

Eksplorasi Permeabilitas Membran : Teori dan Percobaan

Ananda Sabrina Putri Susilo¹ Salsabella Rahmawati², Adelia Dwi Wulan Sari³, Mega Agustin Fajarwati³, Marheny Lukitasari⁵, Gabriella Chandrakirana Krisnamurti⁶

Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas PGRI Madiun

Corresponding Author: ananda_2302111009@mhs.unipma.ac.id

ARTICLE INFO

Article history

Received: 25 Mei 2023

Revised: 28 Agustus 2023

Accepted: 16 September 2023

Published: 22 November 2023

Keywords

Membrane permeability

diffusion

osmosis

lipid solubility

ABSTRACT

The plasma membrane is a thin layer that completely surrounds the cell, consisting of a phospholipid bilayer with embedded proteins, serves a vital function in maintaining cell integrity as well as regulating the movement of substances, and has a dynamic structure that allows its components to move laterally within the fluidity of the membrane. The purpose of this research is to increase creativity and innovation in students, hone communication skills and cooperation in study groups. In addition, this research can increase knowledge and insight into cell membranes and find out how lipid solubility in membranes affects the process of diffusion and osmosis. The research method used observation and treatment methods. The results showed that the effect of salt dissolved in water as much as 50 ml on potatoes showed a significant impact on the weight and texture of potato tissue. when tea is put into hot water, the surrounding water molecules have high kinetic energy, allowing the dissolved tea molecules to move more easily from the area of high concentration (undissolved tea) to the area of low concentration (water). methanol is more effective in accelerating the reaction compared to ethanol, both at absolute concentration and after dilution using solution concentration.

PENDAHULUAN

Membran sel adalah struktur semi permeabel yang memisahkan bagian dalam sel dari lingkungan eksternalnya. Sifat semi permeabelnya memungkinkan beberapa zat melewati membran dengan mudah, sementara yang lain diblokir. Permeabilitas membran ini menentukan pergerakan zat ke dalam dan keluar sel, yang merupakan dasar dari banyak proses biologi penting. Permeabilitas membran sel adalah salah satu faktor yang menentukan kehidupan sel. Membran sel memainkan peran penting dalam menjaga homeostasis sel dan memfasilitasi pertukaran zat antara sel dan lingkungannya (Nicolson, 2014). Membran sel berfungsi sebagai penghalang selektif yang mengatur pergerakan molekul ke dalam dan ke luar sel, serta mempertahankan komposisi sel yang berbeda dari lingkungan eksternal (Cooper, 2000).

Osmosis adalah salah satu konsep biologi yang penting untuk dipelajari karena merupakan konsep dasar untuk mempelajari berbagai konsep biologi lainnya seperti fotosintesis, respirasi sel (Lankford & Friedrichsen, 2012). Osmosis adalah salah satu kekuatan paling vital yang dimiliki organisme untuk bertahan hidup. Osmosis adalah difusi air menembus membran sel atau osmosis adalah perpindahan air dari larutan berkonsentrasi rendah kelarutan berkonsentrasi tinggi melalui selaput semi permeabel. Osmosis berkaitan dengan beberapa keadaan sel tumbuhan. Berdasarkan jalur yang ditempuh air dan garam mineral yang masuk ke akar, pengangkutan air dan garam mineral dibedakan menjadi simplas dan apoplas. Simplas adalah Bergeraknya air dan mineral lewat jalur dalam sel, yaitu sitoplasma sel dengan jalan menembus membran plasma. Sedangkan apoplas adalah Bergeraknya air lewat jalur luar sel atau lewat dinding-dinding sel (Suradinata, 2003).

Membran sel merupakan bagian terluar sel sebagai pembatas antara sitoplasma sel

dengan lingkungan. Komponen membran sel adalah lipid dan protein membran (Agustina et al., 2021). Lipid membentuk struktur bilayer membran sel. Membran lipid merupakan pembatas dasar sel. Struktur membran lipid bersifat fleksibel. Membran protein adalah membran pelindung sel. Sinyal diterima dan dihasilkan oleh protein membran untuk komunikasi internal dan eksternal. Peran penting yang dimainkan oleh protein membran adalah adhesi sel, pengangkutan metabolit, pembentukan gradien ion, dan bertanggung jawab atas proses sintesis dan degradasi komponen membran. Membran sel memiliki empat peran dasar, yaitu pemisahan, pertukaran, integrasi, dan metabolisme (Buehler, 2016). Karakteristik membran sel adalah permeabilitas selektif. Hal ini menyebabkan tidak semua zat dapat masuk ke dalam sel. Permeabilitas sel disebabkan oleh adanya protein transporter dan saluran ion (Agustina et al.)

Difusi adalah peristiwa mengalirnya atau berpindahnya suatu zat dalam pelarut dari bagian konsentrasi tinggi ke bagian berkonsentrasi rendah. Perbedaan konsentrasi yang ada pada dua larutan disebut gradien konsentrasi. Difusi akan terus terjadi hingga seluruh partikel tersebar luas secara merata atau mencapai keadaan kesetimbangan dimana perpindahan molekul tetap terjadi walaupun tidak ada perbedaan konsentrasi (Riesqi Ayu Hardianti, 2013). Difusi juga diakibatkan oleh tenaga gerak molekul, jika suatu kristal yang berukuran kecil pada suatu zat dapat larut apabila ditambahkan ke dalam air, maka molekul pada unsur tersebut akan menghilang dari permukaan kristal dan ikut terlarut (Anonim, 1999).

Dalam proses pembelajaran biologi, kegiatan penelitian difusi, osmosis dan permeabilitas membran memegang peranan penting yang tidak dapat diabaikan. Pertama, proses difusi memungkinkan untuk mengamati secara langsung bagaimana molekul berpindah dari area dengan konsentrasi tinggi ke area dengan konsentrasi rendah. Pengalaman ini membantu memperjelas konsep-konsep yang sulit dipahami hanya melalui teori. Kedua, proses osmosis memberikan pemahaman mendalam tentang bagaimana air bergerak melalui membran semipermeabel dari daerah dengan konsentrasi air tinggi ke daerah dengan konsentrasi air rendah. Dengan cara ini, membantu untuk tidak hanya memahami teori osmosis, tetapi juga mengamati dampak praktis dari proses tersebut. Ketiga, proses langsung tentang permeabilitas membran membantu untuk memahami bagaimana membran sel mengontrol apa yang masuk dan keluar sel. Hal ini memberikan gambaran yang jelas tentang fungsi biologis membran dalam kehidupan sel. Selain itu, kegiatan langsung ini juga meningkatkan keterampilan eksperimen. Manfaat lainnya adalah meningkatkan rasa ingin tahu dan keinginan belajar. Merangsang minat dan semangat dalam memahami fenomena biologi melalui eksplorasi dan observasi langsung. Secara keseluruhan, pada penelitian difusi, osmosis, dan permeabilitas membran memberikan pengalaman pembelajaran yang komprehensif dan mendalam. Tidak hanya memperkuat pemahaman teoritis, tetapi juga mengembangkan keterampilan praktis dan meningkatkan minat dan motivasi siswa dalam mempelajari sains. Bahan yang mengalami difusi bisa berupa padatan, cairan, atau gas. Begitu juga, media di mana difusi terjadi juga bisa berada dalam salah satu dari tiga wujud fisik tersebut. Salah satu karakteristik utama difusi adalah pergerakan molekul sepanjang gradien konsentrasi. Meskipun proses ini dapat dibantu oleh molekul lain, ia tidak melibatkan molekul berenergi tinggi seperti adenosin trifosfat (ATP) atau guanosisin trifosfat (GTP) secara langsung. Kecepatan difusi bergantung pada sifat interaksi antara medium dan material. Misalnya, gas berdifusi sangat cepat dalam gas lain. Contohnya adalah penyebaran bau menyengat gas amonia di udara. Demikian pula, jika ada kebocoran kecil pada tabung yang berisi nitrogen cair, gas nitrogen yang keluar akan dengan cepat berdifusi ke atmosfer. Gas yang sama akan berdifusi lebih lambat dalam cairan seperti air, dan paling lambat dalam padatan. Dua cairan yang dapat bercampur juga akan berdifusi satu sama lain untuk membentuk larutan yang seragam. Misalnya,

ketika air dicampur dengan gliserol, kedua cairan tersebut akan berdifusi secara bertahap satu sama lain. Ini bahkan dapat diamati secara visual dengan menambahkan pewarna berbeda pada masing-masing cairan. Namun, fenomena yang sama tidak terlihat ketika cairan yang tidak dapat bercampur seperti bensin dan air dicampur. Difusi terjadi dengan lambat dan hanya melintasi permukaan kecil di mana kedua fluida berinteraksi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 25 April 2023. Tempat penelitian di laboratorium farmasi laboratorium terpadu Universitas PGRI Madiun.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah: mikroskop; rheo discolor; etanol (etil alcohol) absolut 30%; metanol (metil alcohol) absolut 30%; kentang (*Solanium Tuberosum*); garam; kantong teh; air panas; air dingin; sendok; stopwatch atau pengatur waktu.

Prosedur

Tahap Osmosis

Prosedur penelitian tahap osmosis antara lain: 1) Kentang dipotong persegi dengan berat yang sama yaitu 6gr, 2) Garam 200gram dilarutkan ke dalam air 50 ml lalu diaduk, 3) Potongan kentang kemudian direndam pada larutan garam, 4) Setelah 30 menit sampai 1 jam perendaman, kentang ditimbang kembali.

Tahap Difusi

Tahap difusi antara lain: 1) Air panas dan air dingin disiapkan dalam gelas terpisah, 2) Kantong teh kemudian direndam dalam air panas dan air dingin, 3) Setelah 5 menit sampai 10 menit perendaman, sendok digunakan untuk menghomogenkan dengan air.



Gambar 1 Berat Potongan Kentang

Permeabilitas Membran

Prosedur permeabilitas membran antara lain: 1) Daun Rheo Discolor dipotong secara horizontal/ vertical setipis mungkin, 2) Potongan daun diletakkan pada kaca objek ditutup dengan kaca penutup, 3) Potongan daun diamati dengan mikroskop, 4) Selama pengamatan daun dibawah mikroskop, methanol 30% diteteskan hingga mencapai bagian bawah kaca penutup, 5) Kemudian diamati lagi pada mikroskop mengenai perubahan struktur daun Rheo Discolor, 6) Waktu penghilangan pigmen dicatat untuk setiap perlakuan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Osmosis

Setelah dilakukan pengamatan pada proses osmosis, dapat dilihat bahwa adanya penurunan berat pada kentang. Hal ini disebabkan oleh perbedaan konsentrasi antara larutan garam dan cairan sel kentang. Akibatnya, sel-sel kentang kehilangan air dan mengalami penurunan volume, yang dapat menyebabkan perubahan berat dan tekstur jaringan kentang, hal ini menyatakan bahwa pengaruh osmosis pada kentang yang direndam dalam larutan garam selama 20 menit merupakan hasil dari perbedaan konsentrasi antara larutan garam dan cairan sel kentang. Hasil pengamatan ini dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.

Tabel 1. Hasil uji osmosis pada percobaan kentang dalam air garam

Perawatan	Berat Awal Kentang (g)	Berat Akhir Kentang (g)
Air	6,00 gram	6,42 gram
Garam 20% (1,00 gram)	6,00 gram	5,68 gram
Garam 40% (2,00 gram)	6,00 gram	5,40 gram
Garam 60% (3,00 gram)	6,00 gram	5,32 gram

Pada hasil eksperimen ini, bahwa pengaruh garam yang dilarutkan dalam air sebanyak 50 ml pada kentang menunjukkan dampak yang signifikan terhadap berat dan tekstur jaringan kentang. Ketika kentang direndam dalam larutan garam, terjadi pergerakan air dari dalam sel kentang ke larutan garam yang memiliki konsentrasi garam yang lebih tinggi. Proses ini disebut osmosis, di mana air bergerak melintasi membran sel untuk menyeimbangkan perbedaan konsentrasi. Ketika kentang direndam dalam larutan garam, terjadi pergerakan air dari dalam sel kentang ke larutan garam yang memiliki konsentrasi garam yang lebih tinggi. Proses ini, yang dikenal sebagai osmosis, terjadi karena air bergerak melintasi membran sel untuk menyeimbangkan perbedaan konsentrasi. Akibatnya, sel-sel kentang kehilangan air, yang menyebabkan perubahan berat dan tekstur jaringan kentang. Pada dasarnya, sel-sel kentang akan melepaskan air mereka ke lingkungan sekitarnya yang memiliki konsentrasi garam yang lebih tinggi.

Kentang yang direndam dalam air garam selama 20 menit mengalami penurunan berat, yang awalnya 6,00 gram setelah direndam selama 20 menit dalam air garam menjadi 5,40 gram. Hal ini disebabkan oleh proses osmosis. Air garam memiliki konsentrasi garam yang lebih tinggi daripada air dalam kentang. Sebagai tanggapan, air dalam kentang berpindah ke lingkungan dengan konsentrasi garam yang lebih tinggi, menyebabkan kentang kehilangan sebagian beratnya.



Gambar 2 Penurunan Berat Kentang

Difusi

Pada hasil eksperimen di atas, menyatakan bahwa teh yang direndam dalam air panas molekul air yang bergerak cepat karena energi panas memungkinkan molekul teh larut

untuk bergerak dari area dengan konsentrasi tinggi (teh yang belum larut) ke area dengan konsentrasi rendah (air). Proses ini berlangsung terus menerus sampai terjadi kesetimbangan, di mana konsentrasi teh dalam air menjadi merata. Pada kondisi air dingin, difusi masih terjadi namun dengan kecepatan yang lebih lambat karena energi molekul air lebih rendah. Molekul teh masih akan bergerak dari area dengan konsentrasi tinggi ke area dengan konsentrasi rendah, meskipun waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kesetimbangan lebih lama. Meskipun lambat, proses ini berlangsung karena gerakan molekul teh yang aktif, meskipun dengan kecepatan yang lebih rendah, hal ini merupakan proses difusi, yang merupakan fenomena fisik di mana molekul atau partikel bergerak dari daerah dengan konsentrasi tinggi ke daerah dengan konsentrasi rendah hingga mencapai kesetimbangan. Dalam kasus ini, saat teh dimasukkan ke dalam air panas, molekul air di sekitarnya memiliki energi kinetik yang tinggi, memungkinkan molekul-molekul teh yang larut untuk lebih mudah bergerak dari daerah dengan konsentrasi tinggi (teh yang belum larut) ke daerah dengan konsentrasi rendah (air).

Tabel 2. Hasil uji difusi dalam percobaan teh yang dicelupkan ke dalam air panas dan air dingin

Perawatan	Perubahan warna dalam 5 menit
Teh di atas air hangat	Kantong teh celup yang dimasukkan ke dalam air hangat akan mengalami perubahan warna, yaitu warnanya menjadi lebih gelap daripada air dingin.
Teh dalam air dingin	Kantong teh celup yang diletakkan di dalam air dingin mengalami perubahan warna, yaitu warnanya lebih cerah dibandingkan dengan teh yang berada di dalam air panas.



Gambar 3. Kondisi kantong teh celup Ketika dimasukkan ke dalam air selama 1 menit



Gambar 4. Kondisi kantong teh celup Ketika dimasukkan ke dalam air selama 5 menit

Ketika teh dimasukkan ke dalam air panas, molekul air di sekitarnya mulai bergerak lebih cepat karena energi panas yang tinggi. Molekul teh kemudian mulai bergerak dari area dengan konsentrasi tinggi (teh yang tidak terlarut) ke area dengan konsentrasi rendah (air). Proses ini terjadi terus menerus hingga tercapai kesetimbangan, di mana konsentrasi teh di dalam air menjadi seragam. Pada air dingin, proses difusi masih terjadi namun dengan kecepatan yang lebih lambat karena energi molekul air lebih rendah. Molekul teh tetap bergerak dari daerah dengan konsentrasi tinggi ke daerah dengan konsentrasi rendah, tetapi waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kesetimbangan lebih lama. Meskipun lambat, proses ini terjadi karena pergerakan molekul teh yang asam, meskipun dengan kecepatan yang lebih lambat.

Permeabilitas Membran

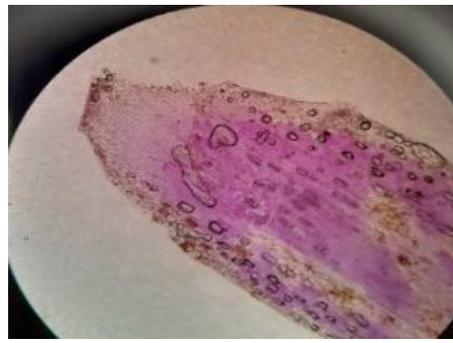
Pada eksperimen permeabilitas membran, percobaan di lakukan dua kali, dua percobaan dilakukan untuk menyelidiki pengaruh larutan metanol 30% pada daun *Rhoeo Discolor*, dengan fokus pada perubahan pigmen dan warna daun. Percobaan pertama menunjukkan perubahan warna dalam waktu 06:12:95 detik, sedangkan percobaan kedua membutuhkan waktu 07:00:34 detik. Perbedaan waktu ini diamati dan dikaitkan dengan variasi ketebalan irisan daun. Metanol dikenal sebagai pelarut yang umum digunakan dalam ekstraksi pigmen tumbuhan. Saat larutan metanol 30% diteteskan pada daun *Rhoeo Discolor*, pigmen ungu yang larut dalam pelarut akan terekstrak, menyebabkan memudarnya warna ungu pada daun. Fenomena ini terjadi karena pigmen pemberi warna ungu dapat larut dalam pelarut organik seperti metanol, sehingga daun menjadi lebih pucat atau bahkan tidak berwarna.

Percobaan pertama:

Pada percobaan yang pertama menggunakan perbesaran 4. Pada percobaan ini mengamati pengaruh methanol 30% yang diteteskan pada daun *Rhoeo Discolor* sehingga mengetahui pemudaran warna yang terjadi.



Gambar 5. Sebelum meneteskan metanol 30



Gambar 6. Sesudah meneteskan metanol 30

Percobaan kedua:

Pada percobaan yang kedua menggunakan perbesaran 4. Pada percobaan ini mengamati pengaruh methanol 30% yang diteteskan pada daun *Rhoeo Discolor* sehingga mengetahui perbedaan warna yang terjadi.

Dalam dua kali percobaan yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa adanya perbedaan waktu terhadap penghilangan pigmen warna pada daun *Rhoeo Discolor*. Setelah melakukan dua kali percobaan mengenai pengaruh larutan metanol 30% pada daun *Rhoeo Discolor*, pigmen dan warna daun berubah, dengan waktu yang berbeda. Pada percobaan pertama, dibutuhkan waktu sekitar 06.12.95 detik. Sedangkan pada percobaan kedua membutuhkan waktu sekitar 07.00.34 detik. Waktu yang dibutuhkan berbeda-beda pada setiap percobaan, dipengaruhi oleh ketebalan irisan daun. Metanol merupakan pelarut yang sering digunakan dalam ekstraksi pigmen dari tumbuhan. Ketika daun *Rhoeo Discolor* telah ditetesi dengan larutan metanol 30%. Pigmen ungu yang larut dalam pelarut akan terekstrak, sehingga menyebabkan warna ungu pada daun memudar. Hal ini disebabkan karena pigmen yang memberikan warna ungu dapat larut dalam pelarut organik seperti metanol, sehingga daun menjadi lebih pucat atau bahkan tidak berwarna.

Tabel 3. Hasil uji Permeabilitas Membran pada percobaan penetes larutan pada daun *rhoeo discolor*

Solvent	Dilusi	Konsentrasi	Ulangi	Durasi	
					Rata-rata
Metanol	Stok awal	Mutlak	6m 10m49d	8 menit 25 detik	
	3	30%	6m12d 7m	6 menit 56 detik	
	<u>100</u>				
Etanol	Stok awal	Mutlak	5m33d 3m11d	4 menit 22 detik	
	3	30%	13m6d 11m20d	12 menit 13 detik	
	<u>100</u>				

- Berdasarkan tabel 3 durasi ulangan perlakuan menggunakan methanol lebih cepat dibandingkan dengan etanol pada konsentrasi stok awal yang mutlak
- Pada dilusi 3×10 konsentrasi 30% mengurangi reaksi untuk methanol dan memberikan hasil rata-rata yang lebih konsisten yaitu 6 menit 56 detik
- Pada etanol, durasi reaksi pada 30×10 konsentasi 30% memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan methanol yaitu dengan rata-rata 12 menit 13 detik

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa methanol lebih efektif dalam mempercepat reaksi dibandingkan dengan etanol, baik pada konsentrasi mutlak maupun setelah pengenceran menggunakan konsentrasi larutan. Pengenceran memiliki peran penting dalam stabilitas durasi reaksi, terutama pada methanol.

SIMPULAN

Membran sel merupakan struktur kompleks terdiri dari lipid, protein, dan karbohidrat dengan rasio massa lipid-protein sekitar 50:50. Fungsi utamanya meliputi pengaturan transportasi zat, perlindungan sel, interaksi seluler, serta pelaksanaan reaksi metabolisme. Struktur membran terdiri dari lipid bilayer amphipathic, mosaik fluida, dan asimetris. Transportasi zat melalui membran terjadi melalui transpor aktif yang memerlukan energi dan transpor pasif yang tidak memerlukan energi, termasuk difusi (pergerakan dari konsentrasi tinggi ke rendah) dan osmosis (pergerakan air dari konsentrasi rendah ke tinggi).

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina DK, Zen S, Sahrir DC, Fadhila F, Zuyasna, Vertygo S, Mago OYT, Ruhardi A, Arianto S, Khariri, 2021. Teori Biologi Sel. Pidie: Yayasan Penerbit Muhammad Zaini.
- Anonim. 1999. Diffusion and Cell Membrane Journal international, Volume 3.
- Ayu Hardianti, Riesqi, 2013. Difusi osmosis. Jurnal difusi osmosis. Departemen Fisika, Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.ITB.
- Buehler LK. 2016. Membran Sel. New York: Garland Sciences.
- Cooper, G. M., & Hausman, R. E. (2015). The Cell: A Molecular Approach (7th ed.). Sinauer Associates.
- Lankford, D., & Friedrichsen, P. (2012). Red Onions, Elodea, or Decalcified Chicken Eggs? Selecting & Sequencing Representations for Teaching Diffusion &
- Nicolson, G. L. (2014). The Fluid-Mosaic Model of Membrane Structure: Still relevant to understanding the structure, function and dynamics of biological membranes after more than 40 years. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) -Biomembranes*, 1838(6), 1451-1466. <https://doi.org/10.1016/j.bbamem.2013.10.019>

- Osmosis. *The American Biology Teacher*, 74(6), 392–399.
- Suherman, J. N., & Al Farizi, T. (2024). Peran Protein Transpor dalam Regulasi Permeabilitas Membran Sel: Tinjauan Teoritis. *Medic Nutricia: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 2(3), 61-74.
- Suradinata, Tatang. (2003). *Petunjuk Praktikum Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan: Jakarta.