t radiasi (jam)	% Penurunan A
0	0
0.5	2.099
1	13.83
2	3.03
3	4.08
4	4.33
5	5.02
6	6.27

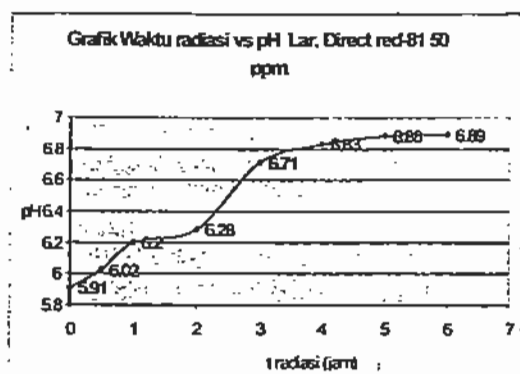
Tabel 8. Persen penurunan absorbansi lar. Direct-Red 81



Gambar 8. Persen penurunan absorbansi larutan Direct Red-81 selama waktu radiasi 6 jam

radiasi (jam)	pH
0	5.91
0.5	6.02
1	6.2
2	6.28
3	6.71
4	6.83
5	6.88
6	6.89

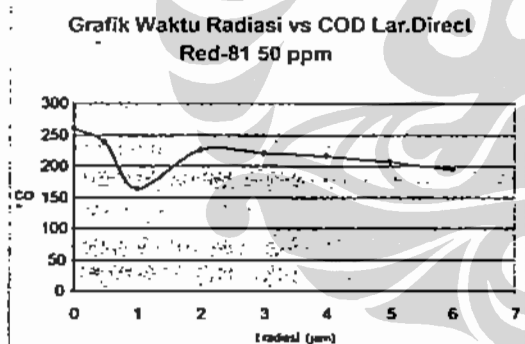
Tabel 9. Nilai pH larutan Direct Red-81 selama waktu radiasi 6 jam



Gambar 9. Kenaikan pH larutan Direct Red-81 selama waktu radiasi 6 jam UV-C 36 wat

t radiasi (jam)	COD
0	260
0.5	238
1	164
2	225
3	220
4	216
5	207
6	194

Tabel 10. Nilai COD larutan Direct-Red 81 selama 6 jam



Gambar 10. Nilai COD larutan Direct Red-81 selama waktu radiasi 6 jam UV-C 36 wat

4. KESIMPULAN

Metode fotokatalitik dengan suspensi TiO_2 dan dibantu sinar UV dari lampu UV-C 36 watt, merupakan metode alternatif untuk mengurangi kadar zat warna tekstil (alizarin dan Direct Red-81), dengan kondisi sebagai berikut:

- Zat warna alizarin 50 ppm dapat mengalami penurunan warna sampai 22%, dengan konsentrasi

$\text{TiO}_2 = 50$ ppm dan lama waktu radiasi UV-C 36 wat = 5 jam.

- Zat warna Direct Red-81 50 ppm , mengalami penurunan warna 13,83% dengan konsentrasi $\text{TiO}_2 = 30$ ppm dan lama waktu radiasi UV-C 36 wat = 1 jam.

DARTAR ACUAN

1. Zollinger, Heinrich. 1991. *Color Chemistry : Synthetic, Properties and Application of Organic Dyes and Pigments*. Second Edition. VCH. Germany.
2. Krane, Kenneth. 1992. *Fisika Modern*. UI Press. Jakarta
3. Ewing, Galer. 1995. *Instrumental Methods of Chemical Analysis*. Ed. 5, McGraw Hill Inc. USA.
4. Color index. 1971. *The Society of Dyers and Colorist*. vol.4.
5. -Yiqi Yang et.al. 1998. *Decolorization of Dyes Using UV / H_2O_2 Photochemical Oxidation*. Textile chemist and colorist.
6. Riegel, George and James, R Bolton. 1995. *Photocatalytic Efficiency Variability in TiO_2 Particles*. The Journal of Physical Chemistry. Vol. 99. No. 12. American Chemical Society.
7. Fujishima, A., and Honda, K., 1972. Electrochemical Photolysis of Water at Semiconductor Electrode, *Nature* (vol. 238) : 37-38.
8. Mills. Andrew, et. al. 1993. Water Purification by Semiconductor Photocatalysis. *Chemical Society Review* : 417-425.
9. Haarstrick, Andreas, et. al. 1996. TiO_2 -Assisted Degradation of Environmental Relevant Organic Compounds in Wastewater Using a Novel Fluidized Bed Photoreactor. *Environmental Science and Technology* (vol.30) : 817-824.
10. Heru Imam Santoso. 2002. *Studi Degradasi Zat Warna Direct Red 81 Melalui Metode Fotokatalitik / Sinar UV-Visible Dengan Suspensi TiO_2* . Skripsi Sarjana Kimia FMIPA UI. Depok.
11. Dwi Andi Wibowo. 2003. *Studi Degradasi Zat Warna AO7 Melalui Metode Fotokatalitik / Sinar UV-Visible Dengan Suspensi TiO_2* . Skripsi Sarjana Kimia FMIPA UI. Depok.
12. Heri Sutanto. 2004. *Studi Degradasi Zat Warna Alizarin Red Melalui Metode Fotokatalitik / Sinar UV-Visible Dengan Suspensi TiO_2* . Skripsi Sarjana Kimia FMIPA UI. Depok.