

OSMOSIS PADA KENTANG (*Solanum tuberosum* L.) SEBAGAI DASAR MEMAHAMI PERISTIWA OSMOSIS PADA TUMBUHAN

Susi Novita Sari¹, Dede Nuraida^{2*}, Krestina Kusumawati³, Khafidhotur Rohmah⁴, Prapto Suwondo⁵

^{1,2,3,4,5} Pendidikan Biologi, Universitas PGRI Ronggolawe Tuban

^{2*} Email: dede.nuraida@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi larutan gula terhadap terjadinya peristiwa osmosis pada kentang (*Solanum tuberosum* L.). Penelitian ini menggunakan metode eksperimen melalui praktikum dan pengamatan di laboratorium. Bahan yang digunakan adalah kentang (*Solanum tuberosum* L.), aquades, larutan gula, kertas label dan tisu. Kentang dicuci, dikupas dan dipotong kotak dengan ukuran 2 x 2 x 1 cm, lalu ditimbang dengan neraca dan diukur panjangnya. Setiap sampel potongan kentang mendapatkan perlakuan yang berbeda yaitu dengan perendaman dalam air dan larutan gula dengan empat perbedaan konsentrasi. Konsentrasi yang digunakan terdiri atas 0% (air), 5%, 10% dan 30%. Waktu perendaman potongan kentang dalam beberapa perlakuan berdasarkan konsentrasi larutan gula yaitu 30 menit. Parameter yang diamati yaitu berat, ukuran dan tekstur kentang sebelum dan setelah mendapat beberapa perlakuan yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi perubahan berat, panjang dan tekstur yang beragam pada masing – masing kentang yang direndam dalam larutan yang memiliki konsentrasi berbeda – beda. Pada pengamatan konsentrasi 0% (air) gula terdapat penambahan berat dan ukuran serta tekstur menjadi lebih keras, sedangkan pada konsentrasi 5%, 10%, dan 30% potongan kentang mengalami penyusutan berat dan ukuran serta terdapat perubahan tekstur menjadi lebih lembek dari pada tekstur awal yang lebih keras. Perubahan berat, panjang, dan tekstur dipengaruhi oleh konsentrasi larutan, serta kepekatannya dari larutan gula.

Kata Kunci: Osmosis; Kentang; Konsentrasi; Larutan Gula; Air

PENDAHULUAN

Semua makhluk hidup melakukan proses metabolisme yang diperlukan pertumbuhan dan perkembangan yang berkelanjutan. Untuk dapat bertahan hidup, tumbuhan memerlukan zat tertentu. Zat-zat yang dibutuhkan tumbuhan berasal dari lingkungan, terutama berupa O₂ dan CO₂ dari udara yang diambil oleh daun, serta air dan mineral dari tanah yang diambil oleh akar dan bulu akar. Untuk tumbuhan tingkat rendah, penyerapan zat terjadi pada luas permukaan tubuhnya. Kemampuan tumbuhan dalam menyerap zat terjadi melalui difusi dan osmosis. Konsep transportasi pada tumbuhan mengandung beberapa subkonsep yaitu transpor zat atau bahan melalui proses difusi, osmosis, imbibisi, dan transpor aktif. Penyerapan dan proses pengangkutan air dan zat terlarut terjadi melalui xilem, pengangkutan hasil fotosintesis terjadi melalui floem. Transpor ini umumnya terjadi melalui proses yang disebut osmosis yang melibatkan membran. Air dan garam mineral diserap oleh akar melalui rambut akar secara osmosis dan difusi [1].

Definisi osmosis paling sederhana adalah difusi air melalui membran semipermeabel (permeabel hanya untuk pelarut, bukan zat terlarut). Difusi adalah peristiwa pergerakan molekul dari lingkungan dengan konsentrasi tinggi menuju lingkungan dengan konsentrasi rendah [2]. Difusi merupakan pengedaran molekul suatu zat yang disebabkan oleh suatu gaya yang identik dengan energi kinetik [3]. Difusi yaitu perpindahan ion atau molekul dari konsentrasi tinggi (hipertonik) ke konsentrasi rendah (hipotonik) dengan atau tanpa membran semipermeabel. Dengan demikian, difusi terjadi karena perbedaan konsentrasi. Adanya perbedaan konsentrasi tersebut akan menimbulkan tekanan pada molekul - molekul, sehingga molekul tersebut menyebar [4]. Air meresap dari larutan dengan konsentrasi rendah ke yang dengan konsentrasi tinggi secara osmosis [5]. Melimpahnya energi osmotik dalam konsentrasi tertentu dapat mempengaruhi penyerapan energi sel tumbuhan [6]. Tekanan osmotik dapat turun pada konsentrasi larutan tertentu [7]. Pada kondisi osmosis konstan, konsentrasi air melintasi membran harus sama pada kesetimbangan osmotik [8]. Penumpukan

konsentrasi bahan yang tertahan terjadi pada lapisan batas yang dekat dengan membran, menghasilkan perbedaan antara konsentrasi zat terlarut pada permukaan membran [9].

Osmosis, sebuah konsep berdasarkan difusi, mengacu pada pergerakan spesifik partikel air masuk dan keluar sel tergantung pada konsentrasi zat terlarut dalam sel [10]. Osmosis adalah konsep dasar yang penting bagi siswa biologi tahun pertama sebagai kunci untuk memahami sebagian besar kurikulum biologi [11]. Osmosis merupakan salah satu konsep biologi yang penting untuk dipelajari karena merupakan konsep dasar untuk mempelajari beragam konsep biologi lainnya seperti respirasi sel dan fotosintesis [12]. Osmosis adalah proses yang menggambarkan pergerakan molekul air melintasi membran sel [11]. Osmosis merupakan suatu proses yang sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari sehingga dapat diterapkan sebagai sumber belajar. Salah satu contoh dari osmosis dapat ditemukan seperti pada tumbuhan. Peran utama osmosis pada tumbuhan terletak pada mekanisme pengangkutan air dan zat mineral yang dibutuhkan tumbuhan oleh akar. Osmosis adalah difusi air melalui membran semi-permeabel, dari larutan yang banyak air ke larutan yang sedikit air [13]. Membran semipermeabel adalah selaput pemisah, didalam membran semipermeabel ini air dan molekulnya saja yang dapat melewatinya, membran ini harus mampu menyerap pelarut sehingga menimbulkan tekanan sepanjang membran tersebut. Osmosis ini dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu zat terlarut dan kandungan air di dalam sel serta kandungan zat terlarut dan kadar air di luar sel [14].

Faktor yang mempengaruhi terjadinya osmosis adalah besar kecilnya molekul yang diserap. Adanya suatu molekul zat yang lebih kecil dibandingkan garis pusat lubang membran, sehingga memudahkannya untuk meresap. Keterlarutan lipid, suatu molekul dengan tingkat keterlarutan tinggi, sehingga mampu meresap lebih cepat daripada molekul dengan tingkat keterlarutan rendah termasuk lipid. Luas permukaan membran, kadar dari resapan menjadi lebih cepat jika memiliki luas permukaan membran yang mendukung untuk proses resapan adalah lebih besar. Suhu, adanya pergerakan molekul tentu dipengaruhi karena suhu, kadar resapan menjadi lebih cepat pada suhu tertinggi dari pada dengan suhu rendah [15].

Salah satu tumbuhan yang banyak digunakan untuk mempelajari peristiwa osmosis adalah kentang. Kentang digunakan dalam praktikum osmosis karena mudah didapatkan, harga terjangkau dan peristiwa osmosis pada kentang dapat terlihat dengan jelas. Kentang (*Solanum tuberosum*) merupakan suatu tumbuhan dari famili *Solanaceae* yang menghasilkan umbi. Umbi merupakan salah satu jenis tumbuhan yang mengalami peristiwa difusi dan osmosis, Umbi merupakan bagian tumbuhan yang terbentuk di dalam tanah [3]. Kentang merupakan tumbuhan yang peka terhadap cekaman kekurangan air [16]. Kentang memiliki kadar air yang tinggi yang menyebabkan ketahanan penyimpanan yang tidak lama dan mudah mengalami transportasi air [14]. Pada suatu penelitian osmosis, kentang berperan sebagai membran atau selaput, sedangkan air yang berada di luar meresap ke dalam kentang tersebut melalui membran semipermeabel dan menyebabkan air di dalam sel-sel kentang bertambah banyak [17].

Transpor air pasif melintasi membran sel, transpor air osmotik dalam membran lain telah meningkat kecuali pada membran lipid [18]. Molekul zat terlarut menimbulkan transpor air osmotik jangka pendek melalui pori, sementara molekul zat terlarut yang menyerap gagal menimbulkan transpor air yang signifikan [19]. Transpor air yang terdapat pada kentang dapat terlihat dengan jelas ketika diberikan beberapa perlakuan yang berkaitan dengan konsentrasi larutan. Perbedaan potensial kimia pada fase air dapat terjadi melalui osmosis [20]. Tekanan yang bergantung pada konsentrasi osmolit dalam larutan diperlukan untuk mencegah aliran osmotik yang disebabkan oleh potensial air melintasi membran. Air mengalir dari sistem dengan osmolaritas lebih rendah ke sistem dengan osmolaritas lebih tinggi [21]. Dengan penggunaan glukosa sebagai agen osmotik, transpor air osmotik digerakkan oleh glukosa [22].

Berdasarkan pernyataan tersebut, penting untuk memahami mekanisme peristiwa osmosis pada tumbuhan. Konsep osmosis pada tumbuhan merupakan salah satu materi dalam lingkup kajian biologi yang dipelajari di SMA, untuk mempelajari konsep tersebut lebih mendalam perlu kiranya dipertajam melalui praktik-praktik difusi dan osmosis. Maka dari itu peneliti merasa perlu melakukan penelitian mengenai osmosis pada kentang (*Solanum tuberosum* L.) sebagai dasar memahami peristiwa osmosis pada tumbuhan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati dan mengetahui pengaruh konsentrasi larutan gula terhadap terjadinya peristiwa osmosis pada kentang (*Solanum tuberosum* L.).

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen melalui praktikum dan pengamatan di laboratorium. Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2022 di Laboratorium Biologi Universitas PGRI Ronggolawe Tuban. Bahan yang digunakan adalah kentang (*Solanum tuberosum* L.), aquades, larutan gula yang digunakan terdiri atas 0% (air), 5%, 10% dan 30%, kertas label dan tisu. Tiap perlakuan menggunakan potongan kentang dengan ukuran dan bentuk yang sama. Setiap sampel potongan kentang diberikan 4 perlakuan yang berbeda yaitu dengan perendaman dalam air dan larutan gula dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Konsentrasi yang digunakan terdiri atas 0% (air), 5%, 10% dan 30% dengan konsentrasi yang berbeda mungkin akan didapatkan hasil yang berbeda. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas beker, pisau atau *cutter*, timbangan analitik, penggaris, cawan petri, batang pengaduk, alat tulis dan kamera *handphone*.

Kentang dicuci, dikupas dan dipotong kotak dengan ukuran 2 x 2 x 1 cm, lalu ditimbang dengan neraca dan diukur panjangnya. Setiap sampel potongan kentang mendapatkan perlakuan yang berbeda yaitu dengan perendaman dalam air dan larutan gula dengan empat perbedaan konsentrasi. Konsentrasi yang digunakan terdiri atas 0% (air), 5%, 10% dan 30%. Waktu perendaman potongan kentang dalam beberapa perlakuan berdasarkan konsentrasi larutan gula yaitu 30 menit. Setelah 30 menit, potongan kentang ditiriskan menggunakan cawan petri yang telah dilapisi tisu, kemudian ditimbang dan diukur panjangnya. Berikutnya dilakukan pengamatan terhadap berat, ukuran dan tekstur potongan kentang setelah direndam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan tabel hasil penelitian yang telah kami lakukan untuk menguji peristiwa Osmosis pada kentang (*Solanum tuberosum* L).

Tabel 1 Hasil pengamatan terhadap perbedaan berat awal dan akhir kentang

Konsentrasi larutan gula	Berat awal	Berat akhir
30 %	8,70 gram	8,06 gram
10 %	11,15 gram	10,37 gram
5 %	11,33 gram	10,62 gram
0 % (Air)	10,18 gram	10,59 gram

Tabel 2 Perbedaan ukuran potongan kentang sebelum dan sesudah perendaman pada larutan dengan konsentrasi yang berbeda

Konsentrasi larutan gula	Ukuran awal	Ukuran akhir
30 %	2x2x1 cm	1,9x1,9x0,8 cm
10 %	2x2x1 cm	2x1,9x0,8 cm
5 %	2x2x1 cm	1,9x1,9x1 cm
0 % (Air)	2x2x1 cm	2x2x1,1 cm

Berdasarkan data Tabel 1 dan Tabel 2, dapat kita lihat bahwa kentang yang direndam dalam larutan gula 30% berat kentang yang awalnya 8,70 gram mengalami penyusutan menjadi 8,06 gram dengan selisih 0,64 gram atau 7,3% dari berat awal, dan pada ukurannya mengalami penyusutan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa terjadi peristiwa osmosis yang disebabkan kepekatan plasma kentang lebih rendah daripada kepekatan larutan gula 30%. Sehingga, plasma pada kentang berosmosis keluar kentang yang menyebabkan beratnya mengalami penyusutan dan ukurannya berubah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rahmasari & Susanto (2014) bahwa dalam proses osmosis, pada larutan hipertonik, sebagian besar molekul air terikat (tertarik) ke molekul gula (telarut), sehingga hanya sedikit molekul air yang bebas dan bisa melewati membrane [23].

Pada kentang yang direndam dalam larutan gula 10% berat kentang yang awalnya 11,15 gram mengalami penyusutan menjadi 10,37 gram dengan selisih 0,78 gram atau 6,9% dari berat awal, dan pada ukurannya mengalami penyusutan. Hal tersebut menandakan juga terjadi peristiwa osmosis yang disebabkan kepekatan plasma kentang lebih rendah daripada kepekatan larutan gula 10%. Sehingga, plasma pada kentang berosmosis keluar kentang yang menyebabkan beratnya mengalami penyusutan dan ukurannya berubah sebagaimana pada kentang yang direndam pada larutan gula 30%. Menurut Khairuna (2019) pelarut (dalam banyak kasus adalah air) bergerak dari larutan berkonsentrasi lebih rendah (hipotonik) ke larutan berkonsentrasi lebih tinggi (hipertonik) yang bertujuan menyamakan konsentrasi kedua larutan [24].

Pada kentang yang direndam dalam larutan gula 5% berat kentang yang awalnya 11,33 gram mengalami penyusutan menjadi 10,62 gram dengan selisih 0,71 gram atau 6,2% dari berat awal, dan pada ukurannya mengalami penyusutan. Hal ini juga menunjukkan bahwa osmosis terjadi karena kepekatan plasma kentang lebih rendah daripada kepekatan larutan gula 5%. Mengakibatkan plasma kentang mengalami osmosis keluar kentang yang membuat berat dan ukuran kentang menjadi berkurang atau mengalami penyusutan. Serta teksturnya menjadi agak lembek karena osmosis mengakibatkan permukaan kentang menjadi agak basah, cenderung licin dan agak halus. Pada tumbuhan, pembangkitan gaya dan pergerakan organ sering dikaitkan dengan tekanan turgor, yang dihasilkan oleh jenis konversi kemo-mekanis lain berdasarkan gradien osmotik. Tumbuhan diketahui menggunakan tekanan osmotik untuk menciptakan turgor untuk ekspansi sel [25]. Air berperan untuk memberikan tekanan turgor pada sel kentang sehingga sel menjadi kaku dan kencang. Jadi jika air keluar dari sel kentang maka tekstur kentang akan lebih lembek/tidak kaku. Wirawan & Anasta (2013) menyatakan bahwa osmosis adalah peristiwa perpindahan molekul air (pelarut) melalui membran semipermeabel dari larutan yang berkonsentrasi rendah ke larutan yang berkonsentrasi tinggi [13].

Pada kentang yang direndam dalam 100 ml air aquades berat kentang yang awalnya 10,18 gram mengalami penambahan menjadi 10,59 gram dengan selisih 0,41 gram atau 4% dari berat awal, dan pada ukurannya mengalami penambahan menjadi 2x2x1,1 cm. Terjadinya penambahan berat ini dikarenakan kepekatan plasma kentang lebih tinggi dibandingkan dengan kepekatan air yang berada di luar kentang. Mengakibatkan air yang berada di luar kentang mengalami osmosis menuju ke dalam kentang. Sesuai dengan pendapat Ragetisvara & Titah (2021) yang menyatakan bahwa osmosis adalah difusi air melalui membran semi-permeabel, dari larutan yang banyak air ke larutan yang sedikit air [26].

Tabel 3 Hasil perubahan tekstur potongan kentang sebelum dan sesudah perendaman pada larutan dengan konsentrasi yang berbeda

Konsentrasi larutan gula	Tekstur awal	Tekstur akhir
30 %	Keras	Lembek
10 %	Keras	Lembek
5 %	Keras	Agak lembek
0 % (Air)	Keras	Lebih Keras

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil yang tercantum dalam Tabel 3 yaitu, pada potongan kentang yang direndam dalam larutan gula 30%, tekstur awal potongan kentang adalah keras. Setelah dilakukan perendaman selama 30 menit, tekstur potongan kentang berubah menjadi lembek. Pada larutan 10% sebelum perendaman kentang bertekstur keras. Setelah dilakukan perendaman terdapat perubahan tekstur pada kentang menjadi lembek. Berdasarkan hasil yang terdapat pada tabel 3 di atas tercantum bahwa tekstur awal kentang sebelum perendaman bertekstur keras dan terdapat perubahan tekstur kentang menjadi lebih lembek setelah 30 menit perendaman kentang menggunakan larutan gula 5%. Perubahan tekstur kentang menjadi lembek karena penurunan tekanan turgor yang disebabkan karena air keluar dari kentang. Hal ini sesuai dengan pendapat Givari (2022), yang menyatakan bahwa hal yang menyebabkan perubahan tekstur setelah direndam menggunakan larutan gula adalah konsentrasi dalam sel lebih rendah daripada konsentrasi

larutan gula, sehingga zat-zat dari dalam sel akan berpindah ke larutan gula dan menyebabkan teksturnya lembek [27].

Pada larutan 100 ml air atau 0% gula, terdapat perubahan tekstur pada potongan kentang menjadi lebih keras dari pada sebelum direndam. Hal yang menyebabkan berubah menjadi lebih keras adalah sifat air yang hipotonik, artinya memiliki konsentrasi yang rendah sehingga air dapat masuk ke dalam sel kentang serta menyebabkan sel mengembang bahkan bisa lebih keras dari sebelumnya. Hal ini selaras dengan pendapat yang dikemukakan Hutami & Harijono (2014) bahwa konsentrasi air di luar sel lebih kecil daripada di dalam sel (hipotonik) sehingga air akan masuk ke dalam sel dan menyebabkan sel mengembang dan membesar [28]. Sel akan mengembang secara ireversibel (atau tumbuh), ketika tekanan turgor berada di atas ambang batas tekanan turgor di mana terjadi pelepasan dinding [29].

Dari pernyataan diatas dapat membuktikan mengenai teori osmosis yakni proses perpindahan air dari zat yang berkonsentrasi rendah (hipotonis) ke larutan yang berkonsentrasi tinggi (hipertonis), proses ini biasa melalui membran selektif permeabel dari bagian yang lebih encer ke bagian yang lebih pekat. Selain itu dapat menjawab hipotesis bahwa pada kentang yang direndam dalam larutan gula mengalami perubahan berupa penyusutan berat dan ukuran yang berbeda tergantung dengan konsentrasi atau kadar gula dan tingkat kepekatan. Pada air juga mengalami perubahan namun berupa penambahan berat karena kepekatan kentang lebih tinggi dibandingkan dengan kepekatan air, serta terdapat penambahan ukuran. Tekstur pada kentang yang direndam pada larutan gula juga mengalami perubahan, sedangkan kentang yang direndam dalam air tidak berubah teksturnya. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Magdalena (2014) bahwa konsentrasi gula berpengaruh nyata terhadap laju osmosis [30].

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi perubahan berat, panjang dan tekstur yang beragam pada masing – masing kentang yang direndam dalam larutan yang memiliki konsentrasi berbeda – beda. Pada pengamatan konsentrasi 0% (air) terdapat penambahan berat dan ukuran serta tekstur menjadi lebih keras, sedangkan pada konsentrasi larutan gula 5%, 10%, dan 30% potongan kentang mengalami penyusutan berat dan ukuran serta terdapat perubahan tekstur menjadi lebih lembek dari pada tekstur awal yang lebih keras. Perubahan berat, panjang, dan tekstur dipengaruhi oleh konsentrasi larutan, serta kepekatan dari larutan gula. Dengan demikian, konsentrasi larutan gula berpengaruh terhadap terjadinya peristiwa osmosis pada kentang (*Solanum tuberosum* L.).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Silaen, “Pengaruh Transpirasi Tumbuhan Dan Komponen Didalamnya Srinatalia,” *Agroprimattech*, vol. 5, no. 1, pp. 14–20, 2021.
- [2] F. R. Kuntari, S. Pranoto, K. A. Tiswati, and A. Sutresno, “Studi Proses Difusi melalui Membran dengan Pendekatan Kompartemen,” *J. Fis. dan Apl.*, vol. 15, no. 2, p. 62, 2019, doi: 10.12962/j24604682.v15i2.4617.
- [3] Yahya, “Perbedaan Tingkat Laju Osmosis Antara Umbi Solonum Tuberosum Dan Doucus Carota,” *J. Biol. Educ.*, vol. 4, no. 1, p. 197 dan 204–205, 2015.
- [4] Y. P. Devia, A. Pujiraharjo, and C. Adhi P, “Pengaruh Aspek Hidrolika Dalam Teknologi Membran Untuk Penyediaan Air Bersih Di Daerah Bencana,” *J. Rekayasa Sipil*, vol. 10, no. 3, 2016.
- [5] K. Park, J. Kim, D. R. Yang, and S. Hong, “Towards a low-energy seawater reverse osmosis desalination plant: A review and theoretical analysis for future directions,” *J. Memb. Sci.*, vol. 595, p. 117607, 2020, doi: 10.1016/j.memsci.2019.117607.
- [6] J. Kim, K. Park, D. R. Yang, and S. Hong, “A comprehensive review of energy consumption of seawater reverse osmosis desalination plants,” *Appl. Energy*, vol. 254, no. July, p. 113652, 2019, doi: 10.1016/j.apenergy.2019.113652.
- [7] Maddah HA and Almugahwi MA, “Application of The Solution-Diffusion Model to Optimize Water Flux in Reverse Osmosis Desalination Plants,” *AMTA/AWWA 2017 Membr.*

Technol. Conf. Proc., no. April, 2017.

- [8] F. Oztas, "How do High School Students Know Diffusion and Osmosis? High School Students' Difficulties in Understanding Diffusion & Osmosis," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 116, pp. 3679–3682, 2014, doi: 10.1016/j.sbspro.2014.01.822.
- [9] J. S. Kim, J. Chen, and H. E. Garcia, "Modeling, control, and dynamic performance analysis of a reverse osmosis desalination plant integrated within hybrid energy systems," *Energy*, vol. 112, pp. 52–66, 2016, doi: 10.1016/j.energy.2016.05.050.
- [10] N. N. S. Alharbi, D. F. Treagust, A. L. Chandrasegaran, and M. Won, "Influence of Particle Theory Conceptions on Pre-service Science Teachers Understanding of Osmosis and Diffusion," *J. Biol. Educ.*, vol. 49, no. 3, pp. 232–245, 2015, doi: 10.1080/00219266.2014.923488.
- [11] N. B. Reinke, M. Kynn, and A. L. Parkinson, "Conceptual understanding of osmosis and diffusion by Australian first-year biology students," *Int. J. Innov. Sci. Math. Educ.*, vol. 27, no. 9, pp. 17–33, 2019, doi: 10.30722/ijisme.27.09.002.
- [12] W. Kurniasih, S. Anggraeni, and B. Supriatno, "Alternatif Lembar Kerja Peserta Didik Materi Osmosis Berbasis ANCORB," *Biodik*, vol. 6, no. 3, pp. 266–280, 2020, doi: 10.22437/bio.v6i3.9451.
- [13] S. K. Wirawan and N. Anasta, "Analisis Permeasi Air Pada Dehidrasi Osmosis Pepaya (Carica papaya)," *AGRITECH*, vol. 33, no. 3, pp. 304–310, 2013.
- [14] H. L. Ulfa, R. Falahiyah, and S. Singgih, "Uji Osmosis pada Kentang dan Wortel Menggunakan Larutan NaCl," *Sainsmat J. Ilm. Ilmu Pengetah. Alam*, vol. 9, no. 2, p. 110, 2020, doi: 10.35580/sainsmat92153792020.
- [15] P. Mardiatin and S. Purwoto, "Penurunan Kandungan Bakteri Escherichia Coli Dan Timbal Pada Air Bersih Menggunakan Membran Reverse Osmosis," *WAKTU J. Tek. UNIPA*, vol. 12, no. 1, pp. 65–70, 2014, doi: 10.36456/waktu.v12i1.840.
- [16] W. Firdawati, F. Damayanti, S. Amien, and W. A. Qosim, "Respon Lima Kultivar Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Terhadap Perlakuan Manitol pada Kultur In Vitro (," *Zuriat*, vol. 30, no. 1, p. 14, 2019, doi: 10.24198/zuriat.v30i1.21783.
- [17] Yahya, "Perbedaan Tingkat Laju Osmosis Antara Umbi Solonum Tuberosum Dan Doucus Carota," *J. Biol. Educ.*, vol. 4, no. 1, 2015.
- [18] T. Zeuthen and N. MacAulay, "Passive water transport in biological pores," *Int. Rev. Cytol.*, vol. 215, pp. 203–230, 2002, doi: 10.1016/S0074-7696(02)15010-8.
- [19] T. Zeuthen, M. Alsterfjord, E. Beitz, and N. Macaulay, "Osmotic water transport in aquaporins: Evidence for a stochastic mechanism," *J. Physiol.*, vol. 591, no. 20, pp. 5017–5029, 2013, doi: 10.1113/jphysiol.2013.261321.
- [20] S. B. Fredriksen, A. U. Rognmo, and M. A. Fernø, "Pore-scale mechanisms during low salinity waterflooding: Oil mobilization by diffusion and osmosis," *J. Pet. Sci. Eng.*, vol. 163, pp. 650–660, 2018, doi: 10.1016/j.petrol.2017.10.022.
- [21] M. Hu, N. Zhou, W. Cai, and H. Xu, "Lysosomal solute and water transport," *J. Cell Biol.*, vol. 221, no. 11, pp. 1–14, 2022, doi: 10.1083/jcb.202109133.
- [22] J. Morelle *et al.*, "AQP1 Promoter Variant, Water Transport, and Outcomes in Peritoneal Dialysis," *N. Engl. J. Med.*, vol. 385, no. 17, pp. 1570–1580, 2021, doi: 10.1056/nejmoa2034279.
- [23] H. Rahmasari and W. H. Susanto, "Ekstraksi Osmosis pada pembuatan sirup Murbei (*Morus alba* L.) kajian proporsi buah : Sukrosa dan lama Osmosis," *J. Pangan dan Agroindustri*, vol. 2, no. 3, pp. 191–197, 2014.
- [24] Khairuna, "Diktat Fisiologi Tumbuhan," *Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Ilmu*

Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, p. 124, 2019.

- [25] W. Zhang *et al.*, “Spatiotemporal Measurement of Osmotic Pressures by FRET Imaging,” *Angew. Chemie*, vol. 133, no. 12, pp. 6562–6569, 2021, doi: 10.1002/ange.202011983.
- [26] A. A. Ragetisvara and H. S. Titah, “Studi Kemampuan Desalinasi Air Laut Menggunakan Sistem Sea Water Reverse Osmosis (SWRO) pada Kapal Pesiar,” *J. Tek. ITS*, vol. 10, no. 2, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v10i2.63933.
- [27] T. A. Givari, L. C. Hawa, and A. W. Putranto, “Teknik Dehidrasi Osmosis Pada Pembuatan Manisan Kulit Jeruk (Osmotic Dehydration in the Making Orange Peel Fruit Candy),” *JOFE J. Food Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 19–32, 2022.
- [28] F. D. Hutami and Harijono, “Pengaruh Penggantian Larutan Dan Konsentrasi NaHCO₃ Terhadap Penurunan Kadar Sianida Pada Pengolahan Tepung Ubi Kayu,” *J. Pangan dan Agroindustri*, vol. 2, no. 4, pp. 220–230, 2014.
- [29] K. Steppe *et al.*, “Direct uptake of canopy rainwater causes turgor-driven growth spurts in the mangrove *Avicennia marina*,” *Tree Physiol.*, vol. 38, no. 7, pp. 979–991, 2018, doi: 10.1093/treephys/tpy024.
- [30] A. Magdalena, S. Waluyo, and C. Sugianti, “Pengaruh Suhu Dan Konsentrasi Larutan Gula Terhadap Proses Dehidrasi Osmosis Buah Waluh (*Cucurbita moschata*) (Effect of Temperature and Concentration of Sugar Solution in The Process of Osmotic Dehydration of Pumpkin (*Cucurbita moschata*),” *J. Rekayasa Pangan dan Pertanian.*, vol. 2, no. 4, pp. 1–8, 2019.