

PENGARUH IRADIASI GAMMA, H_2O_2 dan
FeSO₄ PADA ZAT WARNA DISERSE TERASIL RED
4G DALAM AIR.

Winarti Andayani, Agustin S., Surtipanti S.
Armanu dan Christina T.S.

PENGARUH IRADIASI GAMMA, H_2O_2 , DAN $FeSO_4$ PADA ZAT WARNA
DISPERSE TERASIL RED 4G DALAM AIR

Winarti Andayani*, Agustin S*, Surtipanti S*, Armanu* dan
Christina T S *

ABSTRAK

PENGARUH IRADIASI GAMMA, H_2O_2 , DAN $FeSO_4$ PADA ZAT WARNA
DISPERSE TERASIL RED 4G DALAM AIR. Telah dilakukan studi
iradiasi gamma pada zat warna disperse terasil red 4G yang
digabungkan dengan teknik konvensional, dalam hal ini digab-
ungkan dengan H_2O_2 dan $FeSO_4$. Juga dipelajari pada larutan
zat warna yang mengandung glukosa. Larutan contoh diiradiasi
dengan sinar gamma dari sumber cobalt-60, laju dosis 1-5
kGy/jam, dosis 1-5 kGy, dan pH larutan 1-12. Iradiasi dilaku-
kan dengan penambahan udara dan tanpa udara. H_2O_2 ditambahkan
sebelum diiradiasi dan $FeSO_4$ setelah diiradiasi. Larutan
setelah diiradiasi, diukur dengan spektrofotometer uv-vis
pada 490 nm dan ditentukan COD nya. Hasil pengukuran menun-
jukkan bahwa perlakuan iradiasi yang digabungkan dengan $FeSO_4$
sangat efektif untuk menghilangkan warna sampai 95% dan
menurunkan COD sampai 80%. Akan tetapi larutan zat warna
yang mengandung glukosa 200 ppm, lebih sulit untuk dihilang-
kan warnanya maupun untuk diturunkan COD nya pada kondisi
yang sama.

ABSTRACT

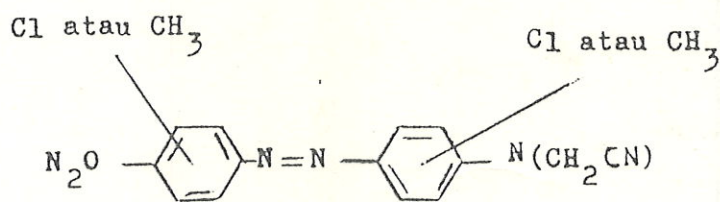
THE EFFECT OF GAMMA IRRADIATION, H_2O_2 AND $FeSO_4$ ON DISPERSE
DYES TERASIL RED 4G IN AQUEOUS SOLUTION. A study of radiation
treatment on disperse dyes was combined with conventional
techniques, in this case it was combined with H_2O_2 and
 $FeSO_4$. The study also done on dyes solution content glucosa.
The dyes sample solutions were irradiated with gamma rays
from a cobalt-60 source, at dose rate 1-5 kGy/hour, absorbed
dose 1-5 kGy and pH 1-12. The irradiation was carried out in

*Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN

the presence of air and without air. H_2O_2 were added before irradiation and $FeSO_4$ after irradiation. After irradiation the solutions was analyzed by using uv-vis spectrophotometer at 490 nm and than chemical oxygen demand (COD) was determined. It was found that the radiation treatment combined with $FeSO_4$ is very effefive to remove colour until 90% and reduce 80% COD. However the colour and COD of dye solution that containing glucose of 200 ppm are more difficult to be removed and to be reduced in the same conditional treatment.

PENDAHULUAN

Zat warna terasil red 46 merupakan zat warna disperse. Senyawa ini mempunyai rumus molekul sebagai berikut (1),



Di industri tekstil, zat warna ini biasanya digunakan sebagai pewarna untuk bahan 'cotton, silk, dan polyester' (2). Pada proses pewarnaan akan dihasilkan air limbah buangan yang masih mengandung zat warna dengan konsentrasi sekitar 200 ppm (3). Zat warna tersebut bersifat racun, karena itu sebelum dibuang ke perairan di lingkungan, limbah tersebut harus diolah (4). Pada umumnya limbah zat warna yang dihasilkan oleh pabrik tekstil tidak mudah diuraikan dengan cara-cara konvensional seperti adsorpsi, biologi dan kimia (5). Iradiasi dengan gamma dapat lebih efektif untuk mengolah limbah zat warna dari tekstil, karena pengaruh iradiasi dalam larutan ini, dapat menguraikan molekul-molekul zat warna oleh radi-

kal-radikal hasil radiolisis air (6).

KAWAKAMI (1978), melaporkan bahwa zat warna disperse sangat sulit diuraikan dengan cara iradiasi gamma (7). Perlakuan iradiasi yang digabungkan dengan teknik konvensional seperti koagulan dan oksidator diharapkan dapat menaikkan efektifitas iradiasi gamma. Dalam penelitian ini iradiasi gamma digabungkan dengan koagulan FeSO_4 dan oksidator H_2O_2 .

Penelitian ini bertujuan untuk menghilangkan warna merah dari zat warna terasil red 4G menjadi larutan jernih yang bersifat tidak racun. Juga dipelajari, pengaruh perlakuan pada larutan zat warna yang mengandung glukosa, karena diketahui bahwa dalam limbah tekstil biasanya juga terkandung glukosa.

BAHAN DAN METODE

Bahan kimia, Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini antara lain terasil red 4G (diperoleh dari PT Cyba Geigy), glukosa, FeSO_4 , H_2O_2 .

Peralatan, Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari irradiator gamma cobalt-60, spektrofotometer uv-vis (Hitachi U-2000), peralatan gelas, pengaduk magnet, pH meter, pompa udara.

Cara iradiasi, larutan zat warna 100 ppm, disiapkan dengan melarutkan 1 g terasil red 4G dalam 1 l air suling dan dilakukan pengenceran 10 kali. Larutan zat warna (500 ml)

ditempatkan dalam erlenmeyer. Larutan diiradiasi dengan sinar gamma cobalt-60 pada suhu ruang (33°C), laju dosis 1 - 5 kGy/jam, dosis serap 1 - 5 kGy. Udara dialirkan melalui puncak dari larutan selama iradiasi. Laju dosis ditentukan dengan dosimeter Fricke ($G(\text{Fe}^{3+}) = 15,6$). Pada beberapa percobaan, glukosa dengan konsentrasi 200 ppm diiradiasi bersama larutan zat warna.

Penambahan H_2O_2 , larutan zat warna (500 ml) ditempatkan dalam erlenmeyer. Ke dalamnya ditambahkan 0,2 - 1,0 ml H_2O_2 (30%). Larutan diiradiasi dengan laju dosis 5 kGy/jam dan dosis 1, 3 dan 5 kGy. Udara dialirkan ke dalam erlemeyer selama iradiasi.

Cara koagulasi, Larutan zat warna yang telah diiradiasi dan kontrol, dipipet 50 ml, dimasukkan dalam tabung reaksi. pH larutan ditepatkan pada pH 1, 3, 5, 7, 9 dan 12 dengan 5% NaOH_{aq} dan 5% $\text{H}_2\text{SO}_{4\text{aq}}$. Ke dalam larutan yang telah ditepatkan pH nya, ditambahkan $\text{FeSO}_4(\text{aq})$.

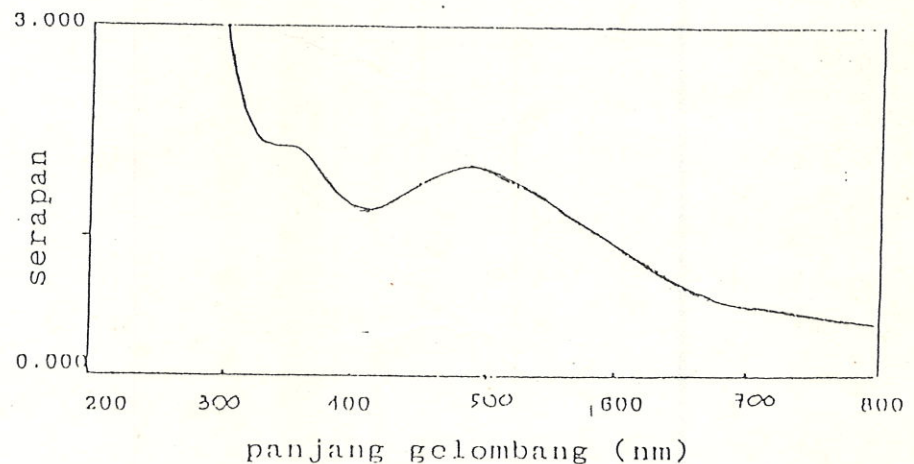
Pengukuran spektrum serapan, spektrum serapan dari larutan zat warna diukur dengan alat spektrofotometer uv-vis (Hitachi model U-2000).

Pengukuran COD, Larutan contoh (50ml) ditempatkan dalam erlemeyer 500 ml. Ke dalamnya ditambahkan 25 ml 0,25 N $\text{K}_2\text{CrO}_7(\text{aq})$ dan 20 ml asam sulfat pekat. Larutan tersebut di reflux selama 2 jam. Larutan didinginkan dan kelebihan K_2CrO_7 dititrasi dengan ferro ammonium sulfat, menggunakan 2-3 tetes indikator ferroin. Perubahan warna yang tajam dari biru

kehijauan ke merah kecoklatan menunjukkan titik akhir titrasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Contoh dari spektrum zat warna terasil red 4G hasil pengukuran dengan spektrofotometer uv-vis ditunjukkan pada Gambar 1.

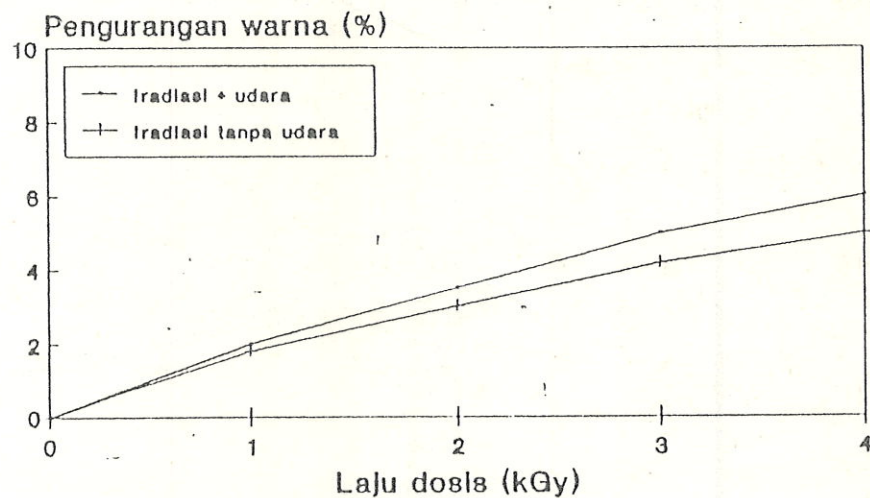


Gambar 1. Spektrum serapan dengan spektrofotometer uv-vis dari larutan terasil red 4G

Gambar 1 terlihat bahwa larutan zat warna tersebut mempunyai serapan yang sangat lebar. Dua puncak terlihat pada panjang gelombang yang berbeda yaitu 490 nm dan 300 nm.

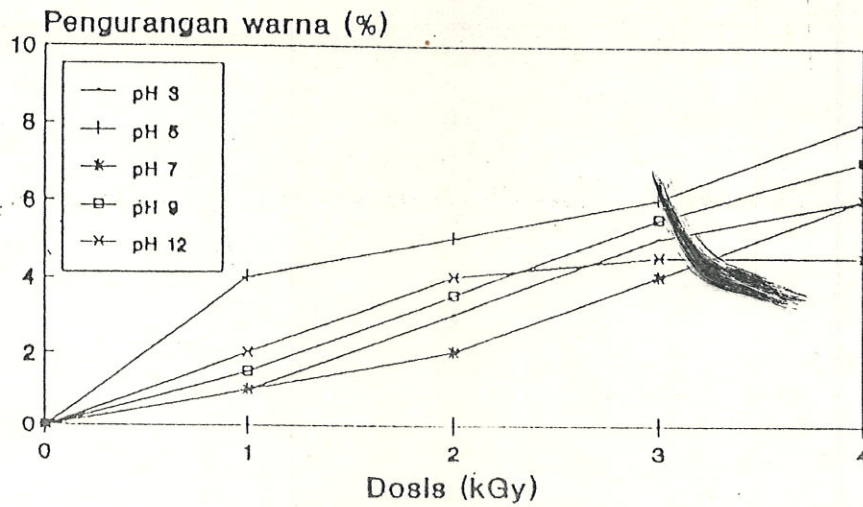
Pengaruh laju dosis pada penguraian zat warna. Dari penelitian yang telah dilakukan, yaitu iradiasi larutan zat warna terasil red dengan udara dan tanpa udara, diperoleh kurva laju dosis sebagai fungsi dari pengurangan warna (Gambar2). Pada Gambar 2 ditunjukkan bahwa, baik iradiasi

dengan penambahan udara maupun tanpa udara dengan kenaikan laju dosis dari 1 kGy/jam sampai 5 kGy/jam akan menaikkan persen pengurangan warna dari zat warna terasil red, yaitu dari sekitar 2% pada laju dosis 1 kGy/jam menjadi 7% pada laju dosis 5 kGy/jam. Jadi pada iradiasi selanjutnya digunakan laju dosis 5 kGy/jam. Hal ini karena pada laju dosis yang lebih tinggi, dibutuhkan waktu iradiasi yang lebih singkat (pada dosis yang sama).

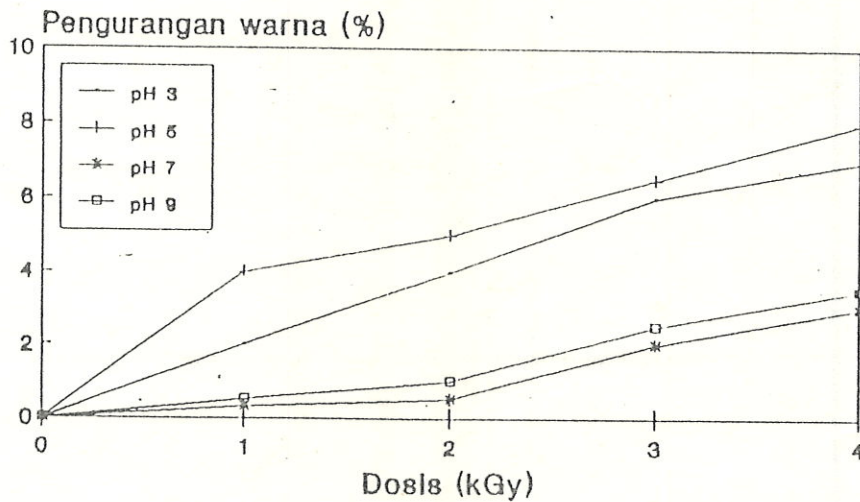


Gambar 2. Pengaruh laju dosis terhadap pengurangan warna terasil red 4G

Pengaruh iradiasi gamma dan pH pada pengurangan warna terasil red 4G. Dari penelitian yang dilakukan yaitu iradiasi gamma dengan penambahan udara dan tanpa udara pada pH 3, 5, 7, 9, dan 12 dan dosis serap 1-5 kGy diperoleh hubungan antara pH larutan terhadap pengurangan warna (Gambar 3 dan 4).



Gambar 3. Pengaruh pH larutan terhadap pengurangan warna iradiasi dengan udara



Gambar 4. Pengaruh pH larutan terhadap pengurangan warna iradiasi tanpa udara

Sebagaimana ditunjukkan Gambar 3, yaitu larutan yang diiradiasi dengan penambahan udara, pada pH 3 - 12, iradiasi sampai dosis 5 kGy, pengurangan warna hanya tercapai kurang

dari 10%. Hal ini juga terjadi pada larutan yang diiradiasi tanpa udara. Jelas bahwa iradiasi gamma saja pada larutan zat warna disperse, kurang efektif untuk menguraikan zat warna tersebut.

Pengaruh H_2O_2 dan iradiasi gamma pada pengurangan warna zat warna terasil red 4G. Hidrogen peroksida adalah zat pengoksidasi yang cukup kuat. Penambahan zat ini pada saat iradiasi, diharapkan dapat menguraikan zat warna, sehingga dapat menguraikan partikel zat warna. Pada Tabel 1 dapat dilihat pengaruh H_2O_2 pada pengurangan warna terasil red 4G.

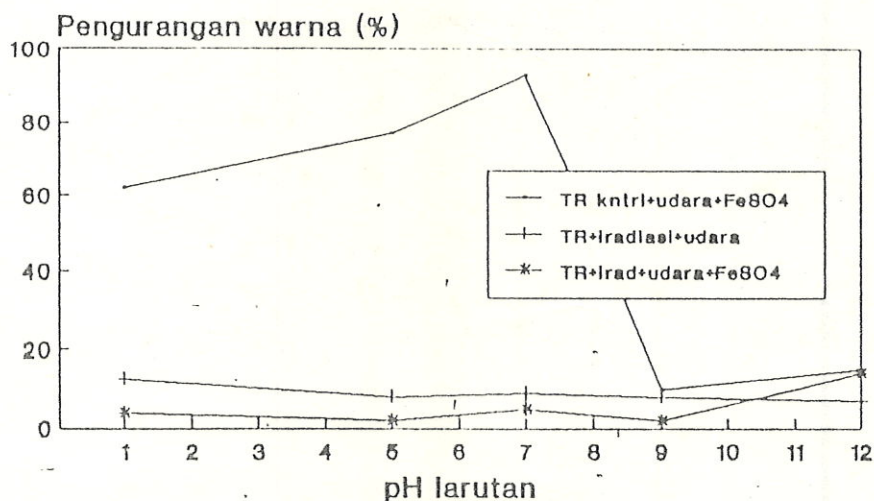
TABEL 1. Pengaruh H_2O_2 pada pengurangan warna terasil red 4G pada dosis 1,3 dan 5 kGy, dan pH 12, serta konsentrasi terasil red (TR) 100 ppm

sampel	pengurangan warna(%)		
	1kGy	3kGy	5kGy
TR + iradiasi	2%	4%	7%
TR + H_2O_2 (13mM) + iradiasi	3%	5%	7%
TR + H_2O_2 (25mM) + iradiasi	3%	4%	7%
TR + H_2O_2 (100mM) + iradiasi	5%	5%	8%

Tabel 1, terlihat bahwa penggunaan H_2O_2 selama iradiasi zat warna disperse, tidak berpengaruh pada penguraian partikel zat warna. Warna dari TR hanya berkurang 8% dengan penambahan H_2O_2 sampai dengan konsentrasi 100 mM. Jadi penambahan oksidator ini selama iradiasi gamma tidak dapat menaikkan efektivitas

fitas iradiasi dalam penguraian zat warna terasil.

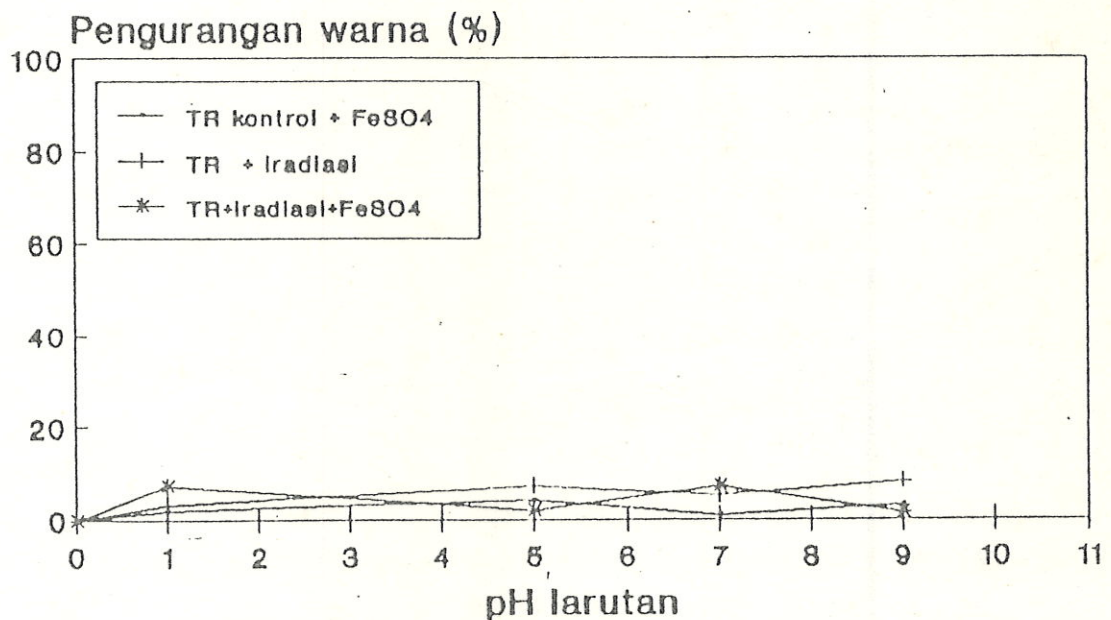
Pengaruh koagulan $FeSO_4$ dan iradiasi gamma pada zat warna terasil red 4G. Dari hasil penelitian dengan penambahan $FeSO_4$ dalam larutan zat warna setelah diiradiasi, pada pH 1 - 12, baik iradiasi dengan penambahan udara maupun tanpa udara, diperoleh hubungan antara pH larutan terhadap pengurangan warna (Gambar 5 dan Gambar 6).



Gambar.5 Pengaruh pH larutan terhadap pengurangan warna terasil red 4G (laju dosis 5kGy/jam,dosis 5 kGy), $FeSO_4$ 100 ppm

Pada Gambar 5, yaitu larutan zat warna yang diiradiasi dengan penambahan udara. Pada larutan kontrol (tidak diiradiasi), pada pH 1 - 12, setelah penambahan $FeSO_4$ pengurangan warna sangat kecil (kurang dari 15%). Hal ini juga terjadi pada larutan zat warna yang diiradiasi tanpa penambahan $FeSO_4$. Pada larutan zat warna yang diiradiasi dengan penamba-

han udara, kemudian ditambahkan ke dalamnya FeSO_4 , pada pH 1 - 7 terjadi peningkatan pengurangan warna, dan pada pH 7 pengurangan warna mencapai optimum, sampai 93%. Pada pH 7 - 12, pengurangan warna menurun lagi. Pengurangan warna ini terjadi karena partikel-partikel zat warna mengendap sehingga didapat larutan yang jernih.

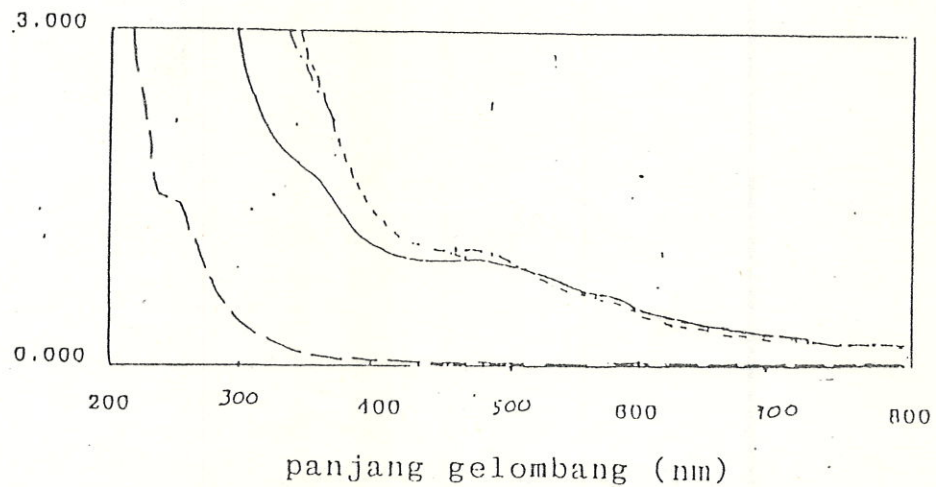


Gambar 6. Pengaruh pH terhadap pengurangan warna terasil red 4G (laju dosis 5 kGy/jam, dosis 5 kGy) FeSO_4 100 ppm

Gambar 6, yaitu larutan zat warna yang diiradiasi tanpa penambahan udara. Larutan kontrol setelah penambahan FeSO_4 pengurangan warna hanya sampai 10%. Hal ini juga terjadi pada larutan yang diiradiasi. Larutan zat warna yang diiradiasi tanpa penambahan udara, kemudian ditambah FeSO_4 tidak terjadi

pengendapan dari partikel-partikel zat warna, sehingga pengurangan warna hanya kurang dari 10%. Dari uraian tersebut diatas jelas bahwa pengendapan partikel-partikel zat warna hanya terjadi larutan yang diiradiasi dengan penambahan udara dan FeSO_4 .

Perubahan spektrum serapan dari zat warna terasil red 4G, larutan zat warna kontrol dan larutan yang telah diiradiasi dibuat spektrum serapannya dengan spektrofotometer uv-vis yang dapat dilihat pada Gambar 7.



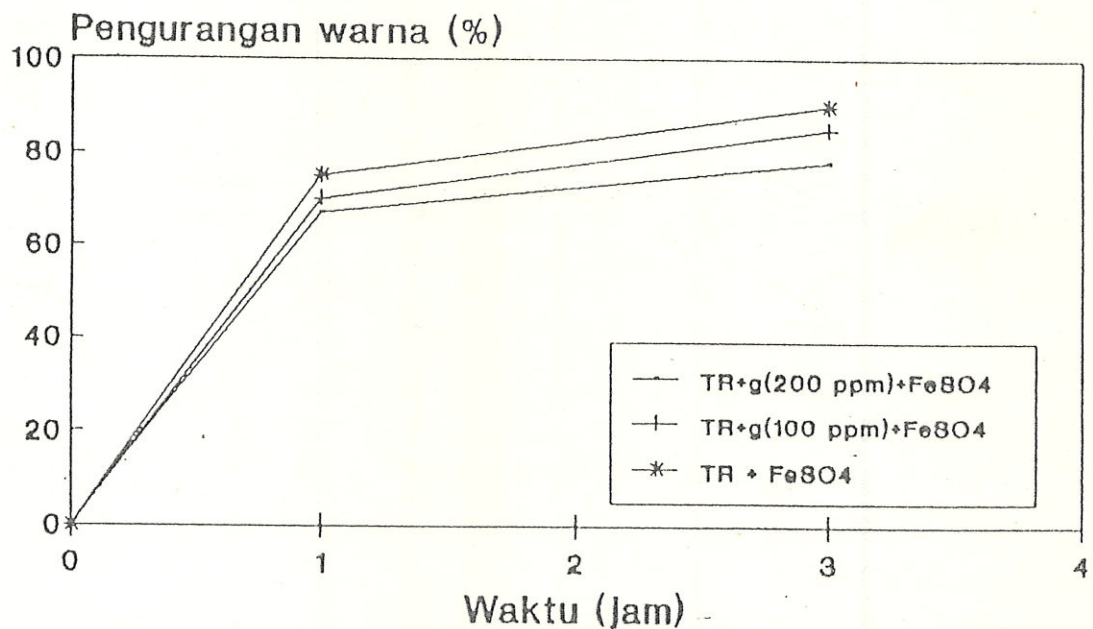
Gambar 7. Perubahan spektrum serapan larutan terasil red 4 G

- kontrol
- — — — TR + iradiasi + udara + FeSO_4
- - - - TR + iradiasi + FeSO_4
- . . . - TR + iradiasi + udara

Gambar 7 menunjukkan bahwa zat warna yang diiradiasi dengan sinar gamma, tanpa penambahan FeSO_4 , mempunyai spektrum serapan yang hampir sama dengan kontrol, sedangkan zat warna yang diiradiasi dengan penambahan udara dan FeSO_4 ,

mempunyai spektrum serapan mendekati nol. Larutan zat warna yang diiradiasi tanpa udara dan ditambah FeSO_4 , tidak mengalami perubahan spektrum serapan (sama dengan kontrol).

Pengaruh glukosa pada iradiasi larutan terasil red 4G, dari hasil penelitian, iradiasi larutan zat warna terasil red yang mengandung glukosa, dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengaruh glukosa terhadap pengurangan warna terasil red 4G (laju dosis 5 kGy/jam, dosis 5 kGy, pH 7)

Gambar 8 menunjukkan bahwa, kecepatan pengendapan dari partikel zat warna setelah diiradiasi tergantung pada konsentrasi FeSO_4 . Larutan zat warna yang tidak mengandung glukosa lebih mudah mengendap, dengan penambahan FeSO_4 200 ppm, setelah disimpan selama 5 jam partikelnya sudah mengendap 95%. Larutan zat warna yang mengandung glukosa 100 ppm, diperlukan konsentrasi FeSO_4 400 ppm untuk mengendapkan

partikel zat warna sampai 90% setelah 5jam. Pada konsentrasi glukosa yang lebih tinggi (200 ppm), diperlukan konsentrasi FeSO_4 500 ppm. Jadi pada konsentrasi glukosa yang lebih tinggi, partikel zat warna lebih sulit mengendap.

Pengukuran COD larutan, penentuan COD ini diperlukan karena untuk membuang limbah ke lingkungan, air limbah tersebut harus mempunyai nilai COD yang sesuai dengan mutu baku lingkungan. Nilai COD larutan zat warna dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2, menunjukkan bahwa zat warna kontrol mempunyai COD 137 ppm. Sampel zat warna yang diiradiasi dengan penambahan udara dan FeSO_4 , mengalami penurunan COD sampai 80%. Pada larutan zat warna yang mengandung glukosa, mengalami penurunan 50%. Terjadinya penurunan COD karena terjadinya pengendapan partikel-partikel zat warna. Larutan zat warna yang diiradiasi tanpa penambahan udara penurunan COD hanya 10%

TABEL 2. COD larutan zat warna terasil red (TR) setelah diiradiasi

sampel	COD (ppm)
TR kontrol	137
TR + udara + iradiasi + FeSO_4 (100 ppm)	27
TR + iradiasi + FeSO_4 (100 ppm)	123
TR + glukosa + udara + iradiasi + FeSO_4 (100 ppm)	68

KESIMPULAN

1. Iradiasi gamma kurang efektif untuk menguraikan zat warna disperse terasil red 4G.
2. Penambahan H_2O_2 dan udara selama iradiasi kurang efektif untuk menguraikan zat warna terasil red 4G
3. Gabungan perlakuan iradiasi gamma, udara dan koagulan $FeSO_4$ pada pH 7 sangat efektif untuk menghilangkan warna dari terasil red 4G sampai 93% dan menurunkan COD sampai 80%, karena pengendapan dari partikel zat warna. Jika di dalam larutan zat warna mengandung glukosa, penghilangan warna dan penurunan COD lebih sulit dengan kondisi yang sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih pada M Furi bin Amut, atas bantuannya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. AGUSTIN, N.M.A, ARAI H and MIYATA, T, Radiation - Induced Decoloration and Sedimentation of Colloidal Disperse Dyes in Water (akan diterbitkan di Appl. Rad. Isot)
2. KIRK - OTHMER, Ensiklopedia of Chemical Technology, 1, 476 John Wiley & sons, Inc New York (1976).
3. HARYANTO, J.H, Ciba - Geigy, PT Kapo Kimia Kencana, (1992) komunikasi pribadi.
4. SOEMANTOJO, R.W., " Limbah B-3 dan dampaknya terhadap manu-

sia dan lingkungan ., Dasar-dasar analisa dampak lingkungan, UI XXI., FFSML UI., 8 - 23 Juni 1988, UI Jakarta (1988)

5. MARKOVIC, V., " Environmental Appliances of Radiation Technology", National Training Course of Radiation Chemistry and its Applications in Industry, 4 - 15 February 1991, CAIR - BATAN, Jakarta (1991).
6. KAWAKAMI, W., HASHIMOTO, S., MIYATA, T., SAKUMOTO, A., TOKUNAGA, T., CHIGIRA, M., WASHINI, M., Radiation Treatment of waste water XI Treatment of Dye Wastewater and Its Cost Rep. JAERI-M (1978) 7994
7. TAKEHISA, M and SAKUMOTO., " Radiation Treatment of Waste Water ", JAERI, Japan (1980)