

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

MODEL SIMULASI TEKANAN OSMOTIK DINDING SEL SEBAGAI INTEGRASI KONSEP HIDROSTATIK DAN SISTEM TRANSPORTASI AIR DALAM TUMBUHAN

Acep Musliman^{1*}, Fitri Damayanti¹

¹Universitas Indraprasta PGRI Program Studi Pendidikan MIPA, Jakarta

*Email korespondensi: acepmatsci16@gmail.com

ABSTRAK

Tekanan osmotik zat antar dinding sel adalah tekanan hidrostatis sebagai proses penting terjadinya pergerakan air melintasi dinding sel. Konsep ini sering dirasakan sulit dipahami oleh peserta didik karena bersifat abstrak. Untuk itu, melalui penelitian ini disajikan pemodelan tekanan osmotik zat dinding sel sebagai integrasi konsep tekanan hidrostatis dengan menggunakan simulasi berbasis digital. Pemodelan dilakukan dengan memperhatikan parameter sifat fisik dinding sel, seperti elastisitas dan porositas, serta pengaruh faktor eksternal antara lain konsentrasi zat terlarut dan suhu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak dari pemodelan terhadap tingkat pemahaman mahasiswa pada konsep tekanan osmotik dan hidrostatis yang bersifat abstrak. Dilakukan uji coba dan observasi pada mahasiswa yang mengikuti perkuliahan Fisiologi Tumbuhan program studi pendidikan biologi yang telah mendapatkan perkuliahan Fisika Dasar. Desain penelitian *quasi experiment* menggunakan *pre-test post-test non equivalent control group design*, terdiri dari dua rombongan belajar sebagai kelas kontrol dan kelas eksperimen. Pemodelan konsep dilakukan sebagai tindakan pembelajaran terhadap kelas eksperimen, sedangkan kelas kontrol dilakukan pembelajaran reguler. Setelah dilakukan proses pembelajaran, kedua rombongan belajar diberikan tes pemahaman konsep. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *paired t-test*, *n-gain*, dan uji kesamaan dua rerata. Hasil analisis menunjukkan bahwa ada peningkatan signifikan kemampuan pemahaman konsep mahasiswa. Dengan demikian perkuliahan dengan media pemodelan pada konsep sistem transportasi tumbuhan efektif dapat meningkatkan kemampuan pemahaman konsep mahasiswa

Kata kunci: Hidrostatis; Integrasi_konsep; Model_simulasi; Osmotik

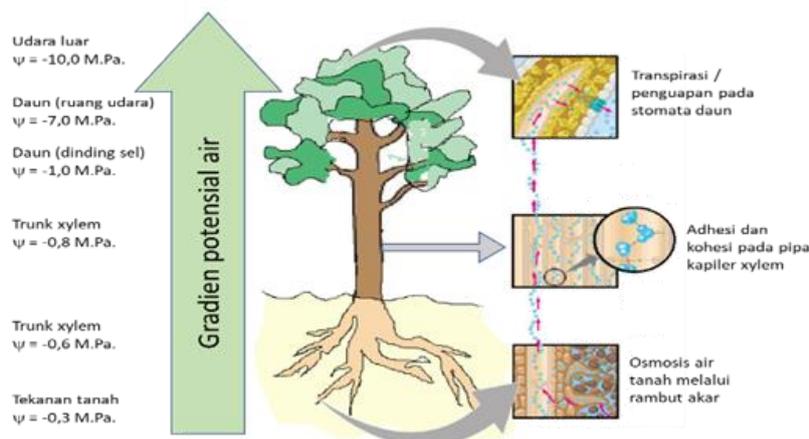
SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

PENDAHULUAN

Tekanan osmotik terjadi pada membran sel bersifat semipermeabel yang diakibatkan oleh perbedaan konsentrasi substrat zat dalam sel. Perbedaan ini menimbulkan terjadinya tekanan hidrostatik dan menjadi faktor terjadinya proses perpindahan molekul air pada sistem transportasi air pada dalam tumbuhan mulai dari akar, batang sampai ujung daun (Taiz & Zeiger, 2002). Pada konsep fisika, tekanan osmotik adalah contoh model tekanan hidrostatik yang dipengaruhi oleh variabel suhu dan tekanan. Konsep hidrostatik salah satu konsep yang tidak mudah dipahami peserta didik karena bersifat abstrak dan menjadikan guru mengalami kesulitan dalam menyampaikan konsep kepada peserta didik (Kusdiastuti et al., 2017; Hidayat et al., 2022). Kesulitan peserta didik terletak pada pengaplikasian persamaan dan penguasaan prinsip yang bekerja pada sistem. Selain itu, pada konsep tekanan hidrostatik masih terjadi miskonsepsi peserta didik pada materi tekanan zat cair yaitu tekanan pada zat cair seragam tidak bergantung pada kedalaman dan massa jenis zat cair (Samsudin et al., 2019; Zulfa et al., 2020). Kendala dan kesulitan pemahaman peserta didik pada konsep hidrostatik dapat dibantu melalui ilustrasi pada model sistem transportasi air dalam tumbuhan yang terjadi akibat adanya tekanan osmotik antar dinding sel.

Melalui pemodelan sistem transportasi air yang terjadi pada tumbuhan, dapat dijelaskan bagaimana pengaruh parameter fisika, suhu, tekanan dan konsentrasi zat dalam sistem hidrostatik sehingga terjadinya pergerakan air dalam membran sel. Dinding sel yang menjadi batas antar sel yang memiliki sifat permeabel, yaitu dapat melewatkan molekul air yang memiliki ukuran sesuai dengan pori-pori membran. Akibat perbedaan konsentrasi antar sel, maka timbul tegangan atau perbedaan tekanan yang terjadi pada membran yang disebut sebagai tekanan osmotik. Selain diakibatkan perbedaan konsentrasi, tekanan osmosis juga terjadi karena pengaruh suhu dan tekanan udara luar. Inilah yang menjadi pemodelan ilustrasi dari sistem hidrostatik transportasi air pada tumbuhan sebagai model dalam menyampaikan konsep hidrostatik pada peserta didik. Pemodelan sistem ini dijelaskan lebih detail pada Gambar 1.



Gambar 1. Sistem transportasi air pada tumbuhan
(Sumber: Taiz & Zeiger, 2002)

Konsep tekanan osmotik dalam sistem transportasi pada tumbuhan memiliki irisan konsep dengan tekanan hidrostatik pada perkuliahan fisika dasar. Irisan ini menjadi bentuk integrasi proses perpaduan penyampaian kepada mahasiswa dengan memanfaatkan model

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

sebagai media pembelajaran. Kemampuan penyerapan pemahaman mahasiswa pada permasalahan yang dianggap rumit dan abstrak membutuhkan strategi dan metode yang membantu mempermudah pemahaman yang rumit menjadi lebih sederhana. Permasalahan ini dibuktikan berdasarkan pengalaman yang dirasakan pada proses perkuliahan selama ini, antara lain; 1) sulitnya menggerakkan respon mahasiswa meskipun sudah dipancing dengan tanya jawab, 2) rendahnya capaian nilai hasil pembelajaran, dan 3) kemampuan mahasiswa yang sangat heterogen.

Pembelajaran efektif memberi ruang pada mahasiswa untuk menyerap, mengasimilasi, mengakomodasi informasi dan mengkaitkannya dengan struktur pengetahuan yang sudah ada sebelumnya untuk membangun pengertian baru (Suyanto, 2002). Bentuk implementasi praktisnya adalah pembelajaran yang berbasis pada pengalaman empiris mahasiswa (hasil observasi & percobaan) maupun kegiatan analitis. Pembelajaran yang mendasarkan pada pengalaman empiris (pengalaman primer) tidaklah mudah, terlebih dalam konstruksi kurikulum yang menempatkan kuliah dan praktikum secara terpisah. Pemodelan simulasi pada sistem tekanan osmotik dan hidrostatis menggunakan aplikasi digital *Phet Simulation* dan Animasi Power Point diharapkan menjadi alternatif memberikan pengalaman empiris kepada mahasiswa secara tidak langsung. Selain itu juga diharapkan mampu menyederhanakan konsep yang dianggap rumit menjadi mudah dipahami.

Kualitas belajar mahasiswa di kelas sangat tergantung dari kondisi pembelajaran yang dapat diciptakan dosen. Tantangan utama bagi dosen adalah bagaimana menciptakan situasi pembelajaran yang efektif untuk mengembangkan keterampilan intelektual. Faktor *raw input*, instrumen dan lingkungan (Sunardjo, 2000) menjadi penentu keberhasilan pendidikan. Berdasarkan permasalahan dan pendapat inilah dilakukan penelitian untuk mengetahui dan membuktikan bagaimana pemodelan simulasi tekanan osmotik dinding sel sebagai integrasi konsep hidrostatis dan transportasi pada tumbuhan dapat meningkatkan kemampuan pemahaman konsep mahasiswa.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan jenis penelitian *quasi experiment*. Penelitian deskriptif dimaksudkan untuk mengumpulkan informasi mengenai suatu hal berdasarkan fakta yang ada dilapangan (Wina, 2008). Desain yang digunakan adalah *quasi eksperiment* dengan *pre-test post test non equivalent control group design*. Kegiatan dilakukan dua kali observasi terhadap objek penelitian yang terdiri dari dua rombongan belajar, yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen. Observasi pertama dilakukan sebelum perlakuan atau sebelum penerapan proses pembelajaran yang melibatkan pemodelan animasi media pembelajaran pada kelas eksperimen.

Kegiatan dilanjutkan dengan perlakuan proses pembelajaran yang berbeda antara kelas kontrol dengan kelas eksperimen, dan diakhiri dengan observasi yang kedua dilakukan pada kedua kelas. Observasi yang pertama disebut dengan perlakuan pre-test sedangkan observasi yang kedua disebut dengan perlakuan post-test (Arikunto, 2013). Desain utuh proses penelitian yang dilakukan ditunjukkan seperti pada Gambar 2.

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	Y1	X	Y2
Kontrol	Y1	-	Y2

Gambar 2. Pre-test dan Post-test non equivalent kelompok kontrol

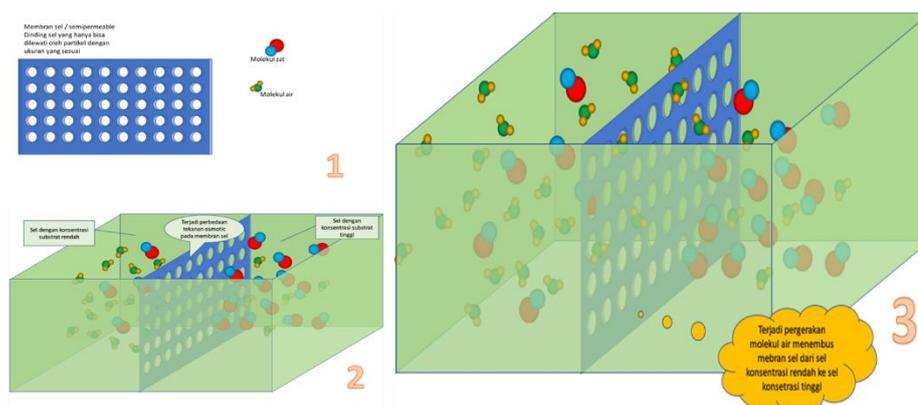
Keterangan:

Y₁ = Pre-test, tes awal yang dilakukan sebelum perlakuan pembelajaran dengan menggunakan pemodelan simulasi

Y₂ = Post-test, tes akhir yang dilakukan setelah perlakuan pembelajaran dengan menggunakan pemodelan simulasi

X = Perlakuan proses pembelajaran dengan menggunakan pemodelan simulasi

Populasi dan objek penelitian yang dijadikan sampel dalam penelitian ini adalah rombongan belajar mahasiswa yang mengikuti perkuliahan Fisiologi Tumbuhan Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Indraprasta PGRI Semester IV TA 2022/2023. Dua rombongan belajar yang terdiri dari kelompok A terdapat 27 peserta sebagai kelas kontrol dan kelompok B 24 peserta sebagai kelas eksperimen. Pengambilan data menggunakan soal uraian sebagai alat uji, dilanjutkan dengan analisis data menggunakan data uji Ancova. Perlakuan pembelajaran pada kelas eksperimen adalah proses penyampaian materi konsep tekanan osmotik pada membran sel dengan menggunakan pemodelan animasi memanfaatkan power point seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Pemodelan media animasi osmotik zat

Pemodelan osmotik zat pada membran sel diawali dengan konsep bahwa pada dinding sel terdapat membran yang bersifat semipermeabel, yaitu dinding sel yang dapat dilewati oleh molekul zat yang memiliki celah sesuai ukuran membran (Cosgrove, 2016; Damayanti, 2019). Perbedaan konsentrasi zat yang memiliki ukuran membran memberikan perbedaan tekanan sehingga mendorong pergerakan molekul tersebut dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi lebih rendah. Inilah proses pergerakan molekul zat dari sel satu pada sel yang lain. Molekul air

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

memiliki ukuran yang sesuai dengan ukuran membran sehingga pada dinding sel terjadi pergerakan molekul air (Taiz & Zeiger, 2002; Damayanti, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pre-test dan post-test kemampuan mahasiswa menguasai konsep osmotik dinding sel pada konsep integrasi sistem transportasi tumbuhan dengan tekanan hidrostatik adalah:

Tabel 1. Hasil pretest dan posttest

Jenis Data	Pre-Test		Post Test	
	Kontrol	Eksperimen	Kontrol	Eksperimen
Jumlah Mahasiswa	27.00	24.00	27.00	24.00
Nilai Tertinggi	87.00	91.00	91.00	97.00
Nilai Terendah	11.00	12.00	31.00	37.00
Rata-rata	47.26	47.71	62.48	67.46
Median	50.00	47.00	64.00	63.50
Standar Deviasi	27.68	27.31	17.89	18.79

Tabel 2. Perhitungan N-Gain Skor

Data Statistik	Kontrol	Eksperimen
Rata-rata	25.45	38.37
Tertinggi	49.33	88.89
Terendah	0.00	3.33

Berdasarkan hasil perhitungan uji N-gain skor di atas menunjukkan bahwa nilai rata-rata N-gain skor untuk kelas eksperimen (penggunaan pemodelan pada media pembelajaran) adalah sebesar 38.37% termasuk dalam katagori kurang efektif dengan N-gain skor minimal 3.33% dan maksimal 88.89%. Sementara untuk rata-rata N-gain skor untuk kelas kontrol (pembelajaran konvensional) adalah sebesar 25.45% termasuk dalam katagori tidak efektif. Berdasarkan perhitungan diperoleh diperoleh nilai N-gain skor minimal adalah 0.00%, dan nilai N-gain skor maksimal adalah 49.33%. Dari hasil ini, dapat dijelaskan bahwa penggunaan pemodelan animasi sebagai media pembelajaran pada perkuliahan Fisiologi Tumbuhan kurang efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep mahasiswa pada materi tekanan osmotik sistem transportasi tumbuhan. Sedangkan pembelajaran dengan metode konvensional dapat dikatakan tidak efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa.

Berdasarkan perhitungan menggunakan uji ancova didapatkan nilai *p-value* (Sig.) 0,000 < 0,05. Hasil ini menunjukkan terdapat pengaruh penerapan pemodelan media animasi terhadap kemampuan pemahaman konsep mahasiswa pada materi sistem transportasi tumbuhan. Data pemahaman konsep sistem transportasi tumbuhan diperoleh melalui tes uraian (essay) yang mencakup kompetensi untuk menjelaskan tekanan osmotik dan hidrostatik. Pengaruh penerapan model media animasi terhadap kemampuan pemahaman konsep mahasiswa pada materi sistem transportasi tumbuhan terlihat dari rata-rata pre-test dan post-test pada analisa deskriptif antara kelas model konvensional (kontrol) dengan kelas penerapan model animasi osmotik (eksperimen). Rata-rata pre-test kelas kontrol dan kelas eksperimen tidak terdapat perbedaan signifikan sebesar 47.26 dan 47.71. Setelah diberi perlakuan, rentang rata-rata post-test antara kelas kontrol dan kelas eksperimen terdapat perbedaan yang signifikan. Rata-rata post-test kelas kontrol sebesar 62.48 dan rata-rata posttest kelas eksperimen sebesar 67.46 (Tabel 1) dan termasuk kategori kemampuan pemahaman konsep cukup.

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

Tabel 3. Uji normalitas pre-test dan post-test

Jenis Data	Pre-Test		Post Test	
	Kontrol	Eksperimen	Kontrol	Eksperimen
N	24	27	24	27
Test Statistik	0.876	0.911	0.957	0.924
p-value (sig)	0.004	0.038	0.309	0.071
A	0.005	0.005	0.005	0.005
Kesimpulan	Sig<A Tdk normal	Sig>A Normal	Sig>A Normal	Sig>A Normal

Tabel 4. Hasil uji ancova pengaruh pemodelan pada pemahaman konsep

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Corrected Model	14728.283a	2	7364.142	174.031	.000
Intercept	15534.696	1	15534.696	367.119	.000
Pretest	14413.571	1	14413.571	340.624	.000
Model	280.276	1	280.276	6.624	.013
Error	2031.128	48	42.315		
Total	231066.000	51			
Corrected Total	16759.412	50			

Data yang dihasilkan memperlihatkan perbedaan peningkatan nilai post-test dan berdasarkan uji statistik dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan pemodelan media animasi pada konsep transportasi pada tumbuhan berpengaruh terhadap peningkatan pemahaman mahasiswa perkuliahan fisiologi tumbuhan. Kemampuan awal mahasiswa pada perkuliahan fisika dasar tentang tekanan hidrostatis sebagai dasar membangun konsep pemahaman tentang tekanan osmotik pada membran sel sistem transportasi tumbuhan. Penguatan melalui penerapan pemodelan media animasi proses transportasi tumbuhan berpengaruh terhadap pemahaman konsep yang makin baik.

KESIMPULAN

Penerapan pemodelan animasi media berpengaruh terhadap kemampuan pemahaman konsep mahasiswa pada materi transportasi tumbuhan perkuliahan fisiologi tumbuhan program studi pendidikan biologi universitas indraprasta PGRI. Perhitungan N-Gain skor terhadap peningkatan hasil pre-test dan post-test disimpulkan bahwa pemodelan media animasi tekanan osmotik zat berpengaruh terhadap peningkatan pemahaman konsep mahasiswa pada materi sistem transportasi pada tumbuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Cosgrove, D. J. (2016). Plant cell wall extensibility: connecting plant cell growth with cell wall structure, mechanics, and the action of wall-modifying enzymes. *Journal of Experimental Botany*, 67(2), 463–476. <https://doi.org/10.1093/jxb/erv511>
- Damayanti, F. (2019). Fisiologi Tumbuhan. Jakarta Unindra Press.
- Hidayat, R. K., Sahidu, H., & Gunada, I. W. (2022). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing terintegritas dengan karakter untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika peserta didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2), 285–291. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2.462>

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

- Kusdiastuti, M., Harjono, A., Sahidu, H., & Gunawan, G. (2017). Pengaruh model pembelajaran inkuiri berbantuan laboratorium virtual terhadap penguasaan konsep fisika peserta didik. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2(3), 116–122. <https://doi.org/10.29303/jpft.v2i3.298>
- Samsudin, A., Nurliani, R., Kaniawati, I., & Suhandi, A. (2019). Pengembangan lembar kerja peserta didik berbasis PDEODE*E Tasks pada konsep tekanan hidrostatis. *WaPfi (Wahana Pendidikan Fisika)*, 4(1), 113. <https://doi.org/10.17509/wapfi.v4i1.15811>
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2002). *Plant Physiology*. 3rd ed. Sunderland: Inc. Sinauer Associates.
- Sunardjo. (2000). Peningkatan Kualitas Guru MIPA dalam Rangka Otonomi Daerah. Makalah Seminar pada Seminar Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam 22 Agustus 2022. FMIPA UNY. Yogyakarta.
- Suyanto, S. (2002). Pendekatan Pembelajaran Konstruktivisme dalam IPA dalam Implementasi Kurikulum Berbasis Kompetensi. Makalah pelatihan TOT Guru SLTP se Indonesia. FMIPA UNY.
- Zulfa, S. I., Nikmah, A., & Nisak, E. K. (2020). Analisa penguasaan konsep pada tekanan hidrostatis dan hukum pascal mahasiswa pendidikan fisika. *Jurnal Fisika Indonesia*, 24(1), 24. <https://doi.org/10.22146/jfi.v24i1.51870>