



Penurunan Kadar Ion Cu (II) Dalam Air Menggunakan Membran ZSM-5/TiO₂ yang Disintesis dengan Variasi Kasa dan Waktu Penyinaran UV

Decrease In Cu (II) Ions Levels in Water Using ZSM-5/TiO₂ Membrane Which Was Synthesized With Variation In Gauze And UV Radiation Time

Ilma Rizqi Assyifa¹, Ana Hidayati Mukaromah²

¹Program Studi Diploma III Analisis Kesehatan, Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Semarang

Corresponding email : ana_hidayati@unimus.ac.id

²Laboratorium Kimia, Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Semarang

Abstrak

Pencemaran lingkungan dapat berasal dari limbah industri logam berat seperti logam berat Cu (II) yang dapat berpotensi merusak lingkungan. Kadar ion Cu (II) dalam air yang melebihi ambang batas 2,0 mg/L bila dikonsumsi oleh manusia maka akan menimbulkan keracunan, mual, muntah, dan menyebabkan kerusakan pada hati dan ginjal, oleh karena itu diperlukan metode penurunan kadar ion Cu (II) salah satunya menggunakan membran ZSM-5 yang terimpregnasi dengan TiO₂ (ZSM-5/TiO₂). Membran ZSM-5/TiO₂ adalah suatu membran yang disintesis dari penyangga kasa AISI 316-180, 304-200 dan 304-400 mesh yang sudah diberi perlakuan dan ditenamkan pada prekursor ZSM-5/TiO₂. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase penurunan kadar ion Cu (II) dalam air menggunakan membran ZSM-5/TiO₂ yang disintesis dengan penyangga kasa dan penyinaran UV. Objek penelitian ini adalah larutan sampel artifisial Cu (II) 50 ppm, selanjutnya dilewatkan melalui membran ZSM-5/TiO₂ selama waktu penyinaran UV. Hasil penelitian adalah kadar Cu (II) awal sebesar 47,13 ppm. Persentase penurunan kadar Cu (II) yang tertinggi yaitu 57,72% menggunakan membran ZSM-5/TiO₂ dengan penyangga kasa 304-400 selama penyinaran UV 90 menit. Ada pengaruh variasi jenis kasa dalam sintesis membran ZSM-5/TiO₂ dan variasi waktu penyinaran terhadap persentase penurunan kadar ion Cu (II) dalam air.

Kata kunci : Membran Zeolit ZSM-5/TiO₂, penyangga kasa, kadar ion Cu (II).

Abstract

Environmental pollution come from industrial heavy metal waste can be potential destroy the environment like heavy metals Cu (II). Ion levels Cu (II) in the water that exceed the threshold 2,0 mg/L if consume by human, so that cause poisoning, nausea, gag and cause liver and kidney damage, therefore it needs Cu (II) decrease methods. One of them with membrane ZSM-5 impregnation TiO₂ (ZSM-5/TiO₂). Membrane ZSM-5/TiO₂ is membrane that is synthesized from prekursor ZSM-5/TiO₂ it is immersed on gauze buffer IASI 316-180, 304-200 and 304-400. It is already given treatment. The aim of this research is to know decrease percentase Cu (II) levels in the water used by membrane ZSM-5/TiO₂ synthesized from buffer gauze and UV light. The object research use liquid artificial sample Cu (II) 50 ppm, then pour it with membrane zeolit ZSM-5/TiO₂ when UV radiation. The result of this research is Cu (II) level at the first is 47,13 ppm. Decrease percentase Cu (II) the highest level is 57,22% at membrane ZSM-5/TiO₂ with gauze buffer 304-400 mesh and the time of UV radiation in 90 minutes. There is influence the variation kinds of gauze in zeolit membrane systhesis and variation of the time radiation in Cu (II) levels in the water.

Kata kunci : Membrane Zeolit ZSM-5/TiO₂, gauze buffer, Cu (II) ion level.



PENDAHULUAN

Pencemaran air merupakan peristiwa masuknya polutan ke dalam lingkungan perairan, dapat berupa bahan organik yang dapat membusuk dan mudah didegradasi oleh mikroorganisme dan limbah anorganik yang berasal dari sisa produksi industri logam berat juga berpotensi merusak lingkungan karena mengandung bahan berbahaya (Susanti, 2016). Pencemaran logam berat yang diakibatkan oleh dampak kegiatan industri dan aktivitas rumah tangga harus dapat dikendalikan, karena akan menimbulkan permasalahan yang serius bagi kelangsungan hidup manusia maupun biota di sekitarnya. Logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup, seperti ion logam Tembaga Cu (II) (Fauziah, 2011).

Cu (II) adalah logam transisi (golongan 1 B) yang berwarna kemerahan, mudah renggang dan mudah ditempa. Tembaga bersifat toksik bagi makhluk hidup. Menurut Departemen Kesehatan yang tertuang dalam Kep.Menkes RI Nomor 492/MENKES/Per/IV/2010 tentang kadar Cu maksimum sebagai air bersih adalah 2,0 mg/L. Kadar ion Cu (II) dalam air yang melebihi ambang batas dalam tubuh akan mengakibatkan keracunan, mual, muntah, dan menyebabkan kerusakan pada hati dan ginjal (Yustisia, 2012). Oleh karena itu, perlu diperlukan penurunan kadar ion Cu (II) dalam air salah satunya dengan menggunakan membran ZSM-5/TiO₂. Zeolit ZSM-5 mempunyai saluran yang berfungsi sebagai katalis yang banyak digunakan pada reaksi-reaksi petrokimia.

Zeolit adalah suatu padatan kristalin berpori dengan tiga dimensi yang strukturnya mengandung aluminosilikat (SiO₄)⁴⁻ dan (AlO₄)⁵⁻ membentuk struktur bermuatan negatif dan berongga terbuka/berpori dengan ukuran 5,1 x 5,5 Å⁰ dan 5,4 x 5,6 Å⁰. Rumus umum zeolit adalah M_x/n[(AlO₂)_x(SiO₂)_y].mH₂O dengan M adalah kation bervalensi n. (AlO₂)_x(SiO₂)_y adalah kerangka zeolit yang bermuatan negatif, H₂O adalah molekul air dalam kerangka zeolit, dan m adalah jumlah molekul air (Mukaromah, 2014).

Zeolit ZSM-5 mempunyai luas permukaan yang besar dan mempunyai saluran yang dapat menyaring ion atau molekul. Zeolit dapat berfungsi sebagai katalis yang banyak digunakan pada reaksi-reaksi petrokimia. Manfaat zeolit sebagai penyaring molekul, penukaran ion, penyaring bahan, dan katalisator. Adsorpsi ZSM-5 dapat menyerap logam berat pada limbah cair, memiliki sifat selektif yang tinggi (Mundar, 2014).

Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk memaksimalkan kerja TiO₂ dengan cara mendistribusikannya ke dalam media pendukung, salah satunya dengan mengimpregnasikan TiO₂ ke dalam zeolit ZSM-5. TiO₂ mempunyai beberapa keunggulan yaitu non toksik, stabil pada pH 4,5-8 dan keaktifannya ketika dikenai cahaya. TiO₂ banyak digunakan sebagai fotokatalis karena tahan korosi, aman dan harganya ekonomis (Agusty, 2012). TiO₂ dapat berfungsi sebagai fotokatalis yaitu mempercepat reaksi yang diindikasikan oleh cahaya karena mempunyai struktur semikonduktor yaitu struktur elektronik yang dikarakterisasi oleh adanya pita valensi (valence band ; vb) terisi dan pita konduksi (conduction band ; cb) yang kosong. Kedua pita tersebut dipisahkan oleh energi celah pita (band gap energy ; Eg). Eg Ti O₂ jenis *anatase* sebesar 3.2 eV dan jenis *rutile* sebesar 3.0 eV, sehingga jenis *anatase* lebih foto reaktif dari pada jenis *rutile* (Mukaromah dkk., 2016).

Menurut penelitian Wijaya dkk. (2006) menunjukkan bahwa zeolit/TiO₂ dapat mendegradasi zat warna *alizarin s* (10⁻⁴ M) hingga 99% dalam waktu 60 menit. Metode fotodegradasi memerlukan bahan katalis semi-konduktor seperti TiO₂ dan sinar UV (Agusty, 2012). Penelitian Arifah dkk (2018) tentang penurunan kadar logam Cu (II) dalam air menggunakan zeolit ZSM-5/TiO₂ dengan variasi konsentrasi diperoleh hasil dari



penurunan kadar Cu (II) tertinggi 89,94% dengan penambahan ZSM-5/TiO₂ 1,25% b/v selama 75 menit.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase penurunan kadar ion Cu (II) dalam air menggunakan membran ZSM-5/TiO₂ yang disintesis dengan variasi jenis kasa AISI 316-180, 304-200, dan 304-400 mesh dan variasi waktu penyinaran UV 30, 60 dan 90 menit.

1. METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen laboratorium. Obyek penelitian ini menggunakan larutan sampel Cu (II) 50 ppm kemudian dialirkan melalui membran zeolit ZSM-5/TiO₂ dengan variasi waktu penyinaran UV 30, 60 dan 90 menit, sehingga terjadi penurunan kadar Cu (II) dalam air. Pengulangan sampel dilakukan masing-masing sebanyak 3 kali.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: gelas kimia, pipet tetes, pipet volume, kertas saring whatman 42, batang pengaduk, pipet volume, gelas ukur, labu ukur, erlenmayer, beaker glass, filter, statif dan klem, buret, tisu, wadah polipropilen, stirer, *Muffle furnace*, mortar, oven, reaktor + lampu UV, spektrofotometer. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kasa stainless steel AISI 316-180, 304-400 dan 304-200 mesh, kasa platina, HCl, H₂SO₄, Tetrapropilamonium Bromida (TPA-Br) buatan *Merck*, H₂O bebas mineral, NaAlO₂ buatan *Sigma Aldrich*, NaOH buatan *Merck* dan Ludox HS-40 buatan *Aldrich-Chemistry*.

2. Prosedur Penelitian

Perlakuan Awal Kasa

27 buah kasa dengan ukuran membran 3 x 3 cm direndam dalam NaOH 15% b/v selama 20 menit, kemudian direndam dalam larutan HCl 15% v/v selama 20 menit, kemudian dicuci dengan aquades dalam ultrasonik selama 20 menit.

Selanjutnya dioksidasi secara elektrokimia dalam H₂SO₄ 20% v/v dengan voltase konstan 3-5 Ampere, kemudian dikeringkan pada suhu 110°C, selama 1 jam. Prosedur diulang tersebut untuk kasa baja ukuran 3 x 3 cm (Gao dkk, 2011).

Pembuatan Zeolit ZSM-5 pada Suhu Rendah (90°)

Pembuatan zeolit ZSM-5 dengan cara dicampurkan 0,136 g NaAlO₂ dan 1,390 g NaOH 50% b/v dalam botol propilen 1. TPABr sebanyak 1,549 g dilarutkan dengan 7,3802 g air ke dalam botol propilen 2, diaduk dengan pengaduk magnetik selama 5 menit, dimasukkan ke dalam botol propilen 1, ditambahkan 24,940 g ludox HS-40%, sehingga terbentuk semi gel dan diaduk selama 6 jam maka terbentuk gel yang homogen. Selanjutnya botol propilen 1 dimasukkan dalam oven dengan suhu 90°C selama 4 hari sehingga terbentuk padatan putih. Endapan putih dicuci dengan air dan disaring menggunakan kertas whatman 42 dan dimasukkan dalam oven dengan suhu 60°C selama 24 jam untuk mendapatkan padatan yang mengering dengan maksimal dan selanjutnya padatan dipanaskan pada suhu 550°C *muffle furnace* dalam 6 jam (Mukaromah dkk, 2017; Yulia dkk 2018).

Pembuatan Prekursor Zeolit ZSM-5/TiO₂

Zeolit ZSM-5 sebanyak 20 g dan ditambahkan 1 g TiO₂ yang telah dilarutkan dalam 20 ml etanol absolut. Campuran diaduk dengan pengaduk magnetik selama 5 jam sehingga terbentuk gel (Agusty, 2012).

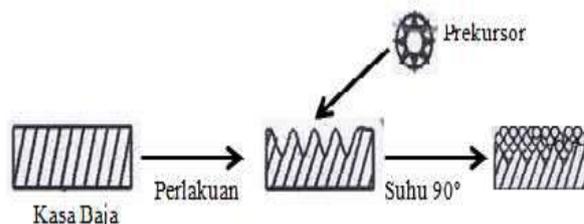
Sintesis membran Zeolit ZSM-5/TiO₂

Masing-masing jenis kasa yaitu AISI 316-180, 304-200, 304-400 mesh yang telah mendapat perlakuan dibenamkan pada prekursor ZSM-5/TiO₂ dalam wadah plastik polipropilen dengan rasio luas permukaan terhadap volume reaktor 1,44 kemudian dipanaskan pada temperatur 120°C selama 5 jam (Mukaromah dkk, 2016). Selanjutnya membran zeolit



ZSM-5/TiO₂ dicuci dengan akuades dan dipanaskan pada temperatur 60°C selama 3 jam (Mukaromah dkk, 2014).

Proses sintesis membran Zeolit ZSM-5/TiO₂ tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses sintesis membran Zeolit ZSM-5/TiO₂ (Gao dkk, 2011 dalam Mukaromah dkk, 2017).

Penetapan Kadar Awal Ion Cu (II) Awal

Larutan Sampel artifisial Cu (II) dengan konsentrasi awal 50 ppm. Dipipet 5,0 mL (pengenceran 10 kali) lalu ditambahkan ± 35 ml akuades + 5,0 mL NH₄OH 5% + 5,0 mL Na dietilditiokarbomat 1% dan dibaca absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 450 nm.

Penurunan kadar ion Cu (II)

Larutan Sampel Cu (II) dengan konsentrasi 50 mg/L dialirkan melalui membran Zeolit ZSM-5/TiO₂ dengan penyangga kasa AISI 316-180 mesh dengan penyinaran UV selama 30 menit Filtrat yang dihasilkan dihitung kadar Cu (II) (sebagai ion Cu (II) akhir), selanjutnya perlakuan diulang untuk variasi waktu 60, dan 90 menit dan diulang pada penyangga kasa 304-400 dan 304-200 mesh.

Penetapan Kadar Cu (II) setelah dialirkan kedalam Membran Zeolit ZSM-5/TiO₂ dengan variasi jenis kasa dan waktu penyinaran UV

Larutan filtrat hasil penurunan kadar Cu (II) yang sudah dilewatkan kedalam membran Zeolit ZSM-5/TiO₂ diambil sebanyak 5,0 ml dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50,0 ml lalu ditambahkan ± 35 ml akuades + 5,0 mL NH₄OH 5% + 5,0 mL Na dietilditiokarbomat 1% ditepatkan dengan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan. Absorbansi dibaca pada panjang gelombang 450 nm dan waktu kestabilan yang optimum. Prosedur diulang pada larutan hasil penurunan kadar Cu (II) yang sudah mendapat perlakuan penyinaran UV 30, 60, dan 90 menit dengan masing-masing jenis kasa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian didapatkan penurunan kadar Cu (II) menggunakan larutan baku Cu (II) 50 ppm dengan variasi jenis kasa AISI 316-180, 304-200, dan 304-400 mesh dan variasi waktu penyinaran UV 30, 60, dan 90 menit tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase (%) penurunan kadar Cu (II) dalam sampel setelah perlakuan menggunakan Zeolit ZSM-5/TiO₂.

Variasi Jenis Kasa	Persentase (%) penurunan kadar Cu (II) dengan Variasi Waktu (menit)			
	0	30	60	90
0	47,13	-	-	-
AISI 316-		26,47±0,31%	33,20±0,10%	37,26±0,21%



180			
304-200	31,26±0,20%	39,49±0,30%	41,72±0,32%
304-400	40,51±0,30%	48,56±0,40%	57,72±0,2%

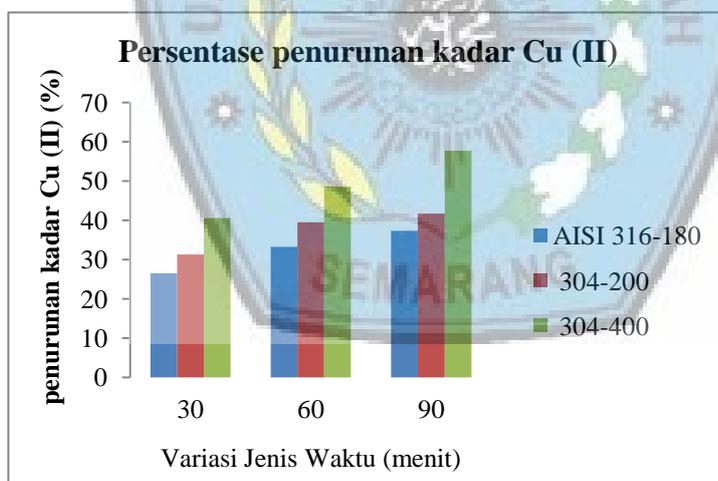
Berdasarkan Tabel 1 didapatkan kadar Cu (II) awal sebesar 47,13 ppm kemudian dilewatkan membran zeolit ZSM-5 TiO₂ dengan variasi jenis kasa dan variasi waktu penyinaran UV selama 30, 60 dan 90 menit. Hasil persentase penurunan kadar Cu (II) tertinggi yaitu 57,72±0,2% menggunakan membran ZSM-5/TiO₂ dengan penyangga kasa 304-400 dan waktu penyinaran UV 90 menit. Hal ini disebabkan kasa 304-400 setiap 1 inch (2,54x2,54 cm²) terdapat 400 lubang dan jarak antar lubang dalam kasa semakin rapat, sehingga

prekursor ZSM-5/TiO₂ yang menempel pada kasa tersebut semakin banyak, dengan demikian penurunan kadar Cu (II) pada kasa 304-400 lebih tinggi dibandingkan dengan kasa AISI 316-180 dan 304-200.

Penurunan kadar ion Cu (II) yang tertinggi diperoleh dengan waktu penyinaran UV 90 menit. Hal ini

disebabkan semakin lama penyinaran UV maka semakin banyak energi foton yang diserap oleh fotokatalis TiO₂ sehingga radikal •OH yang terbentuk pada fotokatalis semakin banyak dan kontak antara radikal •OH dengan substrat ion Cu (II) juga semakin banyak, sehingga dapat meningkatkan efektivitas penurunan kadar ion Cu (II).

Persentase penurunan kadar Cu (II) setelah perlakuan menggunakan ZSM-5 TiO₂ dengan variasi jenis kasa AISI 316-180 mesh, 304-200 mesh, dan 304-400 mesh dan variasi waktu penyinaran 30 menit, 60 menit, dan 90 menit tertera pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik persentase (%) penurunan kadar Cu (II) dalam sampel sesudah perlakuan

Hasil penelitian diuji secara statistik menggunakan metode *One Way Anova* dengan diawali uji kenormalan data Shapiro wilk p value yaitu 0,145; 0,176; 0,091 menunjukkan bahwa data berdistribusi normal. Pada uji homogeneity nilai p value yaitu 0,608 maka data berdistribusi homogen. Kemudian diuji dengan *One Way Anova* dimana p value yaitu 0,002 maka H_a diterima. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh variasi jenis kasa dalam sintesis membran ZSM-5/TiO₂ dan variasi waktu penyinaran UV terhadap persentase penurunan kadar ion Cu (II) dalam sampel air.



4. KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu penurunan kadar Cu (II) menggunakan Membran Zeolit ZSM-5/TiO₂ dengan variasi jenis kasa dan waktu penyinaran UV adalah konsentrasi Cu (II) awal adalah ±47,13 ppm, persentase penurunan Cu (II) tertinggi yaitu ±57,72%, setelah melewati membran Zeolit ZSM-5/TiO₂ yang disintesis menggunakan penyangga kasa 304-400 mesh dan penyinaran UV selama 90 menit. Ada pengaruh variasi jenis kasa dalam sintesis membran ZSM-5/TiO₂ dan variasi waktu penyinaran UV terhadap persentase penurunan kadar ion Cu (II) dalam sampel air.

Masyarakat diharapkan dapat mengaplikasikan zeolit ZSM-5 terimpregnasi TiO₂ untuk menurunkan kadar Cu (II) dalam air dan dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan membran zeolit ZSM-5 terimpregnasi TiO₂ dengan penambahan variasi waktu yang lebih lama dan variasi jenis kasa perlu dilakukan.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Dr. Ana Hidayati Mukaromah, M.Si selaku Pembimbing dan Ketua Program Studi D-III Analis Kesehatan.
2. Fandhi Adi Wardoyo, M.Sc selaku penguji.
3. Ayahanda, Ibunda, Keluarga dan Sahabat tercinta yang senantiasa memberi do'a serta bantuan secara moral maupun material.
4. Rekan-rekan Diploma III Analis Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang Angkatan tahun 2016 yang telah memberikan bantuan dan dukungan.

6. REFERENSI

- Agusty, I.P., 2012. Penggunaan Zeolit Terimpregnasi TiO₂ untuk Mendegradasi Zat Warna Congo Red (Doctoral dissertation, Universitas Airlangga).
- Arifah, Isni. 2018. Penurunan kadar ion logam Cu (II) dalam air menggunakan zeolit ZSM-5 terimpregnasi TiO₂ dengan variasi konsentrasi. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Faridah, Mukaromah A.H, & Sulistyanyngtyas A.R., 2018. *Penurunan kadar logam Cr(VI) dalam air menggunakan zeolit ZSM-5 terimpregnasi TiO₂ dengan variasi waktu penyinaran UV*. Karya tulis ilmiah. Diploma III Analis Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang. 47-53.
- Gao, Y., Chen, M., Zhang, T. and Zheng, X., 2011. A novel method for the growth of ZSM-5 zeolite membrane on the surface of stainless steel. *Materials letters*, 65(17-18), pp.2789-2792.
- Menkes RI, 2010, Peraturan Menteri Kesehatan RI PERMENKES RI/No 429/MENKES/PER/IV/2010.
- Mukaromah, A.H., Amin, M., Buchari., Mukti R.R., Zulfikar, M.A., (2014) Pengaruh variasi mol H₂O terhadap kristalisasi zeolit ZSM-5. Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian, LPPM dan FIKKES UNIMUS, ISBN; 978-602-18809-1-3,677-682.
- Mukaromah, A.H., Wahyuni, E.T., Siswanta. D., 2016. Penurunan konsentrasi p-klorofenol dengan fotokatalis TiO₂ dan ion Fe (III). *The 3rd University Research Colloquium*. ISSN 2407-9189. Hal 107-112.



- Mukaromah, A. H., Kadja, G. T. M., Mukti, R. R., Pratama, I. R., Zulfikar, M. A., & Buchari, B. (2016). The Surface-to-volume Ratio of the Synthesis Reactor Vessel Governing the Low Temperature Crystallization of ZSM-5. *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*, 48(3), 241-251.
- Mukaromah, A.H., Ariyadi, T., Saputri, M.J. and Utami, R.A., 2017, October. Penurunan Konsentrasi Gas Karbon Monoksida Dengan Membran Zeolit Secara Coating Menggunakan Kasa AISI 316-180 dan 304-400 Mesh dengan Perlakuan I dan II. In Prosiding Seminar Nasional & Internasional (Vol. 1, No. 1).
- Mundar, A. 2014. Adsorpsi logam Pb dan Fe dengan zeolit alam teraktivai asam sulfat. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Nurropiah, P., Mukaromah, A.H., Sitomurti D.H. (2015): Penurunan kadar krom (VI) dalam ir menggunakan zeolit ZSM-5 dengan variasi konsentrasi dan lama waktu perendaman. Seminar Nasional Bidang MIPA dan Kesehatan The 2rd University Research Colloquium 2015. ISSN 2407-9189, 445-450
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MENKES/PER/IV/2010. Kadar ion krom dan tembaga dalam air minum.
- Poerwadi, M.R., Zacoeb, A., Syamsudin, S. 2014. *Pengaruh penggunaan mineral lokal zeolit alam terhadap karakteristik Self-Compacting Concrete (SSC)*. Universitas Brawijaya, Malang.
- Purnomo, Setyarini PH and Mukaromah AH 2018 The Potential of silk fibrion as apolymer composite reinforment for bone implant materials. *J MATEC Web of Conferes* 204. 0501.
- Saputri, M.J., Mukaromah, A.H. and Yusrin, Y., 2017, October. Sintesis Membran Zeolit ZSM-5 secara Coating pada Suhu 90°C Berdasarkan Variasi Perlakuan Kasa Stainless Steel AISI 316 180 Mesh dalam Menurunkan Kadar Gas CO. In Prosiding Seminar Nasional & Internasional (Vol. 1, No. 1). Hal. 687-699.
- Susanti, M.M. and Kristiani, M., 2016. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Kerang (Anadara sp) yang Beredar di Kota Semarang. *IJMS Indonesian Journal on Medical Science*, 3(1).