

SKRIPSI

**SINTESIS DAN PENGGUNAAN MOF SEBAGAI *DYE REMOVAL*
(STUDI LITERATUR)**



Diusulkan oleh:

Deianearra Septi Anggini

Nisabelle

1605380

PROGRAM STUDI KIMIA

DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU

PENGETAHUAN ALAM UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

Deianearra Septi Anggini Nisabelle, 2021

SINTESIS DAN PENGGUNAAN MOF SEBAGAI DYE REMOVAL (STUDI LITERATUR)

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

2021

**Sintesis Dan Penggunaan Mof Sebagai *Dye Removal*
(Studi Literatur)**

Oleh
Deianearra Septi Anggini Nisabelle

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Deianearra Septi Anggini Nisabelle
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2021

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

Deianearra Septi Anggini Nisabelle

1605380

Program Studi Kimia

**SINTESIS DAN PENGGUNAAN MOF SEBAGAI *DYE REMOVAL*
(STUDI LITERATUR)**

Disetujui dan disahkan oleh :

Dosen Pembimbing I



Prof. Dr. Agus Setiabudi, M.Si.

NIP. 196808031992031002

Dosen Pembimbing II



Galuh Yuliani, Ph.D.

NIP. 198007252001122001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Kimia

Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Pendidikan Indonesia



Dr. Hendrawan, M.Si.

NIP. 196309111989011001

ABSTRAK

Perkembangan industri tekstil yang memberi kontribusi besar terhadap perkembangan ekonomi di Indonesia telah berdampak pada tingginya jumlah limbah cair berupa sisa zat pewarna atau dye tekstil sintetis. Dampak negatif limbah cair terhadap lingkungan adalah dapat pengurangan kualitas air meningkatkan nilai Biological dan Chemical Oxygen Demand (BOD dan COD), mengganggu fotosintesis, menghambat pertumbuhan tanaman, masuk ke dalam rantai makanan, memicu rekalsitransi dan bioakumulasi, dapat meningkatkan toksisitas, mutagenitas, serta karsinogenitas komunitas di air. Oleh karena itu, zat pewarna dalam air limbah tersebut harus dikurangi atau bahkan didegradasikan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Senyawa yang saat ini mulai dikembangkan sebagai pengurangan zat pewarna adalah oksida logam dan material metal organic framework (MOF). MOF dengan berbagai jenis ion logam pusat telah dikembangkan untuk pengurangan zat warna dengan hasil yang sangat baik. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan metode dye removal pada limbah industri berbasis MOF dengan perbandingan pada jenis MOF yang digunakan, karakter sintesis dan jenis dye yang dihilangkan, serta mekanisme pengurangan zat warna yang terjadi. Penelitian dilakukan dengan metode analisis perbandingan data sekunder dari 6 jurnal relevan. Berdasarkan hasil analisis didapatkan ada beberapa jenis MOF yang digunakan sebagai dye removal yaitu $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Cu}_3(\text{BTC})$, ZIF-8/PVDF, PCN-222/MOF-545, ZIF-8 & ZIP-67 dan Ni-Zn MOF. Metode sintesis MOF yang digunakan meliputi (hidrotermal), larutan dan metode gel. MOF yang digunakan dalam proses dye removal memiliki karakteristik umum: luas permukaan antara $5\mu\text{m} - 200\text{nm}$ dan efisiensi adsorpsi berkisar antara 50% - 100%. Sedangkan jenis zat warna yang digunakan untuk ujicoba adalah Methylene Blue (MB), Methylene Orange (MO), Rhodamine B and Congo Red (CR). Jenis zat ini adalah zat warna yang sering digunakan dalam industri tekstil. Sedangkan, mekanisme umum yang terjadi yaitu adsorpsi dengan mekanisme spesifiknya yaitu interaksi elektrostatik, π - π stacking, dan lain-lain

Kata Kunci: industri tekstil, limbah, zat warna, MOF

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Luaran.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II PUSTAKA	4
2.1 Dye (Zat Warna)	4
2.2 Metal Organic Frameworks (MOFs)	5
2.3 Zeolitic Imidazolate Framework (ZIF).....	7
2.4 Potensi Penggunaan MOF Sebagai Dye Removal	8
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
3.1. Jenis Penelitian	14
3.2. Pemilihan Unit Analisis	14
3.3. Teknik Pengambilan Data dan Sumber Data	14
3.4. Metode Analisis Data.....	17
3.5. Kerangka Masalah	17
BAB IV PEMBAHASAN.....	19
4.1 Jenis Sintesis MOF yang digunakan dalam Dye Removal	19
4.2 Proses Sintesis MOF	20
4.2.1 Fe ₃ O ₄ /Cu ₃ (BTC).....	20
4.2.2 ZIF-8/PVDF	21

4.2.3	PCN-222/MOF-545.....	21
4.2.4	ZIF-8 & ZIF-67	22
4.2.5	Ni-Zn MOF.....	23
4.3	Karakterisasi MOF	23
4.3.1	Fe ₃ O ₄ /Cu ₃ (BTC).....	24
4.3.2	ZIF-8/PVDF	25
4.3.3	PCN-222/MOF-545.....	29
4.3.4	ZIF-8 & ZIF-67	31
4.3.5	Ni-Zn	35
4.4	Mekanisme MOF Dalam Proses Dye Removal	37
4.4.1	Proses Dye Removal	37
4.4.2	Fe ₃ O ₄ /Cu ₃ (BTC).....	39
4.4.3	ZIF-8/PVDF	41
4.4.4	PCN-222/MOF-545.....	43
4.4.5	ZIF-8 & ZIF-67	45
4.4.6	Ni-Zn	48
4.5	Efisiensi Penghilangan Zat Warna Menggunakan MOF	49
BAB V KESIMPULAN.....		50
DAFTAR PUSTAKA		51

DAFTAR PUSTAKA

- Cardoso, N.F., Eder, C.L., Isis, S.P., Cmila, V.A., Betina, R., Rodrigo, B.P., Wagner, S.A. dan Simone, F.P.P. 2010. *Application of Cupuassu Shell as Biosorbent for the Removal of Textile Dyes from Aqueous Solution*. Journal of Environmental Management ISSN 0301-4797, Vol. 92, No. 4, pp. 1237-1247.
- Chen, B., Bai, F., Zhu, Y., Xia, Y. (2014), A Cost-effective Method for the Synthesis of Zeolitic Imidazolate Framework-8 Materials from Stoichiometric Precursors via Aqueous Ammonia Modulation at Room Temperature. *Microporous and Mesoporous Material* **193**, 7- 14.
- Cho, H. Y., Kim, J., Kim, S. N., Ahn, W. S. (2013), High Yield 1-L Scale Synthesis of ZIF-8 Via a Sonochemical Route. *Microporous and Mesoporous Materials* **169**, 180-184.
- Choi, J. S., Son, W. J., Ahn, W. S. (2008), Metal–Organic Framework MOF-5 Prepared by Microwave Heating: Factors to be Considered. *Microporous and Mesoporous Material* **116**, 727-731.
- Cravillon, J., Münzer, S., Lohmeier, S. J., Feldhoff, A., Huber, J., Wiebcke, M. (2009), Rapid Room-Temperature Synthesis and Characterization of Nanocrystals of a Prototypical Zeolitic Imidazolate Framework. *America Chemistry Society* **21**, 1410-1412.
- Davarpanah, S. J., Karimian, R., Goodarzi, V., & Piri, F. (2015). Synthesis of copper (II) oxide (CuO) nanoparticles and its application as gas sensor. *Journal of Applied Biotechnology Reports*, 2(4), 329–332.
- Dörner, L., Cancellieri, C., Rheingans, B., Walter, M., Kägi, R., Schmutz, P., Kovalenko, M. v., & Jeurgens, L. P. H. (2019). Cost-effective sol-gel synthesis of porous CuO nanoparticle aggregates with tunable specific surface area. *Scientific Reports*, 9(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48020-8>
- Ha, K., Joo, G. S., Nisola, G. M., Chung, W. J., Kang, C. J., & Kim, Y. S. (2007). Capillary electrophoresis amperometric detector (CE-AD) microchip with new microchannel structure for miniaturization. *2007 7th IEEE International Conference on Nanotechnology - IEEE-NANO 2007, Proceedings*, 1007–1010. <https://doi.org/10.1109/NANO.2007.4601353>
- Jabbar, S. M. (2017). Synthesis of CuO Nano structure via Sol-Gel and Precipitation Chemical Methods. *Al-Khwarizmi Engineering Journal*, 12(4), 126–131. <https://doi.org/10.22153/kej.2016.07.001>

- Kuppler, R. J., Timmons, D. J., Fang, Q. R., Li, J. R., Makal, T. A., Young, M. D., Yuan, D., Zhao, D., Zhuang, W., Zhou, H. C. (2009), Potential Applications of Metal-Organic Frameworks. *Coordination Chemistry Reviews* **253**, 3042-3066
- Krishna, C. 2014. *A research on Cocoa Pod Husk Activated Carbon for Textile Industrial Wastewater Colour Removal*. International Journal of Research in Engineering and Technology, Vol. 03, No. 03, pp. 731-737.
- Li, H., Cao, X., Zhang, C., Yu, Q., Zhao, Z., Niu, X., Sun, X., Liu, Y., Ma, L., & Li, Z. (2017). Enhanced adsorptive removal of anionic and cationic dyes from single or mixed dye solutions using MOF PCN-222. *RSC Advances*, 7(27), 16273–16281. <https://doi.org/10.1039/c7ra01647f>
- Li, Haigang., dan Yang, Chuanfang. 2015. *Nitrite Removal Using Ion Exchange Resin: Batch vs. Fixed bed Performance*. Journal Separation Science and Technology, Vol. 50, No. 11, pp
- Li, Y., Zhou, K., He, M., & Yao, J. (2016). Synthesis of ZIF-8 and ZIF-67 using mixed-base and their dye adsorption. *Microporous and Mesoporous Materials*, 234, 287–292. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2016.07.039>
- Majedi, Y., Eman, A., Mariam, A.N., Arwa, R., Sarah, S.A., Nathir, A.R., Thies, T. Dan Ahmad, S. 2014. *Treatment of Dye-Loaded Wastewater with Activated Carbon from Dead Palm Leaf Wastes*. Arab: World Sustainability Forum Conference Proceedings Paper. <http://www.sciforum.net/conference/wsf-4>.
- Nordin, N. A. H. M., Ismail, A. F., Mustafa, A., Goh, P. S., Rana, D., Matsuura, T. (2014), Aqueous Room Temperature Synthesis of Zeolitic Imidazole Framework 8 (ZIF-8) with Various Concentrations of Triethylamine. *The Royal Society of Chemistry* **4**, 33292-33300.
- Pan, Y., Liu, Y., Zeng, G., Zhao, L., Lai, Z. (2011), Rapid Synthesis of Zeolitic Imidazolate Framework-8 (ZIF-8) Nanocrystals in an Aqueous System. *The Royal Society of Chemistry* **47**, 2017-2073
- Pavan, F. A., Dias, S. L. P., Lima, E. C. dan Benvenutti, E.V. 2008. *Removal of Congo Red from Aqueous Solution by Anilinepropylsilica Xerogel*. Dyes Pigmen, Vol. 76, pp. 64-69.
- Pavia, D. L., Lampman, G.M., Kriz, G.S. dan Vyvyan, J R. 2001. *Introduction to Spectroscopy*, 4th ed., Cengage Learning, Canada.
- Shi, Q., Chen, Z., Song, Z., Li, J., Dong, J. (2011), Synthesis of ZIF-8 and ZIF-67 by Steam-Assisted Conversion and an Investigation of Their Tribological Behaviors. *Angewandte Chemie* **50**, 672-675.

- Shojaie-Bahaabad, M., & Taheri-Nassaj, E. (2008). Economical synthesis of nano alumina powder using an aqueous sol-gel method. *Materials Letters*, 62(19), 3364–3366. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2008.03.012>
- Suleiman, M., Mousa, M., Hussein, A., Hammouti, B., Taibi, B., & Warad, I. (2013). *Copper (II) -Oxide Nanostructures : Synthesis , Characterizations and their Applications – Review*. 4(5), 792–797.
- Suparno, O., Covington, A. D., & Evans, C. S. (2005). Kraft lignin degradation products for tanning and dyeing of leather. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 80(1), 44–49. <https://doi.org/10.1002/jctb.1150>
- Vatanpour, V., & Khorshidi, S. (2020). Surface modification of polyvinylidene fluoride membranes with ZIF-8 nanoparticles layer using interfacial method for BSA separation and dye removal. *Materials Chemistry and Physics*, 241, 122400. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2019.122400>
- Venna, S. R., Jasinki, J. B., Carreon, M. A. (2010), Structural Evolution of Zeolitic Imidazolate Framework-8. *Journal of American Chemistry Society* **132**, 18030-18033
- Yang, M., & Bai, Q. (2019). Flower-like hierarchical Ni-Zn MOF microspheres: Efficient adsorbents for dye removal. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 582(June), 123795. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2019.123795>
- Zhang, Z., Xian, S., Xi, H., Wang, H., Li, Z. (2011), Improvement of CO₂ Adsorption on ZIF-8 Crystals Modified by Enhancing Basicity of Surface. *Chemical Engineering Science* **66**, 4878-4888.
- Zhao, X., Liu, S., Tang, Z., Niu, H., Cai, Y., Meng, W., Wu, F., & Giesy, J. P. (2015). Synthesis of magnetic metal-organic framework (MOF) for efficient removal of organic dyes from water. *Scientific Reports*, 5(May), 1–10. <https://doi.org/10.1038/srep11849>
- Zhou, M., Wang, Q., Zhang, L., Liu, Y. C., Kang, Y. (2009), Adsorption Sites of Hydrogen in Zeolitic Imidazolate Frameworks. *Physical Chemistry* **113**, 11049-11053.