

ANALISIS PENGARUH pH LINGKUNGAN TERHADAP STRUKTUR MEMBRAN SEL BAKTERI

Rahmadina¹, Nasywa Aqilah Nst², Riska Agnesia³, Pringga Azahra⁴,
Gadis Amelia Suci⁵

rahmadina@uinsu.ac.id¹, wijaeltorusih088@gmail.com², riskaagnesia10@gmail.com³,
pringgaazahra1806@gmail.com⁴, ameliasucigadis@gmail.com⁵

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini mengetahui pengaruh variasi pH lingkungan terhadap struktur membran sel bakteri. Metode eksperimental dilakukan dengan memaparkan bakteri pada lingkungan dengan pH yang berbeda dan menganalisis perubahan pada komposisi lipid membran serta integritas membran sel. Hasil analisis menunjukkan adanya respons spesifik membran sel bakteri terhadap perubahan pH lingkungan, yang dapat mempengaruhi fungsi dan kelangsungan hidup bakteri. Temuan ini memberikan pemahaman baru mengenai adaptasi bakteri terhadap perubahan lingkungan pH dan dapat memiliki implikasi penting dalam bidang mikrobiologi dan bioteknologi.

Kata Kunci: pH, Lingkungan, Membran Sel, Bakteri.

PENDAHULUAN

Glukosa sangat penting untuk pertumbuhan bakteri karena memfasilitasi sintesis semua senyawa organik dan proses metabolisme utama yang melibatkan perolehan energi, termasuk respirasi, fotosintesis, dan glikolisis (Rahmadina, 2020).

Banyak bahan kimia toksik terdapat dalam suatu larutan baik dalam bentuk terionisasi maupun yang tidak terionisasi. Bentuk ionisasi seringkali tidak mampu penetrasi sel membran karena kelarutannya didalam lemak (lipid) yang sangat rendah, sedangkan bentuk non-ionisasi yang cukup larut dalam lemak (lipid) untuk berdifusi melalui membran sel. Sehingga difusi utamanya menjadi sangat bergantung terhadap kelarutan dalam lemak (lipid) dari bentuk ionisasi dari senyawa tersebut. Fenomena ini diobservasi pada kisaran yang luas dari bahan kimia, termasuk asam lemah, garam amonium, dan juga pewarna (Keman, 2020). Tingkat ionisasi asam amino basa dan asam dipengaruhi oleh pH, yang selanjutnya mempengaruhi pertumbuhan. Struktur tiga dimensi suatu protein ditentukan oleh ikatan ionik, yang dapat diubah dengan memvariasikan derajat ionisasi asam aminonya. Disfungsi dapat terjadi akibat perubahan struktur protein ini. Modifikasi protein enzim berpotensi mengubah pengenalan protein atau membuat enzim menjadi tidak aktif. (Subagiyo et al., 2016). Hal ini sebagian benar untuk bahan kimia yang diabsorpsi bukan dimediasi oleh mekanisme selain dari difusi sederhana. Pada umumnya bakteri dan lisis dengan adanya paparan pH lingkungan yang rendah dan adanya asam klorida, kecuali pada beberapa spesies dan bakteri tertentu.

Kromium heksavalen, suatu logam berat, dapat menurunkan jumlah populasi mikroba dan keanekaragaman spesies di beberapa lingkungan. Kapasitas beberapa mikroba untuk tumbuh di lingkungan dengan konsentrasi logam berat dan tekanan lain yang bervariasi, baik di laboratorium terkontrol maupun di lingkungan asalnya, menunjukkan bahwa mikroba ini umumnya resisten atau toleran. Karakteristik ini mengacu pada kemampuan mikroba untuk menahan toksisitas logam berat dengan mengaktifkan jalur detoksifikasi sebagai reaksi terhadap jenis logam tertentu. (Gadd, 1992 dikutip Fajar et.al., 2022)

Dalam dunia mikrobiologi, struktur membran sel bakteri memainkan peran krusial dalam menjaga kelangsungan hidup dan fungsi sel. Membran sel bakteri tidak hanya bertindak sebagai penghalang fisik yang melindungi sel dari lingkungan eksternal, tetapi

juga berperan penting dalam regulasi transportasi zat-zat ke dalam dan keluar sel. Salah satu faktor lingkungan yang dapat memengaruhi struktur dan fungsi membran sel bakteri adalah pH lingkungan. Disinfeksi bergantung pada sejumlah variabel, termasuk tekanan, suhu, dan pH. Suhu mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap sifat siklus hidup bakteri (Anggraeni, 2012). Bakteri diyakini rentan atau terbunuh oleh suhu tinggi karena penggumpalan protein. Meskipun demikian, banyak daya yang dibutuhkan untuk pemrosesan ketika suhu tinggi. Karbon dioksida menjadi kurang larut dalam air seiring dengan naiknya suhu. Sementara itu, CO₂ dapat menjadi lebih larut dalam air jika diberi tekanan. Oleh karena itu, untuk memastikan proses berjalan dengan baik, penting untuk memantau kenaikan suhu dan tekanan. (Kobayashi et al., 2009)

Perubahan pH lingkungan dapat memicu respons biokimia yang kompleks dalam bakteri, termasuk perubahan dalam komposisi lipid membran dan integritas membran sel. Studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa pH lingkungan yang berbeda dapat mempengaruhi adaptasi bakteri terhadap stres lingkungan, termasuk perubahan pH. Namun, pemahaman mendalam mengenai bagaimana pH lingkungan secara khusus memengaruhi struktur membran sel bakteri masih merupakan area penelitian yang terus berkembang.

METODOLOGI

Penelitian ini berusaha mendeskripsikan data yang berkaitan dengan fakta-fakta yang ada secara sistematis, autentik, dan akurat, penelitian ini bersifat deskriptif dan berjenis “kualitatif”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan komposisi dan struktur membran sel serta membantu pembaca memahaminya. Metode pengumpulan data ini menggunakan strategi analisis progresif untuk menjawab pertanyaan penelitian dengan melakukan serangkaian analisis terhadap data yang diperoleh. Yang penting, analisis induktif adalah metode pilihan untuk melakukan analisis dalam penelitian kualitatif. (Lexy Moleong, 2006:04).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat antibakteri asam organik (khususnya asam laktat dan asam asetat) mempengaruhi nilai pKa yang didefinisikan sebagai ukuran molekul yang tidak dapat terdisosiasi (Andriani dan Kurniawati 2007). Karena nilai pKa asam asetat lebih tinggi daripada asam laktat, maka asam asetat menunjukkan aksi antibakteri yang lebih kuat jika dibandingkan dengan asam laktat. Bahkan bakteri berbahaya, seperti Salmonella, akan musnah jika tingkat pH-nya lebih tinggi dari 4,5. Salmonella dapat bertahan hidup di lingkungan dengan nilai pH antara 4 dan 9, namun tumbuh subur pada kisaran 6,5 hingga 7,5. Mikroorganisme biasanya tumbuh subur di lingkungan dengan pH antara 6 dan 8. Untuk mencegah pertumbuhan bakteri berbahaya, dapat dibentuk zat antimikroba dan asam (Sutrisna et al., 2015). Proses pembekuan dan pengeringan selama pengeringan beku kemungkinan besar menjadi penyebab penurunan viabilitas sel. Karena sel-sel menjadi kurang stabil selama pembekuan, sel-sel tersebut lebih mungkin rusak ketika dikeringkan. Menurut (Sumanti et al., 2016), guncangan osmotik, kerusakan membran, dan perpindahan ikatan hidrogen merupakan faktor utama yang dapat menyebabkan kerusakan pada sel bakteri saat mengering. Hal ini, pada gilirannya, mempengaruhi sifat makromolekul hidrofilik intraseluler. Sel-sel bakteri menjadi kurang permeabel dan lebih sensitif terhadap sejumlah bahan kimia yang biasanya dilawan oleh bakteri ketika mereka mengalami kerusakan sel, yang merupakan cara proses pemanasan membunuh bakteri. Sel yang mengalami kerusakan di bawah ambang batas kematian sel akan mengalami gangguan pada membran, dinding sel, DNA, RNA, dan sejumlah enzim penting. Berbagai komponen seluler penting, baik fungsional maupun struktural, terganggu dan menyebabkan kematian

sel (Mirnawati et al., 2016). Selain itu, (Wright et al., 2018) menemukan bahwa CO₂ lebih larut dalam air pada nilai pH yang lebih rendah, sehingga menghasilkan efek bakterisidal yang lebih kuat; ini termasuk nilai pH 3, 7, dan 9, yang dapat menurunkan jumlah bakterisida. makhluk kecil. Bakteri hingga 70% dan 30%. Karena CO₂ bersifat bakterisida, ia lebih efektif membunuh bakteri ketika pH rendah. Karena kondisi hidrolik berdampak dan dipengaruhi oleh rotasi suspensi bakteri, larutan yang lebih pekat memiliki efisiensi inaktivasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan larutan yang kurang pekat (Cheng et al., 2011). Salah satu komponen fisik yang mempengaruhi laju pertumbuhan adalah suhu, yang berpengaruh terhadap stabilitas struktur molekul protein dan reaksi kimia. Ketika suhu meningkat, energi kinetik reaktan meningkat, menyebabkan reaksi kimia menjadi lebih intens. Proses metabolisme, suatu reaksi kimia yang diarahkan secara seluler dan dikatalisis oleh enzim, merupakan hal mendasar bagi pertumbuhan. Oleh karena itu, pertumbuhan sebanding dengan suhu, dan hubungan tersebut akan bertahan hingga kenaikan suhu tidak berpengaruh pada pertumbuhan. Stabilitas konformasi struktural protein enzim dan dampak suhu terhadap hal ini adalah konsep yang terkait. Selain itu, nutrisi ekstraseluler diketahui mendukung proses metabolisme seluler (Elias et al., 2014). Denaturasi, atau kerusakan protein pada struktur enzim, terutama pada ikatan ionik dan hidrogen, terjadi ketika suhu ditingkatkan melebihi kisaran aman. Kematian sel terjadi ketika suhu denaturasi suatu enzim lebih tinggi dari nilai optimalnya. PH lingkungan kerja enzim merupakan faktor lain yang mempengaruhi aktivitasnya. Karena enzim mengalami denaturasi struktur tiga dimensinya ketika terkena perubahan pH, enzim kehilangan kemampuannya untuk mengkatalisis reaksi (Purwandani, 2012). Mengemulsi hidrokarbon dalam larutan merupakan kemampuan penting bakteri dalam memecah hidrokarbon. Hal ini dicapai dengan produksi zat aktif permukaan, yang menyebarkan hidrokarbon dalam air dan membentuk misel. Kemudian, misel berdifusi ke dalam sel mikroba (Rodriguez et al., 2015). Minyak dan air merupakan dua contoh fasa dengan polaritas berbeda yang dapat dicampur dalam uji emulsifikasi menggunakan supernatan bakteri sebagai zat pengemulsi. Jika terbentuk emulsi, berarti supernatannya mengandung biosurfaktan. Rahayu (2018) menyatakan bahwa dalam pemilihan mikroorganisme untuk menghasilkan biosurfaktan, salah satu kriteria yang digunakan adalah nilai indeks emulsifikasi aktivitas dual surfaktan. Kondisi pertumbuhan ideal bagi sebagian besar bakteri ditentukan oleh pH-nya. Kejenuhan membran sel mikroba dengan hidrogen terjadi pada pH rendah, sehingga mengurangi transportasi membran. Penetrasi beberapa asam yang tidak termetabolisme ke dalam sel menyebabkan ionisasi dan perubahan pH sel, yang menyebabkan keracunan pH rendah. (Haryati et al., 2015). Ada tiga kelompok utama mikroorganisme yang diklasifikasikan berdasarkan kisaran pH tempat mereka berkembang: mikroorganisme asidofilik, yang dapat tumbuh di lingkungan dengan pH antara 2,0 dan 5,0, mikroorganisme mesofilik, dan terakhir, mikroorganisme hidrofilik. dari 5,5 hingga 5,0; 8,0; dan alkalifil, yaitu mikroba yang dapat tumbuh antara 8,4 dan 9,5 pada skala pH. (Arisandi et al., 2017).

Jenis Mikroba	kisaran pH
Mikroba Asidoofilik	2.0-5.0
Mikroba Misofilik	5.5-8.0
Mikroba Alkafilik	8.4-9.5

Hanya metode kuantitatif dan deskriptif yang digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini mengembangkan metode pembuatan pupuk organik kaya unsur hara dari berbagai bahan limbah antara lain kulit bawang merah, daun mangga kering, dll. Pupuk kulit bawang merah memiliki kandungan nitrogen sedang sebesar 0,13%, kandungan fosfor sedang sebesar 6%, a kandungan kalium sedang sebesar 5,8%, kandungan bahan C-organik

tinggi sebesar 4%, dan rasio C/N tinggi sebesar 2,5 sehingga menjadikannya kompetitif dan memiliki nilai jual yang tinggi (Rahmadina 2017). Pupuk organik cangkang telur mempunyai kandungan fosfor sedang sebesar 7%, kandungan karbon sedang sebesar 8%, dan kandungan bahan C-organik sangat tinggi sebesar 5,2%. Jumlah klorofil dan jumlah stomata menjadi variabel yang digunakan dalam penelitian ini. Beberapa metode digunakan untuk mengukur jumlah stomata dan kandungan klorofil tanaman pada akhir masa reproduksi, yaitu 30 hari setelah tanam tanaman kedelai. dan delapan. Menurut (Ramadana, 2022), kandungan klorofil ditentukan dengan cara menghitung jumlah stomata secara fotografis menggunakan sediaan segar dari ujung daun kemudian menganalisis hasilnya dengan pelarut Aseton. Struktur dan organel sel, interaksinya dengan lingkungan dan sel lain, serta siklus hidupnya hanyalah beberapa ciri fisiologis yang dipelajari secara mendalam oleh para ahli biologi sel (Rahmadina 2021). Para peneliti menggunakan metode TBARS dan uji stabilitas oksidatif yang mengukur konsentrasi TBA untuk mempelajari jumlah bakteri, kualitas sensorik, dan aspek fisik stabilitas oksidatif lainnya. Uji Friedman digunakan untuk menganalisis hasil uji optik organoleptik. (Rahmadina 2018).

KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa komposisi lipid membran sel bakteri dan integritasnya dapat dipengaruhi oleh variasi pH lingkungan. Hasil ini mempunyai implikasi penting bagi mikrobiologi dan bioteknologi karena menjelaskan bagaimana bakteri beradaptasi terhadap lingkungan pH yang berbeda. Mungkin ini akan menjadi batu loncatan untuk penelitian masa depan mengenai penggunaan bioteknologi dan metode pengendalian bakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani., D., W. Kurniawati. 2007. Pengaruh Asam Asetat dan Asam Laktat sebagai Antibakteri Terhadap Bakteri *Salmonella* sp. Yang Diisolasi dari Karkas Ayam. J. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2007: 930-934.
- Anggraeni MD. 2012. Uji Disinfeksi Bakteri *Escherichia Coli* Menggunakan Kavitas Water Jet. Depok (ID): Universitas Indonesia.
- Arisandi, A., Tamam, B., & Yuliandari, R. (2017). Jumlah Koloni pada Media Kultur Bakteri yang Berasal dari Thallus dan Perairan Sentra Budidaya *Kappaphycus Alvarezii* di Sumenep. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan, 9(1), 57-64.
- Cheng X, Imai T, Teeka J, Yamaguchi J, Hirose M, Higuchi T, Sekine M. 2011. Inactivation of *Escherichia Coli* and bacteriophage T4 by high levels of dissolved CO₂. *Applied Microbiology and Biotechnology*.90: 1493-1500.
- D. Rodriguez, R. Andrade, D. Ramos, D. Rubio, R. Lima, H. Araújo, G. Campo. "Bioremediation of Petroleum Derivative Using Biosurfactant Produced by *Serratia Marcescens* UCP / W FCC 1549 in Low-Cost Medium." *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, pp. 550–562, 2015.
- Elias, M., G. Wieczorek, S. Rosenne & D. S. Tawfik, 2014. The universality of enzymatic rate Temperature dependency. *Trends Biochem. Sci.*39:1-7. Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.tibs.2013.11.001>
- Gadd, G.M. (1992). Heavy Metal Pollutants: Environmental and Biotechnological Aspect. *Encyclopedia of Microbiology*. (2nd DL). USA: Academic Press Inc.
- Haryati, S., Hamzah, F., & Restuhadi, F. (2015). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian*, 2(1), 1-10.
- Kobayashi F, Hayata Y, Ikeura H, Tamaki M, Muto N, Osajima Y. 2009. Inactivation of *Escherichia coli* by CO₂ microbubbles at a lower pressure and near room temperature. *Transactions of American Society of Agricultural and Biological Engineers*. 52(5): 1621-1626.
- Purwandani LF. 2012. Isolasi dan Uji Aktivitas Enzim Amilase dari Isolat Bakteri Termofilik Amilolitik Pasca Erupsi Merapi pada Berbagai Variasi Suhu dan pH. Yogyakarta (ID):

- Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rahmadina. (2020). Biologi Sel. Uinsu Press: Medan.
- Rahmadina. dkk. 2017. Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur, Kulit Bawang dan Daun Kering Melalui Proses Sains dan Teknologi Sebagai Alternatif Penghasil Produk yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Ilmu Biologi dan Terapan*. 1. (1): 48-55
- Rahmadina. dkk. 2022. Pengujian Limbah Air Tahu Terhadap jumlah Stomata dan Kandungan Klorofil Tanaman Kedelai Hitam (*Glycine Soja* L). *Jurnal Agroplasma*. 9 (1). 10-15
- Rahmadina. 2021. Modul Ajar: Biologi Sel Dalam Kehidupan. Uinsu Press: Medan.
- Rahmadina 2018. Stabilitas Oksidatif Sifat Fisik Jumlah Bakteri dan Organoleptik Bakso Daging Sapi Dengan penambahan Paprika Selama Penyimpanan. Mataram
- Subagiyo, S. Nuraeni, R. A.T, Setyati, W.A & Santoso, A (2016). Optimasi Suhu dan pH Pertumbuhan *Lactococcus Lactic* Isolat Ikan Kerapu, *Jurnal Kelautan Tropis*, 19(2), 166-170
- Suriani, S., Soemarno & Soeharjono. (2013). Pengaruh Suhu dan pH terhadap Laju Pertumbuhan Lima Isolat Bakteri Anggota Genus *Pseudomonas* yang diisolasi dari Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen di sekitar Kampus Universitas Brawijaya. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*, 3(2), 1-5
- Wang H, Zeuschner J, Eremets M, Troyan I, Willams J. 2016. Stable Solid and Aqueous H_2CO_3 from CO_2 and H_2O at High Pressure and High Temperature. *Sci. Rep.* 1-8. Doi: 10.1038/srep19902
- Wright A, Marsha A, Ricciotti F, Shaw A, Izac F, Holdich R, Bandulasena H. 2018. Microbubble-enhanced Dielectric barrier discharge pretreatment of microcrystalline cellulose. *Journals of Biomass and Bioenergy*. 118: 46-54.
- Y.P. Rahayu “Uji Aktivitas Lipase Dan Biosurfaktan Dari Bakteri Keratinolitik”. 2018..
- Zhang J, Thomas AD, Michael AM, Michael JD, Martine L, Yuehuei HA. 2006. Sterilization Using High Pressure Carbon Dioxide. Columbia (US): University of South California.