

DEGRADASI PEWARNA TARTRAZIN DENGAN FOTOKATALIS TITANIUM DIOKSIDA (TiO₂)

Anwar Said

Program Studi Teknologi Hasil perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Muhammadiyah
Kendari (JLN. K.H. Ahmad Dahlan, No.10 Kota Kendari)
Email korespondensi: anwar.said@umkendari.ac.id

Abstrak

Tartrazin merupakan jenis pewarna sintetik yang banyak digunakan dalam industri makanan, kosmetik, dan obat-obatan yang apabila jatuh pada badan air dapat mencemarinya sehingga diperlukan senyawa yang dapat mendegradasinya salah satunya dengan menggunakan titanium dioksida (TiO₂). Selanjutnya dalam mempelajari mekanisme reaksi dan perubahan yang terjadi selama proses degradasi fotokatalis titanium dioksida diperlukan informasi mengenai tetapan laju, waktu paruh dan laju degradasi yang merupakan faktor penentu dalam mempelajari mekanisme reaksi degradasi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan massa optimum TiO₂ pada saat mendegradasi pewarna Tartrazin, menentukan tetapan laju degradasi tartrazin, menentukan waktu paruh degradasi Tartrazin, dan menentukan laju degradasi tartrazin. Adapun prosedur penelitiannya yaitu desain reaktor fotokatalitik, penentuan panjang gelombang maksimum, pembuatan kurva kalibrasi tartrazin, penentuan massa optimum TiO₂ dalam mendegradasi senyawa tartrazin, dan penentuan hasil degradasi senyawa tartrazin dengan penyinaran lampu UV. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa massa optimum TiO₂ dalam mendegradasi senyawa tartrazin adalah 50 mg, tetapan laju degradasi adalah 0,006 menit⁻¹, waktu paruh degradasi adalah 115,5 menit dan laju degradasinya mengikuti persamaan reaksi orde pertama dimana laju maksimal terjadi pada menit ke-90 dengan nilai 0,0651 mg/L.

Kata kunci: Degradasi, Pewarna Tartrazin, Fotokatalis, Titanium Dioksida

Abstract

Tartrazine is a synthetic dye that is widely used in the food, cosmetics, and medicines industries that when exposed to water pollutes and thus requires substances that degrade one by using titanium dioxide (TiO₂). In learning reactions and changes mechanism that occurs during the process of titanium dioxide photocatalytic degradation is needed information about the delay of the rate, the half-time and the degradation rate that are the key to learning the degradation reaction mechanism. The study aims to determine optimum mass TiO₂ in the devaluation of tartrazine color, to determine the fixed rate of tartrazine degradation, to determine the time of tartrazine degradation of lungs, and to determine the rate of tartrazine degradation. As for the research procedure, such as designing photocatalytic reactors, determining the maximum wavelength, generating tartrazine calibration curve, determining TiO₂ mass of tartrazine compounds, and reducing the tartrazine compound with the UV light. The study reveals that the optimum TiO₂ in depreciating the tartrazine compound by 50 mg, the fixed rate of tartrazine is 0.006 minute⁻¹, and the corresponding time of composition is 115.5 minutes also the corresponding rate of the first order in which the maximum rate in the minutes 90 occurs at 0.0651 mg/L.

Keyword: Degradation, Tartrazine Dye, Photocatalyst, Titanium Dioxide

PENDAHULUAN

Fenomena fotokatalisis pada permukaan TiO₂ telah menarik perhatian para peneliti diseluruh dunia sejak era tahun 1970an. Kepopulerannya tercatat sejak publikasi Fujishima dan Honda, yang melaporkan pemecahan air menggunakan pasangan elektroda platina dan TiO₂ (kristal tunggal rutil) hanya dengan input energi dari cahaya tanpa penambahan potensial listrik dari luar, yang menghasilkan hidrogen dan juga menghasilkan daya listrik. Fotokatalis berperan dalam mempercepat laju reaksi dan memiliki nilai tinggi dalam memanfaatkan energy cahaya [14]. Dalam kurun waktu lebih dari empat puluh tahun ini telah terakumulasi pemahaman ilmiah yang lebih baik tentang fotokatalis TiO₂ dan banyak kemajuan dicapai dalam penerapannya [9], [11], [15], [16], [17], [19], [23]. Pada proses fotokatalisis, ketika semikonduktor TiO₂ mengabsorpsi sinar UV (400 nm) yang berenergi sama atau lebih besar dari energi celah pitanya maka akan terjadi pemisahan muatan atau fotoeksitasi dalam molekul

TiO₂. Elektron (e⁻) akan tereksitasi ke pita konduksi meninggalkan lubang positif (h⁺) pada pita valensi. Lubang positif yang terbentuk berinteraksi dengan molekul air atau ion OH⁻ menghasilkan radikal hidroksil (OH). Radikal hidroksil ini merupakan spesi yang sangat reaktif menyerang molekul-molekul organik dan dapat mendegradasinya menjadi CO₂, H₂O, dan ion-ion halida jika molekul organik mengandung halogen. Oksidasi terhadap molekul organik ini bersifat tidak selektif [26].

Proses fotokatalisis TiO₂ memiliki beberapa keunggulan dibanding proses biologi atau oksidasi kimia lainnya [2], [6], [10], [12], [26]. Pertama, reaksi fotokatalitik tidak spesifik, sehingga mampu digunakan untuk mendestruksi senyawa-senyawa organik dalam lingkup yang luas seperti alkana, alkena, alkohol, fenol, asam karboksilat,

alkana dan alkena terhalogenasi, senyawa-senyawa aromatik, zat warna, surfaktan hingga poliklorinasi benzena (PCB's) dan pestisida. Kedua, daya oksidasi proses ini sangat kuat sehingga seringkali mampu mendegradasi senyawa organik hingga tingkat mineralisasi. Ketiga, proses ini mampu mendegradasi senyawa-senyawa toksik yang tidak dapat didegradasi dengan proses biologi. Keempat, proses ini dapat digunakan untuk fase cair, misalnya untuk pengolahan air limbah atau untuk pemurnian air, maupun fase gas, misalnya untuk emisi *Volatile Organic Compound* (VOC). Dan, yang kelima, proses ini dapat memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber sinar ultraviolet sehingga dapat mengurangi biaya operasional.

Luas jangkauan aplikasi fotokatalisis pada permukaan TiO₂ ini meliputi bidang-bidang: diversifikasi energi (*fotoelektrokimia solar cell and water splitting*), sintesis kimia organik (*fotoelektrosintesis*), pengolahan limbah (*water or gas detoxification and disinfection*), pengembangan metoda analisis (*TOC Analyzer, Selective Electrode*), bidang kedokteran (anti kanker) dan bidang material (*self-cleaning glass and ceramics*) [2], [13].

Tartrazin merupakan jenis pewarna yang banyak digunakan dalam industri makanan, kosmetik, dan obat-obatan. Tartrazin termasuk pewarna golongan dyes dan kelas azo karena daya larutnya yang sangat tinggi dalam air [4]. Studi mengenai degradasi fotokatalitik titanium dioksida (TiO₂) terhadap zat pewarna yaitu diantaranya penelitian yang dilakukan oleh [5] telah mendegradasi pewarna azo dengan menggabungkan Fe³⁺ dan Titanium dioksida variasi pH. Sementara itu, [1] mendegradasi metilen biru menggunakan fotokatalis TiO₂ yang diradiasi dengan sinar UV buatan menggunakan *High Pressure Mercury Lamp* (HPML) dan mengkaji fotodegradasi zat warna metilen biru tersebut. Membuat reaktor fotokatalitik untuk mendegradasi bahan organik dalam air gambut [7]. Dalam mempelajari mekanisme reaksi dan perubahan-perubahan yang terjadi selama proses degradasi

menggunakan fotokatalis TiO₂, informasi data mengenai kondisi reaksi fotodegradasi seperti tetapan laju, waktu paruh dan laju degradasi merupakan faktor penentu dalam mempelajari mekanisme reaksi degradasi tersebut. Penelitian tentang kinetika reaksi degradasi fotokatalis TiO₂ yaitu diantaranya yang dilakukan oleh [21] berkesimpulan bahwa degradasi Remazol Yellow dengan menggunakan Zeolit A terimpregnasi TiO₂ mengikuti model kinetika reaksi orde 1. Selanjutnya, [18] berkesimpulan bahwa tetapan laju degradasi 4-Klorofenol mengikuti tetapan laju reaksi pseudo orde satu.

Dari uraian diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui massa optimum TiO₂ yang digunakan dalam mendegradasi pewarna sintetik Tartrazin, menentukan tetapan laju degradasi tartrazin yang difotokatalisis dengan TiO₂, menentukan waktu paruh degradasi Tartrazin yang difotokatalisis dengan TiO₂, menentukan laju degradasi Tartrazin yang difotokatalisis dengan TiO₂.

METODE PENELITIAN

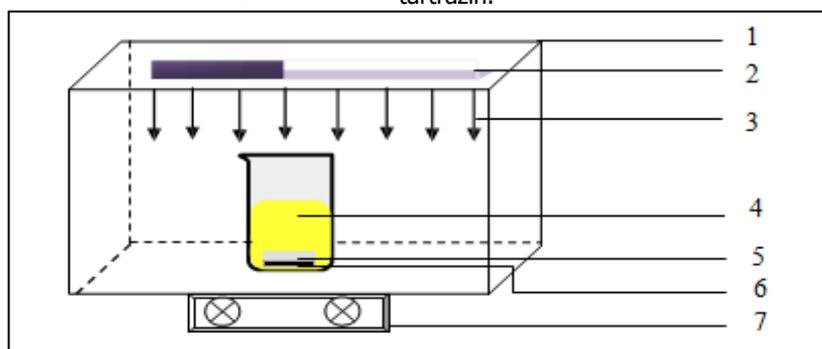
Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas kimia 250 ml iwaki pyrex, labu takar 1000 dan 100 ml iwaki pyrex, neraca analitik, spatula, pipet volum 50, 25, 20, 15, 10, 5 ml iwaki pyrex, corong, stirer dan magnetiknya, oven, stopwatch, desikator, lampu UV merk sparco 10 watt terdapat didalam kotak (reaktor fotokatalitik), kuvet, UV-Vis Shimadzu 1700. Bahan yang digunakan adalah pewarna sintetik tartrazin CI No. 19140 dalam bentuk serbuk, titanium (IV) oksida (TiO₂) dalam bentuk serbuk, aquades, kertas saring, sinar UV.

Prosedur Kerja

Desain Reaktor Fotokatalitik

Adapun reaktor yang dikembangkan dengan menganut pada prinsip fotokatalitik titanium dioksida untuk mendegradasi pewarna sintetik tartrazin.



Gambar 1. Desain Alat Fotokatalitik

Keterangan

1. Reaktor Fotokatalisis dimensi 42 cm x 14 cm x 18 cm
2. Lampu uv
3. Sinar uv
4. Larutan tartrazin dengan konsentrasi tertentu
5. Serbuk titanium dioksida (TiO₂)
6. Magnetik stirrer

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum dan Pembuatan Kurva Kalibrasi Tartrazin

Larutan standar tartrazin 1000 ppm dibuat dengan cara menimbang 0,1 gram serbuk tartrazin, kemudian melarutkan dengan aquades dalam labu takar 100 ml sampai tanda batas. Selanjutnya membuat larutan standar 100 ppm dengan cara memipet 10 ml larutan standar 1000 ppm kemudian melarutkan dengan aquades dalam labu takar 100 ml sampai tanda batas. Selanjutnya membuat larutan seri dengan cara mengencerkan larutan standar 100 ppm menjadi konsentrasi 30 ppm, 25 ppm, 20 ppm, 15 ppm, 10 ppm, dan 5 ppm. Selanjutnya semua seri konsentrasi pada larutan tartrazin diukur serapannya pada panjang gelombang maksimum untuk memperoleh kurva kalibrasi.

Penentuan Massa Optimum TiO₂

Agar TiO₂ efektif penggunaannya selama penelitian, maka perlu ditentukan massa

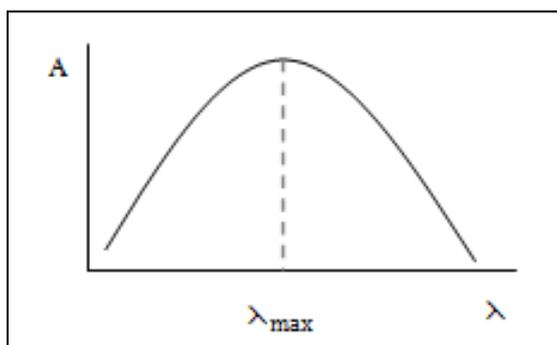
optimumnya. Penentuan massa optimum TiO₂ dilakukan dengan memvariasikan massa TiO₂ yang digunakan untuk mendegradasi larutan zat warna organik (Tartrazin). Konsentrasi tartrazin yang digunakan adalah 25 ppm sebanyak 50 ml. Massa TiO₂ yang divariasikan yaitu 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 dan 80 miligram. Penyinaran dilakukan dibawah sinar UV selama 45 menit. Setelah proses fotokatalisis, larutan diukur serapannya dengan UV-Vis.

Proses Fotodegradasi Tartrazin

Sebanyak 50 ml larutan tartrazin 25 ppm ditambahkan serbuk TiO₂ (sesuai massa optimumnya) dalam gelas kimia 100 ml. Selanjutnya disinari pada lampu UV selama 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit, dan 90 menit, selanjutnya diukur serapannya pada panjang gelombang maksimum.

Analisis data

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum



Gambar 2. Kurva Hubungan Absorbansi terhadap Panjang Gelombang

Panjang gelombang maksimum diperoleh dari hasil pengukuran serapan (Absorbansi) larutan standar seri yang dibandingkan dengan panjang gelombang maksimum. Dari kurva standar konsentrasi terhadap serapan larutan standar seri, akan diperoleh persamaan garis lurus

$$y = ax + b \tag{1}$$

Proses Fotodegradasi Tartrazin

Data-data yang dapat diambil dari proses fotodegradasi yaitu serapan (Absorbansi) larutan tartrazin dengan variasi waktu tertentu. Dari serapan (Absorbansi) dapat dihitung konsentrasi larutan tartrazin dengan memasukkan pada persamaan regresi yang telah diperoleh dari kurva standar seri tartrazin

Penentuan Tetapan Laju Degradasi Tartrazin, Waktu Paruh dan Laju Degradasi

Tetapan laju degradasi tartrazin mengikuti persamaan laju reaksi orde pertama yaitu:

$$\ln \frac{C_0}{C} = k.t \tag{2}$$

dimana k adalah tetapan laju dan t adalah waktu. Waktu paruh ditentukan dengan persamaan :

$$t \frac{1}{2} = \frac{\ln 2}{k} \tag{3}$$

Laju degradasi tartrazin (r) mengikuti persamaan reaksi orde pertama yaitu :

$$r = k C \tag{4}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Massa Optimum Titanium Dioksida untuk Degradasi Tartrazin

Konsentrasi larutan tartrazin yang digunakan untuk penentuan massa optimum TiO₂ adalah 25 mg/L dengan waktu penyinaran yang sama yaitu 45 menit. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 1.

Pada tabel 1 dan gambar 3, memperlihatkan bahwa absorbansi terendah dengan waktu penyinaran 45 menit dihasilkan oleh massa TiO₂ 50 mg dengan konsentrasi tartrazin sisa sebesar 20,6904 mg/L dan konsentrasi tartrazin yang terdegradasi sebesar 4,4048 mg/L (17,55 %).

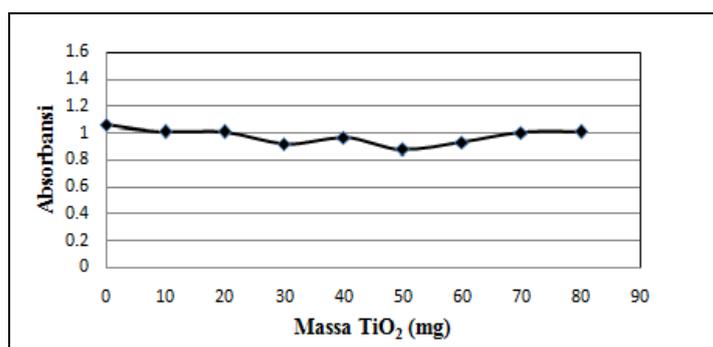
Massa 50 miligram TiO₂ ini merupakan massa optimum untuk konsentrasi tartrazin 25 mg/L. Massa TiO₂ kurang dari 50 mg hanya mendegradasi kurang dari 4,4048 mg/L dengan absorbansi yang tinggi. Sedangkan massa TiO₂ lebih dari 50 mg juga

mendegradasi dibawah 4,3096 mg/L, hal ini karena massa TiO₂ yang terlalu banyak (lebih dari 50 mg) membuat larutan menjadi keruh. Menurut Aliah, dkk

(2013), suspensi TiO₂ yang membuat larutan menjadi keruh akan menghalangi sinar ultra violet dalam mengaktifkan seluruh permukaan fotokatalis.

Tabel 1. Data Absorbansi Pengukuran Massa Optimum TiO₂ untuk degradasi tartrazin

TiO ₂ (mg)	Absorbansi (A)			Rerata Absorbansi	Rerata Konsentrasi (mg/L)
	1	2	3		
10	1,019	1,001	1,007	1,009	23,7857
20	1,010	1,005	1,006	1,007	23,7380
30	0,925	0,924	0,920	0,919	21,6428
40	0,950	0,985	0,968	0,967	22,7857
50	0,861	0,890	0,888	0,879	20,6904
60	0,934	0,936	0,931	0,933	21,9761
70	1,005	1,006	1,003	1,004	23,6667
80	1,008	1,010	1,010	1,009	23,7857



Gambar 3. Kurva massa optimum titanium dioksida

Degradasi Tartrazin dengan Variasi Waktu Penyinaran dan Variasi Perlakuan

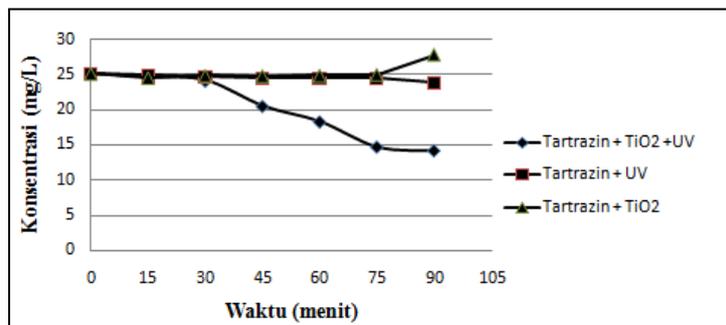
Untuk menguji kemampuan reaktor dan meyakinkan bahwa proses degradasi yang terjadi merupakan reaksi fotokatalitik, dilakukan perlakuan yaitu larutan tartrazin dengan TiO₂ dan UV, larutan tartrazin dengan UV tanpa TiO₂ dan Larutan Tartrazin dengan TiO₂ tanpa UV. Pada perlakuan menggunakan TiO₂ tanpa sinar UV memperlihatkan penurunan konsentrasi yang sangat kecil bahkan terjadi kenaikan konsentrasi setelah menit ke-90 dari konsentrasi semula. Dari menit ke-15 hanya terjadi penurunan konsentrasi sebesar 2,46 % (konsentrasi tartrazin yang terdegradasi adalah 0,6191 mg/L), menit ke-30 sebesar 1,13 % (konsentrasi tartrazin yang terdegradasi adalah 0,2857 mg/L), menit ke-45 sebesar 1,23 % (konsentrasi tartrazin yang terdegradasi adalah 0,3095 mg/L), menit ke-60 sebesar 1,04 % (konsentrasi tartrazin yang terdegradasi adalah 0,2619 mg/L), menit ke-75 sebesar 0,56 % (konsentrasi tartrazin yang terdegradasi adalah 0,1429 mg/L), dan pada menit ke-90 terjadi kenaikan konsentrasi sebesar 10,62 % (konsentrasi tartrazin bertambah 1,1062 mg/L) dari konsentrasi awal 25 mg/L. Penurunan konsentrasi yang sangat kecil bahkan adanya kenaikan konsentrasi pada menit ke-90, disebabkan oleh

adsorpsi tartrazin pada lapisan TiO₂ dan bukan proses degradasi fotokatalisis. Menurut Marlina, dkk (2016), dengan pencahayaan ultra violet ($\lambda < 405 \text{ nm}$) permukaan TiO₂ mempunyai kemampuan menginisiasi reaksi kimiawi dan bersifat polar atau hidrofilik (suka akan air). Tetapi bila tidak dikenai dengan ultra violet TiO₂ akan bersifat polar atau hidrofobik (tidak suka air) dan tidak menghasilkan pasangan elektron atau hole positif pada permukaannya yang berakibat TiO₂ tidak dapat menginisiasi suatu senyawa organik.

Penurunan konsentrasi tartrazin hampir sama yang terjadi pada perlakuan dengan menggunakan sinar UV tanpa TiO₂ yaitu pada menit ke-15 terjadi penurunan konsentrasi sebesar 1,23 % (konsentrasi tartrazin yang terdegradasi adalah 0,3095 mg/L), pada menit ke-30 sebesar 1,89 % (konsentrasi tartrazin yang terdegradasi adalah 0,4762 mg/L), menit ke-45 sebesar 2,18 % (konsentrasi tartrazin yang terdegradasi adalah 0,5476 mg/L), menit ke-60 sebesar 2,27 % (konsentrasi tartrazin yang terdegradasi adalah 0,5714 mg/L), menit ke-75 sebesar 2,75% (konsentrasi tartrazin yang terdegradasi adalah 0,6905 mg/L), dan menit ke-90 sebesar 4,93 % (konsentrasi tartrazin yang terdegradasi adalah 1,2381 mg/L). Penurunan konsentrasi tartrazin disebabkan adanya degradasi fotolisis oleh sinar UV.

Tabel 2. Data degradasi tartrazin dengan beberapa perlakuan

Menit	Tartrazin+ TiO ₂ + UV		Tartrazin + UV		Tartrazin + TiO ₂	
	Rerata Absorbansi	Rerata Konsentrasi (mg/L)	Rerata Absorbansi	Rerata Konsentrasi (mg/L)	Rerata Absorbansi	Rerata Konsentrasi (mg/L)
0	1,064	25,0952	1,064	25,0952	1,064	25,0952
15	1,045	24,6428	1,051	24,7857	1,038	24,4761
30	1,024	24,1428	1,044	24,6190	1,052	24,8095
45	0,873	20,5476	1,041	24,5476	1,051	24,7857
60	0,780	18,3333	1,040	24,5238	1,053	24,8333
75	0,630	14,7619	1,035	24,4047	1,058	24,9523
90	0,608	14,2380	1,012	23,8571	1,176	27,7619



Gambar 4. Kurva degradasi tartrazin dengan beberapa perlakuan

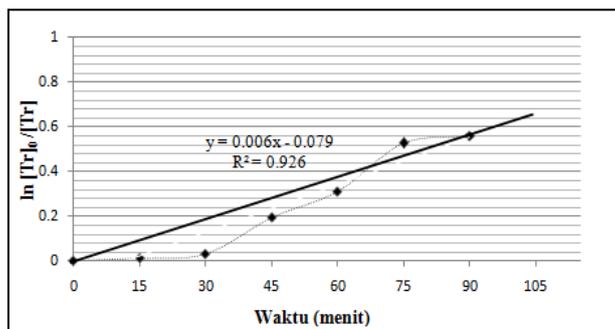
Penentuan Tetapan Laju, Waktu Paruh, dan Laju Degradasi Tartrazin

Garis yang mengilustrasikan penurunan konsentrasi tartrazin terhadap waktu dengan fotokatalis titanium dioksida (TiO₂) (Gambar 4), sesuai dengan pernyataan [21], yaitu dalam reaksi orde pertama konsentrasi pereaksi berkurang secara eksponensial terhadap waktu. Cara lain untuk mengetahui jenis orde yang sesuai yaitu dengan melihat nilai koefisien determinasi (R²) pada plot antara dua variable (x dan y) dalam grafik (Gambar 22), dimana nilai R² yang lebih mendekati satu adalah jenis orde kinetika yang sesuai [12]. Sehingga diasumsikan bahwa reaksi degradasi tartrazin dengan fotokatalis mengikuti persamaan orde pertama.

Sebagai perbandingan penelitian tentang fotokatalitik TiO₂ yang dilakukan [1] menyimpulkan

bahwa degradasi asam benzoat termasuk reaksi pseudo-orde pertama, [18] menyimpulkan bahwa tetapan laju degradasi 4-Klorofenol mengikuti tetapan laju reaksi pseudo orde satu, [1] menyatakan bahwa degradasi metilen biru dengan fotokatalis TiO₂ mengikuti reaksi orde pertama, [21] menyatakan bahwa degradasi pewarna azo dengan fotokatalis TiO₂ mengikuti persamaan orde pertama.

Jika Tr adalah konsentrasi tartrazin setelah fotodegradasi dan Tr₀ adalah konsentrasi awal tartrazin, maka penentuan nilai tetapan laju (k) yaitu dengan mengalurkan ln [Tr]₀/[Tr] terhadap waktu yang akan menghasilkan garis lurus dengan kemiringan k (gambar 5). Berdasarkan pada kurva hubungan antara ln [Tr]₀ / [Tr] terhadap waktu (menit), maka nilai k (tetapan laju) = 0,006 menit⁻¹ sehingga nilai waktu paruh (t_{1/2}) = $\frac{\ln 2}{k} = 115,5$ menit.



Gambar 5. Kurva Hubungan Antara ln [Tr]₀ / [Tr] Terhadap Waktu (menit)

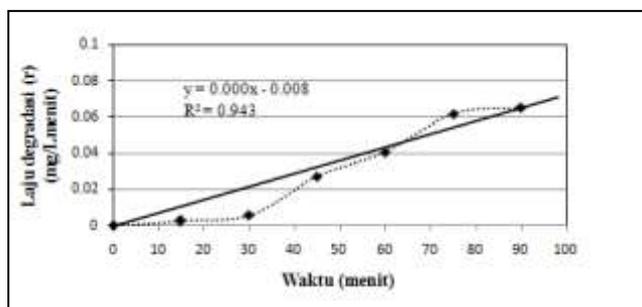
Kemiringan garis lurus yang dihasilkan adalah 0,006. Sehingga nilai tetapan laju reaksinya adalah 0,006/menit. yang berarti bahwa dalam waktu 115,5 menit konsentrasi tartrazin berkurang menjadi setengah dari konsentrasi awalnya. Menurut hukum laju orde pertama waktu paruh tidak bergantung pada konsentrasi awal.

Berdasarkan hukum laju orde pertama untuk reaktan A adalah $r = k [A]$ [3]. Dengan memasukkan nilai konsentrasi tartrazin terdegradasi sebagai A pada hukum laju orde pertama, diperoleh hasil seperti pada tabel 3. Gambar 6, memperlihatkan hubungan antara laju degradasi dengan waktu, dimana laju degradasi ini ditentukan oleh tetapan laju (k) dan konsentrasi

tartrazin yang terdegradasi. Laju maksimal terjadi pada menit ke-90 yaitu sebesar 0,0651 mg/L menit. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh [16] yang menyatakan bahwa degradasi COD mengalami kenaikan sejalan dengan waktu iradiasi (Penyinaran) dan kenaikan persentase hasil degradasi.

Tabel 3. Laju degradasi tartrazin setiap waktu penyinaran UV

Waktu	$r = k [Tr]$ (mg/L menit)
0	0,0000
15	0,0027
30	0,0057
45	0,0272
60	0,0405
75	0,0619
90	0,0651



Gambar 6. Laju degradasi tartrazin selama waktu penyinaran

Reaksi degradasi senyawa pewarna sintetik tartrazin dengan fotokatalis TiO₂ berlangsung sangat baik di bawah sinar uv. Terjadinya degradasi ini dibuktikan oleh adanya perubahan warna larutan selama penyinaran (secara visual) dan serapan (absorbansi) larutan secara spektrofotometri. Perubahan warna larutan ini disebabkan oleh rusaknya gugus-gugus kromofor yang terdapat dalam senyawa tartrazin akibat dari serangan radikal hidroksil yang merupakan oksidator kuat dan sangat reaktif [26]. Radikal hidroksi sendiri terbentuk akibat pelepasan satu elektron dari ion hidroksida untuk mengisi lubang positif (hole⁺) pada pita valensi TiO₂ yang mengabsorpsi sinar ultra violet (Rizkiana, dkk, 2020).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap degradasi tartrazin dengan fotokatalis TiO₂, maka dapat disimpulkan sebagai berikut : Massa optimum TiO₂ untuk mendegradasi 50 ml tartrazin 25 mg/L selama 45 menit adalah 50 mg, (2) tetapan laju degradasi tartrazin dengan variasi waktu adalah 0,006 menit⁻¹, (3) waktu paruh dari degradasi tartrazin adalah 115,5 menit, (4) laju reaksi degradasi tartrazin mengikuti persamaan reaksi orde pertama dengan

nilai laju maksimal terjadi pada menit ke-90 yaitu sebesar 0,0651 mg/L menit.

DAFTAR PUSTAKA

[1] N. V. Andari and S. Wardhani, "Fotokatalis TiO₂-zeolit untuk degradasi metilen biru," *Chemistry Progress*, vol. 7, no.1, 2014.

[2] H. Aliah, A. Setiawan, and M. Abdullah, "Pengaruh jumlah lapisan bulir polimer polipropilena berfotokatalis semikonduktor tio₂ terhadap fotodegradasi metilen biru," *Prosiding SEMIRATA 2013 FMIP*, vol. 1. pp. 479-483, 2013.

[3] P.W. Atkins, "Kimia Fisika Edisi Keempat Jilid Dua," Erlangga, Jakarta, 1999.

[4] B. G. Bhernama, "Analisis zat warna tartrazin pada jajanan minuman ringan tak berlabel yang dijual pedagang kaki lima di Banda Aceh," *Jurnal Riset Kimia*, vol. 9, no. 2, 2016.

[5] I. Fatimah, T. Alawiyah, and I. Sumarlana, "Preparasi fe³⁺/tio₂-montmorillonit sebagai katalis pada degradasi zat warna azo," *Reaktor*, vol. 14, pp. 255-260, doi: 201310.14710/reaktor.14.4.255-260, 2014.

[6] V. Jaiswal, K. Kalkhanday, S. Umrao, R. B. Rastogi, R. Kumar, and A. Scrivastava, "Synthesis, characterization, and tribological evaluation of TiO₂-reinforced boron and nitrogen co-doped

- reduced grapheneoxide based hybrid nanomaterials as efficient antiwear lubricant additives," *ACS Applied Materials & Interfaces*, vol. 8, no. 18, DOI:[10.1021/acsami.6b01876](https://doi.org/10.1021/acsami.6b01876), 2016.
- [7] S. F. Jayadi, L. Destiarti, and B. Sitorus, "Pembuatan reaktor fotokatalis dan aplikasinya untuk degradasi bahan organik air gambut menggunakan katalis TiO₂," *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, vol. 3, no. 3, pp. 55-58, 2014.
- [8] S. M. Khopkar, "Konsep Dasar Kimia Analitik," UI-Press. Jakarta. 2003.
- [9] Linsebigler, "Photocatalysis on tio₂ surfaces: principles, mechanisms, and selected results," *Chem. Rev.*, vol. 95, pp. 735-758, 1995.
- [10] E. Marlina, S. B. A. Hamid, J. C. Juan, W. J. Basirun, and G. Centi, "Synergetic effects in novel hydrogenated F-doped TiO₂ photocatalysts," *Applied Surface Science*, vol. 370., DOI: (201610.1016/j.apsusc.2016.02.172, 2003.
- [11] A. Mishra, A. Mehta, and S. Basu, "Clay supported TiO₂ nanoparticles for photocatalytic degradation of environmental pollutants: A Review," *Journal of Environmental Chemical Engineering*, vol. 6, no. 5, DOI:[10.1016/j.jece.2018.09.029](https://doi.org/10.1016/j.jece.2018.09.029), 2018.
- [12] W. Oliveira, A. Morais, L. Honorio, P. Trigueiro, L. Almeida, R. Garcia, B. Viana, M. Furtini, E. Silva-Filho, and J. Osajima, "TiO₂ immobilized on fibrous clay as strategies to photocatalytic activity," *Materials Research*, vol. 23. DOI: 10.1590/1980-5373-mr-2019-0463, 2020.
- [13] L. Retnaningsih, L. Muliiani, and G. Wiranto, "Sifat optik campuran pasta tio₂ partikel nano dan pasta TiO₂ reflektor pada foto elektroda dye solar cell," *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, vol. 14, DOI: 36.10.14203/jet.v14.36-39, 2016.
- [14] J. Rizkiana, A. F. Suyadi, D. Auliardi, H. Devianto, T. H. Soerawidjaja, "Karakterisasi fotokatalis untuk fotoreduksi karbon dioksida menjadi asam format dalam fasa akuatik," *Indonesian Journal of Chemical Research*, vol. 8, no. 1, pp. 35-42, 2020.
- [15] T. Rohman, A. Irwan, and Z. Rahmi, "Penurunan kadar amoniak dan fosfat limbah cair tahu secara foto katalitik menggunakan TiO₂ dan H₂O₂," *Jurnal Sains Natural*, vol. 8, no. 2, DOI:[10.31938/jsn.v8i2.156](https://doi.org/10.31938/jsn.v8i2.156), 2018.
- [16] M. I. Sari, and T. E. Agustina, "Pengaruh penambahan TiO₂-powder terhadap kandungan COD pada limbah sintesis C.I. Reactive Red 2 dengan metode fotokatalisis," *Jurnal Teknik Patra Akademika*, vol. 10, no. 01, 2019.
- [17] M. Sianita, C. Azmiyawati, and A. Darmawan, "Uji fotokatalis genteng berglasir silika /TiO₂ terhadap degradasi larutan Indigo Carmine, Metanil Yellow dan Rhodamin," *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, vol. 20, no. 2, DOI:[10.14710/jksa.20.2.53-57](https://doi.org/10.14710/jksa.20.2.53-57), 2017.
- [18] H. Surahman, "Studi Pengembangan Reaktor Fotokatalitik dengan TiO₂ yang Diimobilisasikan pada Dinding Bagian Dalam Kolom Gelas: Optimasi Reaktor Alir dan Uji Kemampuannya Terhadap Degradasi 4-klorofenol" *Tesis Magister Ilmu Kimia*. Program Pasca Sarjana FMIPA UI. Depok. 2004.
- [19] A. S. Suryandari, A. Mustain, D. W. Pratama, and I. Maula, "Studi aktivitas reaksi fotokatalisis berbasis katalis TiO₂-karbon aktif terhadap mutu air limbah power plant," *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, vol. 3, no. 2, 2019.
- [20] C. Syahroni, "Degradasi Fotokatalitik Senyawa fenolik dalam Limbah Cair Pabrik kayu lapis dengan Senyawa Fenolik sebagai Model," *Tesis Magister Ilmu Kimia*, Program Studi magister Ilmu Kimia Program Pasca Sarjana FMIPA UI. Depok. 2006.
- [21] S. Tiddoy, A. D. Wuntu, and V. S. Kamu, "Kinetika fotodegradasi remazol yellow menggunakan zeolit A terinpregnasi TiO₂," *Jurnal MIPA UNSRAT*, vol. 5, no. 1, pp. 10-13, 2016.
- [22] R.T. Tjahjanto, and J. Gunlazuardi, "Preparasi Lapisan Tipis TiO₂ sebagai Fotokatalis : Keterkaitan antara Ketebalan dan Aktivitas Fotokatalisis," *Penelitian Universitas Indonesia*, vol 5, no 2, 81-91. Jakarta. 2001
- [23] K. Vignesh, S. Mathew, J. Bartlett, and S. Pillai, "Photocatalytic hydrogen production using metal doped TiO₂: A review of recent advances," *Applied Catalysis B: Environmental*, 244. 2018.
- [24] F.G. Winarno, "Kimia Pangan dan Gizi," Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 1997.
- [25] B. Zhang, X. He, X. Ma, Q. Chen, G. Liu, Y. Zhou, D. Ma, C. Cui, J. Ma, and Y. Xin, "In situ synthesis of ultrafine TiO₂ nanoparticles modified g-C₃N₄ heterojunction photocatalyst with enhanced photocatalytic activity," *Separation and Purification Technology*, 247. 2020.
- [26] J. Zhang, P. Zhou, J. Liu, and J. Yu, "New Understanding of the difference of photocatalytic activity among anatase, rutile, and brookite TiO₂," *Phys. Chem*, vol. 16, 2014.