

Penggunaan ZnO/Zeolit Sebagai Katalis Dalam Degradasi Tartrazin Secara Ozonolisis

Zilfa¹, Safni¹, Febi Rahmi¹

¹Laboratorium Kimia Terapan Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang, Sumatra Barat, Indonesia

Corresponding author:
Zilfa
zilfa@sci.unand.ac.id

Received: February 2021
Accepted: March 2021
Published: March 2021

©Zilfa et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Abstract

An investigation on modification of natural zeolite with ZnO for the degradation of tartrazine. In this study, ZnO as a semiconductor is modified into a natural zeolite as support to form ZnO/zeolite that can increase the efficiency degradation of tartrazine. Further, the formed catalyst was added to tartrazine by determining the variation in ozonolysis time, the amount of addition of the catalyst, and the addition of a catalyst time. The results of degradation were determined by UV-Vis spectrophotometer at 424 nm. The result showed that the percentage of degradation obtained on each catalyst in the degradation. The resulted percent degradation of 20 ml of tartrazine at concentration of 15 mg/L using 20 mg ZnO/zeolite was 56.80%, while using 0.77 mg ZnO was 42.25%, and with the addition of 19.23 mg of Zeolite was 31.18%, all of that condition was proceeded by 40 minutes of ozonolysis. Thus, the result indicates that the ZnO/zeolite catalyst can increase percentages of tartrazine degradation by ozonolysis. It is known that the catalyst ZnO/zeolite is very effective in increasing the degradation of tartrazine. Analysis of tartrazine compounds using fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) after degradation changes in wavenumber indicates that there is a breaking of the bonds of tartrazine compounds. Characterization of ZnO/zeolite catalyst using FTIR, X-Ray diffraction (XRD) and scanning electron microscope (SEM), in each spectrum there was no shift, indicating that there is no change in ZnO/zeolite structure.

Keywords: *degradation, ozonolysis, ZnO/zeolite*

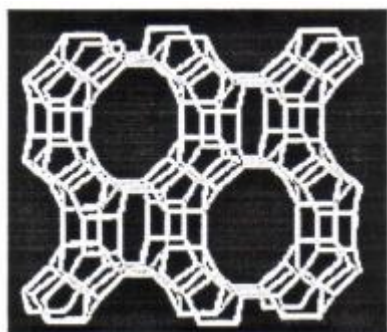
Pendahuluan

ZnO adalah senyawa yang telah dikenal cocok digunakan sebagai katalis karena bersifat semikonduktor *innert*, memiliki *band gap* yang kecil, kekuatan oksidasi yang besar, tidak beracun, dan relatif murah^[1]. Karakteristik ZnO sebagai katalis sangat tergantung pada ukuran partikel dan metode penyiapannya. Semakin besar luas permukaan per satuan masa katalis maka efektifitas katalis semakin baik^[2]. Untuk memperluas ukuran partikel ZnO ini dapat

disupport dengan material lainnya. Dalam pemanfaatan ZnO sebagai katalis sering di support dengan bahan material seperti zeolit (ZnO/zeolit). ZnO sering digunakan untuk reaksi reaksi senyawa dalam pembetulan dan penguraian. ZnO telah banyak digunakan sebagai bahan katalis untuk penguraian senyawa baik organik maupun anorganik. Adapun untuk penguraian senyawa telah dilakukan dengan metoda degradasi. Metoda degradasi yang dilakukan adalah sonolisis, fotolisis dan ozonolisis. Hasil degradasi

senyawa organik adalah H_2O dan CO_2 ^{[3],[4]}. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan hasil degradasi ZnO disupport dengan material zeolit (ZnO/zeolit)^[5].

Zeolit adalah senyawa alumina silika yang memiliki ukuran pori tertentu. Selektivitas zeolit terhadap suatu reaksi disebabkan oleh ukuran pori zeolit yang hanya dapat dimasuki oleh molekul tertentu yang spesifik, yang disebut sebagai *shape-selective catalysis*. Berdasarkan sifatnya, zeolit telah banyak digunakan sebagai adsorben, penukar ion dan katalis termal serta sebagai pensupport katalis. Salah satu jenis zeolit yaitu mordenit. Struktur mordenit merupakan struktur sangkar jenis *Secondary Building Unit* (SBU) 5-1 dengan dua saluran utama yaitu, saluran pertama yang dibatasi oleh 8 Oksigen (S-8R) dan saluran kedua yang dibatasi oleh 12 Oksigen (S-12R) yang ditunjukkan pada Gambar 1^[3].



Gambar 1. Struktur mordenit zeolit^[4].

Katalis ZnO/zeolit telah banyak digunakan sebagai pendegradasi limbah-limbah organik seperti pestisida, obat dan zat warna. yang berbahaya sehingga menghasilkan senyawa H_2O dan CO_2 ^[5].

Semakin maraknya makanan dan minuman dijual, maka untuk menambah cita rasa makanan dan minuman konsumen menambahkan menyedap, sedangkan agar warna lebih menarik ditambahkan zart pewarna. Adapun pewarna makanan berdasarkan sumbernya ada 2 macam yaitu

pewarna alami dan pewarna sintetis. Pewarna alami harganya lebih mahal sedangkan pewarna sintestis lebih murah, sehingga orang cenderung menggunakan pewarna sintetis. Untuk pemakaian pewarna sintetis itu ada ambang batasnya kerena kelebihan memakan bahan pewarna sintetis akan menimbulkan bahaya bagi kesehatan tubuh^[6]. Begitu juga bahan pewarna dari limbah pabrik juga akan memberikan dampak buruk bagi masyarakat kalau tidak diolah sebelum sampai kepemukiman, dimana air limbah itu nanti akan dimanfaatkan oleh masyarakat. Ambang batas penggunaan zat warna yang diperbolehkan adalah sekitar 220 ppm^[7]. Pemakaian zat warna untuk makanan dan minuman diatur dalam SK Menteri Kesehatan RI No.235/MenKes/Per/VI/79 dan direvisi melalui SK Menteri Kesehatan RI No.722/MenKes/Per/VI/88 mengenai bahan tambahan makanan.

Salah satu zat warna yang sering digunakan untuk pewarna makanan dan minuman adalah tartrazin. Tartrazin adalah salah satu zat warna sintesis yang digunakan dalam makanan, yang dikenal konsumen sebagai aditif. Limbah dari tartrazin sangat berbahaya yaitu bersifat racun terhadap pernafasan, iritasi terhadap kulit, dan dapat merusak hati serta ginjal. Kontaminan air limbah tartrazin ini tidak dapat terurai dengan cepat dan mudah^{[8],[9]}.

Usaha yang telah dilakukan untuk mengatasi zat warna dalam limbah, antara lain: dengan adsorpsi^{[8],[10]}, koagulasi elektrokimia^{[11],[12]}, degradasi elektrokimia menggunakan C/PbO₂^{[13]-[15]} dan elektrokoagulasi-nanofiltrasi^[16]. Selain metoda tersebut dapat juga dilakukan dengan metode ozonolisis. Degradasi secara ozonolisis merupakan salah satu metoda degradasi senyawa organik dengan menggunakan ozon (O_3), dimana terjadi pemecahan ikatan antara C=C sehingga menghasilkan ikatan rangkap C=O. Metoda ini merupakan kekuatan oksidasi oleh ozon untuk memutuskan ikatan rangkap pada senyawa organik. Hasil degradasi ini tergantung pada jenis ikatan rangkap yang teroksidasi dan kondisi kerja. Dalam fasa air, ozon dapat menguraikan H_2O menjadi radikal OH atau

basa konjugasi dari H_2O_2 (H_2O) menjadi radikal $\text{HO}_2\bullet$ dan $\bullet\text{OH}$ ^[14].

Untuk mendapatkan hasil dekomposisi yang efektif ditambahkan adsorben zeolit yang merupakan suatu kristal aluminosilikat yang memiliki pori-pori yang mengandung ion logam seperti Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , dan Ca^{2+} , serta molekul air^[17] yang dapat mensupport katalis semikonduktor ZnO yang memiliki energi celah atau *band gap* E_g yang sama (3.2 eV) dan kestabilan yang sangat tinggi^[18]. Prinsip dasar dari ZnO/zeolit adalah katalis ZnO akan masuk pada pori-pori zeolit yang telah diaktivasi sehingga akan menyebarkan katalis ZnO pada semua sisi zeolit dan menyebabkan permukaan ZnO semakin luas sehingga pembentukan *hole* semakin banyak. Banyaknya *hole* yang terbentuk akan diisi oleh elektron yang akan menguraikan H_2O menjadi OH radikal semakin banyak. Semakin banyak OH radikal maka persen degradasi semakin cepat dan banyak. Dengan pensupportan ZnO dengan zeolit disamping memperluas permukaan ZnO, disini juga sekaligus terjadi simultan antara degradasi dan adsorpsi.

Dengan melakukan penelitian ini diharapkan dapat diketahui jumlah tartrazin yang terdegradasi secara ozonolisis dengan mempelajari beberapa pengaruh seperti waktu, dan jumlah penambahan katalis serta membandingkan hasil degradasi menggunakan ZnO saja, zeolit saja dan ZnO/zeolit.

Metode Penelitian

Bahan kimia

Bahan yang digunakan tartrazin (*trisodium 5-hydroxy 1-(4-sulfonatophenyl)-4-(4-sulfonatophenylazo)-H-pyrazole-3 carboxylate*), zeolit alam bayah jenis mordenit, akuades, zink oksida (ZnO)(Merk).

Peralatan

Alat yang digunakan adalah termometer, gelas piala, labu ukur, pipet tetes, batang pengaduk, corong, labu semprot, pompa hisap, klem, standar, pipet gondok dan kaca arloji, Spektrofotometer UV-Vis (S 1000 Secoman),

ozone maker (Hanaco), neraca analitik, sentrifugator.

Prosedur penelitian

Pembuatan katalis ZnO/zeolit

Zeolit digerinda halus dan diayak dengan ayakan 320 mesh. Zeolit diaktivasi dengan HCl. Kemudian diaduk menggunakan *stirrer* selama 45 menit lalu diukur pH. Kemudian dibilas dengan air destilasi hingga pH netral. Setelah pH netral, zeolit disaring dan dioven selama 2 jam dengan suhu 100 °C.

Penjenuhan zeolit

Zeolit yang telah diaktivasi dijenuhkan dengan NaCl 0.01 M lalu diaduk selama 1 jam. Kemudian zeolit dipisahkan dari filtrat dengan proses penyaringan, filtrat dari zeolit diuji dengan AgNO_3 apabila masih terbentuk endapan putih maka zeolit dicuci dengan air destilasi hingga tidak terbentuk lagi endapan putih.

Preparasi katalis ZnO/zeolit

Zeolit yang telah dijenuhkan dimasukkan ke dalam air destilasi dan diaduk selama 6 jam, kemudian ditambahkan ZnO secara perlahan. Kemudian dipisahkan dengan penyaringan vakum lalu dikeringkan dengan oven pada temperatur 100 °C, lalu digerus sampai halus lalu diayak menggunakan pengayak 150 mesh. Hasil ayakan dikalsinasi pada temperatur 400 °C selama 10 jam.

Proses degradasi

Larutan tartrazin 1000 mg/L dibuat dengan menimbang sebanyak 0.05 g tartrazin, kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL lalu dilarutkan dengan akuades sampai batas. Larutan induk tartrazin diencerkan menjadi 15 mg/L. Larutan tartrazin 15 mg/L sebanyak 20 ml masing masing dimasukkan kedalam 5 buah tabung kaca. Setelah itu dilakukan ozonolisis dengan variasi waktu dan penambahan katalis ZnO/zeolit. Pengaruh waktu dilakukan pada menit ke 10 hingga 50 menit. Selanjutnya dilanjutkan pada perlakuan

dengan variasi jumlah katalis terhadap persen degradasi, dimana variasi jumlah katalis ZnO/zeolit 5, 10, 15, 20, 25 mg. Untuk memisahkan katalis ZnO/zeolit dari larutan hasil ozonolisis disentrifus selama 10 menit kemudian diambil filtratnya. Kemudian diukur absorbannya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 424 nm. Hal yang sama dilakukan dengan menggunakan ZnO dan zeolit saja.

Hasil degradasi senyawa tartrazin di analisa dengan FTIR dan katalis ZnO/zeolit dikarakterisasi dengan FTIR, XRD dan SEM.

Hasil dan Diskusi

Pengaruh waktu ozonolisis tanpa katalis terhadap persen degradasi Tartrazin

Degradasi senyawa tartrazin secara ozonolisis tanpa katalis dilakukan dengan beberapa variasi waktu yaitu 10, 20, 30, 40, 50 menit. Persen degradasi ditentukan melalui persamaan (1).

$$\% D = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

% D = persen degradasi

A₀ = absorbansi awal

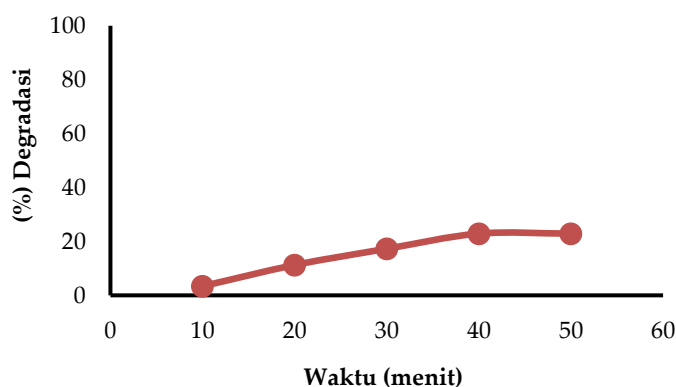
A_t = absorbansi akhir

Hasil degradasi dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan peningkatan persen degradasi pada waktu 40 menit didapatkan persentase degradasi sebesar 22.90%.

Gambar 2 memperlihatkan bahwa semakin lama waktu ozonolisis, maka persen degradasi semakin meningkat, dimana pada waktu ozonisasi 40 menit, persen degradasi mencapai 22.90 %. sedangkan dengan waktu ozonisasi semakin meningkat, persen degradasi tidak meningkat. Hal ini disebabkan pembentukan radikal OH yang sudah berkurang. Peningkatan persen degradasi dikarenakan semakin lama kontak ozon dengan senyawa maka semakin banyak ikatan C=C yang akan diputus pada larutan tartrazin. Ozon akan menguraikan H₂O menjadi radikal OH, yang nantinya radikal OH akan memutus C=C menjadi C=O dan gugus-gugus fungsi lainnya. Semakin lama waktu ozonolisis pembentukan radikal OH semakin banyak sehingga pemutusan ikatan pada senyawa tartrazin semakin banyak yang mengakibatkan degradasi semakin tinggi dan persen degradasi semakin besar, namun suatu saat waktu semakin lama persen degradasi tidak berubah secara signifikan ini dikarenakan pembentukan radikal OH sudah konstan. Sehingga tidak terjadi pemutusan ikatan dari senyawa tartrazin.

Pengaruh jumlah ZnO/zeolit terhadap persen degradasi tartrazin secara ozonolisis

Untuk meningkatkan hasil degradasi dilakukan dengan penambahan katalis ZnO/zeolit.



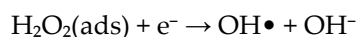
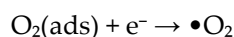
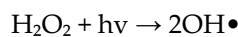
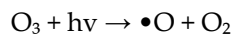
Gambar 2. Pengaruh waktu tanpa katalis terhadap persentase degradasi Tartrazin secara ozonolisis.

Adapun jumlah katalis yang digunakan adalah dengan variasi 5, 10, 15, 20, 25 mg. Hasil degradasi dapat dilihat pada Gambar 3. Gambar 3 memperlihatkan persen degradasi tartrazin setelah penambahan katalis ZnO/zeolit. Persen degradasi meningkat seiring penambahan jumlah katalis, dimana menggunakan katalis 20 mg yaitu sebesar 56.34% selama waktu 40 menit.

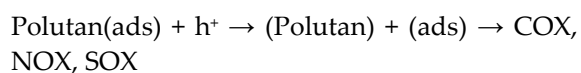
Penambahan katalis ZnO/zeolit sangat berpengaruh kepada tingkat degradasi, dimana semakin bertambah jumlah katalis, persen degradasi semakin bertambah. Hal ini disebabkan karena ZnO/zeolit berperan meningkatkan efisiensi degradasi tartrazin. Dengan adanya ozon, maka akan terjadi pemutusan ikatan antara C=C pada alkena, menghasilkan ikatan C=O. Pengaruh penambahan ZnO/zeolit adalah untuk meningkatkan pembentukan radikal $\bullet\text{OH}$. Ozon mengenai permukaan katalis sehingga terjadi eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi sehingga terbentuk *hole*, oleh karena media H_2O maka *electron hole* akan menguraikan H_2O menjadi H^+ dan $\bullet\text{OH}$. Oleh sebab itu semakin besar jumlah katalis, pembentukan radikal OH semakin banyak, semakin banyak radikal OH semakin besar terdegradasinya senyawa tartrazin. Akan tetapi pemakaian katalis terlalu banyak mengakibatkan terjadinya kejenuhan sehingga pemakaian katalis tidak efisien lagi. Hal ini menyebabkan penyaringan tidak sempurna yang mengakibatkan

pengukuran absorban semakin besar, sehingga hasil degradasi mengalami penurunan.

Mekanisme ozonisasi:

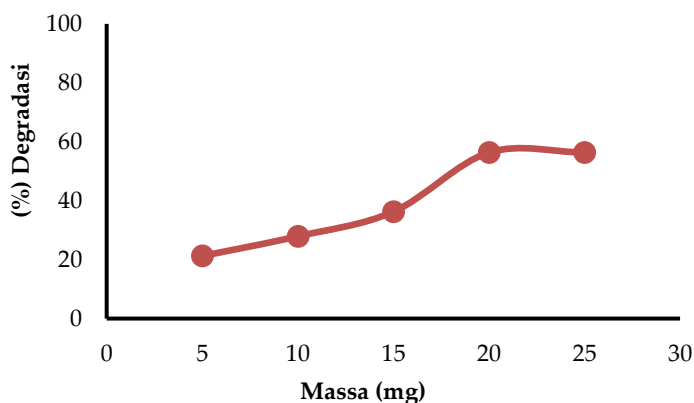


Reaksi ozonisasi *holes* pada permukaan:

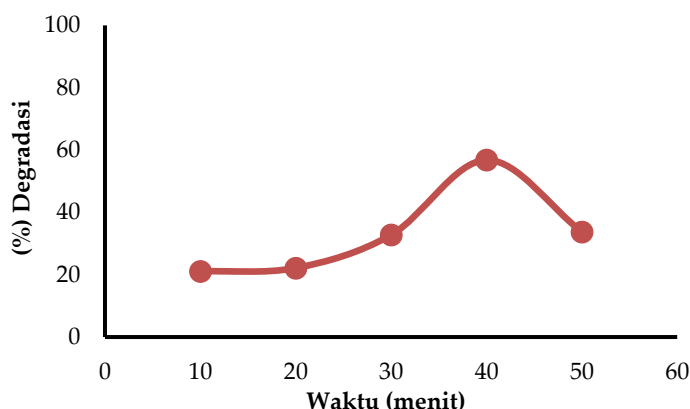


Pengaruh waktu ozonolisis terhadap degradasi tartrazin dengan penambahan ZnO/zeolit

Pengaruh waktu degradasi setelah penambahan katalis dilakukan untuk mengetahui peningkatan persen degradasi dan pengaruh efisiensi waktu ozonolisis. Variasi waktu yang digunakan adalah 10, 20, 30, 40, 50 menit. Hasil degradasi dapat dilihat pada Gambar 4. Gambar 4 memperlihatkan bahwa dengan penambahan katalis ZnO/zeolit 20 mg dengan variasi waktu terdapat peningkatan persen degradasi setelah penambahan katalis dimana setelah ditambahkan katalis didapatkan persen degradasi sebesar 56.80 % selama 40 menit.



Gambar 3. Pengaruh masa ZnO/zeolit terhadap persen degradasi tartrazin secara ozonolisis.



Gambar 4. Pengaruh waktu terhadap persen degradasi tartrazin secara ozonolisis setelah penambahan katalis ZnO/zeolit 20 mg.

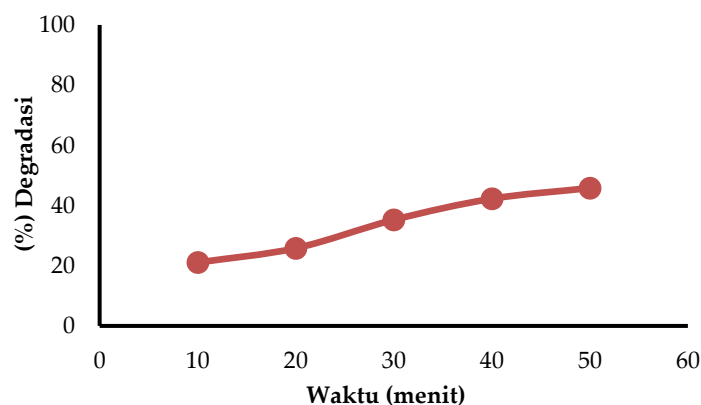
Hal ini disebabkan karena ZnO/zeolit berperan meningkatkan efisiensi degradasi tartrazin. Dengan adanya ozon, maka akan terjadi pemutusan ikatan antara C=C pada alkena, menghasilkan ikatan C=O. Dengan penambahan ZnO/zeolit akan dapat meningkatkan $\bullet\text{OH}$ sehingga lebih banyak tartrazin yang didegradasi. Sementara semakin lama waktu, persen degradasi menurun, ini dikarenakan pengaruh radikal OH yang dihasilkan semakin lama akan terbentuk H_2O_2

Begitu juga dengan pemakaian alat ozon ini mempunyai daya keterbatasan waktu dalam pembentukan radikal OH. Semakin lama waktu pemakaian ozon daya ozonisasinya berkurang

mengakibatkan energi untuk mengeksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi semakin rendah sehingga pembentukan *hole* semakin sedikit. Dengan semakin sedikitnya *hole* mengakibatkan pembentukan radikal OH semakin menurun. Pada gambar 4 dapat dilihat yang mana tingkat persen degradasi terbesar adalah pada waktu 40 menit dengan persen degradasi mencapai 56.80%.

Pengaruh waktu ozonolisis terhadap degradasi tartrazin dengan penambahan ZnO

Pemakaian katalis ZnO/zeolit pada degradasi ini adalah 20 mg. Perbandingan pembentukan katalis ZnO/zeolit adalah 1:25 (ZnO:zeolit).



Gambar 5. Pengaruh waktu setelah ditambah katalis ZnO 0.77 mg terhadap persen degradasi tartrazin secara ozonolisis.

Pemakaian 20 mg ZnO/zeolit, menghasilkan komposisi ZnO adalah sebesar 0.77 mg dan zeolit 19.23 mg. Hasil degradasi menggunakan ZnO saja dapat dilihat pada gambar 5. Gambar 5 menunjukkan bahwa persen degradasi menggunakan ZnO saja sebesar 42.25% selama 40 menit.

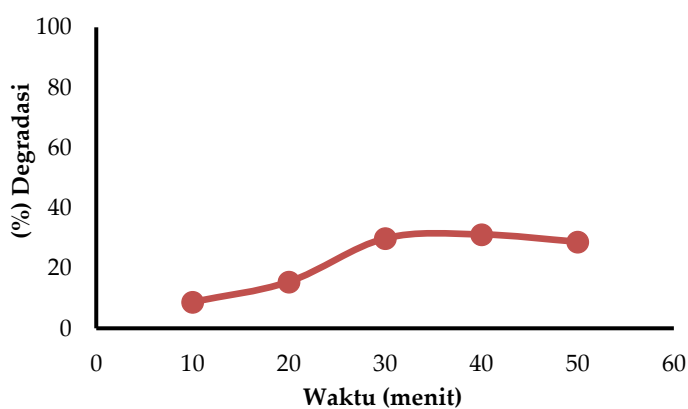
Hasil degradasi menunjukkan bahwa semakin lama waktu ozonisasi maka persen degradasi akan semakin besar, namun semakin lama waktu ozonolisis kenaikan persen degradasi tidak begitu signifikan disamping pembentukan OH radikal semakin sedikit kemampuan azonikator juga berkurang. ZnO adalah katalis semikonduktor yang mempunyai daya oksidasi tinggi. Penambahan ZnO disini adalah sebagai katalis. ZnO berperan meningkatkan efektifitas degradasi tartrazin, dimana dengan menggunakan ozon saja pembentukan radikal OH sangat sedikit sehingga kemampuan untuk menyerang gugus gugus yang ada pada senyawa tartrazin sedikit. ZnO akan meningkatkan jumlah radikal OH, dimana radikal OH yang dihasilkan dari ozonolisis dapat meningkatkan kemampuan ZnO sebagai katalis untuk mempercepat dan memperbesar terjadinya degradasi. Dibandingkan hasil degradasi menggunakan ZnO dengan ZnO/zeolit, persen degradasi dengan ZnO/zeolit lebih besar ini disebabkan katalis ZnO/zeolit mempunyai luas permukaan yang besar, juga pada proses ozonolisis terjadi simultan antara

degradasi dan adsorpsi. Disini ZnO sebagai pendegradasi dan zeolit sebagai adsorben.

Pengaruh waktu ozonolisis terhadap degradasi tartrazin dengan penambahan zeolit

Pengaruh penggunaan zeolit dapat dilihat dalam proses degradasi tartrazin. fungsi zeolit yang terbesar disini adalah untuk memperluas permukaan ZnO dan sebagai adsorben. Dalam hal ini dapat dilihat hasil degradasi menggunakan 19.23 mg zeolit pada Gambar 6.

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa pada menit 40 didapatkan persen degradasi yaitu 31.18% dengan penambahan zeolit. Persentase degradasi semakin meningkat seiring bertambahnya waktu, dimana semakin lama waktu ozonisasi pembentukan radika OH semakin banyak yang menyebabkan semakin banyak ikatan pada senyawa yang terdegradasi. Dengan adanya zeolit akan mempermudah radikal OH mencapai sasaran sehingga persen degradasi semakin besar dikarenakan kemampuan lain zeolit selain membantu memperluas permukaan zeolit juga berfungsi sebagai penyerap. Penurunan persen degradasi pada waktu ke 50 menit menunjukkan terjadi kejenuhan larutan sehingga sulit untuk dipisahkan yang mengakibatkan absorban menjadi besar sehingga konsentrasi menjadi kecil juga mengurangi efisiensi kemampuan ozon mendegradasi tartrazin.

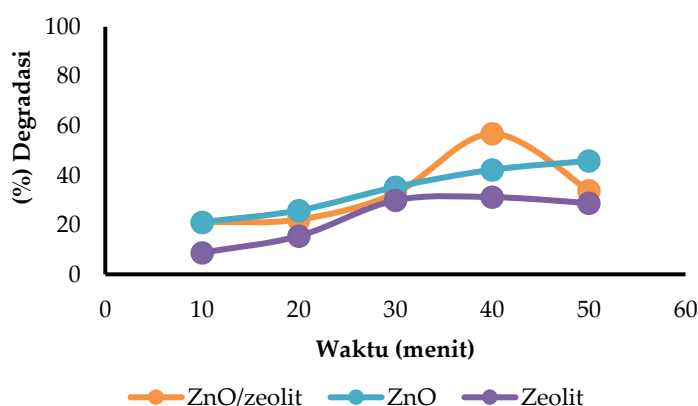


Gambar 6. Pengaruh waktu setelah ditambahkan zeolit 19.23 mg terhadap persen degradasi tartrazin secara ozonolisis.

Perbandingan persen degradasi dengan penambahan katalis ZnO/zeolit, ZnO, dan zeolit

Gambar 7 menunjukkan persen degradasi pada Zeolit, ZnO, dan ZnO/zeolit memiliki perbedaan sistematis masing-masing sebagai katalis dalam degradasi tartrazin.

Dimana pada zeolit yang memiliki persen terendah berada paling bawah pada kurva yang menunjukkan bahwa zeolit dalam jangka waktu tertentu efektifitas dalam degradasi semakin berkurang karena kejenuhan pada katalis tersebut, sementara dengan menggunakan katalis ZnO/zeolit pada kurva menunjukkan bahwa katalis ini memiliki efektifitas degradasi yang cukup baik namun pada waktu tertentu efektifitas menurun karena katalis mempercepat terbentuknya H_2O_2 sehingga mengurangi efisiensi ZnO/zeolit dalam degradasi, dan dengan katalis ZnO/zeolit dapat dilihat bahwa peningkatan yang signifikan menunjukkan bahwa katalis ini memiliki kemampuan degradasi yang lebih baik dari ZnO dan zeolit. Dari data dapat juga dilihat bahwa menggunakan ZnO saja persen degradasi meningkat seiring penambahan waktu. Setelah disupportnya ZnO dengan zeolit persen degradasi meningkat berarti zeolit telah dapat mengaktifkan dan efisiensi penggunaan ZnO.



Gambar 7. Kurva perbandingan persen degradasi dengan penambahan katalis ZnO/zeolit, ZnO dan zeolit.

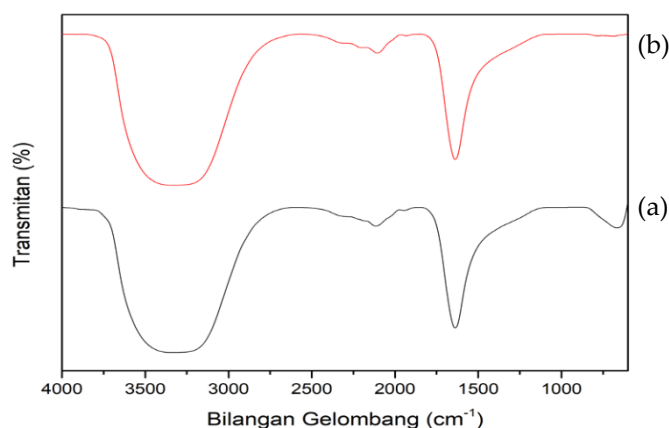
Analisis tartrazin sebelum dan sesudah degradasi

Tartrazin sebelum dan setelah degradasi dianalisa dengan menggunakan FTIR bertujuan untuk mengetahui tartrazin mengalami degradasi. Hasil analisis menggunakan FTIR dapat dilihat pada Gambar 8.

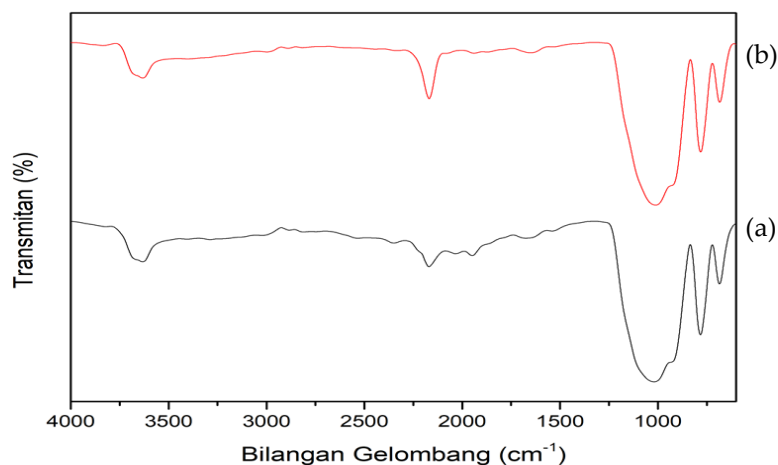
Gambar 8 menunjukkan spektrum FTIR dari larutan tartrazin sebelum degradasi dan setelah degradasi. Berdasarkan spektrum FTIR tersebut dapat dilihat pergeseran bilangan gelombang. Perubahan pita terjadi pada bilangan gelombang 500-1000 cm^{-1} yang menyatakan pemutusan ikatan C-H aromatik pada tartrazin dan pada bilangan gelombang 1600-2500 cm^{-1} terjadi sedikit pergeseran bilangan gelombang. Pada bilangan gelombang antara 3000-3500 cm^{-1} muncul pita serapan tandai vibrasi regangan O-H yang berasal dari molekul H_2O sebagai pelarut. Disamping itu bilangan gelombang 1637.74 cm^{-1} adanya vibrasi regangan C-C alifatik [19].

Karakterisasi katalis sebelum dan sesudah degradasi dengan FTIR

ZnO/zeolit sebagai katalis degradasi tartrazin dikarakterisasi dengan FTIR dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 8. Pola FTIR larutan tartrazin (a) sebelum degradasi, (b) setelah degradasi dengan penambahan katalis ZnO/zeolit.



Gambar 9. Pola FTIR dari katalis ZnO/zeolit (a) sebelum degradasi, (b) setelah degradasi.

Gambar 9 memperlihatkan pola FTIR dari katalis ZnO/zeolit sebelum dan setelah degradasi terdapat perubahan intensitas pada bilangan gelombang 1600-2500 cm⁻¹ terjadinya pencucian katalis proses degradasi. Secara umum spektrum IR dari struktur zeolit berada pada kisaran 1500-3700 cm⁻¹. Berdasarkan gambar diatas terdapat puncak pada bilangan gelombang 792.34 dan 1029.32 cm⁻¹. Bilangan gelombang tersebut mendekati nilai 790.34 dan 1049.16 cm⁻¹ yang menandakan adanya ikatan T-O-T, dimana T merupakan Si atau Al. Pita serapan 1694.39 cm⁻¹ merupakan serapan dari

ikatan O-H yang berasal dari molekul H₂O, sedangkan pada bilangan gelombang 3532.33 cm⁻¹ nilainya berkisar antara 3500-3750 cm⁻¹ menunjukkan vibrasi regangan dari O-H yang berasal dari ikatan Al-O-Si. Ikatan antara Si-O(Si) dan Si-O(Al) berada pada kisaran 400-1200 cm⁻¹. Secara umum pita serapan yang lemah antara 400-600 cm⁻¹ dan 463-1700 cm⁻¹ menunjukkan regangan dari ZnO yang telah diamati untuk ZnO dalam berbagai komposit. Pada penelitian ini adanya ZnO diunjukkan oleh pita serapan pada bilangan gelombang 675.52 cm⁻¹[20].

Karakterisasi katalis sebelum dan sesudah degradasi dengan XRD

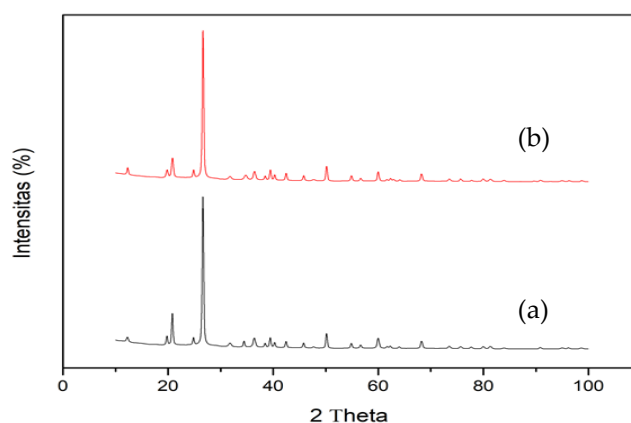
Karakterisasi katalis ZnO/zeolit sebelum digunakan untuk degradasi dan setelah degradasi dilakukan dengan XRD seperti yang ditunjukkan Gambar 10.

Pada gambar diatas dapat dilihat pembentukan katalis ZnO/zeolit yang telah disupport oleh ZnO. Berdasarkan gambar tersebut muncul puncak pada nilai 2θ yaitu pada 21.8° ; 25.8° ; 24.6° ; dan 35.7° yang menandakan puncak spesifik dari zeolit klinoptilolit dimana nilainya sesuai seperti yang ditunjukkan oleh data JCPDS no 39-138361 serta nilai 2θ tersebut juga memiliki kesamaan dengan nilai 2θ pada penelitian yang telah dilakukan Nezamzadeh, dkk, 2015. Puncak yang muncul pada nilai 2θ 37.4° ; 36.4° ; 43.4° ; 49.7° ; 51.1° ; 58° ; 58.9° ; 67°

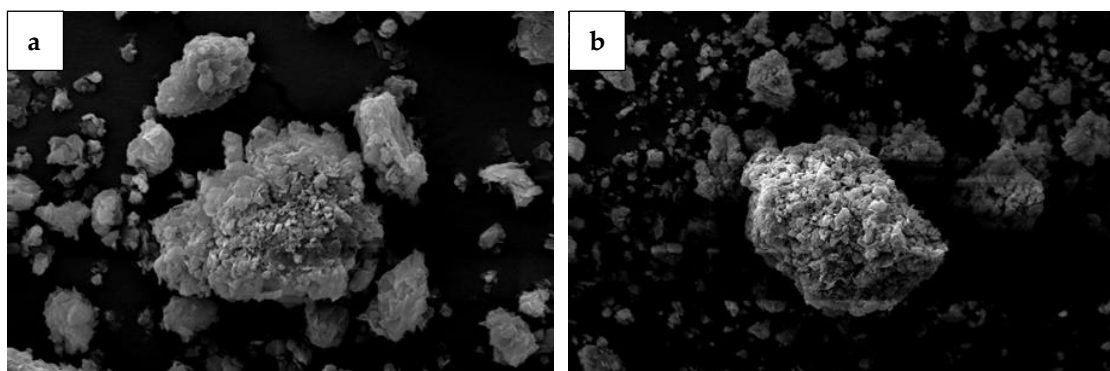
menunjukkan bahwa adanya fasa kristal dari ZnO, dimana data tersebut memiliki beberapa titik kesamaan nilai 2θ untuk ZnO pada daerah nilai 2θ 30° dan 40° sesuai dengan data JCPDS dari ZnO (JCPDS 36-1451) serta ZnO biasanya juga muncul pada nilai 2θ 48° , 59° , 62° , 69° . Ini menunjukkan bahwa ZnO di support dengan zeolit selama proses kalsinasi berhasil dilakukan. Gambar 8 menunjukkan bahwa pola XRD katalis ZnO/zeolit sebelum degradasi dan setelah degradasi menyatakan tidak terjadi perubahan struktur terhadap katalis ZnO/zeolit selama proses degradasi.

Karakterisasi katalis sebelum dan sesudah degradasi secara SEM

Karakterisasi ZnO/zeolit sebelum dan setelah degradasi dilakukan dengan SEM untuk mengetahui morfologi dari katalis Gambar 11.



Gambar 10. Pola XRD dari katalis ZnO/zeolit (a) sebelum degradasi, (b) setelah degradasi.



Gambar 11. Foto SEM dari katalis ZnO/zeolit (a) sebelum degradasi, (b) setelah degradasi.

Gambar 11 menunjukkan morfologi permukaan dari katalis ZnO/zeolit sebelum dan sesudah degradasi, dimana a dan b terdapat gumpalan dan material kecil pada permukaan gumpalan tersebut. Gumpalan tersebut diduga menunjukkan material zeolit, sedangkan material yang ada pada gambar b permukaan gumpalan diduga merupakan ZnO. Berdasarkan foto SEM tersebut dapat dilihat bahwa tidak terjadi perubahan morfologi dari katalis ZnO/zeolit sebelum dan setelah degradasi.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa persen degradasi yang didapatkan pada masing-masing katalis dalam degradasi untuk pendegradasian 20 ml tartrazin dengan konsentrasi 15 mg/L menggunakan 20 mg ZnO/zeolit menghasilkan persen degradasi 56.80%, sedangkan dengan menggunakan 0.77 mg ZnO menghasilkan 42.25%, dan dengan penambahan 19.23 mg Zeolit menghasilkan 31.18%, semua dilakukan ozonolisis selama 40 menit. Hal ini menunjukkan bahwa katalis ZnO/zeolit dapat memperbesar persen degradasi tartrazin secara ozonolisis. Dengan demikian berarti bahwa zeolit dapat mengefektifkan pemakaian ZnO. Analisis senyawa tartrazin dengan FTIR sesudah degradasi mengalami perubahan bilangan gelombang menandakan terjadinya pemutusan ikatan senyawa tartrazin. Karakterisasi katalis ZnO/zeolit dengan FTIR, XRD dan SEM, pada masing-masing spektrum tidak tampak terjadi pergeseran yang menandakan pola struktur ZnO/zeolit tidak mengalami perubahan.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan kepada jurusan kimia FMIPA Universitas Andalas yang telah memfasilitasi penelitian ini dengan menyediakan kebutuhan penelitian. Terima kasih juga kepada analis laboratorium terapan yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

1. Omar, F. S., Nay Ming, H., Hafiz, S. M. & Ngee, L. H., Microwave synthesis of zinc oxide/reduced graphene oxide hybrid for adsorption-photocatalysis application. *Int. J. Photoenergy*, **2014**: 1–8 (2014).
2. Bunsho, O., Ogawa, Y. & Nishimoto, S., Photocatalytic Activity of Amorphous Anatase Mixture of Titanium Oxide Particles Suspended in Aqueous Solutions. *J. Phys. Chem.*, **101**: 3726–3752 (1997).
3. Suarno., Degradasi Zat Warna Indogol dengan Metode Oksidasi Katalitik Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi dan Ozonasi. Universitas Indonesia, (2010).
4. Suminta, S., Karakterisasi Zeolit Alam dengan Metoda Difraksi Sinar-X. *J. Zeolit Indones.*, **5(2)**: 5–7 (2006).
5. Zilfa, Z., Rahmayeni, R., Septiani, U., Jamarun, N. & Alif, M. F., Utilization Natural Zeolit From West Sumatera For TiO₂ Support in Degradation of Congo Red and A Waste Simulation by Photolysis. *Der Pharm. Lett.*, **9**: 1–10 (2017).
6. Indrawatis, R., Tartrazina. <http://id.wikipedia.org/wiki/Tartrazina>, 24/3/2021
7. Illing, I., Analisis Kandungan Zat Pewarna Tartrazin dalam Minuman Jajanan di Sekolah Dasar Kecamatan Wara Kota Palopo. *J. Din.*, **2(1)**: 34–41 (2011).
8. Morales, G. V., Sham, E. L., Cornejo, R. & Farfan, T. E. ., Kinetic Studies of The Photocatalytic Degradation of Tartrazine. *J. Lat. Am. Appl. Res.*, **42**: 45–49 (2012).
9. Al-dawery, S. K., Photo-catalyst Degradation of Tartrazine Compound in Wastewater Using TiO₂ and UV Light. *J. Eng. Sci. Technol.*, **8(6)**: 683–691 (2013).
10. Ghalwa, N. A., Abu-shawish, H. M., Tamous, H. M. & Harazeen, H. AL., Determination of Electrochemical Degradation of E102 Dye at Lead Dioxide-Doped Carbon Electrodes Using Some Potentiometric and Spectrophotometric Methods. *Chem. J.*, **3(1)**: 1–6 (2013).

11. Schenone, A. V., Determination of tartrazine in beverage samples by stopped-flow analysis and three-way multivariate calibration of non-linear kinetic-spectrophotometric data. *Elsevier Food Chem.*, **138(2–3)**: 1928–1935 (2013).
12. Amandeep, K. & Usha, G., Simultaneous Determination of Binary Mixtures of Tartrazine and Quinoline Yellow Food Colorants in Various Food Samples and Cosmetic Products in Micellar Media by H-Point Standard Addition Method (HPSAM). *Int. J. Res. Chem. Environ.*, **2(1)**: 293–300 (2012).
13. Zhang, J., Li, Y., Zhang, C. & Jing, Y., Adsorption of malachite green from aqueous solution onto carbon prepared from *Arundo donax* root. *J. Hazard. Mater.*, **150(3)**: 774–782 (2008).
14. Nidheesh, P. V., Gandhimathi, R., Ramesh, S. T. & Singh, T. S. A., Adsorption and Desorption Characteristic of Crystal Violet in Bottom Ash Column. *J. Urban Environ. Eng.*, **6(1)**: 18–29 (2012).
15. Esplugas, S., Giménez, J., Contreras, S., Pascual, E. & Rodríguez, M., Comparison of different advanced oxidation processes for phenol degradation. *Water Res.*, **36(4)**: 1034–1042 (2002).
16. Joseph, N. T. & Chigozie, U. F., Effective Decolorization of Eriochrome Black T, Furschin Basic and Malachite Green dyes from synthetic Wastewater by Electrocoag-nanofiltration. *Chem. Process Eng. Res.*, **21**: 2224–7467 (2014).
17. Modirshahla, N., Abdoli, M., Behnajady, M. A. & Vahid, B., Decolourization of Tartrazine from Aqueous Solutions by Coupling Electrocoagulation with ZnO Photocatalyst. *Environ. Prot. Eng.*, **39(1)**: 59–73 (2013).
18. Ghalib, A. M. & AL-yaqoobi, A., Removal of Direct Blue Dye in Textile Wastewater Effluent by Electrocoagulation. *J. Eng.*, **16(4)**: 6189–205 (2010).
19. Zuhriah, S., Degradasi Zat Warna Methyl Orange menggunakan Fotokatalis ZnO/Zeolit dengan Sinar UV. Universitas Brawijaya, (2011).
20. Bahrami, M. & Nezamzadeh-ejhieh, A., Effect of the supported ZnO on clinoptilolite nano-particles in the photodecolorization of semi-real sample bromothymol blue aqueous solution. *Materials Science in Semicondutor Processing*. 2015, 30, 275-284. *Mater. Sci. Semicondutor Process.*, **30**: 275–284 (2015).