

Potensi Muncul Bakteri Fotosintetik Asal Tanah Lumpur dengan Sumber Karbon dan Sulfur dalam Kolom Winogradsky

Imam Safir Alwan Nurza^{1*}, Siti Nurazizah², Nabillatul Ismi Abrar³

Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

nurzabio.unj@gmail.com

ABSTRACT

Photosynthetic bacteria are microbes that are capable of anoxygenic photosynthesis. These bacteria can use a carbon source in the photosynthetic process. One method that can be used to determine the presence of photosynthetic bacteria is the Winogradsky column. Winogradsky column is an enrichment culture that is usually made by filling a transparent cylinder with soil or sediment and incubating it in light. The purpose of this research was to determine the photosynthetic bacteria that have the potential to appear from mud using the Winogradsky column. The research method used was descriptive qualitative and Winogradsky column. The results obtained that the carbon source with wheat flour had a red color in the water and a red layer was formed on the surface of the water. Then, the sulfur source with egg yolk has a brown color in the water with a dark brown layer on the water surface and a dark brown surface layer on the soil. The red and brown colors indicate the potential for photosynthetic bacteria to appear from the muddy soil.

ABSTRAK

Bakteri fotosintetik merupakan mikroba yang mampu melakukan fotosintesis anoksigenik. Bakteri ini mampu menggunakan sumber karbon proses fotosintesis. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui adanya bakteri fotosintetik adalah kolom Winogradsky. Kolom Winogradsky adalah kultur pengayaan yang biasanya dibuat dengan mengisi silinder transparan dengan tanah atau sedimen dan diinkubasi dalam cahaya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bakteri fotosintetik yang berpotensi muncul terdapat di dalam tanah lumpur dengan menggunakan kolom Winogradsky. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dan kolom Winogradsky. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sumber karbon dengan tepung terigu terdapat warna merah pada air dan terbentuk lapisan berwarna merah pada permukaan air. Kemudian, sumber sulfur dengan kuning telur terdapat warna cokelat pada air dengan lapisan berwarna cokelat tua pada permukaan air dan lapisan permukaan tanah berwarna cokelat gelap. Warna merah dan cokelat menunjukkan potensi muncul bakteri fotosintetik dari tanah lumpur.

KEYWORDS : Bakteri fotosintetik, Karbon, Kolom Winogradsky, Sulfur

INTRODUCTION

Bakteri fotosintetik adalah bakteri yang mampu melakukan fotosintesis anoksik, dimana mereka dapat menggunakan sumber karbon dari karbon dioksida untuk nutrisi dan tidak menghasilkan oksigen sebagai akseptor elektron. Sebagian besar spesies tumbuh secara fotoautotrof dengan konsentrasi karbon dioksida dan hidrogen atau hidrogen sulfida yang rendah (Madigan *et al.*, 2017; Esteban *et al.*, 2015; Setiawan, 2014).

Suryani *et al.* (2013) menyatakan bahwa makronutrien berupa nitrogen dan sulfur dapat menjadi nutrisi yang penting untuk pertumbuhan mikroorganisme. Atlas dan Bartha (1998) menjelaskan bahwa lumpur dan sedimen yang digunakan mengandung senyawa organik karbon, sulfida, dan sulfat. Hal ini menyebabkan perkembangan bakteri heterotrofik dan fotoautotrof, termasuk bakteri belerang fotosintesis anaerobik. Kolom diisi dengan tanah, lanau, dan air dari berbagai lingkungan dan dimodifikasi dengan kultur pengayaan. Komunitas bakteri di alam memiliki kelimpahan dan keragaman terbesar, salah satunya di tanah (Bailey *et al.*, 2013; Salman *et al.*, 2013; Teramae *et al.*, 2012).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui adanya bakteri fotosintetik adalah kolom Winogradsky. Kolom Winogradsky sering digunakan untuk menunjukkan keanekaragaman metabolisme mikroba, tetapi juga digunakan untuk aplikasi lain termasuk pengayaan atau isolasi bakteri baru (Esteban *et al.*, 2015), bioremediasi (De Sousa *et al.*, 2012), dan generasi biohidrogen (Loss *et al.*, 2013). Kolom Winogradsky juga dapat menjadi model ekosistem mikroba yang berguna untuk mempelajari pengaruh lingkungan pada struktur dan dinamika komunitas mikroba (Loss *et al.*, 2013; Madigan *et al.*, 2017).

Deacon (2005) menyatakan bahwa kolom Winogradsky menggambarkan bagaimana mikroorganisme yang berbeda membentuk hubungan yang saling bergantung dimana aktivitas satu organisme dapat mempengaruhi perkembangan organisme lain atau sebaliknya. Kolom Winogradsky terdiri dari lanau dan sedimen yang ditempatkan dalam gelas silinder atau plastik transparan. Susunan ini memungkinkan pembentukan kondisi aerobik di permukaan kolom dan kondisi anoksik di bagian bawah (Abbasian *et al.*, 2015; Loss *et al.*, 2013; Teramae *et al.*, 2012).

Permukaan kolom terkena oksigen, semakin rendah kolom, semakin sedikit oksigen yang tereduksi ke bawah, ini merupakan zona anaerobik. Permukaan dan tepi kolom terkena cahaya sehingga spektrum pertumbuhan mikroba dapat digambarkan, dari mikroba yang membutuhkan oksigen dan cahaya hingga mikroba yang membutuhkan cahaya tetapi oksigen tidak (Moshynets *et al.*, 2013; Esteban *et al.*, 2015; Babcsányi *et al.*, 2017). Sumber karbon atau sulfur yang ditambahkan dapat mendorong pertumbuhan mikroba di kolom Winogradsky. Hanya bagian atas kolom yang tetap diaerasi karena oksigen berdifusi sangat lambat di dalam air. Mikroba yang dapat tumbuh dalam kondisi anaerob adalah mikroba yang memfermentasi bahan organik (Deworkin, 2012; Kuznetsov *et al.*, 2013; Shade *et al.*, 2012). Sehingga, perlu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui adanya potensi muncul bakteri fotosintetik dari tanah lumpur dalam kolom Winogradsky dengan berbagai sumber karbon dan sulfur. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bakteri fotosintetik yang berpotensi muncul terdapat di dalam tanah lumpur dengan menggunakan kolom Winogradsky.

METHODS

Metode dalam penelitian ini menggunakan deskriptif kualitatif dan kolom Winogradsky. Metode deskriptif kualitatif dengan mendeskripsikan bakteri fotosintetik dari sampel tanah lumpur yang diperoleh dan kolom Winogradsky dengan melakukan pengayaan bakteri fotosintetik pada sampel menggunakan sumber karbon dan sulfur. Sampel tanah lumpur diperoleh dari Muara Angke Kecamatan Penjaringan, Jakarta Utara. Sampel tanah lumpur asal Muara Angke dipisahkan ke dalam 3 botol 1000 mL yang masing-masing berisi 500 mL sampel tanah lumpur beserta air. Kemudian, setiap botol diberi label dengan spidol, yaitu botol pertama sumber karbon (tepung terigu), botol kedua sumber sulfur (kuning telur), dan botol ketiga kontrol. Pada botol pertama dan kedua diberi perlakuan, yaitu pada botol pertama ditambahkan tepung terigu 1 kg dan botol kedua ditambahkan kuning telur sebanyak 14 butir.

Setiap botol diaduk dengan spatula steril hingga merata. Kemudian, dipindahkan campuran tersebut ke dalam masing-masing botol 1000 mL yang telah dilabeli sesuai dengan sumber karbon dan sulfurnya. Campuran dimasukkan ke dalam botol dan ditutup botol tidak sampai erat, tetapi hanya setengah putaran. Kemudian, ditaruh botol pada tempat yang terpapar cahaya. Diamati perubahan warna, jumlah lapisan yang terbentuk, dan perbedaan pada bagian terpapar cahaya matahari dengan tidak terpapar cahaya matahari pada botol setiap minggu selama sebulan.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Munculnya bakteri fotosintetik diperoleh pada perubahan warna yang terbentuk, jumlah lapisan, dan bagian yang terpapar cahaya matahari. Pada perubahan warna dengan menggunakan sumber karbon dari tepung terigu menunjukkan minggu pertama air dan tanah lumpur berwarna cokelat. Minggu kedua air dan tanah lumpur berwarna cokelat muda. Minggu ketiga air berubah menjadi bening tetapi tanah menjadi cokelat gelap. Minggu keempat terjadi perubahan air yang sangat signifikan menjadi merah kejinggaan yang menunjukkan bahwa terdapat bakteri fotosintetik yang tumbuh dalam air tersebut dan tanah tetap menjadi cokelat gelap. Kemudian, lapisan yang terbentuk hanya satu lapis pada minggu keempat di atas permukaan air dan semua bagian terpapar oleh cahaya matahari yang dapat dilihat pada gambar 1.

Menurut Setiawan (2014) menjelaskan bahwa lapisan air di atas permukaan lumpur kolom Winogradsky adalah lapisan hidup bakteri fotosintetik. Madigan *et al.* (2017) menyatakan bahwa kombinasi klorofil bakteri dan pigmen karotenoid yang termasuk anggota bakteri fotosintetik menghasilkan warna

kultur yang bervariasi mulai dari coklat, ungu, merah-ungu, merah kejinggaan, dan hijau. Lapisan pada kolom Winogradsky akan muncul setelah minggu ke-2 hingga ke-3 inkubasi (Setiawan, 2014; Esteban *et al.*, 2015).



Figure 1. Sumber karbon (tepung terigu) selama sebulan (M: minggu)

Perubahan warna dengan menggunakan sumber sulfur dari kuning telur menunjukkan pada minggu pertama air berwarna hijau kehitaman dan tanah lumpur berwarna coklat dengan lapisan permukaan berwarna coklat gelap. Minggu kedua air berubah menjadi warna hitam dan tanah lumpur terdapat warna merah karena bagian ini yang diserap paparan cahaya matahari. Sehingga, hal tersebut menunjukkan bahwa bakteri fotosintetik memiliki potensi untuk tumbuh dan muncul. Menurut Abbasian *et al.* (2015) menyatakan bahwa sulfur phototrophic bacteria inhabited the bottom and middle of these columns, with none of them found in the water layer.



Figure 2. Sumber sulfur (kuning telur) selama sebulan (M: minggu)

Minggu ketiga terjadi perubahan air menjadi warna coklat muda dengan satu lapisan berwarna coklat tua dan sedikit bening dan tanah lumpur berwarna coklat dengan permukaan berwarna hitam. Minggu keempat air berubah menjadi warna coklat dengan satu lapisan berwarna coklat tua dan tanah lumpur berwarna coklat gelap dengan permukaan membentuk lapisan berwarna coklat gelap. Lapisan yang terbentuk dengan sumber sulfur dari kuning telur ada dua, yaitu satu lapisan di permukaan air dan satu lapisan di bagian permukaan tanah lumpur yang dapat dilihat pada gambar 2.

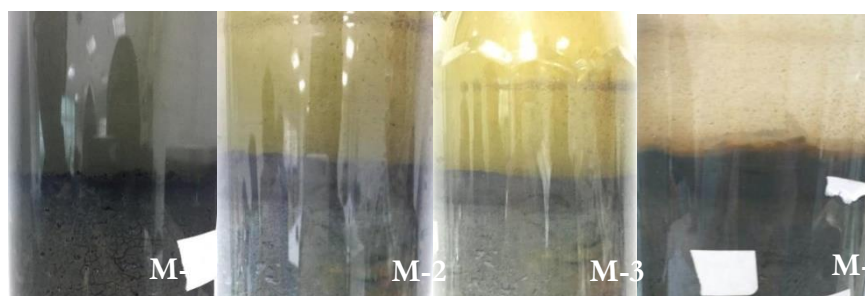


Figure 3. Kontrol

Perubahan warna pada kontrol terjadi di minggu pertama air berwarna abu-abu dan tanah lumpur berwarna abu-abu muda dengan lapisan permukaan berwarna gelap. Minggu kedua air berubah menjadi hijau kecokelatan dan tanah lumpur berwarna abu-abu muda dengan lapisan permukaan tanah berwarna abu-abu gelap. Minggu ketiga dengan air berubah menjadi warna kuning dengan lapisan permukaan berwarna cokelat muda dan tanah berwarna hitam keabu-abuan dengan lapisan permukaan tanah berwarna abu-abu gelap. Kemudian, pada minggu keempat terjadi perubahan air menjadi warna kuning muda dan sedikit bening dan tanah lumpur berwarna hitam keabu-abuan dengan lapisan permukaan berwarna hitam. Lapisan yang terbentuk ada dua lapis pada permukaan air dan tanah lumpur yang dapat dilihat pada gambar 3.

CONCLUSIONS

Sumber karbon memberikan perubahan dalam kolom Winogradsky yang dapat dilihat dengan warna merah yang terbentuk pada air dan lapisan berwarna merah pada permukaan air yang menunjukkan potensi muncul bakteri fotosintetik. Selain itu, sumber sulfur dengan menggunakan kuning telur juga memberikan perubahan yang ditunjukkan dengan warna cokelat yang terbentuk pada air dengan lapisan berwarna cokelat tua yang pada permukaan air dan lapisan berwarna cokelat gelap pada permukaan tanah lumpur. Hal ini juga menunjukkan potensi munculnya bakteri fotosintetik. Sumber sulfur dengan kuning telur memberikan potensi muncul bakteri fotosintetik dengan jumlah lapisan yang terbentuk signifikan daripada sumber karbon dengan tepung terigu. Namun, perubahan warna yang sangat signifikan terjadi pada sumber karbon dengan tepung terigu daripada sumber sulfur dengan kuning telur.

REFERENCES

- Abbasian, F., Lockington, R., Mallavarapu, M., Naidu, R. (2015). A Pyrosequencing-Based Analysis of Microbial Diversity Governed by Ecological Conditions in The Winogradsky Column. *World J Microbiol Biotechnol.* 31 (7): 1115-1126.
- Atlas, R. Bartha, R. (1998). *Microbial Ecology Fundamentals and Applications 4th edition*. California: Benjamin/Cummings publishing company Inc.
- Babcsányi, I., Meite, F., Imfeld, G. (2017). Biogeochemical Gradients and Microbial Communities in Winogradsky Columns Established with Polluted Wetland Sediments. *FEMS Microbiology Ecology.* 93: 1-11.
- Bailey, J.V., Corsetti, F.A., Greene, S.E., Crosby, C.H., Liu, P., Orphan, V.J. (2013). Filamentous Sulfur Bacteria Preserved in Modern and Ancient Phosphatic Sediments: Implications for The Role of Oxygen and Bacteria in Phosphogenesis. *Geobiology:* 1-9.
- Esteban, D.J., Hysa, Bledi, M., Casey, B. (2015). Temporal and Spatial Distribution of The Microbial Community of Winogradsky Columns. *PLOS ONE.* 10 (8): 1-21.
- Deacon, Jim. (2005). *Institute of Cell and Molecular Biology*. UK: University of Edinburgh.
- De Sousa, M.L., De Moraes, P.B., Lopes, P.R.M., Montagnolli, R.N., De Angelis, D.D.F., Bidoia, E.D. (2012). Textile Dye Treated Photoelectrolytically and Monitored by Winogradsky Columns. *Environ Eng Sci.* 29 (3): 180-185.
- Deworkin, M. (2012). Sergei Winogradsky: A Founder of Microbiology and The First Microbial Ecologist. *FEMS Microbiology Reviews.* 36 (2): 364-379.
- Kuznetsov, S., Anderson, W. H., Faste, H., Hudson, S.E., Paulos, E. (2013). Community Engagements with Living Sensing Systems. *Proceedings of The 9th ACM Conference on Creativity & Cognition:* 213-222.
- Loss RA, Fontes ML, Reginatto V, Antônio RV. (2013). Biohydrogen Production by A Mixed Photoheterotrophic Culture Obtained from A Winogradsky Column Prepared from The Sediment of A Southern Brazilian Lagoon. *Renewable Energy.* 50: 648-654.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., Stahl, D.A., Clark, D.P. (2017). *Brock Biology of Microorganisms 14th Edition*. San Francisco: Pearson Education.

- Moshynets, O., Boretska, M., Spiers, A.J. (2013). From Winogradsky's Column to Contemporary Research Using Bacterial Microcosms. *Microbiology research advances series*: 1–27.
- Salman, V., Bailey, J.V., Teske, A. (2013). Phylogenetic and Morphologic Complexity of Giant Sulphur Bacteria. *Antonie van Leeuwenhoek*. 104: 169-186.
- Shade, A., Hogan, C.S., Klimowicz, A.K., Linske, M., McManus, P.S., Handelsman, J. (2012). Culturing Captures Members of The Soil Rare Biosphere. *Environ Microbiol*. 14: 2247–2252.
- Setiawan, Wawan Abdullah. 2014. Isolasi Bakteri Fotosintetik dari Dasar Tambak pada Kondisi Udara yang Mengandung Asap Kendaraan Bermotor. *Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*. 2 (2): 82-85.
- Suryani, Y., Iman, H., Ayu, S., Gilang, D.P., Poniah, A. (2013). The Effect of Nitrogen and Sulfur Addition on Bioethanol Solid Waste Fermented by The Consortium of *Trichoderma viride* and *Saccharomyces cerevisiae* Towards Dry Materials, Organic Materials, Crude Protein and Non Nitrogen Protein. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*. 3 (9): 622-631.
- Teramae, K.H., de Sousa, M.L., de Angelis, D.D.F., Bidoia, E.D. (2012). Ecotoxicological Tests in Winogradsky Columns Contaminated by Used Lubricating Oil and Biodiesel. *Environ Manag Sustain Develop*. 1: 139–150.