

**KAJIAN PUSTAKA BIOREMEDIASI METANOL  
MENGUNAKAN BAKTERI**

**NASKAH TUGAS AKHIR**

**VIKA AMALIA  
A161011**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA  
YAYASAN HAZANAH  
BANDUNG  
2020**

**KAJIAN PUSTAKA BIOREMEDIASI METANOL  
MENGUNAKAN BAKTERI**

**NASKAH TUGAS AKHIR**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi

**VIKA AMALIA  
A161011**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA  
YAYASAN HAZANAH  
BANDUNG  
2020**

**KAJIAN PUSTAKA BIOREMEDIASI METANOL  
MENGUNAKAN BAKTERI**

**VIKA AMALIA  
A161011**

Oktober 2020

Disetujui Oleh

Pembimbing



Syarif Hamdani, M.Si

Pembimbing



apt. Dewi Astriany, M.Si

Kutipan atau saduran baik sebagian ataupun seluruh naskah, harus menyebut nama pengarang dan sumber aslinya, yaitu Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

*Skripsi ini kupersembahkan untuk kedua orang tuaku  
tercinta yang selalu berjuang untuk mewujudkan apa yang  
menjadi impianku, yang tak henti memberikan motivasi dan  
doa tulus yang selalu mengalir utukku.*

## ABSTRAK

Metanol atau metil alkohol adalah senyawa kimia yang termasuk golongan alkohol paling sederhana, namun sangat beracun dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Beberapa sumber yang banyak menghasilkan limbah senyawa metanol diantaranya industri farmasi, industri kimia, industri kertas, dan penyulingan minyak bumi. Senyawa metanol ini merupakan zat kimia berbahaya, maka perlu ditangani dengan baik sebelum dilepaskan ke lingkungan. Penanggulangan dampak pencemaran senyawa metanol ini menggunakan metode biologi yaitu bioremediasi. Pada dasarnya metanol merupakan salah satu senyawa organik yang dapat didegradasi oleh mikroba. Bakteri digunakan sebagai agen bioremediasi karena dapat hidup di lingkungan ideal maupun ekstrem. Beberapa jenis bakteri yang diketahui memiliki kemampuan untuk mendegradasi senyawa metanol diantaranya bakteri dari genus *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Methylobacterium*, *Sporomusa*, *Methanomonas*, *Methylococcus*, *Ochrobacterium*, *Thermotoga*, *Methanospirillum*, *Methanobacterium*, dan *Microbacterium*. Bakteri-bakteri tersebut memiliki kemampuan untuk memanfaatkan metanol sebagai sumber karbon dan energi. Ulasan ini bertujuan untuk memberikan informasi yang berkaitan dengan teknik bioremediasi metanol, mikroorganisme yang digunakan, dan kondisi optimum bakteri dalam mendegradasi senyawa metanol.

**Kata kunci:** bakteri, bioremediasi, limbah, lingkungan, metanol.

## **ABSTRACT**

*Methanol or methyl alcohol is a chemical compound that belongs to the simplest alcohol class, but is very toxic and dangerous to human health. Sources of producing methanol compound waste include the pharmaceutical industry, the chemical industry, the paper industry, and petroleum refining. Methanol compound is a dangerous chemical, it needs to be handled properly before being released into the environment. The prevention of the impact of this methanol compound pollution uses a biological method, namely bioremediation. Basically, methanol is an organic compound that can be degraded by microbes. Bacteria are used as bioremediation agents because they can live in ideal or extreme environments. Several types of bacteria are known to have the ability to degrade methanol compounds, including bacteria from the genus *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Methylobacterium*, *Sporomusa*, *Methanomonas*, *Methylococcus*, *Ochrobacterium*, *Thermotoga*, *Methanospirillum*, *Methanobacterium*, and *Microbacterium*. These bacteria have the ability to utilize the methanol as a source of carbon and energy. This review aims to provide information related to methanol bioremediation techniques, the microorganisms used, and the optimum conditions for bacteria to degrade methanol compounds.*

**Keywords:** *bacteria, bioremediation, waste, environment, methanol.*

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim,*

Puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT atas segala berkah rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul “**REVIEW : Bioremediasi Metanol Menggunakan Bakteri**” dibawah bimbingan Syarif Hamdani, M.Si. dan apt. Dewi Astriany, M.Si.

Penelitian dan penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada jurusan Farmasi Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pihak yang sudah mendukung dan membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini, khususnya kepada :

1. Dr. apt. Adang Firmansyah, M.Si. selaku Ketua Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
2. apt. Revika Rachmaniar, M.Farm. selaku Ketua Program Studi,
3. apt. Melvia Sundalian, M.Si selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis,
4. Seluruh staf dosen, staf administrasi serta karyawan Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
5. Serta sahabat-sahabat angkatan 2016 yang telah memberikan inspirasi dan kegembiraan selama penulis kuliah di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan karena pengetahuan yang masih sangat terbatas. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati diharapkan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga tugas akhir ini akan memberikan manfaat bagi penulis sendiri dan juga bagi pihak lain yang berkepentingan.

Bandung, Oktober 2020

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>KUTIPAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Pembuatan Naskah Tugas Akhir .....	2
1.3 Luaran/Manfaat Tugas Akhir Literature Review .....	2
<b>BAB II METODOLOGI</b> .....	<b>3</b>
2.1 Alat .....	3
2.2 Bahan .....	3
2.3 Populasi dan Sampel .....	3
2.3.1 Populasi .....	3
2.3.2 Sampel .....	3
2.4 Variabel Penelitian .....	4
2.4.1 Variabel Dependen .....	4
2.4.2 Variabel Independen .....	4
2.5 Metode Pengumpulan Data .....	4
2.5.1 Data Sekunder .....	4
2.5.2 Metode Kajian Pustaka .....	5
2.6 Metode Analisis Data .....	5
2.7 Publikasi .....	5
<b>BAB III KAJIAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>

3.1 Bioremediasi .....	6
3.2 Metanol .....	7
3.3 Degradasi Hidrokarbon.....	8
3.3.1 Alifatik Hidrokarbon .....	8
3.3.2 Aromatik Hidrokarbon .....	8
3.3.3 <i>Polinuclear Aromatic</i> Hidrokarbon .....	9
3.4 Bakteri .....	9
<b>BAB IV PROSPEK DAN REKOMENDASI .....</b>	<b>11</b>
4.1 Bioremediasi .....	11
4.2 Teknik Bioremediasi .....	11
4.3 Degradasi Senyawa Metanol oleh Bakteri.....	11
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>18</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>19</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>23</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi bioremediasi .....	7
4.1 Spesies bakteri pendegradasi senyawa metanol .....	12

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Struktur Kimia Metanol.....	8

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Bukti Submit pada Jurnal .....	23

## DAFTAR PUSTAKA

- Arfman N, Dijkhuizen L, Kirchhof G, Ludwig W, Schleifer KH, Bulygina ES, Chumakov KM, Govorukhina NI, Trotsenko YA, White D, Sharp RJ. 1992b. *Bacillus methanolicus* sp. nov., a new species of thermotolerant, methanol-utilizing, endospore-forming bacteria. *Int J Syst Bacteriol* 42:439–445.
- Bache R, Pfennig N. 1981. Selective isolation of *Acetobacterium woodii* on methoxylated aromatic acids and determination of growth yield. *Arch Microbiol* 130:255–261.
- Balk, M. 2002. *Thermotoga lettingae* sp. nov., a novel thermophilic, methanol-degrading bacterium isolated from a thermophilic anaerobic reactor. *International Journal Of Systematic And Evolutionary Microbiology*, 52(4), 1361–1368.
- Balk, M., Weijma, J., Friedrich, M. W., and Stams, A. J. M. 2003. Methanol utilization by a novel thermophilic homoacetogenic bacterium, *Moorella mulderi* sp. nov., isolated from a bioreactor. *Archives of Microbiology*, 179(5), 315–320.
- Braun, M. and Stolp, H. 1985. Degradation of methanol by a sulfate reducing bacterium. *Arch Microbiol* 142, 77–80.
- Brautaset, T., Jakobsen, Ø. M., Josefsen, K. D., Flickinger, M. C., and Ellingsen, T. E. 2007. *Bacillus methanolicus*: a candidate for industrial production of amino acids from methanol at 50°C. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 74(1).
- Cord-Ruwisch R. Ollivier B. 1986. Interspecific hydrogen transfer during methanol degradation by *Sporomusa acidovorans* and hydrogenophilic anaerobes. *Arch. Microbiol.*, 144, 163–165.
- Daphne, F & Loka BPA. 2006. Marine and estuarine methylotrophs: their abundance, activity and identity. *Cur Sci*, 90(7), 984-989.
- Das, S. 2014. *Microbial Biodegradation and Bioremediation*. London: Elsevier Inc. Hal. 1-21.
- De la Cueva, S. C., Rodríguez, C. H., Cruz, N. O. S., Contreras, J. A. R., and Miranda, J. L. 2016. Changes in Bacterial Populations During Bioremediation of Soil Contaminated with Petroleum Hydrocarbons. *Water, Air, & Soil Pollution*, 227(3): 1-12.
- Fishben, L. 1997. Methanol. *Environmental Health Criteria* 196. Virginia.

- Folch A, Vilaplana M, Amado L, Vicent R, and Caminal G. 2013. Fungal permeable reactive barrier to remediate groundwater in an artificial aquifer. *J Hazard Mater*, 262:554–560.
- Frascari D, Zanolli G, and Danko AS. (2015). In situ aerobic cometabolism of chlorinated solvents: a review. *J Hazard Mater*, 283:382–399.
- Huang, L., Xie, J., Lv, B., Shi, X., Li, G., Liang, F., and Lian, J. 2013. Optimization of nutrient component for diesel oil degradation by *Acinetobacter beijerinckii* ZRS. *Marine Pollution Bulletin*, 76(1–2), 325–332.
- Hattori, S., Kamagata, Y., Hanada, S. and Shoun, H. 2000. Thermoacetogenium phaeum gen. nov., sp. nov., a strictly anaerobic, thermophilic, syntrophic acetate oxidizing bacterium. *Int J Syst Evol Microbiol* 50, 1601–1609.
- J. R. Quayle. 1969. *Process Biochemistry*. February, p. 25.
- Kim S, Krajmalnik-Brown R, Kim J-O, Chung J. 2014. Remediation of petroleum hydrocarbon-contaminated sites by DNA diagnosis-based bioslurping technology. *Sci Total Environ* 497:250–259.
- Lynd LH, Zeikus JG. 1983. Metabolism of H<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>, methanol, and glucose by *Butyribacterium methylotrophicum*. *J Bacteriol* 153: 1415–1423.
- Manahan, S.E. 2000. *Environmental Chemistry*. 7th Edition. Lewis Publisher. London.
- Margarida, J., Quina, João, C.M., Bordado, and Rosa. M., Quinta-Ferreira. 2011. Air Pollution Control in Municipal Solid Waste Incinerators. *Intech Open Science*. ISBN: 978-953-307-528-0.
- Margesin, R., & Schinner, F. 2001. Biodegradation and bioremediation of hydrocarbons in extreme environments. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 56(5-6), 650–663.
- Morawe, M., Hoeke, H., Wissenbach, D. K., Lentendu, G., Wubet, T., Kröber, E., & Kolb, S. 2017. Acidotolerant Bacteria and Fungi as a Sink of Methanol-Derived Carbon in a Deciduous Forest Soil. *Frontiers in Microbiology*, 8.
- Munawar, Mukhtasor dan T.Surtiningsih. 2007. “Bioremediasi Tumpahan Minyak Mentah dengan Metode Biostimulasi Nutrien Organik di Lingkungan Pantai Surabaya Timur”. Berk. Penel. *Hayati*. Vol. 13: 91-96.
- Nanninga, H. J. & Gottschal, J. C. 1986. Isolation of a sulfatereducing bacterium growing with methanol. *FEMS Microbiol Ecol* 38, 125–130.

- Ochsner, A. M., Sonntag, F., Buchhaupt, M., Schrader, J., & Vorholt, J. A. 2014. *Methylobacterium extorquens*: methylotrophy and biotechnological applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99(2), 517–534.
- Pelczar, Jr. M.J. dan E.C.S. Chan. 1986. “*Dasar-Dasar Mikrobiologi*”, alih bahasa Ratna SH, dkk. Penerbit UI Press, Jakarta.
- Peyraud, R., Kiefer, P., Christen, P., Portais, J.-C., & Vorholt, J. A. 2012. Co-Consumption of Methanol and Succinate by *Methylobacterium extorquens* AM1. *PLoS ONE*, 7(11), e48271.
- Philp JC, Atlas RM. 2005. Bioremediation of contaminated soils and aquifers. In: Atlas RM, Philp JC (eds) *Bioremediation: applied microbial solutions for real-world environmental cleanup*. *American Society for Microbiology (ASM) Press*, Washington, pp 139–236.
- Risna, Y. M. 2016. “Tata Laksana Keracunan Minuman Keras Opolosan (Metanol dan Ethylen Glycol) dengan Fomepizole, Etanol, dan Hemodialisis (A Literature Review: Treating Methanol and Ethylene Glycol Intoxication by Using Fomepizole, Ethanol, and Haemodialysis)”. *Journal of Nursing Care & Biomolecular*. Vol. 1 : 1.
- Röling, W. F., Milner, M. G., Jones, D. M., Lee, K., Daniel, F., Swannell, R. J., & Head, I. M. (2002). Robust hydrocarbon degradation and dynamics of bacterial communities during nutrient-enhanced oil spill bioremediation. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(11), 5537–5548.
- Roy M, Giri AK, Dutta S, Mukherjee P. 2015. Integrated phytobial remediation for sustainable management of arsenic in soil and water. *Environ Int* 75:180–198.
- S. Arriaga, J.A. Acosta-Munguía, A.S. Pérez-Martínez. 2010. Coupling aerobic biodegradation of methanol vapors with heterologous protein expression of endochitinase Ech42 from *Trichoderma atroviride* in *Pichia pastoris*. *Bioresour Technol*, 101 (24) , pp. 9661-9665.
- Schendel FJ, Bremmon CE, Flickinger MC, Guettler M, Hanson RS. 1990. L-Lysine production at 50°C by mutants of a newly isolated and characterized methylotrophic *Bacillus* sp. *Appl Environ Microbiol* 56:963–970.
- Spencer, N. D. 1988. Direct oxidation of methane. *Journal of Catalysis*. 109, 187.
- Suthersan, S. S., John, H., Matthew, S., Nicklaus, W., Jeff, M. 2016. *Remediation Engineering Design Concepts. Second Edition*. USA: CRC Press. Hal. 199-255.
- Tambekar DH, Patil RV and Pawar AL. 2011. Studies on methanotrophs from Lonar Lake. *J Res Bio*, 1(3), 230-236.



- Tambekar DH and Pawar AL. 2013. Molecular characterization and methylotrophic activities of *Pseudomonas* spp. From Lonar Lake. *Int J Life Sci Biotechnol Pharm Res*, 2(2), 142-148.
- Tambekar DH, Rajgire AV and Gaikwad JN. 2014. Bioremediation of C1 compound from methylotrophic bacteria isolated from Lonar Lake. *Int J Adv Pham Biol Chem*, 3(3), 612-616.
- Tambekar DH, Rajgire AV and Tembhare SG. 2015. Molecular characterization and detoxification of methanol by haloalkaliphilic *Pseudomonas* spp. *Int franchi J Res Stu Biosci*, 3(5), 43-47.
- Thakker CD and Ranade DR. 2002. Alkalophilic *Methanosarcina* isolated from Lonar Lake. *Curr. Sci*, 82, 2002, 455-458.
- Tripathi, A. K. 2006. *Ochrobactrum oryzae* sp. nov., an endophytic bacterial species isolated from deep-water rice in India. *International Journal Of Systematic And Evolutionary Microbiology*, 56(7), 1677–1680.
- Umang ahlawat, Rekha Sansanwal, Priyanka Batra, Leela Wati. 2018. Isolation and Characterization of Methanol Utilizing Microorganisms from Leguminous Crops. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*. 7(2); 1674-1691.
- Van AB, Peres CM, Doty SL, Yoon JM and Schnoor JL. 2004. *Methylobacterium populi* sp nov., a novel aerobic, pink-pigmented, facultatively methylotrophic, methane-utilizing bacterium isolated from poplar trees. *Int J Syst Evol Microbiol* 54: 1191-1196.
- Van der Meijden P, van der Drift C, Vogels GD. 1984. Methanol conversion in *Eubacterium limosum*. *Arch Microbiol* 138:360– 364.
- Vidali, M. 2001. Bioremediation. An overview. *Pure and Applied Chemistry*, 73(7), 1163 –1172.
- Volk, A. Wesley. dan M.F. Wheeler. 1986. *Mikrobiologi Dasar*. Edisi Kelima, Jilid 2 alih bahasa Soenartono A. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Wexler, P. 2014. *Encyclopedia of Toxicology (Third Edition)*. London: Elsevier Inc. Hal. 238-241.
- Wiegel J, Braun M, Gottschalk G. 1981. *Clostridium thermoautotrophicum* species novum, a thermophile producing acetate from molecular hydrogen and carbon dioxide. *Curr Microbiol* 5:255–260.