Jurnal Kimia Unand
Published by Chemistry Department
Universitas Andalas

ISSN (online) : 3026-2933
ISSN (print) : 2303-3401

Penggunaan ZnO/Zeolit dalam Degradasi Fenol Secara Fotolisis dan Aplikasinya Pada Limbah Karet

Zilfa[a*], Wilda Putri Suhada[a], Rahmiana Zein[b]

[a]Laboratorium Kimia Analisis Terapan, Departemen Kimia FMIPA, Universitas Andalas
[b]Laboratorium Kimia Lingkungan, Departemen Kimia FMIPA, Universitas Andalas
*Corresponding author: zilfa@sci.unand.ac.id

Abstract

Phenol is one of the organic compounds that are toxic and carcinogenic. In this study ZnO/zeolite was used to degrade phenol by photolysis and its application to rubber waste. Phenol analysis was performed using a UV-Vis spectrophotometer and Fourier Transform Infrared (FTIR), while the ZnO/zeolite characterization used FTIR and X-Ray Diffraction (XRD). The results showed that the percentage of phenol degradation without a catalyst was 15.79% with UV irradiation for 75 minutes and increased to 79.63% with the addition of 0.4 g ZnO/zeolite. Phenol degradation in rubber wastewater samples using ZnO/zeolite obtained a degradation percentage of 58.28%. Phenol analysis before and after degradation showed a shift in wave number which indicated the occurrence of degradation. Characterization of ZnO/zeolite before and after degradation using FTIR and XRD showed that there was no change in the structure of ZnO/zeolite

Keywords

degradation
phenol
photolysis
wastewater
ZnO/Zeolite

Received: September 2023
Revised: November 2023
Accepted: November 2023
Available online: November 2023

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang banyak menghasilkan mineral, salah satunya yaitu mineral zeolit. Zeolit adalah senyawa alumina silikat terhidrat dengan struktur molekul tetrahedral, mempunyai pori berukuran tertentu dan memiliki luas permukaan yang besar [1]. Berdasarkan sifatnya, zeolit dapat digunakan sebagai adsorben, penukar ion dan *support* katalis [2]. Zeolit telah banyak digunakan sebagai *support* beberapa katalis seperti ZnO, TiO_2 dan CuO [3]. ZnO adalah suatu oksida logam yang bersifat semikonduktor, inert, dan stabil Kinerja dari katalis ZnO ini dapat ditingkatkan dengan *support* oleh materi al zeolit. Berdasarkan penelitian Zilfa *dkk* menunjukkan bahwasanya zeolit dapat mendukung ZnO untuk meningkatkan aktifitas katalitik, dimana zeolit dapat memperluas permukaan dari ZnO [2]. ZnO/zeolit telah banyak digunakan untuk mendegradasi limbah-limbah organik seperti pestisida, obat dan zat warna berbahaya [2].

Peningkatan laju pertumbuhan industri saat ini telah memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi nasional, namun disisi lain juga memberikan dampak negatif karena limbah yang dihasilkan dapat mencemari lingkungan. Pada proses produksinya, beberapa industri seperti industri karet membutuhkan air dalam jumlah yang banyak, sehingga limbah cair yang dihasilkan juga banyak[4]. Didalam limbah cair tersebut terkandung senyawa organik yang tinggi, salah satunya yaitu fenol [5],[6]. Kandungan senyawa fenol pada limbah cair industri karet berasal dari penggunaan fenol untuk meningkatkan kualitas karet dan menghilangkan bau tak sedap yang dihasilkan pada proses pengolahannya [7].

Fenol merupakan salah satu senyawa organik yang bersifat toksik dan karsinogenik[8]. Keberadaan fenol dalam konsentrasi tertentu dapat menimbulkan efek yang berbahaya bagi lingkungan dan manusia. Pada lingkungan perairan, fenol dapat menyebabkan keracunan pada ikan dan biota. Limbah fenol akan mencemari perairan sehingga berkurangnya kandungan oksigen didalam air, juga akan mengakibatkan berubahnya rasa dan bau air serta menimbulkan rasa

tidak sedap pada daging ikan. Pada manusia senyawa fenol dapat menyebabkan beberapa dampak buruk seperti kerusakan hati dan ginjal, pelemahan detak jantung, penurunan tekanan darah hingga kematian[6]. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia nomor 6 tahun 2021 tentang tata cara dan persyaratan pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun, konsentrasi maksimum fenol yang diizinkan yaitu 0,5 mg/L[9].

Untuk tujuan pengendalian kualitas air limbah terhadap kandungan fenol dan kontaminan lainnya, maka dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti adsorpsi dan metode *Advanced Oxidation Processes* (AOP). Metoda AOPS diantaranya fotolisis, sonolisis, ozonolisis, dll yang telah digunakan dalam 2 hingga 3 dekade terakhir. Diantara beberapa metode tersebut fotolisis merupakan metode AOP yang paling terkenal untuk mendegradasi polutan organik menjadi karbon dioksida dan air[10]. Fotolisis adalah suatu reaksi kimia dimana bahan kimia anorganik atau organik didegradasi dengan bantuan energi foton[11].

Berdasarkan uraian di atas, maka pada penelitian ini telah dilakukan degradasi fenol menggunakan ZnO/zeolit secara fotolisis dan aplikasinya pada limbah karet**.** Hasil degradasi fenol dianalisa menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan FTIR, sedangkan karakterisasi ZnO/zeolit sebelum dan setelah degradasi dianalisa dengan menggunakan FTIR dan XRD.

2. Bahan dan Metoda

2.1. Bahan Kimia

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah zeolit *Clinoptilolite* Lubuak Salasiah, ZnO (Merck), HCl (Merck), NaCl (Merck), $AgNO_3$ (Merck), fenol (Merck), H_2SO_4 p.a (Merck), akuades, kertas saring, kertas pH, sampel air limbah karet.

2.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas piala, erlemeyer, labu ukur, *petridish*, batang pengaduk, pipet takar, pipet gondok, neraca analitik (KERN AJ 220-4M), ayakan (Fritsch, Germany), magnetic stirer, sentrifus (Thermo Scientific), oven (memmert un 55, *furnace*, kotak irradiasi yang dilengkapi lampu UV (Luster BLB 10 W-TB) dengan λ = 365 nm, Spektrofotometer UV-Vis (SHIMADZU UV-1280), FTIR (PerkinElmer Frontier C90704) dan XRD (XPert PRO PANalitycal).

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1 Sintesis Katalis ZnO/Zeolit

a. Aktivasi Zeolit Clinoptilolite

Zeolit digerus sampai halus lalu diayak dengan ayakan 36 μm. Selanjutnya 300 g zeolit 36 μm dimasukkan kedalam gelas piala, kemudian diaktivasi dengan menambahkan HCl 0,2 M, sampai zeolite terendam lalu diaduk menggunakan distirer selama 30 menit. Setelah 30 menit, diukur pH campuran zeolite dengan HCl lalu dibilas dengan akuades hingga pH netral. Kemudian setelah pH netral zeolit disaring dan dipanaskan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 1 jam[2].

b. Penjenuhan Zeolit clinoptilolit

Sebanyak 290 g zeolit teraktivasi dijenuhkan dengan penambahan NaCl 0,01 M lalu diaduk selama 1 jam. Kemudian zeolit dipisahkan dari filtratnya dengan proses penyaringan. Filtrat dari zeolit diuji dengan $AgNO_3$, jika terbentuk endapan putih maka zeolit perlu dicuci dengan akuades hingga tidak terbentuk lagi endapan putih. Kemudian dikeringkan pada suhu 105^{o}C[2].

c. Preparasi Katalis ZnO/Zeolit Clinoptilolite

Sebanyak 75 g zeolit yang telah dijenuhkan dimasukkan ke dalam gelas piala lalu ditambahkan 150 mL akuades dan diaduk selama 5 jam, lalu ditambahkan 3 g ZnO secara bertahap dengan perbandingan (1:25) g sambil diaduk. Campuran ZnO/zeolit disaring lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Kemudian digerus sampai halus lalu diayak dengan ayakan 90 μm. Setelah itu, hasil ayakan dikalsinasi pada suhu 400°C selama 10 jam[2].

2.3.2 Pengukuran Serapan Maksimum Fenol

Larutan fenol 100 mg/L diencerkan menjadi variasi konsentrasi 10 ; 20 ; 30 ; 40 ; 50 mg/L dengan cara memipet masing-masing sebanyak 2,5 ; 5 ; 7,5 ; 10 ; 12,5 mL ke dalam labu ukur 25 mL, lalu ditambahkan akuades sampai tanda batas. Masing-masing larutan diukur absorbannya dengan spektrofotometer UV-Vis pada *range* panjang gelombang 200-400 nm. Data absorban diambil pada panjang gelombang yang memberikan serapan maksimum.

2.3.3 Penentuan Kondisi Optimum Degradasi

a. Pengaruh Waktu Fotolisis terhadap Persen Degradasi Fenol tanpa Katalis

Sebanyak 20 mL larutan fenol 30 mg/L dimasukkan masing-masing kedalam 8 *petridish*. Larutan difotolisis menggunakan sinar UV 10 watt (λ=365 nm) pada variasi waktu 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90 dan 105 menit. Kemudian diukur adsorbannya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 270 nm, dan dihitung persen degradasinya.

b. Pengaruh Penambahan Jumlah ZnO/Zeolit terhadap Persen Degradasi Fenol

Sebanyak 20 mL larutan fenol 30 mg/L dimasukkan masing-masing kedalam 6 *petridish*. Kemudian larutan pada masing-masing *petridish* ditambahkan ZnO/zeolit dengan variasi massa yaitu 0 ; 0,2 ; 0,4; 0,6 ; 0,8 ; 1,0 g. Lalu larutan diaduk menggunakan stirer sambil difotolisis menggunakan sinar UV 10 watt (λ=365 nm) selama 75 menit. Kemudian disentrifus selama 30 menit dengan kecepatan 3000 rpm dan diambil filtratnya. Absorban masing-masing larutan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 270 nm, dan dihitung persen degradasinya.

c. Pengaruh Waktu Fotolisis terhadap Persen Degradasi Fenol dengan Penambahan ZnO/Zeolit

Sebanyak 20 mL larutan fenol 30 mg/L dimasukkan masing-masing kedalam 8 *petridish*. Kemudian larutan pada masing-masing *petridish* ditambahkan dengan ZnO/zeolit sebanyak 0,4 g. Lalu larutan diaduk menggunakan stirer sambil difotolisis menggunakan sinar UV 10 watt (λ=365 nm) dengan variasi waktu 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90 dan 105 menit. Kemudian disentrifus selama 30 menit dengan kecepatan 3000 rpm dan diambil filtratnya. Absorban masing-masing larutan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 270 nm, dan dihitung persen degradasinya.

2.3.5 Aplikasi Kondisi Optimum pada Sampel Air Limbah Karet

a. Pengambilan sampel

Sampel diambil diperairan buangan limbah karet didaerah Lubuk Begalung dengan cara pengambilan 3 titik, yaitu 1 meter dari awal pembuangan, 2 meter dari awal pembuangan dan 3 meter dari awal pembuangan.

b. Perlakuan sampel

Sampel limbah karet yang diambil dari 3 titik dicampurkan menjadi satu dan diaduk. Kemudian ditambahkan H_2SO_4 sampai pH < 2. Setelah itu sampel disaring lalu disimpan didalam lemari pendingin.

c. Penentuan Kadar Fenol pada Sampel

Sampel air limbah karet disiapkan dalam gelas piala, lalu dimasukkan kedalam kuvet dan diukur absorbannya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 270 nm.

d. Proses Degradasi Sampel

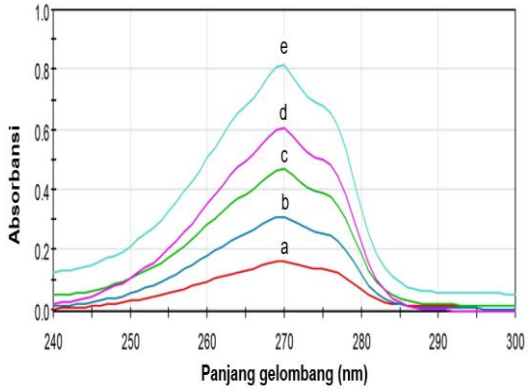
Sebanyak 20 mL sampel air limbah karet dimasukkan kedalam *petridish*. Kemudian ditambahkan ZnO/zeolit sebanyak 0,4 g lalu diaduk menggunakan stirer sambil difotolisis selama 75 menit, kemudian disentrifus selama 30 menit dengan kecepatan 3000 rpm dan diambil filtratnya. Absorban air limbah diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 270 nm, dan dihitung persen degradasinya.

2.3.6 Analisis Sampel Sebelum dan Setelah Degradasi Menggunakan FTIR

Disiapkan ZnO/zeolit sebelum dan setelah degradasi air limbah karet dalam keadaan kering. Selanjutnya dikarakterisasi dengan menggunakan FTIR untuk melihat perubahan gugus fungsinya. Karakterisasi dengan menggunakan XRD dilakukan untuk melihat perubahan struktur kristalnya.

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Penentuan Serapan Maksimum Fenol



Gambar 1. Spektrum serapan larutan standar fenol kosentrasi (a) 10 mg/L, (b) 20 mg/L, (c) 30 mg/L, (d) 40 mg/L, (e) 50 mg/L.

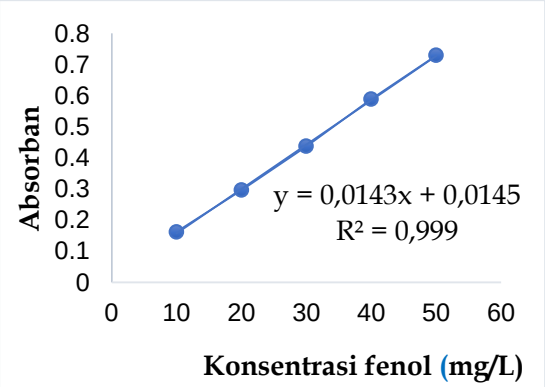
Pengukuran serapan maksimum fenol dilakukan dalam beberapa variasi konsentrasi yaitu 10 ; 20 ; 30 ; 40 ; 50 mg/L dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada *range* panjang gelombang 200-400 nm. Panjang gelombang yang digunakan adalah pada daerah sinar UV, hal ini karena fenol merupakan salah satu senyawa kromofor yaitu senyawa yang memiliki ikatan

rangkap terkonjugasi dalam strukturnya sehingga dapat menyerap intensitas pada daerah UV[12].

Pada Gambar.1 memperlihatkan hasil pengukuran serapan senyawa fenol dan diperoleh serapan maksimum pada panjang gelombang 270 nm. Panjang gelombang ini selanjutnya digunakan untuk mengukur absorban dari masing-masing larutan sebelum dan setelah degradasi.

3.2 Kurva Kalibrasi Larutan Standar Fenol

Pembuatan kurva kalibrasi ini digunakan untuk menentukan konsentrasi fenol yang terdapat di dalam air limbah karet melalui persamaan regresi yang dihasilkan. Kurva kalibrasi larutan standar fenol pada beberapa variasi konsentrasi dapat dilihat pada Gambar 2.



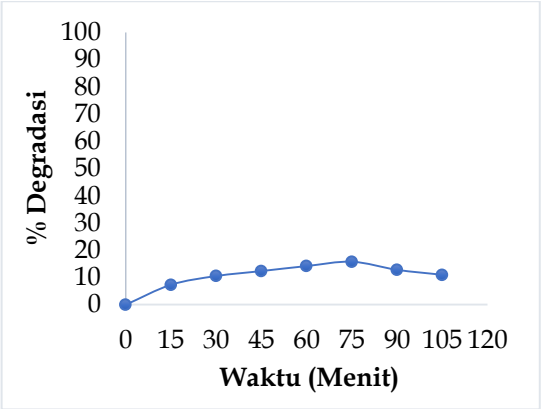
Gambar 2. Kurva kalibrasi larutan standar fenol

Gambar.2 Menunjukan bahwasanya hubungan antara konsentrasi dan absorban berbanding lurus, dimana semakin tinggi konsentrasi maka nilai absorban juga akan semakin tinggi[13]. Kurva kalibrasi yang diperoleh menunjukkan linieritas antara konsentrasi fenol dengan absorban dengan nilai R^2 nya berada pada kisaran 0,9996 dan persamaan regresi y = 0,0143x + 0,0145. Hal ini menunjukkan kurva kalibrasi yang dihasilkan sesuai dengan hukum Lambert-Beer[14].

3.3. Penentuan Kondisi Optimum Degradasi

3.3.1 Pengaruh Waktu Fotolisis terhadap Persen Degradasi Fenol Tanpa Katalis

Penentuan pengaruh waktu fotolisis terhadap persen degradasi fenol tanpa katalis dilakukan dengan mendegradasi larutan fenol sebanyak 20 mL dengan berbagai variasi waktu penyinaran UV yaitu 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90 dan 105 menit. Hasil degradasi dapat dilihat pada Gambar 3.



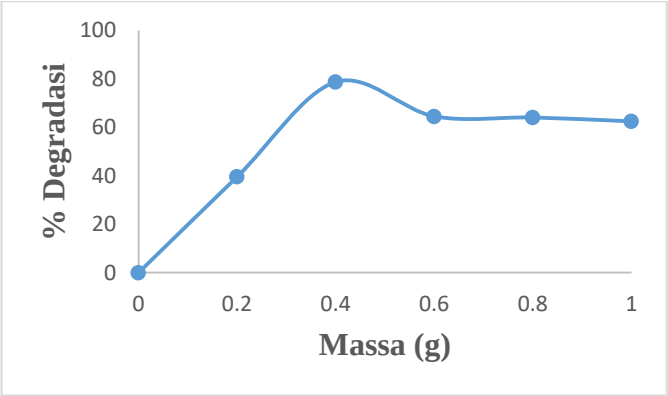
Gambar 3. Kurva pengaruh waktu fotolisis terhadap persen degradasi fenol tanpa katalis

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin lama waktu fotolisis maka persen degradasi fenol yang diperoleh akan semakin meningkat. Hal ini karena pada proses fotolisis terjadi pembentukan radikal hidroksil (HO•) dari molekul H_2O, dimana radikal hidroksil (HO•) yang terbentuk dapat mendegradasi senyawa fenol. Semakin lama waktu fotolisis maka semakin banyak radikal hidroksil (HO•) yang terbentuk, sehingga semakin besar persen degradasi fenol yang dihasilkan[15]. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan waktu optimum fotolisis yaitu selama 75 menit dengan persen degradasi sebesar 15,79%, sedangkan pada waktu setelahnya tidak terjadi kenaikan persen degradasi fenol yang teralu besar/tidak signifikan, hal ini karena energi lampu UV yang digunakan akan berkurang ketika terlalu lama digunakan sehingga jumah radikal hidroksil (HO•) yang terbentuk juga akan berkurang[15,16].

3.3.2 Pengaruh Penambahan Jumlah ZnO/zeolit terhadap Persen Degradasi Fenol

Penentuan pengaruh penambahan jumlah ZnO/zeolit terhadap persen degradasi fenol dilakukan dengan mendegradasi larutan fenol sebanyak 20 mL dengan berbagai variasi massa ZnO/zeolit yaitu 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 g dibawah penyinaran UV selama 75 menit. Hasil degradasi dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah ZnO/zeolit yang ditambahkan maka persen degradasi fenol yang diperoleh akan semakin meningkat. Hal ini karena jumlah radikal hidroksil (HO•) yang dihasilkan akan semakin banyak dengan meningkatnya massa ZnO/zeolit yang ditambahkan.

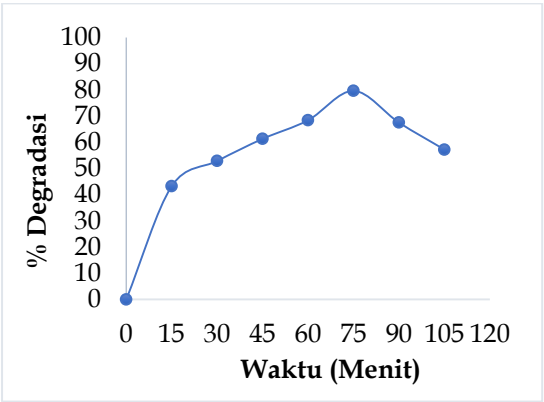


Gambar 4. Kurva pengaruh penambahan jumlah ZnO/zeolit terhadap persen degradasi fenol

Dari hasil yang diperoleh menunjukkan massa optimum ZnO/zeolit yaitu 0,4 g dengan persen degradasi sebesar 78,72%. Penambahan ZnO/zeolit lebih dari massa optimum menyebabkan penurunan persen degradasi fenol. Hal ini disebabkan larutan sudah jenuh serta keruh sehingga menghalangi sinar UV masuk yang mengakibatkan efektifitas degradasi menurun dan nilai absorban yang dihasilkan tinggi[17].

3.3.3 Pengaruh Waktu Fotolisis terhadap Persen Degradasi Fenol dengan Penambahan ZnO/Zeolit

Setelah diperoleh jumlah massa ZnO/zeolit optimum, maka dilakukan penentuan waktu optimum penyinaran setelah penambahan ZnO/zeolit untuk mengetahui berapa lama waktu optimum ZnO/zeolit tersebut bekerja. Penentuan pengaruh waktu fotolisis terhadap persen degradasi fenol dengan penambahan ZnO/zeolit dilakukan dengan menambahkan 0,4 g ZnO/zeolit dibawah penyinaran UV. Hasil degradasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva pengaruh waktu fotolisis terhadap persen degradasi fenol dengan penambahan 0,4 g ZnO/Zeolit

Gambar 5. menunjukkan bahwa semakin lama waktu fotolisis maka persen degradasi fenol yang diperoleh juga semakin besar. Dari hasil penelitian didapatkan waktu optimum fotolisis yaitu selama 75 menit dengan persen degradasi sebesar 79,63%. Pada setelah waktu optimum tidak terjadi kenaikan persen degradasi fenol yang signifikan, hal ini karena semakin lama waktu reaksi maka produk hasil fotodegradasi akan semakin banyak sehingga dapat menghalangi interaksi antara cahaya dengan reaktan dan fotokatalis, maupun fotokatalis dengan reaktan[18]. Degradasi fenol dengan penambahan ZnO/zeolit dapat terjadi karena terbentuknya radikal hidroksil (HO•) akibat penyinaran katalis ZnO oleh sinar UV, dimana semakin lama waktu penyinaran maka radikal hidroksil (HO•) yang terbentuk akan semakin banyak. Selain itu dengan adanya zeolit sebagai adsorben sekaligus *support* katalis dapat membantu memperluas permukaan ZnO sehingga dapat meningkatkan persen degradasi fenol[2].

3.4 Aplikasi Kondisi Optimum pada Sampel Air Limbah Karet

3.4.1 Penentuan Kadar Fenol pada Sampel

Konsentrasi fenol dalam sampel dapat diketahui dengan menggunakan analisa kuantitatif secara spektrofotometri. Berikut merupakan hasil analisis kadar fenol pada sampel air limbah karet.

Tabel Hasil analisis kadar fenol pada sampel air limbah karet

Parameter	Satuan	Sampel air limbah	Baku Mutu Permen LHK RI No.6 Tahun 2021
Fenol	mg/L	10,38	0,5

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia nomor 6 tahun 2021 konsentrasi maksimum fenol yang diizinkan yaitu 0,5 mg/L[9], sedangkan konsentrasi fenol yang terdapat pada sampel air limbah karet Lubuk Begalung, Padang melewati ambang batas yang diizinkan. Oleh karena itu perlu dilakukan degradasi untuk mengurangi konsentrasi fenol yang terdapat didalamnya.

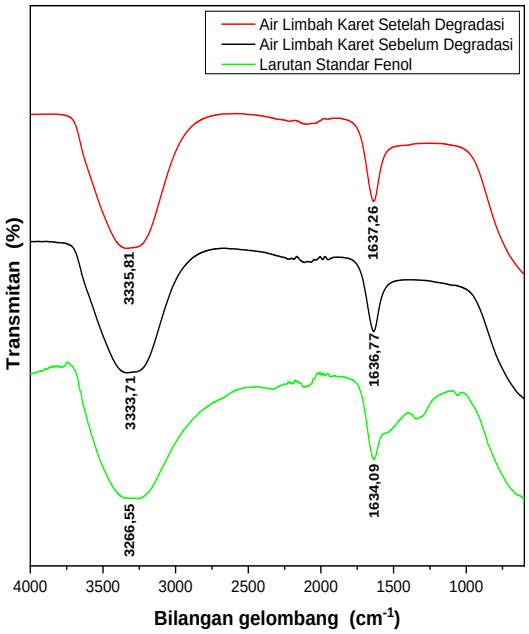
3.4.2 Hasil Degradasi Sampel

Kondisi optimum degradasi fenol dengan menggunakan ZnO/zeolit telah diaplikasikan pada sampel air limbah karet. Data hasil degradasi fenol pada air limbah karet didapatkan bahwa kadar fenol sebelum degradasi adalah 10,38 mg/L sedangkan sesudah degradasi 3,74 mg/L persen degdaradi mencapai 58,28 %. Dengan demikian terjadi penurunan konsentrasi fenol setelah degradasi, yang berarti ZnO/zeolit dapat

digunakan untuk mendegradasi senyawa fenol pada air limbah karet. (15)

3.5 Analisis Sampel Sebelum dan Setelah Degradasi Menggunakan FTIR

Analisis sampel air limbah karet sebelum dan setelah degradasi dengan menggunakan FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi senyawa serta melihat perubahan dan pergeseran gugus fungsi, yang ditunjukkan pada Gambar 6.



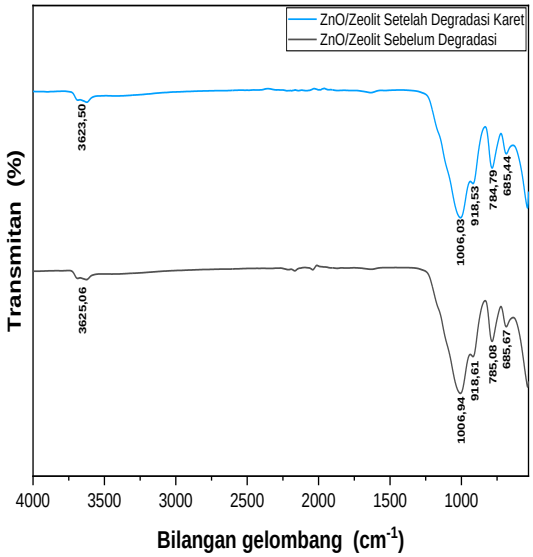
Gambar 6. Spektrum FTIR Air limbah karet sebelum dan setelah degradasi

Gambar 6. menunjukkan spektrum FTIR dari air limbah karet sebelum dan setelah degradasi. Dari spektrum yang diperoleh dapat dilihat bahwasanya air limbah karet mengandung senyawa fenol, dimana terdapat puncak serapan pada bilangan gelombang 3333,71 cm^{-1} yang mengidentifikasi adanya regangan O-H. Puncak serapan pada bilangan gelombang 1636,77 cm^{-1} mengidentifikasi adanya gugus C=C aromatik[19]. Berdasarkan spektrum FTIR air limbah karet sebelum dan setelah degradasi dapat dilihat bahwasanya terjadi pergeseran bilangan gelombang dan penurunan intensitas puncak serapan, hal ini menandakan telah terjadinya proses degradasi. Spektrum FTIR juga menunjukkan terbentuknya senyawa yang sederhana menandakan limbah karet telah tertanggulangi menjadi lebih baik. Diharapkan senyawa yang terbentuk adalah senyawa sederhana seperti CO_2 dan H_2O (16)

3.6 Karakterisasi ZnO/zeolit Sebelum dan Setelah Degradasi Air Limbah Karet dengan Menggunakan FTIR dan XRD

3.6.1 Analisis FTIR

Analisis ZnO/zeolit sebelum dan setelah degradasi air limbah karet dengan menggunakan FTIR dilakukan untuk melihat perubahan dan pergeseran gugus fungsinya, yang ditunjukkan pada Gambar 7.



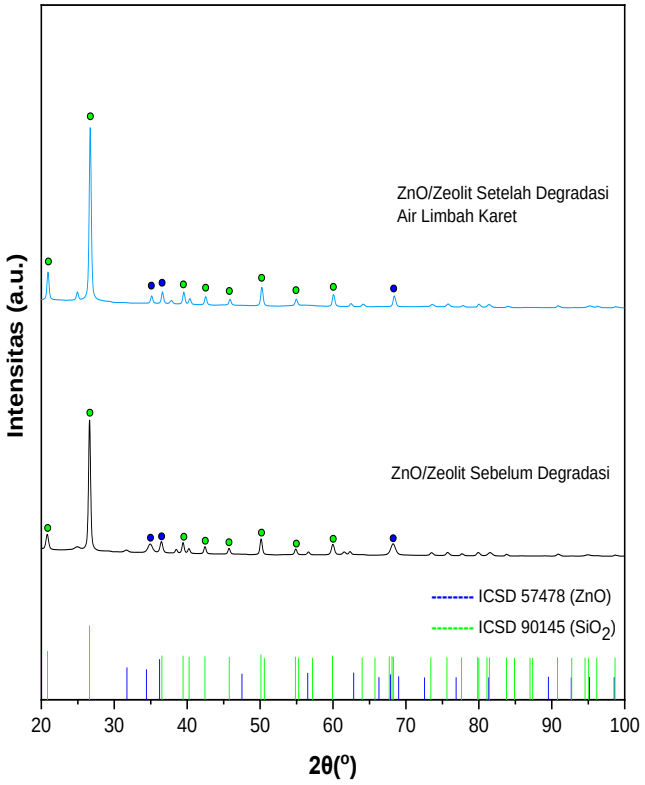
Gambar 7. Spektrum FTIR ZnO/zeolit sebelum dan setelah degradasi air limbah karet

Gambar.7. memperlihatkan spektrum FTIR dari ZnO/zeolit sebelum dan setelah degradasi air limbah karet. Secara umum puncak serapan yang lemah pada rentang 1700-463 cm^{-1} menunjukkan adanya regangan dari ZnO yang telah diamati untuk ZnO dalam berbagai komposit. Pada penelitian ini adanya ZnO ditunjukkan oleh puncak serapan pada bilangan gelombang 685,67 cm^{-1} [2]. Pada bilangan gelombang 950-850 cm^{-1} menunjukkan adanya Zn-O-Si[20]. Berdasarkan hasil dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa selama proses kalsinasi dengan suhu tinggi beberapa ZnO bereaksi dengan OH pada permukaan zeolit membentuk ikatan Zn-O-Si. Adanya Zn-O-Si pada penelitian ini ditunjukkan oleh puncak serapan pada bilangan gelombang 918,61 cm^{-1}. Sedangkan puncak serapan karakteristik zeolit muncul pada bilangan gelombang 785,08 cm^{-1} dan 1006,94 cm^{-1} yang menunjukkan adanya vibrasi regangan O-T-O dan T-O-T, dimana T adalah atom Si atau Al dari mineral zeolit[21]. Puncak serapan yang muncul pada bilangan gelombang 3625,06 cm^{-1} diidentifikasi sebagai vibrasi regangan O-H dari ikatan Al-OH-Si yang nilainya berkisar antara 3500-3750 cm^{-1} [2],[20]. Berdasarkan spektrum FTIR dari ZnO/zeolit sebelum dan setelah degradasi air limbah karet menunjukkan tidak terjadi perubahan yang signifikan pada struktur dari ZnO/zeolit sehingga

ZnO/zeolit dapat digunakan sebagai katalis untuk mendegradasi air limbah karet[2].

3.6.2 Analisis XRD

Karakterisasi ZnO/zeolit sebelum dan setelah degradasi air limbah karet dengan menggunakan XRD dilakukan untuk menganalisis struktur kristalnya, yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Difraktogram XRD ZnO/zeolit sebelum dan setelah degradasi air limbah karet

Gambar 8 menunjukkan bahwa ZnO/Zeolit merupakan katalis kristalin. Dari spectrum XRD juga dapat dilihat bahwa ZnO/Zeolit sebelum dan sesudah degradasi tidak mengalami perubahan struktur. Dengan demikian berarti ZnO/Zeolit dapat digunakan sebagai katalis dalam degradsi fenol ini.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa persen degradasi fenol tanpa katalis yaitu sebesar 15,79 % dan meningkat menjadi 79,63% dengan penamba-han 0,4 g ZnO/zeolit. Persen degradasi fenol pada limbah karet menggunakan ZnO/zeolit yaitu sebe-sar 58,28%. Analisis fenol sebelum dan setelah degradasi menunjukkan terjadinya pergeseran bilangan gelombang yang menan-dakan terjadinya degradasi. Karakterisasi ZnO/zeolit sebelum dan setelah degradasi menggunakan FTIR dan XRD menunjukkan tid-ak ter-jadinya perubahan struktur ZnO/zeolit

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyatakan terima kasih kepada analis dan kepala laboratorium kimia analisis terapan Departemen kimia FMIPA Universitas Andalas

Kontribusi Penulis/Author contributions

Konseptualisasi: Z
Kurasi data: Z, W.P.S
Analisis formal: Z, W.P.S, R.Z
Investigasi: W.P.S
Metodologi: Z, W.P.S, R.Z
Pengawasan: Z
Penulisan – Draft asli: Z, W.P.S, R.Z
Penulisan-mengulas dan menyunting: Z, W.P.S, R.Z

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan pada penerbitan artikel ini.

Daftar Pustaka

[1] I. Yunita, T. Sulistyaningsih, N. Widiarti, Karakterisasi dan Uji Sifat Fisik Material Zeolit Modifikasi Magnetit sebagai Adsorben Ion Klorida dalam Larutan Berair, Indones. J. Chem. Sci. 8 (2019) 87–92.

[2] Zilfa, Safni, F. Rahmi, Penggunaan ZnO/zeolit sebagai katalis dalam degradasi tartrazin secara ozonolisis, J. Ris. Kim. 12 (2021) 53–64.

[3] Zilfa, B. Arifin, R. Zein, Rahmayeni, S. Ummi, S. Ramadhan, Effectiveness and efficiency between CuO/natural zeolite catalysts and ZnO/natural zeolite in naphthol blue–black waste management by photolysis degradation method, Desalin. Water Treat. 226 (2021) 400–407.

[4] M. Massoudinejad, M.M. Rabori, M.H. Dehghani, Treatment of natural rubber industry wastewater through a combination of physicochemical and ozonation processes, (2015). https://doi.org/10.22102/jaehr.2015.40208.

[5] A. Kietkwanboot, S. Chaiprapat, R. Müller, O. Suttinun, Biodegradation of phenolic compounds present in palm oil mill effluent as single and mixed substrates by Trametes hirsuta AK04, J. Environ. Sci. Heal. - Part A Toxic/Hazardous Subst. Environ. Eng. 55 (2020) 989–1002. https://doi.org/10.1080/10934529.2020.1763092.

[6] Hudori, A. Yulianto, Penurunan Fenol Melalui Proses Adsorptive Micellar Flocculation, J. Sains

DanTeknologi Lingkung. 3 (2011) 1–7.
[7] T. Hidayat, Qomaruddin, Analisa Pengaruh Temperatur Pirolisis Dan Bahan Biomassa Terhadap Kapasitas Hasil Pada Alat Pembuat Asap Cair, (2015) 29–34.
[8] S.A. Ahmad, Phenol and its toxicity, J. Environ. Microbiol. Toxicol. 2 (2014) 11–24.
[9] M.L.H.D.K.R. Indonesia, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2021, (2021).
[10] F. Soori, A. Nezamzadeh-Ejhieh, Synergistic effects of copper oxide-zeolite nanoparticles composite on photocatalytic degradation of 2,6-dimethylphenol aqueous solution, J. Mol. Liq. 255 (2018) 250–256.
[11] J.G. Speight, Redox Transformations, in: React. Mech. Environ. Eng. Anal. Predict., 2018.
[12] I. Fatimah, Analisis Fenol Dalam Sampel Air Menggunakan Spektrofotometri Derivatif, 9 (2003) 3.
[13] Sunardi, kartika Sari, Pengaruh Konsentrasi Larutan Ekstrak Daun Lidah Mertua Terhadap Absorbansi Dan Transmitansi Pada Lapisan Tipis, Semin. Nas. Fis. 2012. 0 (2012) 54–57.
[14] S. Kurniawati, D. Sugiarso, Perbandingan Kadar Fe (II) dalam Tablet Penambah Darah secara Spektrofotometri UV-Vis yang Dipreparasi Menggunakan Metode Destruksi Basah dan Destruksi Kering, J. Sains Dan Seni Its. 5 (2016) 3–7.
[15] Zilfa, H. Suyani, Safni, N. Jamarun, Degradasi Senyawa Permetrin Secara Fotolisis Dengan TiO2-Anatase Sebagai Katalis, J. Sains Mater. Indones. 11 (2007) 107–111.
[16] Zilfa, Safni, F. Rahm, Degradasi Tartrazin Menggunakan Katalis ZnO/Zeolit Secara Fotolisis, (2015) 171–179.
[17] A. Mohamed, S. Yousef, W.S. Nasser, T.A. Osman, A. Knebel, E.P.V. Sánchez, T. Hashem, Rapid photocatalytic degradation of phenol from water using composite nanofibers under UV, Environ. Sci. Eur. 32 (2020). https://doi.org/10.1186/s12302-020-00436-0.
[18] D.G. Permata, N.P. Diantariani, I.A.G. Widihati, Degradasi Fotokatalitik Fenol Menggunakan Fotokatalis ZnO dan Sinar UV, J. Kim. (2016). https://doi.org/10.24843/jchem.2016.v10.i02.p13
[19] Dachriyanus, Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spekroskopi, 2004. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas.
[20] S. Istiqomah, Sintesis dan Karakterisasi ZnO yang Diembankan pada Zeolit dengan Variasi Komposisi Menggunakan Metode Sonikasi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2019.
[21] S. Amri, M. Pranjoto, M. Si, Preparasi dan Karakterisasi Komposit ZnO-Zeolit untuk Fotodegradasi Zat Warna Congo Red, J. Kim. Dasar. 6 (2017) 29–36.