

Degradasi Warna Naphthol Jeans dengan Fotokatalis $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ dari Pasir Pantai Karangwuni Kulon Progo

Color Degradation of Naphthol Jeans with $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ Photocatalyst from Karangwuni Beach Sand, Kulon Progo

Shinta Amelia*, Lukhi Mulia Shitopyta, Mila Utami. W and Ida Sriyana

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Kampus 4 Ringroad Selatan, Tamanan, Banguntapan, Bantul, DI Yogyakarta, 55164

Artikel histori :

Diterima 29 Januari 2023
Diterima dalam revisi 16 Februari 2023
Diterima 16 Februari 2023
Online 1 Maret 2023

ABSTRAK: Industri penghasil limbah cair terbanyak yang berada di Indonesia yakni industri batik dan tekstil. Pewarna naphthol merupakan pewarna yang paling banyak digunakan sebagai pewarna atau pencelup batik yang sama sekali tidak bisa terurai dan bisa menyebabkan kanker, gangguan pencernaan, serta melemahnya ketahanan tubuh karena serangan penyakit dan juga pencemaran lingkungan. Salah satu metode pengolahan yang saat ini sedang dikembangkan untuk mendegradasi warna pada limbah cair yakni metode fotokatalis. Metode fotokatalis dapat menggunakan semikonduktor fotokatalis berupa TiO_2 dengan material pendukung berupa SiO_2 . SiO_2 sebagai material pendukung dapat diperoleh dari pemanfaatan potensi lokal pasir pantai Karangwuni Kulon Progo. Pengolahan zat warna dilakukan dengan memvariasikan waktu penyinaran dan konsentrasi Naphthol Jeans. Proses degradasi tersebut di aplikasikan ke larutan sampel 25 ml dengan penambahan katalis sebesar 5 gr/L terhadap waktu penyinaran selama 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam, dan 120 jam. Penelitian ini menghasilkan penurunan konsentrasi naphthol tertinggi pada variable konsentrasi 100 ppm dengan persentase sebesar 44,4687% dan lama waktu penyinaran 120 jam.

Kata Kunci: Fotokatalis ; Naphthol Jeans ; Pasir Karangwuni ; TiO_2 ; SiO_2

ABSTRACT: The industries that produce the most liquid waste in Indonesia are the batik and textile industries. Naphthol dyes are the most widely used dyes as dyes or batik dyes which are completely non-biodegradable and can cause cancer, digestive disorders, and weakening of the body's resistance due to disease and environmental pollution. One of the processing methods currently being developed to degrade color in liquid waste is the photocatalyst method. The photocatalyst method can use a photocatalyst semiconductor in the form of TiO_2 with a supporting material in the form of SiO_2 . SiO_2 as a supporting material can be obtained from the utilization of the local potential of Karangwuni Kulon Progo beach sand. Dye processing was carried out by varying the irradiation time and concentration of Naphthol Jeans. The degradation process was applied to a 25 ml sample solution with the addition of 5 gr/L catalyst for 24 hours, 48 hours, 72 hours, 96 hours, and 120 hours of irradiation. This study resulted in the highest reduction in naphthol concentration at the concentration variable of 100 ppm with a percentage of 44.4687% and a long irradiation time of 120 hours.

Keywords: Photocatalyst; Naphthol Jeans; Karangwuni Sand; TiO_2 ; SiO_2

1. Pendahuluan

Salah satu industri penghasil limbah cair terbanyak yang berada di Indonesiayakni industri batik. Industri batik dan tekstil ialah salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan yang memiliki bahan-bahan sintetik yang sukarlarut ataupun sukar diuraikan. Setelah proses pewarnaan berakhir, akan dihasilkan limbah cair yang berwarna keruh serta pekat dimana corak air limbah

bergantung pada zat corak yang digunakan. limbah air yang berwarna-warni ini menimbulkan permasalahan terhadap lingkungan. Limbah cair yang dihasilkan dari industri tekstil biasanya ialah senyawa organik *non-biodegradable*, yang bisa menimbulkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan (Suprihatin, 2014). Karaktersistik dari limbah batik sendiri yaitu warna yang keruh, berPH tinggi, berbusa, mengandung lemak alkali, dan memiliki

* Corresponding Author: +6285869843762; fax : -
Email: shinta.amelia@che.uad.ac.id

konsentrasi zat organik yang tinggi tinggi. Indikasi pencemaran air sungai ditunjukkan dengan adanya perubahan fisik air sungai berwarna gelap dan keruh (Riyanto, 2013).

Limbah batik merupakan limbah cair yang mempunyai intensitas warna yang tinggi. Air limbah batik mempunyai intensitas warna berkisar 50-2500 skala Pt-Co. Nilai COD dari limbah batik adalah 150-1200 mg/L dan nilai BOD sebesar 6000 mg/L. ditinjau dari KepMen LH No.51/MENLH/10/1995 Limbah batik tidak memenuhi baku mutu limbah cair yang ditetapkan (Sulistyaningsih et al., 2020). Pewarna kimiawi yang digunakan untuk mewarnai batik sama sekali tidak bisa terurai dan bisa menyebabkan kanker, gangguan pencernaan, serta melemahnya ketahanan tubuh karena serangan penyakit dan juga pencemaran lingkungan. Pewarna naphtol merupakan pewarna yang paling banyak digunakan sebagai pewarna atau pencelup batik. Hal ini umumnya terjadi pada industri batik dalam skala kecil atau skala rumah tangga yang belum mempunyai instalasi pengolahan air limbah yang memadai karena keterbatasan lahan dan biaya (Haedar et al., 2019).

Zat pewarna tekstil dan batik pada industri digolongkan menjadi zat warna nitroso, nitro, azo, stilben, difenil metana, trifenil metana, akridin, kinolin, indigoida, aminokinon, anin dan indofenol. Pada umumnya zat pewarna batik digolongkan menjadi dua yakni zat pewarna alami dan sintetis. Zat pewarna alamidapat dibuat dengan kandungan berupa klorofil, karotenoid, flavonoid dan kuinon. Sedangkan zat warna buatan atau sintesis dapat dibuat dengan reaksi kimia dengan bahan dasar tar, arang, batu bara atau minyak bumi yang merupakan hasil senyawa turunan hidrokarbon aromatik dari benzena, naftalena dan antrasena. Salah satu contoh pewarna tekstil yang sering digunakan pada industri tekstil dan batik adalah zat warna *Naphtol Blue-Black*, *Remazol Black*, *Red* dan *Golden Yellow* (Sitanggang, 2017).

Selama ini limbah batik yang dihasilkan dari pembuatan batik masih belum tetangani dengan baik yakni ditampung pada bak, akan tetapi jumlah limbah yang dapat ditampung masih terbatas dan jika terjadi banjir limbah tersebut sering ikut tercampur pada air sungai dan hal ini dapat menyebabkan terhambatnya proses transfer oksigen di badan air. Untuk itu dibutuhkannya pengelolaan limbah agar limbah batik tersebut dapat dibuang langsung ke sungai tanpa mencemari sungai (Anggraini et al, 2021). Mengingat efek yang ditimbulkan oleh zat warna tekstil terhadap lingkungan dan makhluk hidup di dalamnya maka perlu dilakukan berbagai upaya untuk meminimalisir dampak limbah zat warna tersebut sebelum dibuang ke dalam perairan. Beberapa metode yang dapat dilakukan untuk meminimalisir kandungan zat warna dalam limbah industri tekstil antara lain metode biologi, koagulasi, elektrokoagulasi, adsorpsi, ozonisasi, klorinasi. Namun, metode-metode tersebut kurang efektif dalam mengatasi limbah zat warna tekstil bahkan seringkali menimbulkan persoalan baru bagi lingkungan. Saat ini dikembangkan suatu metode untuk pengolahan zat warna tekstil yang dapat dilakukan dengan menggunakan bahan fotokatalis (Saraswati et al., 2015).

Fotokatalis adalah reaksi kimia yang berjalan dengan bantuan katalis dan katalis tersebut aktif ketika disinari cahaya matahari. Teknologi ini merupakan salah satu metode yang digunakan untuk pengolahan limbah cair. Proses ini dapat juga disebut proses oksidasi berkelanjutan yang cocok untuk mengoksidasi zat warna. Proses oksidasi berkelanjutan ini berdasarkan pada pembentukan radikal hidroksi (OH) yang merupakan oksidator kuat yang dapat mempromosikan mineralisasi total pada polutan organik. Material fotokatalis yang banyak menjadi fokus riset para peneliti dunia adalah titanium dioksida (TiO₂).

Semikonduktor fotokatalisis menggunakan TiO₂ sebagai fotokatalis telah dilakukan untuk memecahkan berbagai masalah lingkungan, antara lain untuk pemurnian air dan udara, destruksi mikroorganisme seperti bakteri dan virus dalam aktivasi sel kanker, degradasi zat warna dan senyawa kimia beracun serta pembuatan gas hidrogen dari air (Prastiwi et al., 2017). Titanium dioksida (TiO₂) merupakan material semikonduktor yang secara luas diterapkan pada proses pemurnian air limbah sebagai suatu fotokatalis. TiO₂ menjadi material yang menarik dikarenakan memiliki banyak kelebihan seperti aktivitas fotokatalitiknya yang tinggi, memiliki stabilitas kimia yang tinggi bila terkena senyawa asam dan basa, daya pengoksidasi yang tinggi, toksisitasnya rendah, dan mudah diperoleh (Ishmah, 2019). Aktivitas fotokatalis TiO₂ dapat ditingkatkan melalui pengembanan pada material pendukung. Salah satu yang dapat digunakan untuk kepentingan tersebut adalah SiO₂ dan Fe₂O₃ (Nurillahi et al., 2020).

Silika amorf memiliki densitas yang rendah sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pendukung fotokatalis TiO₂ menjadi fotokatalis TiO₂-SiO₂ bertujuan untuk meningkatkan efektivitas fotokatalis dari TiO₂. Pada fotokatalisis akan terjadi proses fotoreduksi dan fotooksidasi (Prastiwi et al., 2017). Silikon dioksida (SiO₂) atau lebih dikenal dengan silika merupakan material yang banyak dikembangkan sebagai pendukung fotokatalis. Sebagai material pendukung, silika memiliki banyak kelebihan diantaranya stabilitas kimia yang tinggi, daya adsorpsi, ketahanan termal, dan kekuatan mekanik yang tinggi pula.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Qodri (2011) kondisi optimum *Remazol Yellow FG* dengan fotokatalis komposit TiO₂-SiO₂ didapat waktu penyinaran UV optimum selama 24 jam dengan penurunan konsentrasi zat warna sebesar 95,84%. Sedangkan pada penelitian Madina et al. (2017) waktu kontak optimum silika hasil sintesis dari Pasir Pantai Panjang Bengkulu menyerap *Rhodamine B* pada waktu kontak 20 menit dengan kapasitas adsorpsi sebesar 4,79 mg/g dan efisiensi adsorpsi sebesar 95,89 %. Menurut Rakhmawati et al. (2012) pengolahan limbah pewarna *Naphtol Jeans* dengan sistem lumpur aktif menggunakan bakteri *Indigenus* dihasilkan parameter warna berubah namun tidak dilakukan uji secara kuantitatif hanya kualitatif dimana perubahan warna

limbah naphthol sebelum dan sesudah pengolahan diamati secara langsung/kasat mata.

Oleh karena itu, dari uraian diatas kami memanfaatkan salah satu material alam yang melimpah di Indonesia yaitu pasir maka dilakukan penelitian untuk meneliti degradasi zat warna sintetik berupa *Naphthol Jeans* pada limbah cair dengan fotokatalis menggunakan TiO_2-SiO_2 . Senyawa SiO_2 diperoleh dari pasir pantai Karangwuni Kulon Progo Provinsi Yogyakarta. Sehingga kebaharuan dalam penelitian ini adalah dalam hal pemanfaatan potensi lokal pasir pantai Karangwuni sebagai penghasil material pendukung SiO_2 untuk pembuatan fotokatalis. Penelitian ini penting dilakukan untuk menjadi alternatif metode pengolahan limbah cair khususnya limbah batik yang mengandung zat warna yang sukar didegradasi.

1. Metode Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas beker, screening, erlenmeyer, timbangan analitik, oven, gelas arloji, lampu UV, botol vial 30 ml, labu ukur, labu takar, pro pipet, pipet ukur, pipet tetes, cuvet, magnetic stirer, stopwatch, cawan porselen, mortar dan alu, furnance, spektrofotometri UV-Vis, pengaduk kaca, corong. Bahan yang digunakan adalah Naphthol biru tua, pasir pantai karangwuni, Titanium IV Oxide (Merck, 99%), HCl (Merck, 37%), Isopropanol (Merck, 96%), NaOH (Merck, 67%), aquades.

2.2 Metode

2.2.1 Sintesis SiO_2 dari Pasir Pantai

Screening pasir dilakukan dengan ayakan 200 mesh sebanyak 60 gr. Pasir kemudian dilarutkan dengan larutan HCl 4 M sebanyak 250ml sambil dipanaskan pada suhu 60-80°C dan distirer dengan kecepatan konstan sampai larutan berwarna kehijauan. Larutan disaring untuk dipisahkan filtrat dari endapan dan dicuci dengan aquades sampai netral. Pasir yang masih basah dioven pada suhu 110°C selama 1 jam.

Hasil pemurnian diambil dan dicampurkan dengan 250 ml NaOH 4 M lalu dipanaskan pada suhu 70-80°C sambil diaduk dengan kecepatan 150 rpm sampai larutan mendidih dan mengental. Larutan natrium silikat disaring dengan kertas saring, Filtrat yang terbentuk diambil dan ditetesi sedikit demi sedikit dengan larutan HCl 3 N sambil diaduk hingga terbentuk seperti butiran gel. Lalu dicuci dengan aquadest sampai pH netral dan di oven pada suhu 105 °C selama 4 jam.

2.2.2 Preparasi TiO_2-SiO_2

TiO_2 dicampur dengan larutan isopropanol dan air dengan perbandingan (10:10) dalam 20 ml larutan 1 dan diaduk dengan magnetik stirer selama 2 jam, 10 gr silika dilarutkan dengan 50 ml aquades. larutan 1 ditetesi perlahan lahan dengan larutan silika, lalu diaduk dengan magnetik stirer selama 4 jam kemudian dioven selama 4 jam pada suhu

80°C untuk menghilangkan kadar air. Larutan dikalsinasi pada suhu 300°C selama 4 jam. Dan digerus dengan mortar.

2.2.3 Pembuatan Larutan Induk dan Larutan Standar

Larutan induk 1000 ppm dibuat dengan melarutkan 250 mg *Naphthol Jeans* di dalam labu ukur 250 ml lalu tambahkan aquades sampai tanda batas. Dan dibuat larutan standar dengan konsentrasi 100, 200, 300, 400 dan 500 ppm dari larutan induk.

2.2.4 Penentuan Panjang Gelombang dan Proses

Degradasi Zat Warna Sintetis

Mengukur absorbansi pada konsentrasi 0-500 ppm dengan interval 20 ppm pada panjang gelombang optimum *Naphthol Jeans* yaitu 500-700 nm. Membuat kurva larutan standar dengan hubungan antara konsentrasi larutan *Naphthol Jeans* terhadap absorbansi. Mengambil 25 ml larutan *Naphthol Jeans* dengan konsentrasi 100, 200, 300, 400 dan 500 ppm kedalam botol vial 30 ml dan menambahkan 5 gr/L TiO_2-SiO_2 kedalam sampel larutan *Naphthol Jeans*. Melakukan proses degradasi dengan spektrofotometri UV-Vis pada variasi waktu 24,48,72,96 dan 120 jam.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Preparasi Katalis TiO_2-SiO_2

Pada tahapan sintesis SiO_2 dari pasir pantai dilakukan pemurnian terlebih dahulu yaitu dengan perendaman dan pemanasan pasir dengan larutan HCl 4 M pada suhu 60-80°C dan distirer dengan kecepatan konstan sampai larutan berwarnakehijauan untuk memisahkan senyawa pengotor selain SiO_2 , karena HCl sebagai asam kuat mampu melarutkan beberapa kandungan senyawa logam yang terdapat pada pasir silika. Pembuatan natrium silikat (Na_2SiO_3) pada penelitian ini dilakukan dengan metode alkali fusion yang berfungsi untuk memisahkan ikatan kimia Si dengan unsur-unsur lain yang terdapat di dalam struktur pasir silika dengan menggunakan senyawa alkali yaitu NaOH dan mengikat silika dioksida (SiO_2) (Madina et al., 2017).

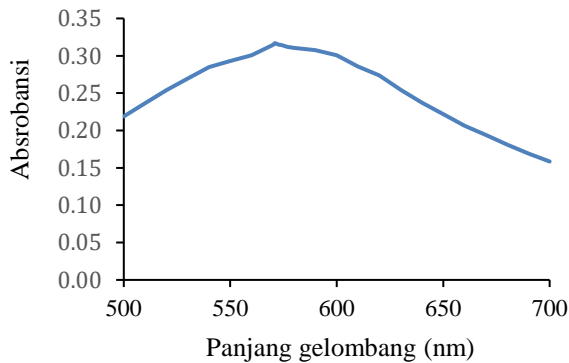
Penelitian ini dilakukan dengan $TiO_2:SiO_2$ pada perbandingan 1:10, dimana penelitian ini difokuskan terhadap silika yang dihasilkan dari pasir pantai karangwuni yogyakarta. Dari preparasi yang dilakukan terhadap katalis TiO_2 dan SiO_2 didapat butiran halus berwarna abu-abu keputihan lalu diaplikasikan ke larutan sampel 25 ml dengan penambahan katalis sebesar 5 gr/L dan divariasikan pada konsentrasi 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, dan 500 ppm serta variasi terhadap waktu penyinaran selama 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam, dan 120 jam.

3.2 Penentuan Panjang Gelombang dan Kurva Standar

Pada penentuan panjang gelombang optimum pada uji laboratorium ini digunakan larutan standar yang relatif encer, yaitu larutan standar 100 ppm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Penentuan panjang gelombang optimum dilakukan untuk mengetahui pada panjang

gelombang berapa sampel menunjukkan absorbansi maksimal (Wahdah, 2013).

Panjang gelombang optimum didapat dari suatu zat dapat memberikan penyerapan (absorbansi) paling tinggi. Penentuan panjang gelombang dilakukan pada larutan baku *Naphtol Jeans* yang diencerkan dengan aquades sehingga didapat konsentrasi 100 ppm yang diukur pada panjang gelombang 500-700 nm. Berdasarkan Gambar 1 didapat panjang gelombang optimum sebesar 571 nm dengan nilai absorbansi sebesar 0,317.



Gambar 1. Optimasi Panjang Gelombang

3.3 Penentuan Kurva Standar

Penentuan kurva standar ini ditentukan dengan membuat larutan standar. Larutan baku yang sudah diketahui konsentrasinya secara pasti kemudian diukur absorbansi linier dari larutan standar dengan berbagai konsentrasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 571 nm.

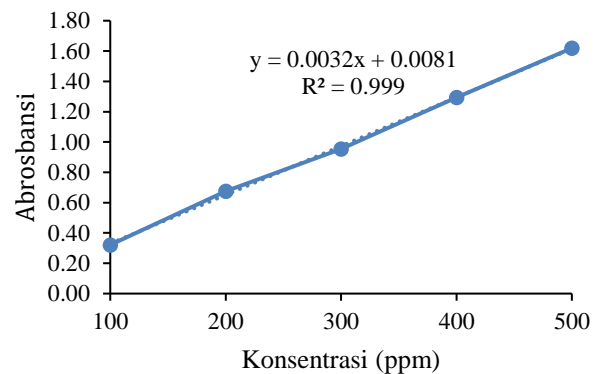
Absorbansi sebagai analisa kuantitatif dilakukan berdasarkan Hukum Lambert-Beer. Nilai absorbansi larutan naphthol pada konsentrasi 100, 200, 300, 400, dan 500 ppm memenuhi hukum Lambert-Beer dengan garis kurva regresi linier dengan nilai koefisien korelasi (R^2) rata-rata mendekati angka 1. Pada penelitian ini didapat kurva kalibrasi standar yang bertujuan untuk menentukan hasil pengukuran absorbansi zat warna naphthol sebelum perlakuan fotokatalis. Data larutan standar dan absorbansinya dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini

Tabel 1. Konsentrasi dan absorbansi Naphtol Jeans

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
100	0,321
200	0,675
300	0,954
400	1,294
500	1,619

Berdasarkan penentuan kurva standar hasil pengukuran larutan *Naphtol Jeans* diatas dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi maka larutan standar akan memiliki nilai absorbansi yang semakin besar. Setelah diperoleh data absorbansi dari larutan standar, selanjutnya data diolah

menjadi grafik antara konsentrasi larutan standar *Naphtol Jeans* dalam satuan ppm dengan absorbansi. Pembuatan kurva standar digunakan untuk mencari persamaan *regresi linier* sehingga dapat digunakan dalam pencarian suatu kadar yang absorbansinya sudah diukur. Persamaan *regresi linier* merupakan hubungan antara konsentrasi *Naphtol Jeans* dengan absorbansi. Adapun hubungan antara konsentrasi larutan standar dan absorbansi dapat dilihat Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Absorbansi terhadap konsentrasi larutan standar

Berdasarkan Gambar 2 yang membentuk garis lurus (*linier*) merupakan kemampuan metode analisis yang memberikan respon secara langsung atau dengan transformasi matematika, sehingga didapat persamaan *regresi linier* yang didapatkan dari kurva kalibrasi yaitu $y = 0,0031x + 0,0126$ dengan nilai R^2 yaitu 0,9982. Dimana 0,0031 adalah nilai *slope* (a) dan 0,0126 adalah nilai *intersep* dan 0,9982 adalah nilai koefisien korelasi (R^2).

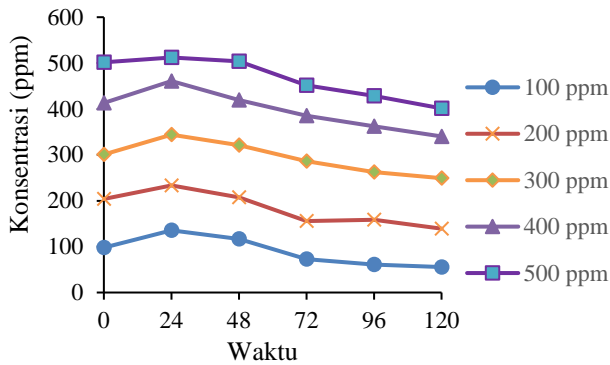
Harga koefisien korelasi yang mendekati 1 menyatakan hubungan yang *linier* antara konsentrasi dengan serapan yang dihasilkan, yang berarti peningkatan nilai serapan analit antara konsentrasi berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasinya sesuai dengan koefisien korelasi R^2 yang didapat 0,9982 (Miller & Miller, 2010).

3.4 Pengaruh Waktu Penyinaran terhadap Proses Degradasi pada Variasi Konsentrasi

Pada Tabel 1 diketahui bahwa variasi konsentrasi yang digunakan dalam proses fotokatalis ini yaitu 100, 200, 300, 400 dan 500 ppm. Hasil fotodegradasi Sebelum penambahan katalis TiO₂-SiO₂ secara berturut turut adalah sebagai berikut 0,321 ; 0,675 ; 0,954 ; 1,294 ; 1,619. Namun setelah adanya penambahan katalis TiO₂-SiO₂ sebanyak 5 gr/L dengan lama waktu penyinaran yang bervariasi diperoleh konsentrasi degradasi yang mencapai kondisi optimum, terjadi aktivitas degradasi yang menyebabkan absorbansinya menurun.

Dilihat dari Gambar 3 Pada konsentrasi 100 ppm, 200 ppm di waktu 24 jam terjadi kenaikan konsentrasi yang signifikan hal itu disebabkan karena banyaknya ruang-ruang kosong pada katalis yang belum ditempati zat warna. Pada waktu kontak 48 jam daya serap katalis mengalami penurunan yang drastis hal itu terjadi karena waktu kontak

antara katalis TiO_2-SiO_2 dengan zat warna yang terlalu lama dapat menurunkan tingkat degradasi, dimana semakin lama waktu kontak juga dapat mengakibatkan terlepasnya zat warna yang sudah terikat oleh katalis (Hamu et al., 2019).



Gambar 3. Pengaruh waktu penyinaran terhadap proses degradasi

Pada konsentrasi 300 ppm dan 400 ppm terjadi kenaikan pada waktu penyinaran 24 jam dan mengalami penurunan pada waktu penyinaran 48 jam. Pada waktu kontak 48 jam daya serap katalis mengalami penurunan hal itu terjadi karena Pori-pori yang terdapat pada katalis TiO_2-SiO_2 sudah berinteraksi secara optimal sehingga diperoleh keadaan setimbang.

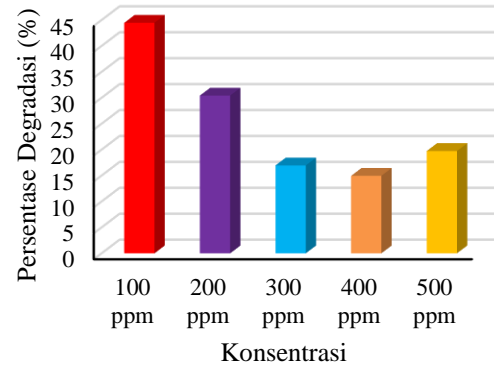
Pada konsentrasi 500 ppm terjadi kenaikan pada waktu 24 jam hal itu terjadi karena zat warna belum terikat sempurna oleh katalis TiO_2-SiO_2 . Pada waktu kontak 48 jam daya serap katalis mengalami penurunan yang terjadi karena waktu kontak antara katalis TiO_2-SiO_2 dengan zat warna terlalu lama hal itu dapat menurunkan tingkat degradasi.

Hal ini disebabkan karena persebaran TiO_2 yang merata pada silika (SiO_2) sebagai host material akan menyebabkan ukuran TiO_2 menjadi lebih kecil (mendekati ukuran nano), sekaligus akan memperluas permukaan TiO_2 yang dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitiknya. Perbandingan komposisi TiO_2 akan menyebabkan molekul-molekul TiO_2 akan berdesak-desakan pada host silika sehingga akan membentuk agregat-agregat TiO_2 yang dapat menurunkan aktivitas fotokatalitiknya. Keberadaan SiO_2 bebas ini menyebabkan interaksi antara sinar UV dengan TiO_2 akan terhambat sehingga menghalangi sinar UV sampai pada permukaan katalis yang dapat menyebabkan aktivitas katalitiknya juga akan menurun (Hamu et al., 2019).

3.5 Pengaruh Variasi Konsentrasi terhadap Proses Degradasi

Variasi konsentrasi Naphtol Jeans yang digunakan dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui besarnya konsentrasi Naphtol Jeans paling optimum yang mampu didegradasi oleh katalis TiO_2-SiO_2 . Proses degradasi ini berlangsung dengan katalis TiO_2-SiO_2 oleh cahaya UV sehingga terjadi eksitasi elektron dari pita konduksi menuju pita valensi.

Gambar 4 menunjukkan bahwa persentase degradasi tertinggi pada naphtol jeans konsentrasi 100 ppm dengan persentase penurunan sebesar 44,4687%. Semakin besar konsentrasi Naphtol Jeans yang digunakan maka semakin banyak jumlah molekulnya.



Gambar 4. Hubungan antara variasi konsentrasi terhadap persentase degradasi

Banyaknya molekul tersebut menyebabkan kompetisi antar molekul Naphtol Jeans untuk terdegradasi oleh katalis TiO_2-SiO_2 semakin besar, hal ini menyebabkan proses degradasi semakin menurun. Selain itu, konsentrasi Naphtol Jeans yang besar akan mempengaruhi sinar UV yang sampai pada katalis TiO_2-SiO_2 . Jika sinar UV yang sampai pada fotokatalis sedikit, maka energi foton yang mengenai fotokatalis juga semakin sedikit dan dapat mengakibatkan kemampuan elektron bereksitasi semakin kecil (Dwi, 2014).

4. Kesimpulan

Proses degradasi dengan fotokatalis $TiO_2:SiO_2$ pada perbandingan 1:10 difokuskan terhadap silika yang dihasilkan dari pasir pantai karangwuni yogyakarta dengan kandungan 49%. Dari preparasi yang dilakukan terhadap katalis TiO_2 dan SiO_2 lalu diaplikasikan ke larutan sampel 25 ml dengan penambahan katalis sebesar 5 gr/L dan divariasikan pada konsentrasi 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, dan 500 ppm serta variasi terhadap waktu penyinaran selama 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam, dan 120 jam.

Kemampuan degradasi dengan penambahan katalis TiO_2-SiO_2 berpengaruh terhadap degradasi Naphtol Jeans dengan metode fotokatalis. Persentase rata-rata penurunan konsentrasi zat warna Naphtol Jeans dengan panjang gelombang 571 nm terjadi pada lama waktu penyinaran 120 jam dengan persentase penurunan konsentrasi zat warna pada konsentrasi 100 ppm sebesar 44,4687%. Konsentrasi dan waktu penyinaran sangat berpengaruh pada proses degradasi. Hal ini karena semakin besar konsentrasi larutan Naphtol Jeans maka semakin besar pula naphtol yang terdegradasi dan lama waktu penyinaran sangat mempengaruhi persen (%) degradasi zat warna Naphtol Jeans. Semakin lama waktu penyinaran maka persen (%) degradasi yang dihasilkan akan semakin tinggi.

Daftar Pustaka

- Andari, N. D., & Wardhani, S. (2014). Fotokatalis TiO₂-Zeolit untuk Degradasi Metilen Biru. *Chem. Prog.*, 7(1), 9–14.
- Anggraini, P.D., A. Setiawan dan N. E., Mayangsari. (2021). Sintesis dan Karakterisasi TiO₂ -Karbon Aktif Tempurung Kelapa sebagai Photocatalyst Agent dalam Pengolahan Limbah Cair Batik. *National Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*. ISSN No. 2623 – 1727.
- Dony, N., Azis, H., & Syukri. (2013). Studi Fotodegradasi biru metilen di Bawah Sinar Matahari oleh ZnO-SnO₂ yang Dibuat dengan Metoda Solid State Reaction. *Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 297–304.
- Dwi A, N., Wardhani, Sri. (2014). Fotokatalis TiO₂-Zeolit untuk Degradasi Metilen Biru. *Chem.Prog.*, 7(1), 9-14.
- Haedar, N., Fahrudin, Abdullah, A., Syam, N. A., & Talessang, N. H. (2019). Dekolorisasi dan Degradasi Limbah Zat Warna Naftol oleh Jamur dari Limbah Industri Batik. *Ilmu Alam dan Lingkungan*, 10(2), 1–8.
- Hamu, G. V., Gauru, I., & Kadang, L. (2019). Pemanfaatan Arang Aktif Tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana L. Willd*) Sebagai Adsorben Zat Warna Naphtol. *Chem. Notes*, 1(2), 12–23.
- Irzon, R. (2018). Komposisi Kimia Pasir Pantai di Selatan Kulon Progo dan Implikasi terhadap Provenance. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 19(1), 31–45.
- Ishmah, S. N. (2019). *Ekstraksi Silika Pasir Pantai Bengkulu sebagai Fotokatalis dalam Remediasi Limbah*.
- Jannah, M. (2015). *Pembuatan Silika Gel dari Abu Cangkang Kelapa Sawit dan Fiber Kelapa Sawit PT SPOI dengan Pengaruh Temperatur Ekstraksi*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Madina, F. E., Elvia, R., & Candra, I. N. (2017). Analisis Kapasitas Adsorpsi Silika Dari Pasir Pantai Panjang Bengkulu Terhadap Pewarna Rhodamine B. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 1(2), 98–101.
- Miller, J. N., & Miller, J. C. (2010). *Statistics and Chemometries for Analytical Chemistry Sixth Edition*. England: Pearson Education.
- Munasir, Triwikantoro, Zainuri, M., & Darminto. (2013). Ekstraksi dan Sintesis Nanosilika Berbasis Pasir Bancar dengan Metode Basah. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 3(2), 12–17.
- Naimah, S., & Ermawati, R. (2011). Efek Fotokatalisis Nano TiO₂ Terhadap Mekanisme Antimikrobia E Coli dan Salmonella. *Indonesian Journal of Industrial Research*, 5(2), 113–120.
- Nurillahi, R., Halimah, D. N., Apriliani, D. G., & Fatimah, I. (2020). Pengolahan Limbah Cair menggunakan Fotokatalis TiO₂-Abu Vulkanik Desa Wukirsari Yogyakarta. *Khazanah: Jurnal Mahasiswa*, 10(2), 1–8.
- Pataya, S. A., Gareso, P. L., & Juarlin, E. (2016). Karakterisasi Lapisan Tipis Titanium Dioksida (TiO₂) yang Ditumbuhkan dengan Metode Spin Coating Diatas Substrat Kaca. *Jurnal Kimia*, 1–8.
- Perdana, N. D., Wardhani, S., & Khunur, M. M. (2014). Pengaruh Penambahan Hidrogen Peroksida (H₂O₂) Terhadap Degradasi Methylene Blue dengan Menggunakan Fotokatalis ZnO-Zeolit.. *Kimia Student Journal*, 2(2), 576–582.
- Permatasari, O. S., Wardhani, S., & Darjito. (2015). Studi Pengaruh Penambahan H₂O₂ Terhadap Degradasi Methyl Orange Menggunakan Fotokatalis TiO₂-N. *Kimia Student Journal*, 1(1), 661–667.
- Prastiwi, W. D., Maulana, K. D., Wibowo, E. A. P., Aji, N. R., & Setyani, A. (2017). Sintesis dan Karakteristik TiO₂ dan SiO₂ Serta Aplikasinya Terhadap Kadar Fe Dalam Air Sumur. *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(1), 30–34.
- Pristantho, J. F. (2011). *Degradasi Fotokatalitik Surfaktan NaLS (Natrium Lauril Sulfat) dengan Kombinasi Reagen Fenton dan TiO₂*. Surabaya:Universitas Airlangga.
- Qodri, A. A. (2011). *Fotodegradasi Zat Warna Remazol Yellow FG dengan Fotokatalis Komposit TiO₂ /SiO₂*. Surakarta:Kimia, FMIPA, UNS.
- Rakhmawati, D., Jati, A. W. N., & Yulianti, L. I. M. (2012). *Remediasi Limbah Proses Pewarna Naphtol*. Yogyakarta:Universitas Atma Jaya.
- Retnosari, A. (2013). *Ekstraksi dan Penentuan Kadar Silika (SiO₂) Hasil Ekstraksi dari Abu Terbang (Fly Ash) Batubara*. Jember:Kimia, FMIPA, Universitas Jember.
- Riyanto, P.D (2013) *Elektrokimia dan aplikasinya*. Yogyakarta:Graha Ilmu Yogyakarta.
- Saraswati, I. G. A. A., Diantariani, N. P., & Suarya, P. (2015). Fotodegradasi Zat Warna Tekstil Congo Red dengan Fotokatalis ZnO-Arang Aktif dan Sinar Ultraviolet (UV). *JURNAL KIMIA*, 9(2), 175–182.
- Sitanggang, P. Y. (2017). *Pengolahan Limbah Tekstil dan Batik Di Indonesia*. Bandung:Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung.
- Sumarno, T, P. N., January, M., & Yuniarti, Y. (2015). Pemurnian Pasir Silika dengan Metode Leaching Asam dan Bantuan Sonikasi. *Proceeding Seminar Nasional Kejuangan*, 1–8.
- Suprihatin, H. (2014). Kandungan Organik Limbah Cair Industri Batik Jetis Sidoarjo dan Alternatif Pengolahannya. *Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau*, 130–138.
- Wahdah, R. (2013). *Kadar Amonia (NH₃) Pada Urin Bayi Laki-Laki dan Bayi Perempuan yang Berusia Kurang Dari Enam Bulan dan Kaitannya dengan Perbedaan Hukum Kenajisannya Menurut Islam*. Semarang:IAIN Walisongo.
- Wijayanto, A. T. (2013). *Fotodegradasi Metilen Biru menggunakan Komposit TiO₂-SiO₂*. Yogyakarta:Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga.
- Yoga, I. K. W. (2015). Penentuan Konsentrasi Optimum Kurva Standar Antioksidan; Asam Galat , Asam Askorbat dan Trolox[®] Terhadap Radikal Bebas DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 0,1 mM. *Proceedings Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA V*, 316–321.