

AKTIVASI ZEOLIT ALAM DENGAN GELOMBANG ULTRASONIK UNTUK ADSORPSI *REACTIVE YELLOW 86* PADA LIMBAH TENUN SAMARINDA

AKTIVATION OF ZEOLITE WITH ULTRASONIC WAVE FOR ADSORPTION REACTIVE YELLOW 86 ON SAMARINDA WASTE WOVEN

Igo Marsaf Renaldy^{1,2}, Noor Hindryawati^{*1,2} dan RR. Dirgarini Julia^{1,2}

¹Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Samarinda

²Laboratorium Kimia Fisik dan Anorganik

*Corresponding Author :Hindryawati@gmail.com

ABSTRACT

The research about activation of natural zeolite with variation concentration HCl for adsorption reactive yellow 86 from waste liquid woven Samarinda has been conducted. The activation of zeolite was prepared with two way, by mechanical stirring and ultrasonic assisted. From the X-Ray Diffraction (XRD) result showed that natural zeolite activated with ultrasonic (NZA-U) has 38 % composition of SiO₂, while natural zeolite activated with mechanical stirring (NZA-MS) is 21 %. Surface area analysis using methylene blue shows for NZA-U is 25 m²/g and 24 m²/g for NZA-MS. The results on adsorption of reactive yellow 86 from waste liquid woven Samarinda using spectrophotometer visible on wavelength 417 nm shows the optimum condition adsorption on time contact 60 minutes and concentration HCl 3 M, with percent of adsorption is 56.14 % for NZA-U and 53.93 % for NZA-MS.

Keywords: *Natural zeolite, ultrasonic wave, reactive yellow 86, absorption.*

PENDAHULUAN

Zeolit alam banyak dijumpai di berbagai propinsi di Indonesia antara lain Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jogjakarta dan Aceh. Zeolit alam tersebut sampai saat ini hanya digunakan sebagian kecil untuk industri, sehingga harganya murah. Pada saat ini penggunaan mineral zeolit semakin meningkat sampai penggunaan dalam industri berskala besar. Di negara maju seperti Amerika Serikat, zeolit sudah benar-benar dimanfaatkan dalam industri. Karena sifat-sifat yang dimiliki oleh zeolit, maka mineral ini dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, seperti dalam bidang industri yaitu sebagai bahan yang dapat digunakan untuk membantu pengolahan limbah industri. Zeolit alam mempunyai beberapa sifat di antaranya dehidrasi, adsorpsi, penukar ion dan katalisator[1]

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik longitudinal dengan frekuensi di atas 20 kHz. Gelombang ini dapat merambat dalam medium padat, cair dan gas, hal disebabkan karena gelombang ultrasonik merupakan rambatan energi dan momentum mekanik sehingga merambat sebagai interaksi dengan molekul dan sifat inersia medium yang dilaluinya [2].

Proses aktivasi zeolit dapat dilakukan dengan metode secara fisika dan kimia. Aktivasi secara fisika

dapat dilakukan dengan cara memperkecil ukuran untuk memperluas permukaan dan pemanasan pada suhu tinggi. Aktivasi secara kimia dilakukan dengan penambahan asam yang mengakibatkan terjadinya pertukaran kation dengan H⁺[3]. Proses pertukaran ion sering digunakan karena metode ini sangat sederhana, tidak menghasilkan limbah buangan padat dan dapat dilakukan proses regenerasi dengan cara aktivasi [3].

Salah satu alternatif dalam membantu proses aktivasi zeolit untuk dapat memperbesar luas permukaan zeolit yaitu dengan menggunakan metode gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik adalah gelombang akustik dengan frekuensi lebih besar dari 18 kHz. Oleh karena frekuensinya di luar ambang batas kemampuan pendengaran manusia, maka seperti halnya gelombang infrasonik, gelombang ultrasonik juga tidak mampu dideteksi oleh indra pendengaran manusia. Namun batas atas frekuensi gelombang ultrasonik masih belum ditentukan dengan jelas. Yang dapat diketahui adalah daerah frekuensi yang biasa dipakai dalam berbagai macam penggunaan. Di dalam penggunaan yang memerlukan intensitas tinggi (*macrosonic*) biasanya digunakan frekuensi dari puluhan hingga ratusan kilohertz. Aplikasi di bidang kedokteran misalnya *ultrasonography* dan uji tak merusak biasanya digunakan gelombang ultrasonik dengan frekuensi

antara 1 MHz sampai dengan 10 MHz. Gelombang ultrasonik dengan frekuensi sangat tinggi disebut sebagai *microwave ultrasoniks* [4].

Zeolit alam Tasikmalaya merupakan zeolit alam yang pada umumnya mengandung 52 persen mordenit ($\text{Na}_8(\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$) dan 27 persen klipnoptilotit ($(\text{Na}_4\text{K}_4)(\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$). Berdasarkan tabel penelitian [5], komposisi kimia zeolit alam Tasikmalaya mengandung SiO_2 sebanyak 67,18 sampai 69,77 persen, Al_2O_3 sebanyak 10,93 sampai 11,69 persen dan sisanya merupakan zat pengotor yang terkandung dalam zeolit tersebut.

Berdasarkan penjelasan diatas, maka pada penelitian ini dilakukan aktivasi zeolit menggunakan asam dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik dalam proses aktivasi zeolit alam Tasikmalaya. Pengaruh aktivasi larutan HCl dalam berbagai konsentrasi pada suhu 60 °C dengan menggunakan waktu kontak optimum selama 1 jam dapat meningkatkan luas permukaan pada zeolit, sehingga situs aktif pada permukaan zeolit dapat diperbesar. Zeolit teraktivasi asam akan digunakan untuk adsorpsi zat warna pada limbah kain tenun samarinda.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain zeolit alam tasikmalaya, HCl, *methylene blue*, pH universal, kertas saring, aquades, kertas label dan kertas minyak.

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain sonikator, instrumen *Surface Area Analyzer* (SAA), instrumen Spectrofotometer Visible, instrumen *X-Ray Fluorescence* (XRF) thermometer, ayakan 100 mesh, lumpang dan alu, oven, gelas kimia dan botol reagen.

Prosedur

Preparasi sampel

Zeolit dihancurkan dan diayak dengan ayakan ukuran 100 mesh. Zeolit direndam dengan aquadest selama 24 jam dan disaring. Zeolit di oven selama 3 jam pada 120 °C. Dikarakterisasi awal dengan menggunakan instrumen *X-Ray Fluorescence* (XRF) dan *Surface Area Analyzer* (SAA) (Heraldy, dkk., 2003).

Aktivasi Zeolit Alam

- Aktivasi dengan bantuan gelombang ultrasonik
Zeolit alam dicampurkan tiap 20 gram zeolit alam berukuran 100 mesh dalam 100 mL larutan HCl dengan variasi konsentrasi 1 M, 3 M dan 6 M. Zeolit diaktivasi menggunakan alat ultrasonik

selama 1 jam pada suhu 60 °C kemudian zeolit disaring dan disiram menggunakan aquades sampai pH netral. Zeolit dikarakterisasi dengan menggunakan instrumen *Surface Area Analyzer* (SAA) dan *X-Ray Fluorescence* (XRF) [6].

- Aktivasi dengan bantuan pengadukan magnetis
Zeolit alam dicampurkan tiap 20 gram zeolit alam berukuran 100 mesh dalam 100 mL larutan HCl dengan variasi konsentrasi 1 M, 3 M dan 6 M. Zeolit diaktivasi menggunakan alat pengadukan magnetis selama 3 jam pada suhu 70°C kemudian zeolit dinetralkan pada pH netral. Zeolit dikarakterisasi dengan menggunakan instrumen *Surface Area Analyzer* (SAA) dan *X-Ray Fluorescence* (SAA) [7].

Karakterisasi Adsorben Zeolit Hasil Aktivasi Dengan HCl

- Analisa dengan *X-Ray Fluorescence* (XRF)
Analisa ini bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia beserta konsentrasi unsur-unsur yang terkandung dalam zeolit sebelum dan sesudah aktivasi dengan HCl 3 M.
- Analisa dengan *X-Ray Diffraction* (XRD)
Analisa ini bertujuan untuk melihat perbandingan kristalinitas, *basal spacing* serta komposisi dari zeolit aktivasi dengan HCl 3 M menggunakan metode gelombang ultrasonik dan metode pengadukan magnetis. Dengan melihat perubahan sudut dan pola pada XRD sehingga dapat diketahui bentuk kristalinitas, *basal spacing* dan komposisi zeolit. Sampel zeolit dibuat dalam bentuk sesuai ukuran sel pada alat XRD. Pengukuran intensitas difraksi dilakukan dari sudut 2θ sebesar 5° sampai 45°. difaktogram yang didapat kemudian diinterpretasi untuk membandingkan kristalinitas dari masing-masing sampel

Pembuatan Larutan Induk *Reactive yellow 86* dalam 100 ppm

Reactive yellow 86 ditimbang sebanyak $\pm 0,1$ gram. *Reactive yellow 86* dimasukkan ke dalam gelas beaker, kemudian *Reactive yellow 86* dilarutkan dengan aquades terlebih dahulu sampai larut. *Reactive yellow 86* dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL, kemudian larutan ditambahkan lagi aquades hingga tanda tera. Larutan *Reactive yellow 86* dikocok larutan hingga homogen [8].

Pembuatan Larutan Standar *Reactive yellow 86*

Adapun prosedur dalam pembuatan larutan standar *Reactive yellow 86* dari larutan induk *Reactive yellow 86* 100 ppm dan selanjutnya

diencerkan lagi menjadi beberapa konsentrasi yaitu, 1 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm dan 50 ppm adalah sebagai berikut:

- a. Pembuatan Larutan Standar *Reactive yellow 86* dengan konsentrasi 50 ppm
Larutan *Reactive Yellow 86* 100 ppm dipipet sebanyak 50 mL, kemudian larutan *Reactive Yellow 86* dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan aquades hingga tanda tera. Larutan dikocok hingga homogen.
- b. Pembuatan Larutan Standar *Reactive yellow 86* dengan konsentrasi 20 ppm
Larutan *Reactive Yellow 86* 50 ppm dipipet sebanyak 40 mL, kemudian larutan *Reactive Yellow 86* dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan aquades hingga tanda tera. Larutan dikocok hingga homogen.
- c. Pembuatan Larutan Standar *Reactive yellow 86* dengan konsentrasi 10 ppm
Larutan *Reactive Yellow 86* 20 ppm dipipet sebanyak 50 mL, kemudian larutan *Reactive Yellow 86* dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, dan ditambahkan aquades hingga tanda tera. Larutan dikocok hingga homogen.
- d. Pembuatan Larutan Standar *Reactive yellow 86* dengan konsentrasi 5 ppm
Larutan *Reactive Yellow 86* 10 ppm dipipet sebanyak 50 mL, kemudian larutan *Reactive Yellow 86* dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, dan ditambahkan aquades hingga tandatertera. Larutan dikocok hingga homogen.
- e. Pembuatan Larutan Standar *Reactive yellow 86* dengan konsentrasi 1 ppm
Larutan *Reactive Yellow 86* 5 ppm dipipet sebanyak 20 mL, kemudian larutan *Reactive Yellow 86* dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, dan ditambahkan aquades hingga tanda tera. Larutan dikocok hingga homogen [8].

Kurva Kalibrasi

Dalam penentuan kurva kalibrasi, ditentukan berdasarkan pada bentuk linearitas yang didapat antara konsentrasi zat warna dan nilai absorbansi optimum dari analisa menggunakan instrumen Spectrofotometer Visible [9].

Adsorpsi zat warna pada air limbah sarung tenun samarinda

- a. Zeolit hasil aktivasi menggunakan gelombang ultrasonik
Zeolit alam hasil aktivasi menggunakan ultrasonik dengan konsentrasi HCl 1 M, 3 M dan 6 M masing-masing digunakan sebanyak 0,1 gram kedalam gelas kimia. Larutan limbah zat warna

sebanyak 50 ml ditambahkan ke dalam masing-masing gelas kimia. Larutan didiamkan selama 24 jam dan filtrat larutan diambil 1,5 ml kemudian diukur menggunakan spektrofotometer *visible*. Absorbansi sebelum dan sesudah ditambahkan zeolit aktivasi diukur menggunakan spektrofotometer *Visible*. Persen penyerapan konsentrasi zat warna dihitung dari kurva kalibrasi [10].

- b. Zeolit hasil aktivasi menggunakan pengadukan magnetis

Zeolit alam hasil aktivasi menggunakan pengadukan magnetis dengan konsentrasi HCl 1 M, 3 M dan 6 M masing-masing digunakan sebanyak 0,1 gram ke dalam gelas kimia. Larutan limbah zat warna sebanyak 50 ml ditambahkan ke dalam masing-masing gelas kimia. Larutan didiamkan selama 24 jam dan filtrat larutan diambil 1,5 ml kemudian diukur menggunakan spectrophotometer *Visible*. Absorbansi sebelum dan sesudah ditambahkan zeolit aktivasi diukur menggunakan spektrofotometer *Visible*. Persen penyerapan konsentrasi zat warna dihitung dari kurva kalibrasi [10].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Zeolit Alam

Setelah dilakukan proses diaktivasi kemudian zeolit dikarakterisasi dengan menggunakan instrument *X-Ray Fluorescence* (XRF) yang disajikan pada tabel 1 menunjukkan perbedaan komposisi senyawa-senyawa oksida logam sebelum dan sesudah diaktivasi. Oksida logam yang terkandung dalam zeolit hasil aktivasi dengan HCl yaitu SiO₂, Fe₂O₃, CaO, K₂O, MnO, dan ZnO. Hasil analisa kadar SiO₂ naik kurang lebih 3 % dari komposisi awal yaitu 78,345 % menjadi 81,522 %, hal ini menunjukkan bahwa zat pengotor yang terkandung dalam zeolit sedikit berkurang. Berdasarkan penelitian [4], bahwa komposisi SiO₂ pada zeolit alam tasikmalaya yang diaktivasi dengan pengadukan magnetis yaitu 67,18 sampai 69,77 persen. Hal ini menunjukkan bahwa aktivasi menggunakan metode gelombang ultrasonik dapat meningkatkan kadar SiO₂ dari pada aktivasi dengan menggunakan pengadukan magnetis.

Tabel 1. Analisa Komposisi Kimia Zeolit Alam Menggunakan XRF

No	Nama sampel	Parameter Analisa (%)						
		Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	SiO ₂	MnO	ZnO	Jumlah
1	Zeolit Alam Sebelum Diaktivasi	6,571	6,631	8,158	78,345	0,260	0,035	100
2	Zeolit Setelah Diaktivasi	6,197	3,626	8,443	81,522	0,150	0,023	100

Uji Luas Permukaan dengan Metode Methylene Blue

Pada uji luas permukaan dengan metode methylen blue diperoleh data seperti pada tabel 2 berikut:

Table 2. Uji luas permukaan dengan metode methylene blue

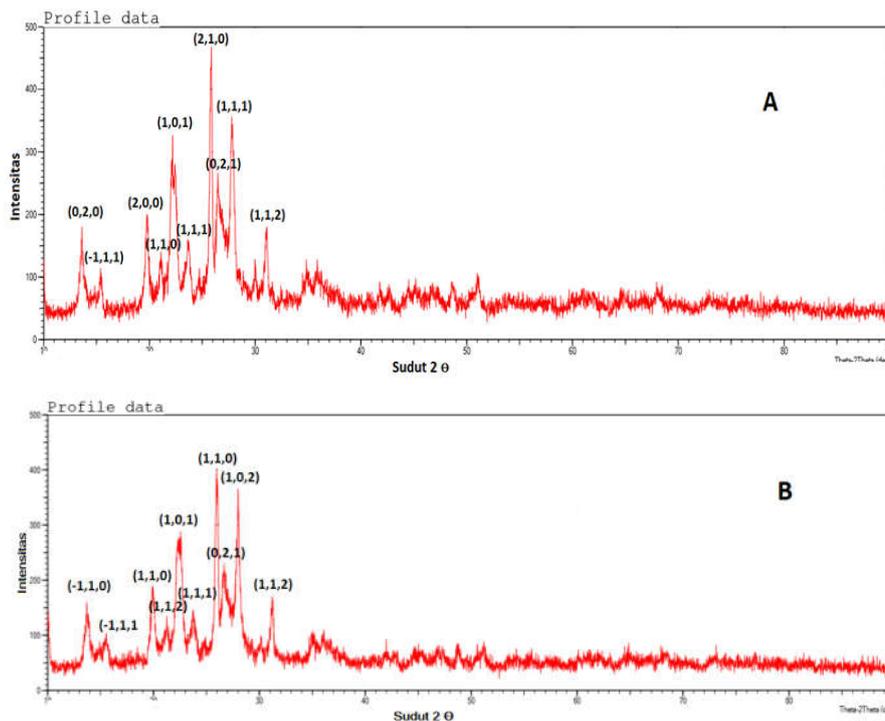
No	Sampel	Luas Permukaan (m ² /g)
1	Zeolit sebelum aktivasi	23
2	Zeolit aktivasi dengan ultrasonik	25
3	Zeolit aktivasi dengan pengadukan magnetis	24

Hasil uji luas permukaan dengan metode methylen blue yang dilakukan berdasarkan penelitian [11] dapat dilihat pada tabel 2 bahwa pemaparan gelombang ultrasonik sedikit meningkatkan nilai luas permukaan sebelum dan sesudah diaktivasi

menggunakan gelombang ultrasonik dan lebih baik dari metode pengadukan magnetis. Luas permukaan zeolit dengan besar awal sebelum aktivasi yaitu 23 (m²/g), hal ini menunjukkan bahwa pengaktifasian dapat meningkatkan besar luas permukaan zeolit yang besar manfaatnya bagi penggunaan sebagai absorben, katalis maupun yang lainnya. Besar luas permukaan zeolite dengan aktivasi gelombang ultrasonik tidak jauh berbeda dengan zeolit aktivasi menggunakan pengadukan megnetis yaitu 25 (m²/g) dan 24 (m²/g) aktivasi dengan gelombang ultrasonik merupakan metode yang lebih efektif karena waktu yang digunakan untuk mengaktifasi lebih sedikit dibandingkan dengan zeolit aktivasi dengan pengadukan megnetis.

Karakterisasi Zeolit Menggunakan XRD (X-Ray Diffraktion)

Karakterisasi dengan XRD dilakukan untuk melihat komposisi zeolit hasil aktivasi dengan metode gelombang ultrasonik dan hasil aktivasi menggunakan metode pengadukan magnetis (Gambar 1).



Gambar 1. Komposisi zeolit berdasarkan analisa XRD (A).zeolit aktivasi dengan metode gelombang ultrasonik dan (B). zeolit aktivasi dengan metode pengadukan magnetis.

Perbedaan dari gambar A dan gambar B yaitu terletak pada intensitas dan index miller kedua gambar. Pada gambar A memiliki intensitas sedikit lebih tinggi dari gambar B, tingginya intensitas menunjukkan komposisi SiO₂ pada zeolit semakin tinggi pula. SiO₂ pada zeolit aktivasi dengan metode ultrasonik memiliki index miller (1,0,1), (1,0,2) dan (1,1,2), kemudian pada zeolit aktivasi dengan

metode pengadukan magnetis memiliki index miller yaitu (1,0,1), (1,1,0) dan (2,1,1). Kekeristalan dari zeolit aktivasi dengan metode gelombang ultrasonik yaitu sebesar 78,1321 % sedangkan pada zeolit aktivasi dengan metode pengadukan magnetis yaitu 83,9159 %.

Dari hasil pada Gambar 1 komposisi senyawa dari zeolit alam ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3. Komposisi senyawa pada zeolit aktivasi dengan metode gelombang ultrasonik dan zeolit aktivasi dengan metode pengadukan magnetis.

No	Senyawa	Komposisi (%)	
		Zeolit Aktivasi dengan Metode Gelombang Ultrasonik	Zeolit Aktivasi dengan Metode Pengadukan Magnetis
1	SiO ₂	38 %	17 (%)
2	Al ₂ (SiO ₄)O	21 (%)	27 (%)
3	Na(AlSi ₃ O ₈)	36 (%)	26 (%)
	NaAl ₂ ((AlSi ₃)O ₁₁)	-	14 (%)

Gambar 1 menunjukkan bahwa zeolite yang diaktivasi dengan bantuan gelombang ultrasonik dan pengadukan magnetis memiliki perbedaan puncak intensitas senyawa yang dimiliki. Perbedaan mendasar adalah komposisi Si dan Al yang ditampilkan. Aktivasi menggunakan metode gelombang ultrasonik lebih baik dalam mengikat zat pengotor pada zeolit alam sehingga dapat meningkatkan kekeristalan zeolit setelah dikalsinasi. Dari hasil analisa XRD didapatkan kadar SiO₂ murni dengan bentuk tetrahedral, SiO₂ dengan bentuk heksagonal dan SiO₂ dengan bentuk bentuk monoclinic dengan jumlah kadar total SiO₂ 38 % dari zeolit alam aktivasi metode gelombang ultrasonik, zeolit aktivasi dengan metode pengadukan magnetis memiliki kadar SiO₂ total 17 % yang merupakan total dari kadar SiO₂ dengan bentuk tetragonal, SiO₂ dengan bentuk heksagonal dan SiO₂ dengan bentuk monoclinic. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar SiO₂ terlihat pada metode gelombang ultrasonik dari pada metode pengadukan magnetis sehingga dapat dikatakan sisi aktif pada permukaan zeolit aktivasi dengan metode gelombang ultrasonik lebih baik dari metode pengadukan magnetis. SiO₂ tidak sepenuhnya dalam keadaan murni namun banyak SiO₂ yang tergabung dalam oksida logam lainnya seperti oksida Al dan Na. Kemudian untuk Al₂(SiO₄)O berbentuk orthorhombic sebesar 21 % pada metode gelombang ultrasonik, sedangkan pada metode pengadukan magnetis Al₂O(SiO₄) berbentuk triclinic sebesar 27 %. Hal ini menunjukkan bahwa pengaktivasian dengan metode gelombang ultrasonik lebih efektif dibandingkan dengan aktivasi menggunakan pengadukan magnetis, dan juga perbedaan dari komposisi Si yang meningkat dan

komposisi Al yang Menurun pada metode ultrasonik. Namun pada pengaktivasian ini masih menyisahkan sedikit pengotor lainnya, yaitu berupa atom Na yang terkandung dan berikatan dengan atom Al dan Si. Komposisi Na(AlSi₃O₈) pada metode gelombang ultrasonik berbentuk triclinic sebesar 36 % sedangkan pada metode pengadukan magnetis komposisi Na(AlSi₃O₈) berbentuk triclinic memiliki kadar sebesar 26 % dan NaAl₂((AlSi₃)O₁₁) berbentuk monoclinic sebesar 14 %. Hal ini menunjukkan metode gelombang ultrasonik menghasilkan zeolit dengan kandungan Na yang lebih keil

Uji Adsorpsi *Reactive Yellow 86* dari Limbah Tenun Samarinda

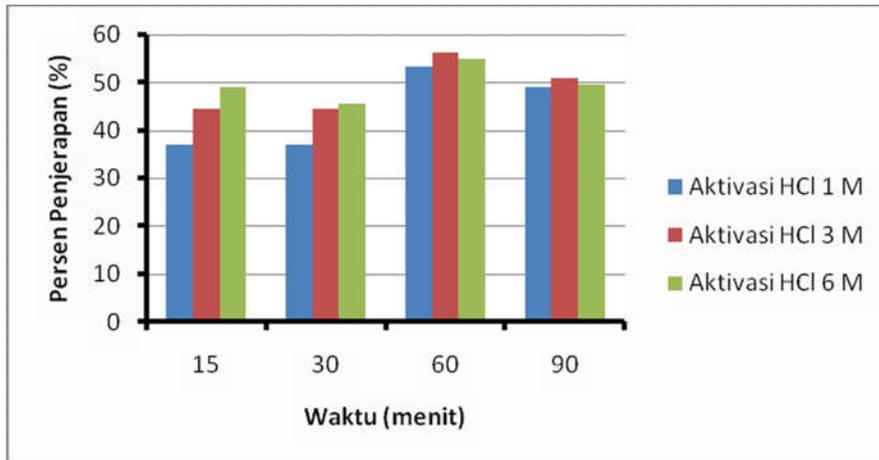
Pada pengukuran absorbansi *reactive yellow 86* diperoleh panjang gelombang optimum 417 nm. Pada panjang gelombang 490 nm larutan *reactive yellow 86* menghasilkan absorbansi yang sangat kecil, sehingga ditentukan kembali panjang gelombang optimum *reactive yellow 86* yaitu pada panjang gelombang 417 nm. Berdasarkan pembuatan kurva standar dengan nilai R²=0,9998 diperoleh persamaan linier $y = 0,0213x - 0,0053$. Hal ini membuktikan bahwa semakin besar konsentrasi larutan *Reactive Yellow 86* maka absorbansi juga semakin besar. Pada uji absorbansi *reactive yellow 86* dibutuhkan larutan dengan konsentrasi yang tinggi untuk mendapatkan absorbansi yang baik.

Menurut [12] setiap molekul pewarna azo mempunyai dua gugus amin. Masing-masing atom nitrogen memiliki pasangan elektron bebas (merupakan nukleofil) yang mudah mengikat ion H⁺ permukaan. Meskipun demikian persentasi kemampuan adsorpsi zeolit terhadap pewarna relatif

kecil, sekitar 50 %. Hal ini mungkin disebabkan molekul pewarna setelah mengikat situs aktif membelok membelok situs aktif permukaan yang lain atau dapat juga pengikatan menyebabkan tegangan sterik pada lapisan atas permukaan. Hal ini menyebabkan jumlah pengikatan pewarna menjadi terbatas atau kecil.

Variasi Waktu Kontak Zeolit Teraktivasi untuk Adsorpsi Reactive Yellow 86 Metode Gelombang Ultrasonik

Persen penyerapan zeolit aktivasi menggunakan metode gelombang ultrasonik terhadap reactive yellow 86 dengan variasi waktu dan konsentrasi HCl dapat dilihat pada Gambar 2.



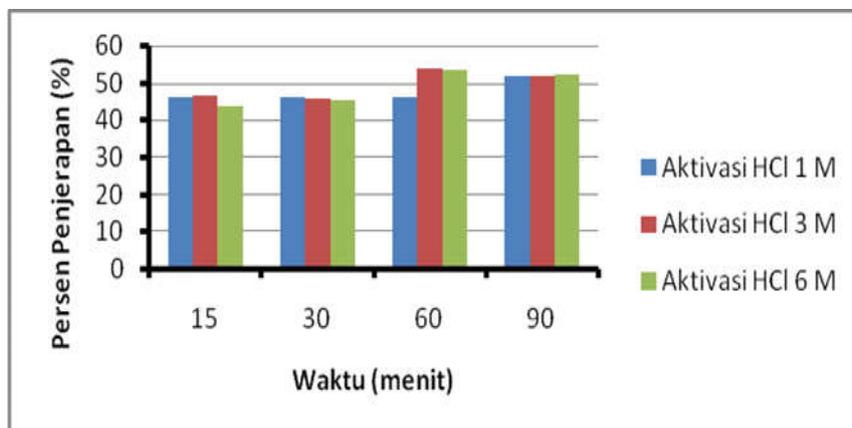
Gambar 2. Diagram persen penyerapan zeolit aktivasi menggunakan metode gelombang ultrasonik dengan variasi waktu kontak zeolit dan konsentrasi HCl.

Pada Gambar 2 hasil persen penyerapan zeolit aktivasi dengan metode gelombang ultrasonik pada reactive yellow 86 yang baik yaitu pada waktu kontak 60 menit dan konsentrasi HCl 3 M. Pada waktu kontak 60 menit interaksi antara gugus amin pada pewarna azo dengan sisi aktif pada permukaan zeolit berinteraksi secara keseluruhan. Akan tetapi pada waktu 15 dan 30 menit zeolit dengan aktivasi 1 M dan 3 M hasilnya tetap sama, sedangkan pada aktivasi 6 M pada waktu 30 menit daya serapnya menurun, hal ini disebabkan karena semakin banyaknya sisi aktif yang diblokkan oleh zat warna sehingga menyebabkan daya jerap zeolit aktivasi

dengan gelombang ultrasonik juga menurun (Wijayanti, 2011). Kemudian pada waktu 60 menit zeolit dengan aktivasi HCl 3 M lebih tinggi daya jerapnya dari zeolit aktivasi HCl 1 M dan 6 M, hal ini membuktikan bahwa zeolit aktivasi dengan konsentrasi HCl 3 M memiliki sisi aktif dan luas permukaan yang lebih besar.

Metode Pengadukan Magnetis

Persen penyerapan zeolit aktivasi menggunakan metode pengadukan magnetis terhadap reactive yellow 86 dengan variasi waktu dan konsentrasi HCl dapat dilihat pada Gambar 3.



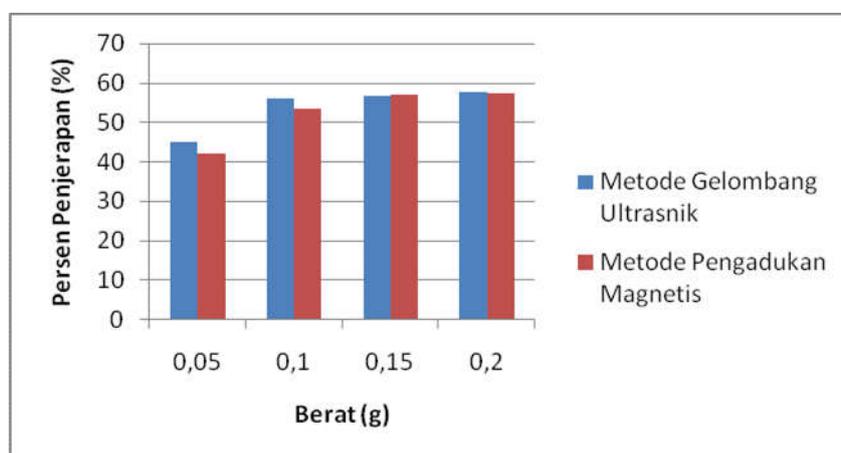
Gambar 3. Diagram persen penyerapan zeolit aktivasi menggunakan metode pengadukan magnetis dengan variasi waktu kontak zeolit dan konsentrasi HCl.

Pada Gambar 3 merupakan hasil persen penjerapan zeolit aktivasi dengan metode pengadukan magnetis pada *reactive yellow 86* yang baik yaitu pada waktu kontak 60 menit dan konsentrasi HCl 3 M. Hal ini dapat dikatakan bahwa pada waktu kontak dan konsentrasi HCl tersebut interaksi pada permukaan zeolit dan pewarna azo dapat berinteraksi secara keseluruhan. Pada zeolit dengan aktivasi 3 M memiliki sisi aktif yang lebih banyak begitu pun dengan zeolit aktivasi metode gelombang ultrasonik, kemudian jika dibanding antara zeolit aktivasi HCl 3 M metode pengadukan magnetis dengan zeolit aktivasi HCl 3 M metode gelombang ultrasonik lebih baik pada metode gelombang ultrasonik, hal ini dapat dikatakan bahwa metode gelombang ultrasonik lebih baik karena dari hasil penelitian zeolit aktivasi dengan metode

gelombang ultrasonik memiliki persen penjerapan yang lebih tinggi dari zeolit dengan aktivasi metode pengadukan magnetis dan juga waktu yang dibutuhkan lebih sedikit yaitu 1 dari 3 jam. Kemudian pada waktu kontak 90 menit kapasitas penjerapan kembali menurun, hal ini dapat dipastikan bahwa besar kapasitas serapan sudah melewati batas optimal sehingga tidak adanya lagi ruang untuk mengikat dari pewarna azo pada permukaan zeolit.

Variasi Berat Adsorben Zeolit Teraktivasi untuk Adsorpsi *Reactive Yellow 86*.

Variasi berat adsorben zeolit teraktivasi menggunakan gelombang ultrasonik dan pengadukan magnetis terhadap *reactive yellow 86* dengan variasi berat adsorben dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram persen penjerapan zeolite aktivasi dengan metode gelombang ultrasonik dan pengadukan magnetis dengan variasi berat.

Setelah melakukan uji variasi waktu kontak dan konsentrasi HCl kemudian dilakukan uji variasi berat adsorben. Pada Gambar 4.4 besar jumlah dari nilai persen penjerapan yaitu 40-60 %, semakin banyak adsorben yang digunakan maka persen penjerapan juga semakin besar, hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak zeolit yang digunakan maka interaksi antara gugus amin pada pewarna azo dan ion H^+ pada permukaan zeolit juga semakin efektif. Perbedaan dari kedua zeolit yang digunakan yaitu zeolit aktivasi dengan metode gelombang ultrasonik memiliki persen penjerapan yang lebih besar dari zeolit aktivasi dengan metode pengadukan magnetis, sehingga dapat dikatakan pada variasi berat adsorben zeolit aktivasi dengan metode gelombang ultrasonik lebih efektif dari zeolit aktivasi dengan metode pengadukan magnetis.

Pada beberapa variasi yang digunakan menunjukkan bahwa perbandingan antara zeolit aktivasi dengan metode gelombang ultrasonik dan

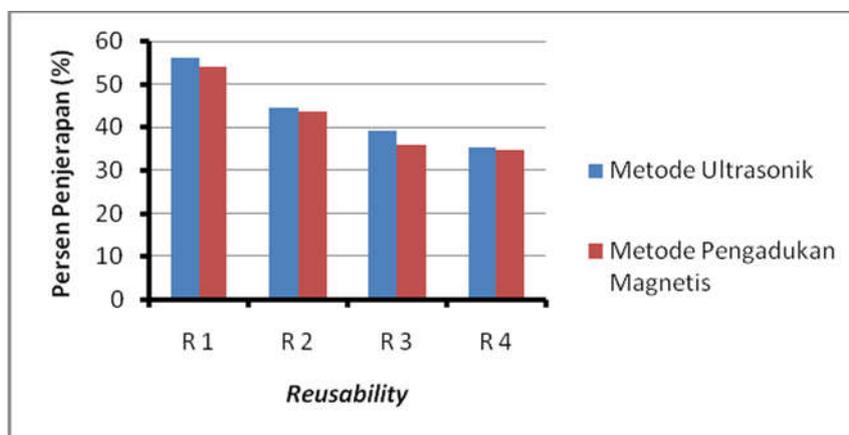
zeolite aktivasi dengan metode pengadukan magnetis lebih baik dan efektif yaitu pada zeolit aktivasi dengan metode gelombang ultrasonik. Berdasarkan variasi waktu kontak dan konsentrasi HCl, zeolit dengan aktivasi gelombang ultrasonik lebih baik dan efektif dari pada zeolit aktivasi dengan pengadukan magnetis dilihat pada persen penjerapan optimum yaitu 56, 14% dan 53,93 %. Pada variasi berat adsorben zeolit aktivasi dengan gelombang ultrasonik memiliki persen penjerapan yang lebih tinggi dari zeolit aktivasi dengan metode pengadukan magnetis namun perbedaannya tidak terlalu jauh. Hal ini juga menunjukkan hasil yang lebih baik yaitu pada zeolit dengan metode gelombang ultrasonik, selain dapat menghemat waktu pengaktifasian metode gelombang ultrasonik juga lebih praktis dan lebih mudah dilakukan dari pada pengadukan magnetis akan tetapi pada metode gelombang ultrasonik memiliki kekurangan yaitu kita harus menjaga suhu yang konstan karena suhu pada alat ini tidak begitu baik

juga suara yang dihasilkan tidak baik untuk didengar.

Reusability Adsorben

Nilai persen penjerapan zeolit teraktivasi menggunakan metode gelombang ultrasonik dan

metode pengadukan magnetis setelah adsorben digunakan sebanyak 4 kali ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram persen penjerapan zeolit dengan *reusability* adsorben

Uji *Reusability* dilakukan untuk melihat Efektifitas zeolit jika digunakan sebanyak 4 kali. Pada Gambar 4.5 nilai persen penjerapan mengalami penurunan setelah adsorben digunakan sebanyak 4 kali dari 55,14 % menjadi 35,35 % pada zeolit aktivasi dengan metode gelombang ultrasonik sedangkan pada zeolit aktivasi dengan metode pengadukan magnetis dari 53,93 % menjadi 34,48 %. Hal ini dapat dikatakan bahwa pada proses *reusability* zeolit, efektivitas zeolit mengalami penurunan yang mungkin disebabkan masih adanya *reactive yellow 86* pada permukaan zeolit. Hasil yang sama juga ditunjukkan pada tabel diatas dimana zeolit aktivasi dengan metode gelombang ultrasonik lebih baik dan efektif persen penjerapan yang dilakukan dari pada zeolit aktivasi dengan metode pengadukan magnetis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Komposisi silika oksida berdasarkan data *X-Ray Diffraction* (XRD) yaitu 38 % pada zeolit aktivasi gelombang ultrasonik kemudian zeolit aktivasi pengadukan magnetis sebesar 17 %. Luas permukaan zeolit aktivasi gelombang ultrasonik yaitu 25 m²/g dan pada zeolit aktivasi pengadukan magnetis sebesar 24 m²/g.
2. memiliki persen penjerapan zat warna *Reactive Yellow 86* sebesar 56,14 % sedangkan pada zeolit aktivasi pengadukan magnetis sebesar 53,93 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ibu Dr. Noor Hindryawati, M.Si dan Dr. R.R Dirgarini Julia N.S, M. Sc. selaku dosen pembimbing yang selalu membimbing dan memberi dorongan motivasi kepada peneliti hingga berhasil melakukan penelitian ini dengan baik. Ucapan terima kasih juga kepada pihak yang terlibat dalam penelitian ini, laboratorium Kimia Fisik dan Anorganik dan laboratorium Riset FMIPA Unmul.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kusuma, D. dan Anthonius, L. 2010. *Optimasi Aktivasi Zeolit Alam untuk Dehumidifikasi*. Semarang: UNDIP.
- [2] Bueche, R. J. 1986. *Introduction to Physics for Scientist and Engineers*. New York: Mc Graw Hill, pp: 50–56.
- [3] Lestari, D. Y. 2010. *Kajian Modifikasi Dan Karakterisasi Zeolit Alam Dari Berbagai Negara*. Prosiding Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan, Tema: “Profesionalisme Peneliti Dan Pendidik Dalam Riset Dan Pembelajaran Yang Berkualitas Dan Berkarakter”. Universitas Yogyakarta.
- [4] Marsidi, R. 2001. *Zeolit untuk mengurangi kesadahan air*. Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol. 2, No. 1: 1–10.[8] Herald, E., Hisyam, S. W. dan S. 2003. *Karakterisasi dan Aktivasi Zeolit Alam Ponorogo*. Indonesian Journal of Chemistry, Vol. 3, No.2: 91–97.

- [5] Susilo, B. 2007. *Aplikasi Gelombang Ultrasonik untuk Pengolahan Biodiesel dari Jarak Pagar (Jatropha curcas L.)*. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang: 147–153.
- [6] Labanni, A., Zakir, M. dan Maming. 2002. *Sintesis dan Karakterisasi Karbon Nanopori Ampas Tebu (Saccharum officinarum) dengan Aktivator ZnCl₂ melalui Iridiasi Ultrasonik sebagai Bahan Penyimpan Energi Elektrokimia*. Jurusan Kimia, Universitas Hasanuddin.
- [7] Maghfiroh, L. 2016. *Adsorpsi Zat Warna Tekstil Remazol Brilliant Blue Menggunakan Zeolit yang Disintesis dari Abu Layang Batubara*. Skripsi. Semarang: Jurusan Kimia, Universitas Negeri Semarang.
- [8] Sani, A., Rostika, A. dan Rakhmawaty, D. 2009. *Pembuatan Fotokatalis TiO₂-Zeolit Alam Asal Tasikmalaya untuk Fotodegradasi Methylene Blue*. Jurnal Zeolit Indonesia, Jurusan Kimia Fmipa Universitas Padjadjaran, Vol. 8, No. 1.
- [9] Sari, K. P. 2015. *Imobilisasi Zat Warna dalam Serat Daun Nanas (Ananas comosus) sebagai Campuran Pembuatan Kertas*. Skripsi. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.
- [10] Miler J. C. dan Miller J. N. 1975. *Statistika untuk Kimia Analitik Edisi Kedua*. Bandung: Penerbit ITB.
- [11] Mulfiani, Amalia L. dan Nurhayati. 2008. *Impregnasi KOH pada Katalis yang Berasal dari Cangkang Kerang Darah (Anandara granosa) Kalsinasi Suhu 800 °C untuk Produksi Biodiesel*. Pekanbaru: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau Kampus Binawidya.
- [12] Wijayanti, E. Tutik, R. P. dan Utomo, M. P. 2011. *Pola Adsorpsi Zeolit Terhadap Pewarna Azo Metil Merah dan Metil Jingga*. Skripsi Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, (pp. 115–122).