

PAPER NAME

11_PENGARUH PENAMBAHAN HIDROGEN PEROKSIDA.pdf

AUTHOR

Rika Sulistyo Rini

WORD COUNT

4805 Words

CHARACTER COUNT

28831 Characters

PAGE COUNT

15 Pages

FILE SIZE

406.1KB

SUBMISSION DATE

Apr 11, 2022 2:25 PM GMT+7

REPORT DATE

Apr 11, 2022 2:26 PM GMT+7

● 13% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 11% Internet database
- 3% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 7% Submitted Works database

● Excluded from Similarity Report

- Bibliographic material
- Quoted material
- Cited material
- Small Matches (Less than 10 words)
- Manually excluded sources
- Manually excluded text blocks

1 PENGARUH PENAMBAHAN HIDROGEN PEROKSIDA (H_2O_2) TERHADAP EFEKTIVITAS FOTODEGRADASI NAPHTHOL MENGGUNAKAN FOTOKATALIS TiO_2

Rika Sulistyono Rini¹, Imelda Fajriati^{1*}, Agung Abadi Kiswandono²

¹Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

²Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung

imel257_75@yahoo.co.id

Artikel Info

Diterima
tanggal
12.12.2018

Disetujui
publikasi
tanggal
30.04.2019

Kata kunci :
Fotodegradasi,
zat warna
naphthol, TiO_2 ,
 H_2O_2

ABSTRAK

17 telah dilakukan penelitian tentang fotodegradasi zat warna naphthol menggunakan fotokatalis TiO_2 dengan dan tanpa penambahan H_2O_2 . Penelitian ini dilakukan pada sampel buatan dan sampel limbah batik. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan H_2O_2 terhadap variasi waktu penyinaran, massa TiO_2 , konsentrasi H_2O_2 dan pH terhadap efektivitas fotodegradasi zat warna naphthol menggunakan fotokatalis TiO_2 . Berdasarkan hasil penelitian H_2O_2 yang ditambahkan berpengaruh terhadap fotodegradasi naphthol karena laju reaksi dengan penambahan hidrogen peroksida lebih besar daripada laju reaksi tanpa penambahan hidrogen peroksida. Penyinaran selama 90 menit dengan degradasi sebesar 81,1762%. Massa TiO_2 berpengaruh signifikan terhadap fotodegradasi dengan efektivitas fotodegradasi tertinggi dicapai pada massa TiO_2 95 mg dengan presentase degradasi 85,4468%. Konsentrasi H_2O_2 berpengaruh signifikan terhadap fotodegradasi ditunjukkan oleh F hitung = 67,2730 > F tabel = 2,8500. Efektivitas fotodegradasi tertinggi yaitu 39,8339% dengan konsentrasi H_2O_2 15%. Pada variasi pH efektivitas fotodegradasi tertinggi pada pH 5 dengan persentase degradasi 99,5708%. Pada aplikasi limbah

batik, efektifitas degradasi zat warna tertinggi yaitu 91,2186% pada saat ditambahkan TiO_2 saja dan untuk persentase penurunan COD tertinggi pada saat ditambahkan TiO_2 dan H_2O_2 yaitu 76,6645%. Konsentrasi H_2O_2 berpengaruh signifikan terhadap degradasi zat warna pada sampel limbah karena F hitung = 156,375 > F tabel = 5,1400.

ABSTRACT

A research on photodegradation of naphthol dyes using TiO_2 photocatalyst with and without the addition of H_2O_2 has been carried out. This research was conducted on artificial samples and batik waste samples. This study aims to examine the effect of adding H_2O_2 with variations in irradiation time, mass of TiO_2 , H_2O_2 concentration and pH on the effectiveness of photodegradation of naphthol dyes using TiO_2 photocatalysts. The study was conducted by reacting the naphthol dyes with TiO_2 catalysts and adding H_2O_2 with various variations in irradiation time, TiO_2 mass, H_2O_2 concentration, and pH of naphthol dyes. 19 The results of the study were analyzed using the 2-factor ANOVA statistical test. The effect of H_2O_2 on photodegradation of naphthol dyes was measured against the decrease in COD value. The results showed that H_2O_2 added to photodegradation of naphthol had an effect on the effectiveness of degradation with 90 minutes of irradiation time with degradation of 81.1762%. In the variation of the highest effectiveness TiO_2 mass was reached at 95 mg TiO_2 mass with a degradation percentage of 85.4468%. At the highest variation of H_2O_2 concentration the effectiveness of photodegradation was 39.8339% with a concentration of H_2O_2 of 15%. In the variation of pH the highest photodegradation effectiveness at pH 5 with a degradation percentage of 99.5708%. In the application of batik waste, the effectiveness of the highest dyestuff degradation was 91.2186% when added to TiO_2 .

PENDAHULUAN

Perkembangan penduduk di Indonesia semakin tinggi seiring dengan bertambahnya tahun. Semakin banyaknya penduduk Indonesia maka kebutuhan bahan pokok semakin meningkat. Salah satu bahan pokok yang dibutuhkan adalah sandang, oleh karena itu perkembangan industri tekstil semakin berkembang pesat. Namun demikian, perkembangan industri tekstil tersebut tidak diimbangi dengan kesadaran yang tinggi dalam penanganan limbah. Salah satu dari limbah industri tekstil adalah limbah zat warna. ¹⁵ Limbah zat warna ini merupakan senyawa organik yang berstruktur aromatik dan ¹⁵ sukar terurai atau terdegradasi serta ¹⁵ bersifat toksik (Widihati, 2011). Zat warna secara garis besar dibedakan menjadi dua ⁶ yaitu zat warna alami dan zat warna sintetik.

Zat warna alami merupakan ⁶ zat warna yang diperoleh dari alam seperti tumbuh-tumbuhan baik secara langsung maupun tidak langsung, biasanya diperoleh dari ekstrak bagian tumbuh-tumbuhan tersebut. Zat warna sintetik merupakan zat warna buatan yang berupa ³ turunan hidrokarbon aromatic seperti benzene, toluene, naftalena dan antrasena. Sifat dari zat warna sintetik lebih stabil jika dibandingkan dengan ¹⁶ zat warna alami. Oleh karena itu pada umumnya industri tekstil menggunakan pewarna sintetik. ¹⁶ Salah satu zat warna yang banyak digunakan adalah ³ zat warna naphthol. ³ Zat warna naphthol dipakai untuk mencelup warna secara cepat dan mempunyai warna yang kuat (Laksono, 2012).

Zat warna *naphthol* merupakan zat pewarna yang tidak larut dalam air terdiri dari dua ³ komponen dasar yaitu *naphthol* dan komponen pembangkit warna yaitu golongan diazonium atau biasanya disebut dengan ³ garam *naphthol*. Senyawa azo dan turunannya yang merupakan gugus benzena yang pada umumnya terdapat pada zat warna tekstil, seperti zat warna *naphthol*. Senyawa azo jika terlalu lama dilingkungan ³ akan menjadi sumber penyakit karena mempunyai sifat karsinogenik dan mutagenik, maka perlu dicari alternatif ³ efektif untuk menguraikan limbah tersebut (Christina, 2007).

Pengolahan limbah perlu dilakukan karena apabila limbah zat warna langsung terbuang ke perairan dapat mencemari dan merusak ekosistem perairan. Telah banyak dikembangkan saat ini ¹⁰ penanganan limbah zat warna, antara lain metode adsorpsi, biodegradasi, serta metode kimia seperti klorinasi dan ozonisasi. Namun ¹⁰ metode-metode tersebut kurang efektif karena memerlukan biaya yang tinggi untuk menanggulangi limbah zat warna tersebut. Banyak ⁴ metode-metode lain yang bisa digunakan seperti koagulasi kombinasi oksidasi elektrokimia flokulasi

osmosis balik dan adsorpsi menggunakan karbon aktif. Metode tersebut dilaporkan juga menimbulkan masalah lain seperti dihasilkannya fasa baru yang mengandung polutan yang lebih terkonsentrasi (Wijaya dkk., 2006). Sebagai metode alternatif digunakan metode fotodegradasi.

TiO₂ lebih sering digunakan sebagai fotokatalis dalam fotodegradasi karena memiliki aktivitas yang tinggi serta stabil dalam proses biologi dan kimia. TiO₂ jika disinari dengan UV, menyebabkan elektron (e⁻) tereksitasi dari pita valensi ke pita konduksi dan meninggalkan hole (h⁺) pada pita valensi yang dapat berinteraksi dengan air membentuk radikal •OH. Radikal bersifat aktif dan dapat menguraikan senyawa organik, misalnya *remazol black b* (Prasetya N. B. A, dkk., 2012). Pasangan elektron tersebut tidak stabil dan dapat kembali ke tempat asalnya dengan melepas panas. Untuk mencegah rekombinasi elektron-hole maka diperlukan suatu senyawa yang mampu mereduksi dan menjaga kesetimbangan muatan dalam sistem pasangan elektron-hole (Herman, J.M., 1999).

Penelitian ini mempelajari pengaruh hidrogen peroksida (H₂O₂) terhadap efektivitas fotodegradasi *naphthol* menggunakan fotokatalis TiO₂, dengan konsentrasi H₂O₂ sebesar 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 30%. Selain variasi hidrogen peroksida (H₂O₂) juga dilakukan variasi massa fotokatalis TiO₂, waktu penyinaran dan pengaruh pH pada larutan *naphthol*. Penelitian ini dilakukan dalam sampel buatan dan sampel limbah batik. Pengaruh H₂O₂ terhadap fotodegradasi zat warna *naphthol* dalam sampel limbah industri rumahan diukur dengan menentukan perubahan nilai COD dalam cairan limbahnya. Pada penurunan nilai COD menunjukkan penambahan H₂O₂ berpengaruh positif terhadap kemampuan fotodegradasi zat warna *naphthol* oleh fotokatalis TiO₂. Pengukuran penurunan nilai COD ini juga menjadi kebaruan dalam penelitian, karena sejauh penelusuran pustaka, pengukuran nilai COD akibat penambahan H₂O₂ dalam fotodegradasi zat warna *naphthol* belum pernah dilakukan.

METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat alat gelas, neraca analitik merk Ohaus, magnetic stirrer, sendok stainless steel, sentrifuge merk Hanil Science Industrial, pemutar magnetic stirrer, reactor fotodegradasi ukuran 30 x 20 x 30 cm, 1 buah lampu UV-A merk Himawary T8 – 10 W dengan 1 buah trafo Electronic Ballasts 40 Watt merk Bassecom, dan Spektrofotometer UV-Vis 1800 Double Beam Shimadzu. Bahan-bahan yang digunakan dalam

penelitian ini adalah Titanium Dioksida (TiO_2) *pro analysis* dari Merck, akuades, Hidrogen Peroksida (H_2O_2) *pro analysis* 30% dari Merck, H_2SO_4 , NaOH, zat warna *diazonium blue b* dan *naphthol As* serta sampel limbah zat warna dari industri rumahan di Yogyakarta.

Prosedur

Pembuatan Larutan Standar

Larutan standar dibuat melalui reaksi kopling antara *naphthol As* dan *diazonium blue b*. Sebanyak 3 gram NaOH pellet dilarutkan dengan akuades hingga volume total larutan 1000 mL. Larutan NaOH sebanyak 250 mL dipanaskan. Disiapkan 0,025 gram *naphthol As* dalam gelas beaker, kemudian ditambahkan NaOH yang telah dipanaskan dan diaduk, *naphthol As* akan larut dengan sempurna.

Langkah selanjutnya pembuatan larutan *diazonium blue b*. larutan ini dibuat dengan cara melarutkan 0,05 gram *diazonium blue b* dengan akuades hingga volume total 250 mL. Larutan natrium *naphtholat* dan larutan *diazonium blue b* dicampurkan dalam gelas beaker, warna ungu kebiruan akan terbentuk dalam campuran. Campuran inilah yang digunakan sebagai larutan standar.

Fotodegradasi *Naphthol As* Variasi Waktu Penyinaran

Sebanyak 20 mg TiO_2 ditambahkan 25 mL larutan *naphthol As* 23 ppm dan ditambahkan 0,1 mL H_2O_2 dengan konsentrasi 3%. Larutan campuran diaduk kemudian disinari dengan reaktor UV variasi penyinaran 15, 30, 45, 60, 75, 90 dan 105 menit. Setelah itu, larutan campuran disentrifuge, supernatan yang diperoleh diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada λ maksimum 591,4 nm. Absorbansi yang diperoleh digunakan untuk mengetahui sisa konsentrasi larutan *naphthol As*. Sebagai pembanding dilakukan fotodegradasi terhadap larutan *naphthol As* menggunakan TiO_2 tanpa penambahan H_2O_2 dengan perlakuan yang sama.

Fotodegradasi *Naphthol As* Variasi Massa TiO_2

Massa TiO_2 divariasikan, yaitu 5, 20, 35, 50, 65, 80 dan 95 mg. Masing-masing ditambahkan 25 mL larutan *naphthol As* dengan konsentrasi 23 mg/L serta ditambahkan 0,1 mL H_2O_2 dengan konsentrasi 3%. Larutan campuran diaduk kemudian disinari dengan reaktor UV selama 45 menit. Setelah itu, larutan campuran disentrifuge, supernatan yang diperoleh diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada λ maksimum 591,4 nm. Absorbansi

digunakan untuk mengetahui sisa konsentrasi larutan *naphthol As*. Sebagai pembandingan dilakukan fotodegradasi terhadap larutan *naphthol As* menggunakan TiO_2 tanpa penambahan H_2O_2 dengan perlakuan yang sama.

Fotodegradasi *Naphthol As* Variasi Konsentrasi H_2O_2

Sebanyak 5 mg TiO_2 ditambahkan 25 mL larutan *naphthol As* 22 mg/L dan ditambah 0,1 mL H_2O_2 dengan variasi konsentrasi H_2O_2 5% ; 10% ; 15% ; 20% ; 25 % ; dan 30%. Larutan campuran diaduk kemudian disinari dengan reaktor UV selama 45 menit. Setelah itu, larutan campuran disentrifuge, supernatan yang diperoleh diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada $\lambda_{\text{maksimum}}$ 591,4 nm. Absorbansi yang diperoleh digunakan untuk mengetahui sisa konsentrasi larutan *naphthol As*. Sebagai pembandingan dilakukan fotodegradasi terhadap larutan *naphthol As* menggunakan TiO_2 tanpa penambahan H_2O_2 dengan perlakuan yang sama.

Fotodegradasi *Naphthol As* Variasi pH

Massa TiO_2 20 mg ditambahkan 25 mL larutan *naphthol As* kemudian ditambahkan 0,1 mL H_2O_2 dengan konsentrasi 3%. Larutan campuran dibuat variasi pH 5, 6, 7, 8, 9, dan 12,5. Larutan campuran diaduk kemudian disinari dengan reaktor UV selama 45 menit. Setelah itu, larutan campuran disentrifuge, supernatan yang diperoleh diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada λ maksimum 591,4 nm. Absorbansi digunakan untuk mengetahui sisa konsentrasi larutan *naphthol As*. Sebagai pembandingan dilakukan fotodegradasi terhadap larutan *naphthol As* menggunakan TiO_2 tanpa penambahan H_2O_2 dengan perlakuan yang sama.

Fotodegradasi Limbah Zat Warna dengan TiO_2

Larutan sampel limbah zat warna ditambahkan dengan massa TiO_2 20 mg dan 0,1 mL H_2O_2 dengan konsentrasi 15%.. Larutan campuran diaduk kemudian disinari dengan reaktor UV selama 90 menit. Setelah itu, larutan campuran disentrifuge, supernatan yang diperoleh diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada λ maksimum 591,4 nm. Absorbansi yang diperoleh digunakan untuk mengetahui sisa konsentrasi larutan *naphthol As*. Sebagai pembandingan dilakukan fotodegradasi terhadap larutan *naphthol As* menggunakan TiO_2 tanpa penambahan H_2O_2 dengan perlakuan yang sama.

Fotodegradasi Limbah Zat Warna dengan Variasi Waktu Kontak

Larutan sampel limbah zat warna ditambahkan dengan massa 20 mg dan 0,1 mL H₂O₂ dengan konsentrasi 15 %. Larutan campuran diaduk kemudian disinari dengan reaktor UV selama 30, 60 dan 90 menit. Setelah itu, larutan campuran disentrifuge, supernatan yang diperoleh diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada λ maksimum 591,4 nm. Absorbansi yang diperoleh digunakan untuk mengetahui sisa konsentrasi larutan *naphthol As*.

Fotodegradasi Limbah Zat Warna dengan Variasi Massa TiO₂

Larutan sampel limbah zat warna ditambahkan dengan massa TiO₂ 20, 50 dan 80 mg, kemudian ditambahkan 0,1 mL H₂O₂ dengan konsentrasi 15%. Larutan campuran diaduk kemudian disinari dengan reaktor UV selama 90 menit. Setelah itu, larutan campuran disentrifuge, supernatan yang diperoleh diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada λ maksimum 591,4 nm. Absorbansi digunakan untuk mengetahui sisa konsentrasi larutan *naphthol As*.

Fotodegradasi Limbah Zat Warna dengan Variasi Konsentrasi Hidrogen Peroksida (H₂O₂)

Larutan sampel limbah zat warna ditambahkan dengan massa TiO₂ 20 mg dan 0,1 mL H₂O₂ dengan konsentrasi 5%, 15% dan 25%. Larutan campuran diaduk kemudian disinari dengan reaktor UV selama 30 menit. Setelah itu, larutan campuran disentrifuge, supernatant yang diperoleh diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada λ maksimum 591,4 nm. Absorbansi yang diperoleh digunakan untuk mengetahui sisa konsentrasi larutan *naphthol As*.

Analisis Uji COD

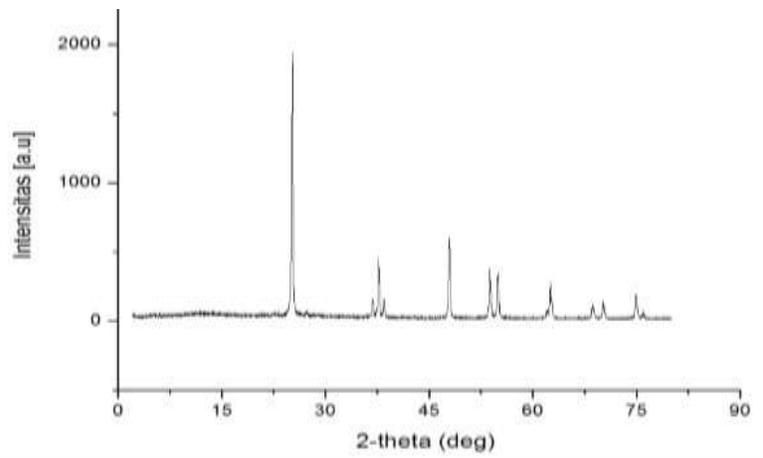
Pipet 2,5 ml sampel ke dalam tabung Hach kemudian ditambahkan 2,5ml aquades sebagai blanko. Setelah itu ditambahkan 1,5 ml kalium dikromat 0,1 N dan 3,5 ml H₂SO₄, homogenkan. Kemudian direfluks pada suhu 150°C \pm 2°C selama 2 jam. Dinginkan sampai suhu kamar, pindahkan ke dalam labu Erlenmeyer kecil. Kemudian dititrasi dengan FAS 0,02 N menggunakan indikator ferroin hingga berwarna merah bata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Titanium Dioksida (TiO₂) menggunakan XRD

TiO₂ dengan fase kristal anatase lebih menguntungkan karena luas permukaan dan sisi aktif yang lebih banyak dari fase kristal rutil (Gambar 1). Karena hal tersebut menyebabkan TiO₂ fase

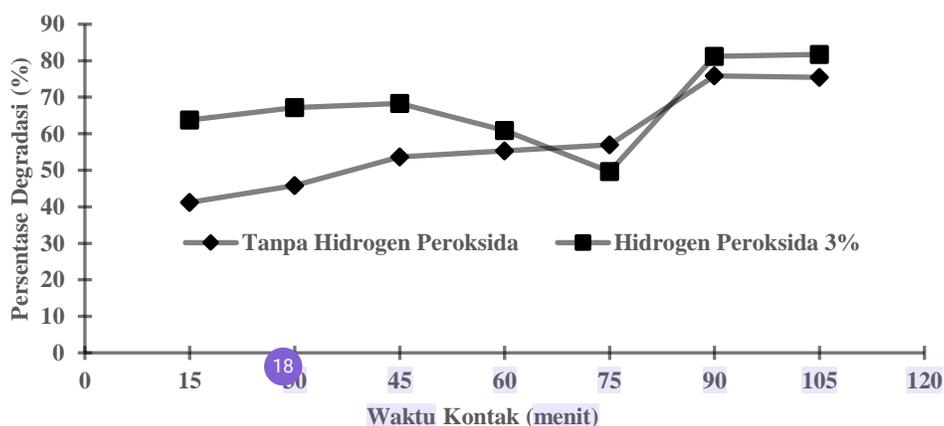
kristal anatase lebih reaktif terhadap cahaya dan memiliki pita energi yang tinggi. Band gap untuk fase kristal anatase yaitu 3,2 eV sedangkan untuk fase kristal rutile 3,0 eV.



Gambar 1. Hasil XRD (X-Ray) Diffraction TiO₂ dari Merck

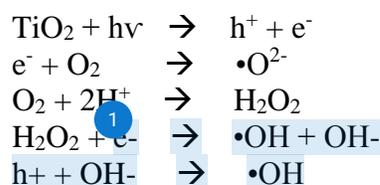
Pengaruh Waktu Kontak dengan dan tanpa Penambahan Hidrogen Peroksida (H₂O₂)

Gambar 2 menunjukkan bahwa persentase degradasi *naphthol* semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu kontak. Hal tersebut karena semakin lama terkena paparan sinar UV maka energi yang mengenai fotokatalis semakin besar sehingga radikal •OH yang dihasilkan lebih banyak serta lebih aktif mendegradasi zat warna (Wardhani dkk., 2015).

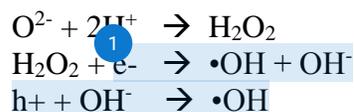


Gambar 2. Grafik Pengaruh Waktu Kontak dengan dan tanpa H₂O₂ terhadap Fotodegradasi *Naphthol*

Persentase hasil degradasi ini semakin meningkat dengan adanya penambahan H₂O₂ daripada tanpa penambahan H₂O₂. Hal tersebut terjadi karena H₂O₂ dapat meningkatkan efektivitas fotodegradasi zat warna *naphthol* yang terkatalis TiO₂, karena dengan adanya penambahan H₂O₂ maka akan semakin banyak radikal hidroksil yang dihasilkan yang berfungsi untuk mendegradasi zat warna. Akan tetapi pada menit ke 60 dan 75 dengan penambahan H₂O₂ mengalami penurunan persentase degradasi. Hal tersebut disebabkan karena semakin banyak radikal OH yang terbentuk maka akan bereaksi dengan H₂O₂ menjadi radikal HO₂. Sehingga radikal OH yang berfungsi untuk mendegradasi zat warna berkurang. Pada menit ke 75 dan 90 mengalami peningkatan fotodegradasi yang sangat pesat karena adanya OCl⁻ yang membantu proses degradasi zat warna. Sehingga radikal hidroksil yang seharusnya memecah struktur dari zat warna berkurang efisiensinya. Proses yang terjadi dalam fotodegradasi zat warna *naphthol* menggunakan TiO₂ dengan penambahan H₂O₂ dapat dijelaskan sebagai berikut :



Fotokatalis TiO₂ jika terkena paparan sinar UV akan terjadi perpindahan elektron dari pita valensi menuju pita konduksi. Proses eksitasi elektron tersebut menghasilkan e⁻ pada pita konduksi dan meninggalkan hole (h⁺) di pita valensi. Hole (h⁺) akan bereaksi dengan OH⁻ dari pelarut membentuk radikal hidroksi (•OH). Radikal hidroksil yang bersifat reaktif akan menguraikan zat warna. Elektron pada pita konduksi akan bereaksi dengan elektron O₂ yang terlarut membentuk superoksida (O²⁻) dan selanjutnya membentuk radikal hidroksil melalui reaksi sebagai berikut (Safni dkk., 2008).



Radikal hidroksil (•OH) dapat mendegradasi zat warna *naphthol* karena memiliki nilai potensial oksidasi yang tinggi mencapai 2,8 eV. Dengan nilai potensial oksidasi tersebut cukup kuat untuk mengoksidasi zat warna menjadi H₂O, CO₂ dan asam mineral. Selama sinar UV masih mengenai fotokatalis, radikal-radikal tersebut akan terus terbentuk dan akan menyerang zat warna

naphthol sehingga zat warna *naphthol* yang berada pada permukaan TiO_2 mengalami degradasi (Halmann, 1996).

Penentuan kinetika reaksi digunakan untuk mengetahui orde laju reaksi degradasi yang berlangsung. Kinetika reaksi fotodegradasi *naphthol*, dilakukan dengan mengukur perubahan konsentrasi *naphthol* dalam interval waktu tertentu. Pengukuran perubahan rasio konsentrasi *naphthol* sebagai fungsi waktu untuk menentukan laju reaksi.

Tabel 1. Tabel Kinetika Reaksi

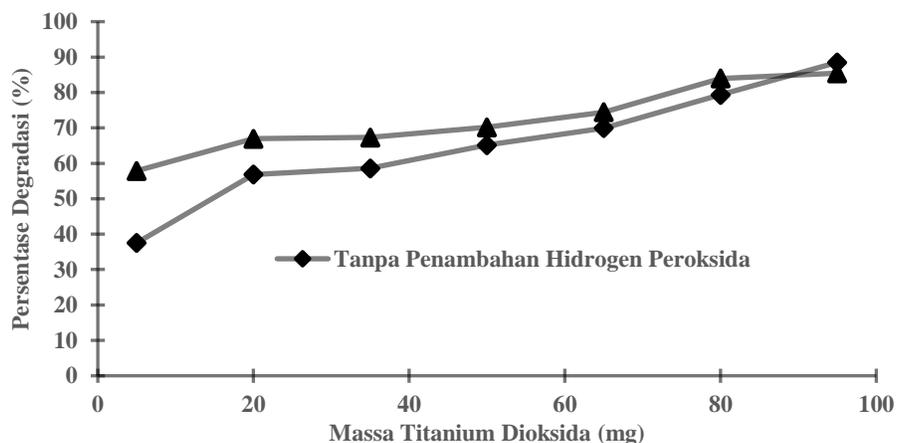
Orde	R^2		K	
	Tanpa Penambahan	Penambahan 3%	Tanpa Penambahan	Penambahan 3%
0	0,9124	0,1856	-0,0931	-,0340
1	0,8590	0,3082	-0,1030	-0,0064
2	0,4204	0,7976	0,0012	0,0012
3	0,7415	0,5043	0,0003	0,0005

Kinetika reaksi untuk fotodegradasi *naphthol* dengan perlakuan dengan dan tanpa penambahan hidrogen peroksida. Data tersebut menunjukkan bahwa kinetika reaksi fotodegradasi zat warna *naphthol* termasuk pada orde reaksi nol untuk tanpa penambahan hidrogen peroksida dan orde 2 untuk penambahan hidrogen peroksida 3%. Hal tersebut disebabkan karena kelinieran menghasilkan angka R^2 yang mendekati satu, yaitu 0,9124 untuk tanpa penambahan hidrogen peroksida dan 0,7976 untuk penambahan hidrogen peroksida 3%. Orde nol disini berarti menunjukkan bahwa laju fotodegradasi tanpa penambahan hidrogen peroksida tidak di pengaruhi oleh besarnya konsentrasi pereaksi. Sedangkan untuk suatu reaksi yang berorde 2, maka laju reaksi akan berubah secara kuadrat terhadap perubahan konsentrasinya. Setelah diketahui orde reaksinya, maka dapat diketahui konstanta laju reaksinya dari persamaan garis yang diperoleh. Kemudian dari konstanta laju reaksi dapat diketahui laju reaksinya.

Laju reaksi orde nol yaitu $dC/dt = k[\text{Ce}]^0$ maka diperoleh -0,5298, sedangkan untuk laju reaksi orde 2 penambahan hidrogen peroksida 3% yaitu $dC/dt = k[\text{Ce}]^2$ diperoleh 0,0511. Dari laju reaksi yang didapatkan maka dapat diketahui bahwa dengan penambahan hidrogen peroksida mempengaruhi laju reaksi fotodegradasi *naphthol*.

Pengaruh Massa TiO_2 dengan dan tanpa Penambahan Hidrogen Peroksida (H_2O_2)

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin besar massa TiO_2 yang digunakan, maka persentase degradasi semakin meningkat. Hal tersebut berlaku untuk fotodegradasi *naphthol* dengan dan tanpa penambahan H_2O_2 . Namun persentase fotodegradasi massa TiO_2 sebesar 80 dan 95 mg menurun. Penurunan persentase degradasi tersebut disebabkan oleh terbentuknya agregat pada fotokatalis TiO_2 yang terlalu banyak, sehingga menutupi sisi aktif pada permukaan fotokatalis untuk mengabsorpsi sinar UV. Selain itu, penurunan persentase degradasi juga diakibatkan oleh meningkatnya turbiditas larutan akibat terhamburnya fotokatalis TiO_2 dalam larutan *naphthol*, sehingga mengurangi kuantitas sinar UV yang mengenai sisi aktif fotokatalis. Hal tersebut menyebabkan semakin sedikitnya radikal hidroksil ($\bullet\text{OH}$) yang terbentuk, sehingga proses fotodegradasi zat warna berkurang. Proses fotodegradasi dengan penambahan H_2O_2 memiliki hasil degradasi yang lebih besar daripada degradasi tanpa penambahan H_2O_2 .

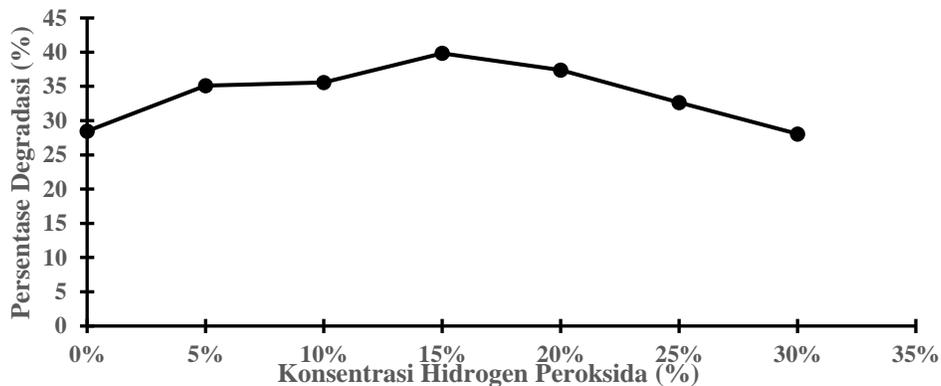


Gambar 3. Grafik Pengaruh Massa TiO_2 dengan dan tanpa H_2O_2 terhadap Fotodegradasi *Naphthol*

Pengaruh Konsentrasi H_2O_2 dengan dan tanpa Penambahan Hidrogen Peroksida (H_2O_2)

Variasi konsentrasi yang ditambahkan dalam proses fotodegradasi *naphthol* ini sebagai berikut 5 % ; 10% ; 15% ; 20% ; 25% dan 30 %. Hasil fotodegradasi yang diperoleh berturut-turut sebagai berikut 35,1110% ; 35,5993% ; 39,8339% ; 32,6579% ; 28,0691%. Sedangkan hasil fotodegradasi *naphthol* tanpa penambahan H_2O_2 sebesar 28,4842%. Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi H_2O_2 yang ditambahkan ke dalam larutan zat warna, maka akan semakin besar *naphthol* yang terdegradasi. Akan tetapi pada konsentrasi H_2O_2 20% ; 25% dan 30% semakin mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena

semakin besar konsentrasi H_2O_2 yang ditambahkan akan terbentuk radikal $\cdot\text{HO}_2$ yang kurang reaktif dibandingkan radikal $\cdot\text{OH}$. Hal tersebut menyebabkan $\cdot\text{OH}$ berkurang sehingga *naphthol* yang terdegradasi mengalami penurunan. Reaksi terbentuknya $\cdot\text{HO}_2$ sebagai berikut :



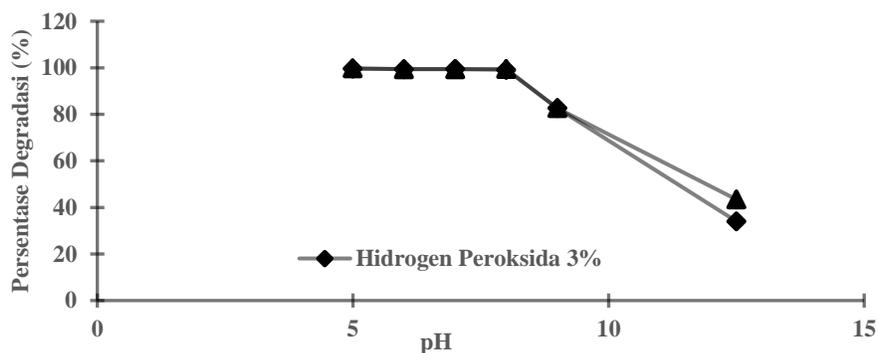
Gambar 4. Grafik Pengaruh Konsentrasi H_2O_2 terhadap Fotodegradasi *Naphthol*

Hasil uji statistika Tabel 2 pengaruh penambahan H_2O_2 , H_0 ditolak bila F hitung $>$ F tabel, maka perlakuan berpengaruh signifikan. Karena F hitung = 67,2730 $>$ F tabel = 2,8500 maka H_0 ditolak. Penambahan H_2O_2 berpengaruh signifikan terhadap fotodegradasi *naphthol*. Kemudian dilakukan uji lanjut untuk mengetahui perbedaan tanpa penambahan dan dengan penambahan berbagai variasi hidrogen peroksida. Hasil LSD menunjukkan bahwa penambahan hidrogen peroksida 0% (tanpa hidrogen peroksida) dengan penambahan hidrogen peroksida 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% terdapat perbedaan terhadap pengaruh fotodegradasi *naphthol*. Hal tersebut terjadi karena nilai signifikansinya lebih kecil dibanding dengan taraf signifikansi 5% (0,05).

Pengaruh pH dengan dan tanpa Penambahan Hidrogen Peroksida (H_2O_2)

Fotodegradasi *naphthol* pada variasi pH 5, 6, 7,8 hasilnya cenderung konstan yaitu sekitar 99 % (Gambar 5). Hal tersebut terjadi karena pH 7 (netral), pH 5 dan 6 (asam) dan pH 8 (basa). Pada pH asli atau basa larutan zat warna *naphthol* larut sempurna sehingga menyebabkan strukturnya stabil. Struktur zat warnanya stabil, maka lebih sulit untuk didegradasi. Ketika ditambahkan asam maka larutan zat warna akan berada dalam bentuk molekul netral sehingga kelarutannya dalam air menjadi lebih rendah yang menyebabkan strukturnya menjadi kurang stabil. Strukturnya tidak stabil, maka zat warna lebih mudah untuk didegradasi. Hasil fotodegradasi

naphthol pada pH 12,5 dengan dan tanpa penambahan H₂O₂ sebesar 34,0415% dan 43,4092%. Penambahan H₂O₂ disini menyebabkan penurunan persentase degradasi zat warna karena pada pH basa H₂O₂ mudah terdekomposisi menjadi H₂O dan O₂. Hal tersebut mengakibatkan jumlah radikal OH yang dihasilkan yang berfungsi untuk mendegradasi zat warna.



Gambar 5. Grafik Pengaruh pH pada Fotodegradasi *Naphthol*

Fotodegradasi Sampel Limbah Zat Warna

Tabel 2. Data Hasil Fotodegradasi Limbah Zat Warna

No.	Kode Sampel	Konsentrasi (ppm)		Persentase Degradasi
		Awal	Akhir	
1.	TiO ₂ *	23,7173	2,0827	91,2186%
2.	TiO ₂ + H ₂ O ₂ *	23,7173	3,5227	85,1471%
3.	30 menit	20,7040	3,1040	84,7324%
4.	60 menit	20,7040	4,064	80,0105%
5.	90 menit *	23,7173	3,5227	85,1471%
6.	20 mg *	23,7173	3,5227	85,1471%
7.	50 mg *	23,7173	11,6027	51,0792%
8.	80 mg*	23,7173	10,9440	53,8565 %
9.	5%	20,3307	2,2240	89,0609%
10.	15%	20,3307	3,2640	86,2300%
11.	25%	20,3307	2,4640	87,8804%

Keterangan : * Sampel 1 □ Sampel 2

Untuk mengetahui pengaruh hidrogen peroksida terhadap efektifitas degradasi *naphthol* dengan fotokatalis TiO₂ terhadap sampel limbah, maka ditentukan dengan mengukur nilai COD. Penelitian menggunakan COD untuk menentukan seberapa banyak senyawa organik dan anorganik dalam sampel limbah (Tabel 2). Limbah yang digunakan disini adalah limbah zat warna, dimana zat warna merupakan suatu senyawa organik.

Degradasi zat warna dengan penurunan nilai COD tidak berpengaruh. Hal tersebut terjadi karena dalam sampel limbah yang digunakan tidak hanya zat warna sebagai senyawa organik saja, akan tetapi banyak kemungkinan senyawa organik lain atau anorganik terdapat pada sampel limbah. Semakin lama waktu penyinaran maka akan semakin besar persentase degradasi zat warna yang terjadi pada limbah. Hal ini disebabkan oleh semakin banyaknya radikal hidroksil yang dihasilkan oleh TiO_2 dan H_2O_2 dalam larutan yang disinari oleh sinar UV. Pada menit ke 90 terjadi penurunan nilai COD yang besar yaitu 76,6645%. Hal tersebut terjadi karena dengan semakin lama waktu penyinaran dengan sinar UV, karena akan semakin banyak terbentuk radikal hidroksil yang berfungsi untuk mendegradasi zat warna.

Tabel 3. Data Hasil Nilai COD Limbah Zat Warna

No.	Kode Sampel	Konsentrasi (ppm)		Penurunan COD
		Awal	Akhir	
1.	TiO_2 *	191,04	111,44	41,5619 %
2.	$\text{TiO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2$ *	191,04	44,58	76,6645 %
3.	30 menit	311,71	281,152	9,80334 %
4.	60 menit	311,71	275,04	11,7641 %
5.	90 menit *	191,04	44,58	76,6645 %
6.	20 mg *	191,04	44,58	76,6645 %
7.	50 mg *	191,04	136,912	28,3333 %
8.	80 mg*	191,04	171,936	10,0000 %
9.	5%	311,71	106,95	65,6892 %
10.	15%	311,71	177,248	43,1253 %
11.	25%	311,71	265,872	14,7053 %

Keterangan : * Sampel 1 Sampel 2

Semakin lama waktu penyinaran maka akan semakin besar persentase degradasi zat warna yang terjadi pada limbah. Hal ini disebabkan oleh semakin banyaknya radikal hidroksil yang dihasilkan oleh TiO_2 dan H_2O_2 dalam larutan yang disinari oleh sinar UV. Nilai COD pada limbah semakin berkurang dengan semakin lama waktu penyinaran dengan sinar UV, karena senyawa organik yang terdapat pada limbah terdegradasi oleh radikal hidroksil. Massa TiO_2 yang digunakan juga divariasikan yaitu 20, 50 dan 80 mg (Tabel 3).

Semakin besar massa yang ditambahkan membuat persen degradasi menurun karena meningkatnya turbiditas larutan akibat terhamburnya fotokatalis TiO_2 dalam larutan *naphthol*,

sehingga mengurangi kuantitas sinar UV yang mengenai sisi aktif fotokatalis. Hal tersebut menyebabkan semakin sedikitnya radikal hidroksil ($\bullet\text{OH}$) yang terbentuk, sehingga proses fotodegradasi zat warna berkurang. Hal tersebut juga menyebabkan nilai COD semakin rendah dengan semakin banyaknya massa TiO_2 yang ditambahkan. Pada massa TiO_2 80 mg mengalami penurunan persentase COD karena senyawa organik yang terdapat dalam limbah hanya dioksidasi menjadi senyawa keton, aldehid dan alkohol. Senyawa-senyawa tersebut masih menghasilkan nilai COD saat penetapan nilai COD (Fessenden, 1982). Selain itu juga karena bakteri yang berada dalam larutan kemampuan degradasinya rendah sehingga menyebabkan nilai CODnya tinggi (Sihaloho, 2008).

Konsentrasi H_2O_2 yang terbaik adalah 5%. Hal ini karena jika semakin besar konsentrasi H_2O_2 yang ditambahkan akan terbentuk radikal $\bullet\text{HO}_2$ yang kurang reaktif dibandingkan radikal $\bullet\text{OH}$. Oleh karena itu menyebabkan $\bullet\text{OH}$ berkurang sehingga *Naphthol* yang terdegradasi mengalami penurunan. Hal tersebut berlaku juga untuk penurunan nilai COD. Akan tetapi dari hasil yang diperoleh semakin besar konsentrasi H_2O_2 yang ditambahkan mengakibatkan persentase penurunan nilai COD menurun senyawa organik yang terdapat dalam limbah hanya dioksidasi menjadi senyawa keton, aldehid dan alkohol. Senyawa-senyawa tersebut masih menghasilkan nilai COD saat penetapan nilai COD (Fessenden, 1982). Selain itu juga karena bakteri yang berada dalam larutan kemampuan degradasinya rendah sehingga menyebabkan nilai CODnya tinggi (Sihaloho, 2008).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Waktu kontak TiO_2 dengan UV berpengaruh signifikan terhadap fotodegradasi zat warna karena laju reaksi dengan penambahan hidrogen peroksida lebih besar dari laju reaksi tanpa penambahan hidrogen peroksida, yaitu -0,5298 dan 0,0511.
2. Massa TiO_2 yang digunakan dalam fotodegradasi *naphthol* berpengaruh signifikan terhadap fotodegradasi karena dengan bertambahnya massa TiO_2 maka akan semakin banyak radikal hidroksil yang dihasilkan.
3. Konsentrasi H_2O_2 berpengaruh signifikan terhadap fotodegradasi ditunjukkan oleh $F_{\text{hitung}} = 67,2730 > F_{\text{tabel}} = 2,8500$.

4. pH berpengaruh signifikan terhadap fotodegradasi karena dengan adanya perubahan struktur zat warna.
5. Konsentrasi H_2O_2 berpengaruh signifikan terhadap degradasi zat warna pada sampel limbah karena $F_{hitung} = 156,375 > F_{tabel} = 5,1400$.

DAFTAR PUSTAKA

- Chirtiana, P. M., Mu'nisatun. S., Saptaji. d., dan Marjanto D. 2007. *Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo (Metil Orange) Dalam Pelarut Air Menggunakan Berkas Elektron 350 Kev/10 Ma*. JNFN No. 1, Vol.1. 31-44
- Fessenden dan Fessenden. 1982. *Kimia Organik Jilid I*. Jakarta : Erlangga
- Halmann, Martin M. 1996. *Photodegradation of Water Pollutants*. USA : CRC Press.
- Herman, J.M., Guliard, C., Arguello, M., Aguera A., Tejedor A., Piedra, L., dan Fernadez, Alba. A., 1999. *Photocatalytic Degradation of Pesticide Primiphos-methyl: Determination of the Reaction Pathway and identification of Intermediate Products by Various Analytical Methods*. Catal Today. 54: 353-367
- Laksono, E.P. 2009. *Kajian Penggunaan Adsorben Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Zat Warna Tekstil*. <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/penelitian/penggunaan-adsorben2009.pdf>
- Prasetya, N.B.A, Haris A, dan Gunawan. 2012. *Pengaruh Ion Logam Cd(II) dan pH Larutan terhadap Efektifitas Fotodegradasi Zat Warna Remazol Black menggunakan katalis TiO_2* . Molekul. Vol. 7. No. 2. hal 143-152
- Safni, Putri, T.N.H., dan Suryani, H. 2008. *Degradasi zat warna Rhodamine B secara sonolisis dan fotolisis dengan penambahan TiO_2 -anatase*. Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi. Vol. 13. No. 1. hal : 38 - 42.
- Sihaloho, R.M. 2008. Penentuan Chemical Oxygen Demand (COD) Limbah Cair Pulp dengan Metode Spektrofotometri Visible Di PT. Toba Pulp Lestari, Tbk. Karya Ilmiah. Medan : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara
- Wardhani, S., Fraditasari, R. dan Khunur, M.M. 2015. *Degradasi Methyl Orange menggunakan fotokatalis TiO_2 -N : Kajian Pengaruh Sinar dan Konsentrasi TiO_2 -N*. Kimia Student Journal. Vol. 1. No. 1. hal : 606 - 612.
- Widihati I. A. G., Diantariani N.P., dan Nikmah Y. F. 2011. *Fotodegradasi Metilen Biru dengan Sinar UV dan Katalis Al_2O_3* . Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana. Bukit Jimbaran. 31-42.
- Wijaya, K. 2006. *Utilisasi TiO_2 -Zeolit dan Sinar UV untuk Fotodegradasi Zat Warna Congo Red*. TEKNOIN. Vol. 11. No. 3. hal : 199 - 209.

● 13% Overall Similarity

Top sources found in the following databases:

- 11% Internet database
- 3% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 7% Submitted Works database

TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	envirous.upnjatim.ac.id Internet	3%
2	kimia.studentjournal.ub.ac.id Internet	2%
3	nanopdf.com Internet	1%
4	inis.iaea.org Internet	<1%
5	es.scribd.com Internet	<1%
6	scribd.com Internet	<1%
7	Sriwijaya University on 2019-09-30 Submitted works	<1%
8	docobook.com Internet	<1%

9	eprints.uny.ac.id	Internet	<1%
10	UIN Maulana Malik Ibrahim Malang on 2022-03-05	Submitted works	<1%
11	docplayer.info	Internet	<1%
12	text-id.123dok.com	Internet	<1%
13	core.ac.uk	Internet	<1%
14	Sriwijaya University on 2021-01-08	Submitted works	<1%
15	ejournal.unp.ac.id	Internet	<1%
16	School of Business and Management ITB on 2020-04-22	Submitted works	<1%
17	Sriwijaya University on 2019-09-30	Submitted works	<1%
18	Universitas Muhammadiyah Surakarta on 2017-01-31	Submitted works	<1%
19	asjp.cerist.dz	Internet	<1%
20	Lambung Mangkurat University on 2018-11-07	Submitted works	<1%

21

Politeknik STT Tekstil Bandung on 2021-06-08

Submitted works

<1%

● Excluded from Similarity Report

- Bibliographic material
- Cited material
- Manually excluded sources
- Quoted material
- Small Matches (Less than 10 words)
- Manually excluded text blocks

EXCLUDED SOURCES

digilib.uin-suka.ac.id	21%
Internet	
jurnal.fmipa.unila.ac.id	19%
Internet	
garuda.ristekbrin.go.id	9%
Internet	
garuda.kemdikbud.go.id	9%
Internet	
123dok.com	7%
Internet	
repository.lppm.unila.ac.id	6%
Internet	
etheses.uin-malang.ac.id	5%
Internet	
adoc.pub	5%
Internet	
digilib.unila.ac.id	4%
Internet	

doc-pak.undip.ac.id	4%
Internet	
Universitas Jambi on 2021-10-26	3%
Submitted works	
Universitas Jambi on 2021-10-26	3%
Submitted works	
Universitas Jambi on 2021-11-22	3%
Submitted works	
repository.unair.ac.id	2%
Internet	
repository.its.ac.id	1%
Internet	
repository.uinjkt.ac.id	1%
Internet	
repository.radenfatah.ac.id	<1%
Internet	

EXCLUDED TEXT BLOCKS

Analit: Analytical and Environmental ChemistryVolume

Universitas Jambi on 2021-10-26

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lam...

digilib.unila.ac.id

<http://dx.doi.org/10.23960/aec>

Universitas Jambi on 2021-10-26

doi: <http://dx.doi.org/10.23960/aec.v4>

doc-pak.undip.ac.id

doi: <http://dx.doi.org/10.23960/aec.v4>

doc-pak.undip.ac.id

doi: <http://dx.doi.org/10.23960/aec.v4>

doc-pak.undip.ac.id

KESIMPULANBerdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat

kimia.studentjournal.ub.ac.id

Bahan-bahan yang digunakan dalam

etheses.uin-malang.ac.id

diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometerUV-Vis pada

etheses.uin-malang.ac.id