

PENERAPAN PRAKTIKUM OSMOSIS BERBASIS NUMERASI UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN NUMERASI SISWA DI SMA PADA MATERI BIOPROSES

N Sarah Sri Wahyuni¹, Suhara^{2*}, Widi Purwianingsih³

¹ Universitas Pendidikan Indonesia

Corresponding author: suhara@upi.edu

ABSTRACT

Students' numeracy skills, as indicated by the Indonesian Education Report Card, remain low, necessitating efforts to improve them through integration into school instruction, particularly in biology. This study aims to analyze the impact of implementing a numeracy-based osmosis lab on students' numeracy skills in the context of bioprocesses. The research method used was a pre-experimental study employing a one-group pretest-posttest design. The participants in this study were 337 eleventh-grade students at a high school in Bandung who were studying cell structure and bioprocesses. Research data were collected using test instruments consisting of pre-test and post-test questions, as well as non-test instruments in the form of observation sheets assessing the implementation of the lab activity. The results showed that the numeracy-based osmosis lab activity was implemented very well, with an average implementation score of 95%. In addition, students' numeracy skills improved after the implementation of the lab, as indicated by an increase in the average score from 52 (moderate category) on the pre-test to 71 (high category) on the post-test, with an N-Gain value of 0.41 (moderate category). The results of the hypothesis testing using the Wilcoxon Signed-Rank Test also showed a significant difference ($0.000 < 0.05$). Thus, the implementation of a numeracy-based osmosis lab has the potential to support improvements in students' numeracy skills in bioprocessing material.

Keywords: Bioprocess, Laboratory Experiment, Numeracy, Osmosis in Potatoes, Osmosis Using an Osmometer.

ABSTRAK

Kemampuan numerasi siswa berdasarkan Rapor Pendidikan Indonesia masih rendah sehingga perlu upaya untuk meningkatkannya melewati integrasi dalam pembelajaran di sekolah, khususnya pada mata pelajaran biologi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak penerapan praktikum osmosis berbasis numerasi terhadap kemampuan numerasi siswa pada materi bioproses. Metode pada penelitian ini adalah pre-eksperimental dengan desain penelitian *one-group pretest-posttest design*. Partisipan penelitian ini adalah 37 siswa kelas XI di salah satu SMA di Kota Bandung yang sedang mempelajari materi struktur sel serta bioproses. Data penelitian diperoleh menggunakan instrumen tes berupa soal *pre-test* dan *post-test*, serta instrumen non-tes berupa lembar observasi keterlaksanaan praktikum. Hasil penelitian menunjukkan praktikum osmosis berbasis numerasi berjalan dengan sangat baik dengan rata-rata skor keterlaksanaan sebesar 95%. Selain itu, kemampuan numerasi siswa mengalami peningkatan setelah diterapkannya praktikum, ditunjukkan oleh peningkatan nilai rata-rata dari 52 (kategori sedang) ketika *pre-test* menjadi 71 (kategori tinggi) ketika *post-test* dengan nilai *N-Gain* sebesar 0,41 (kategori sedang). Hasil pengujian hipotesis menggunakan Uji *Wilcoxon Signed Rank Test* juga menunjukkan perbedaan yang signifikan sebesar 0,000 ($p < 0,05$). Dengan demikian, penerapan praktikum osmosis berbasis numerasi dapat berpotensi mendukung peningkatan kemampuan numerasi siswa pada materi bioproses.

Kata Kunci: Bioproses, Numerasi, Osmosis pada Kentang, Osmosis dengan Alat Osmometer, Praktikum.

PENDAHULUAN

Rapor Pendidikan Indonesia berisi hasil evaluasi belajar siswa yang salah satunya bersumber dari hasil Asesmen Kompetensi Minimum (AKM). Dalam Rapor Pendidikan tahun 2024 menunjukkan bahwa kemampuan numerasi siswa SMA Umum masih tergolong sedang (66,3%) berada di bawah capaian literasi membaca yang mencapai 70,3%. Rendahnya kemampuan numerasi siswa ini dipicu oleh minimnya penerapan soal evaluasi berbasis numerasi dalam pembelajaran (Wati & Syafitri, 2022) serta rendahnya latihan pemecahan masalah berbasis data real (Dewayani et al., 2021). Rendahnya porsi soal numerasi pada penilaian sumatif biologi yang hanya berkisar 10–30% (Fauziyah, 2024) semakin mempertegas belum optimalnya pelatihan numerasi siswa di sekolah.

Kemampuan untuk mengambil keputusan, memecahkan permasalahan sehari-hari, serta menjelaskan fenomena sekitar dengan memanfaatkan pemahaman matematika merupakan inti dari literasi numerasi. Anggraini & Setianingsih (2022) menegaskan bahwa penguasaan kompetensi tersebut sangat krusial bagi siswa. Hal ini dikarenakan kemampuan tersebut memfasilitasi siswa dalam mencerna serta mengaplikasikan konsep untuk menelaah kondisi lingkungan, mengembangkan potensi diri, hingga memecahkan berbagai persoalan dalam skala yang lebih luas.

Beberapa penelitian terdahulu membuktikan efektivitas integrasi media dan model pembelajaran dalam meningkatkan literasi dan numerasi pada materi biologi, seperti media Canva pada materi pencemaran lingkungan (Wulandari et al., 2023), *brain-based learning* pada materi hereditas (Azzahra et al., 2024), serta kombinasi PjBL-PBL dengan LKPD HOTS pada sistem gerak (Tedana et al., 2024). Namun, penerapan strategi peningkatan numerasi pada materi bioproses masih terbatas. Materi bioproses khususnya transpor membran tergolong sulit dipahami oleh 75% siswa karena karakternya yang abstrak (Azizah & Wisanti, 2024; Faridah et al., 2022).

Di antara topik transpor membran, osmosis dipilih secara khusus karena memiliki karakteristik fenomena yang dapat diamati secara langsung dan menghasilkan data kuantitatif yang presisi dibanding konsep difusi atau transpor aktif. Praktikum osmosis memungkinkan keterlibatan aktivitas numerasi yang baik seperti dalam mengukur dan mengamati perubahan ukuran objek dan pergerakan volume larutan dalam interval waktu tertentu. Meskipun demikian, saat ini belum tersedianya strategi pembelajaran yang memanfaatkan praktikum osmosis untuk mengintegrasikan komponen framework AKM Numerasi secara eksplisit ke dalam aktivitas berbasis data empiris. Disisi lain, metode praktikum terbukti efektif melatih keterlibatan numerasi siswa mulai dari pengumpulan data, analisis, hingga interpretasi hasil (Bahtiar & Maimun, 2022; Mulia & Murni, 2022).

Terdapat praktikum dengan materi osmosis yang dirancang khusus untuk melibatkan aktivitas numerasi siswa sehingga kemampuan numerasi siswa meningkat, yang disebut sebagai praktikum osmosis berbasis numerasi. Praktikum osmosis berbasis numerasi merupakan praktikum yang didalamnya sudah mengintegrasikan komponen-komponen framework AKM numerasi, seperti komponen konten meliputi bilangan, pengukuran dan geometri, data dan ketidakpastian, serta aljabar; komponen proses kognitif meliputi pemahaman, penerapan, dan penalaran; adapun komponen konteksnya yang digunakan hanya saintifik saja (Kemendikbudristek, 2020).

Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan praktikum osmosis berbasis numerasi yang menggabungkan eksperimen osmosis kentang dan praktikum osmosis dengan alat osmometer. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada komponen-komponen framework AKM numerasi yang diintegrasikan dalam langkah-langkah praktikum osmosis berbasis numerasi serta soal-soal numerasi dalam LKPD. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak penerapan praktikum osmosis berbasis numerasi dalam meningkatkan kemampuan numerasi siswa pada materi bioproses. Melalui temuan ini, kontribusi nyata diharapkan dapat diberikan sebagai upaya peningkatan kualitas pendidikan di Indonesia, terutama dalam pembelajaran biologi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode *Pre- Eksperimental* dengan desain *One Group Pretest-Posttest Design* untuk mengkaji pengaruh penerapan praktikum osmosis berbasis numerasi terhadap kemampuan numerasi siswa. Desain ini melibatkan satu kelompok eksperimen tanpa kelompok pembanding, dimana siswa diberikan *pre-test* (O_1), kemudian perlakuan berupa praktikum osmosis berbasis numerasi (X), dan *post-test* (O_2). Perlakuan dilaksanakan dalam dua bentuk kegiatan, yaitu praktikum osmosis pada kentang dan praktikum osmosis menggunakan alat osmometer. Desain penelitian disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Desain penelitian *Pre- Eksperimental One Group Pretest-Posttest*

Pretest	Perlakuan	Posttest
O ₁	X	O ₂

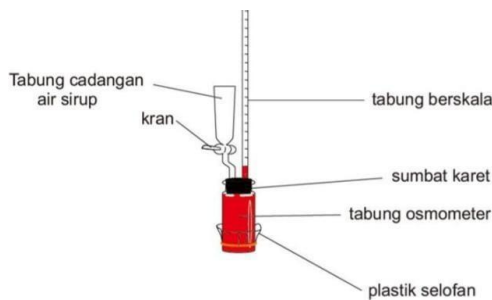
Partisipan penelitian merupakan siswa kelas XI di salah satu SMA di Kota Bandung yang sedang mempelajari materi struktur sel serta bioproses yang terjadi. Jumlah siswa sebagai partisipan adalah 37 siswa yang berasal dari satu kelas eksperimen. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *convenience sampling* yang disesuaikan dengan kelas yang diberikan izin oleh pihak sekolah untuk dijadikan sebagai sampel penelitian. Penelitian dilaksanakan selama lima pertemuan (masing-masing 3 JP). Pada pertemuan pertama dilaksanakan *pre-test*. Pertemuan kedua dilaksanakan pemberian konsep dasar terkait materi bioproses tanpa integrasi numerasi. Kemudian, pada pertemuan ketiga dilaksanakan praktikum osmosis pada kentang. Pada praktikum ini, pada awalnya siswa diharuskan untuk merendam potongan kentang dengan ukuran tertentu pada serial larutan sukrosa dengan konsentrasi yang berbeda-beda selama 20 menit, lalu kemudian siswa mengukur kembali panjang kentang yang telah direndam dalam serial larutan sukrosa tersebut seperti pada Gambar 1.



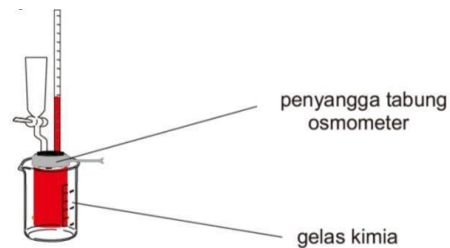
Gambar 1. Siswa Mengukur Kembali Panjang Kentang Setelah Direndam dalam Serial Larutan Sukrosa

Pada praktikum osmosis pada kentang, jika larutan diluar kentang lebih rendah konsentrasinya maka air akan masuk ke dalam sel kentang. Masuk nya air ke dalam sel kentang ini akan menyebabkan kentang bertambah panjang, begitupun sebaliknya. Dalam pelaksanaannya, praktikum ini dibantu dengan adanya LKPD. Dalam LKPD, siswa dilatihkan soal-soal berbasis numerasi. Selain itu, siswa juga sebetulnya sudah dilatihkan kemampuan numerasinya melalui langkah-langkah yang ada pada praktikum osmosis pada kentang. Pada saat menghitung konsentrasi larutan sukrosa dengan berbagai konsentrasi, siswa telah dilatihkan operasi bilangan yang termasuk pada konten bilangan. Pada saat siswa mengukur panjang kentang sebelum dan setelah direndam pada serial larutan sukrosa, siswa telah dilatihkan terkait pengukuran panjang yang termasuk pada konten pengukuran dan geometri. Selain itu, siswa juga dilatihkan dalam menyajikan data ke dalam bentuk tabel yang termasuk pada konten data dan ketidakpastian. Kemudian, siswa juga dilatihkan terkait rasio dan proporsi ketika membuat dan menyiapkan larutan sukrosa dengan konsentrasi yang berbeda-beda yang termasuk pada konten aljabar.

Pada pertemuan keempat dilaksanakan praktikum osmosis dengan alat osmometer. Osmometer yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas beberapa bagian utama, yaitu tabung osmometer, plastik selofan sebagai membran semipermeabel, sumbat karet yang serangkai dengan tabung berskala dan tabung cadangan air sirup, penyangga tabung osmometer dan gelas kimia. Plastik selofan dipasang pada bagian bawah tabung osmometer dengan diikat menggunakan karet gelang dan berfungsi sebagai membran semipermeabel yang memungkinkan molekul air melewatinya. Tabung osmometer kemudian dihubungkan dengan sumbat karet yang serangkai dengan tabung berskala dan tabung cadangan air sirup untuk mengamati perubahan kenaikan larutan selama proses osmosis. Gambar rangkaian komponen alat osmometer terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Komponen Alat Osmometer



Gambar 3. Alat Osmometer pada Kondisi Pengamatan

Jika melalui praktikum osmosis pada kentang siswa hanya dapat melihat fakta bahwa kentang mengalami perubahan panjang menjadi bertambah panjang, atau bertambah pendek, pada praktikum osmosis dengan alat osmometer siswa dapat melihat perpindahan airnya secara langsung dengan mengamati pergerakan air pada tabung berskala. Osmometer bekerja berdasarkan prinsip osmosis, yaitu perpindahan molekul air melalui membran semipermeabel dari larutan dengan konsentrasi zat terlarut lebih rendah menuju larutan dengan konsentrasi zat terlarut yang lebih tinggi. Pada alat osmometer yang digunakan pada penelitian ini, plastik selofan dianalogikan sebagai membran semipermeabel yang memisahkan larutan sirup di dalam tabung osmometer dengan air di lingkungan luar atau di gelas kimia. Berikut disajikan gambar alat osmometer yang digunakan dalam kondisi pengamatan.

Berdasarkan Gambar 3, air dari gelas kimia akan masuk ke dalam tabung osmometer melalui membran semipermeabel dimana disini dianalogikan dengan plastik selofan. Masuknya air dari gelas kimia ke dalam tabung osmometer melalui plastik selofan menyebabkan volume larutan sirup pada tabung osmometer menjadi bertambah. Bertambahnya volume larutan dalam tabung osmometer menyebabkan terjadinya pergerakan larutan sirup pada tabung berskala. Berdasarkan pergerakan larutan sirup ini, nantinya siswa bisa mengamati, mengukur, dan menghitung selisih kenaikan larutan sirup pada tabung berskala dengan interval waktu tertentu. Kegiatan ini termasuk pada langkah-langkah yang melatih kemampuan numerasi siswa terkait konten bilangan serta pengukuran dan geometri. Tidak hanya itu, setelah memperoleh hasil pengamatan, siswa juga dilatihkan dalam menyajikan data ke dalam bentuk tabel untuk selanjutnya dijadikan acuan dalam latihan-latihan soal berbasis numerasi di LKPD. Lalu, dilakukan posttest pada pertemuan kelima selama tiga jam pelajaran.

Selain melatih kemampuan numerasi melalui pengolahan dan analisis data, praktikum osmosis menggunakan kentang dan osmometer memiliki kelebihan dalam memberikan pengalaman belajar yang bersifat empiris dan kontekstual. Pada praktikum kentang, siswa dapat mengamati secara langsung perubahan panjang kentang setelah direndam dalam larutan dengan konsentrasi yang berbeda. Pengamatan tersebut memberikan pengalaman empiris kepada siswa mengenai terjadinya osmosis melalui perubahan yang dapat diamati secara nyata, yaitu kentang mengalami pemanjangan atau pemendekan. Sementara itu, pada praktikum menggunakan osmometer, siswa dapat mengamati kenaikan larutan sirup pada tabung berskala sebagai akibat masuknya air melalui membran semipermeabel. Plastik selofan pada osmometer menganalogikan membran semipermeabel pada sel, sehingga siswa dapat menghubungkan fenomena yang diamati dengan prinsip osmosis pada tingkat seluler. Dengan demikian, penggunaan kedua praktikum tersebut memberikan pengalaman belajar yang saling melengkapi, yaitu praktikum kentang membantu siswa mengamati dampak osmosis secara empiris melalui perubahan panjang, sedangkan osmometer membantu siswa memahami proses perpindahan air melalui membran semipermeabel secara lebih mekanistik melalui perubahan ketinggian larutan.

Kedua praktikum tersebut juga memberikan kesempatan kepada siswa untuk memperoleh dan mengolah data secara langsung melalui hasil pengamatan. Data perubahan panjang kentang dan kenaikan larutan pada osmometer dapat digunakan siswa untuk melakukan pengukuran, perhitungan, perbandingan, serta penyajian data dalam bentuk tabel maupun grafik. Sehingga kegiatan praktikum tidak hanya memberikan pengalaman dalam memahami konsep osmosis, tetapi juga mendukung pembelajaran berbasis data yang memungkinkan siswa menerapkan kemampuan numerasi dalam konteks fenomena biologis yang diamati secara langsung.

Instrumen tes berupa soal *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur perubahan kemampuan numerasi siswa

sebelum dan setelah pelaksanaan pembelajaran. Instrumen dikembangkan dengan memperhatikan seluruh komponen dalam *framework* AKM Numerasi yang diterbitkan oleh Kemendikbudristek (2021) meliputi konten numerasi, proses kognitif, dan konteks. Keempat konten numerasi yang digunakan meliputi bilangan, pengukuran dan geometri, data dan ketidakpastian, serta aljabar. Sementara itu, proses kognitif mencakup pemahaman, penerapan, dan penalaran yang disajikan dalam konteks saintifik sesuai dengan tujuan penelitian. Sebelum digunakan, instrumen dites validitasnya melalui expert judgment oleh dosen ahli serta diuji coba ke lapangan. Hasil analisis uji coba instrumen menggunakan aplikasi Anates menunjukkan bahwa butir soal memiliki validitas yang bervariasi, mulai dari sangat rendah hingga sangat tinggi, reliabilitas sebesar 0,81 (kategori sangat tinggi), serta tingkat kesukaran yang proporsional.

Instrumen posttest disusun menggunakan indikator yang setara dengan LKPD, namun menggunakan data angka dan fenomena yang berbeda. Hal ini bertujuan untuk mengukur kemampuan penalaran numerasi siswa secara objektif, serta menghindari bias akibat efek hafalan soal (*testing effect*). Instrumen non-tes yaitu lembar observasi untuk menganalisis keterlaksanaan praktikum osmosis berbasis numerasi yang masing-masing disusun sesuai dengan tahapan kegiatan praktikum yang dilaksanakan selama penelitian.

Keterlaksanaan praktikum terbagi menjadi tiga tahapan, yaitu tahap persiapan praktikum, pengukuran dan percobaan osmosis, serta tahap tindak lanjut berupa pengisian LKPD. Hal ini sejalan dengan pendapat Ningrum (2019) yang menyatakan bahwa keterlaksanaan praktikum diamati melalui tahap persiapan, pelaksanaan, dan tindak lanjut kegiatan praktikum. Siswa dalam kelas dibagi menjadi 8 kelompok, dimana setiap 2 kelompok praktikum mendapatkan 1 observer yang merupakan mahasiswa pendidikan biologi. Sebelum digunakan, instrumen sudah telah diuji validitas, reliabilitas, dan tingkat kesukaran menggunakan aplikasi Anates serta telah melalui proses *judgement* oleh dosen untuk memastikan kelayakannya sebagai instrumen penelitian.

Data kemampuan numerasi pada penelitian ini diperoleh melalui hasil *pre-test* dan *post-test* dinilai berdasarkan rubrik penilaian kemampuan numerasi, kemudian dihitung skornya. Kemudian diolah menjadi nilai kemampuan numerasi siswa. Nilai kemampuan numerasi siswa selanjutnya dikategorikan berdasarkan interval pada Tabel 2.

Tabel 2. Interval Kategori Kemampuan Literasi Numerasi

Interval Nilai	Kategori
≥ 70	Tinggi
41-70	Sedang
≤ 40	Rendah

Samad & Nur (2024)

Selanjutnya data skor hasil *pre-test* dan *post-test* dianalisis menggunakan uji statistik inferensial dengan bantuan aplikasi SPSS. Karena data berasal dari satu kelompok berpasangan, pengujian kualifikasi data difokuskan pada Uji Normalitas (*Shapiro Wilk Test*) untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal tanpa Uji Homogenitas. Pengujian hipotesis perbedaan rata-rata dilanjutkan dengan uji non-parametrik yaitu uji *Wilcoxon Signed Rank Test* (apabila data tidak berdistribusi normal). Selain itu, untuk mengetahui besarnya peningkatan kemampuan numerasi siswa dilakukan uji N-Gain menurut Hake (1998), dengan kriteria tinggi jika $(g) > 0,7$, sedang jika $0,7 > (g) > 0,3$, dan rendah jika $(g) < 0,3$.

Data yang diperoleh dari lembar observasi diolah menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Analisis data dilakukan untuk memperoleh data skor rata-rata tiap kelompok siswa, yang selanjutnya dibandingkan antar kelompok maupun antar jenis praktikum. Lembar observasi yang digunakan berupa daftar cek yang memuat indikator-indikator dari setiap aspek penilaian. Observer diharuskan memilih jawaban tegas berupa “Ya” atau “Tidak”. Setiap aspek yang terlaksana didapatkan nilai 1 dan didapatkan nilai 0 jika tidak terlaksana. Selanjutnya, dilakukan perhitungan skor rata-rata pada antar kelompok dan jenis praktikum untuk melihat perbandingan skor rata-ratanya.

HASIL

Keterlaksanaan Praktikum Osmosis Berbasis Numerasi

Aspek yang diamati dalam keterlaksanaan praktikum ini meliputi tiga tahapan, yaitu tahap persiapan praktikum, tahap pelaksanaan praktikum yang berfokus pada kegiatan pengukuran percobaan osmosis, serta tahap tindak lanjut yang diwujudkan melalui kegiatan pengisian LKPD. Berikut disajikan data hasil observasi keterlaksanaan praktikum pada masing-masing kelompok yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Observasi Keterlaksanaan Praktikum Osmosis Berbasis Numerasi

Kelompok	Skor Keterlaksanaan Praktikum (%)	
	Praktikum Osmosis pada Kentang	Praktikum Osmosis dengan Alat Osmometer
1	100	100
2	89	100
3	89	100
4	89	100
5	89	100
6	89	100
7	89	100
8	89	100
Rata-rata	90	100
Rata-rata	95	

Berdasarkan hasil pada Tabel 3, keterlaksanaan praktikum osmosis berbasis numerasi secara keseluruhan memperoleh skor rata-rata yang sangat baik, yaitu sebesar 95%. Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh tahapan praktikum dapat berjalan dengan optimal sesuai rencana pembelajaran yang telah direncanakan. Dari Tabel 2 juga dapat diketahui terdapat perbedaan rata-rata skor pada masing-masing jenis praktikum. Praktikum osmosis pada kentang memperoleh hasil skor keterlaksanaan praktikum sebesar 90%, sedangkan pada praktikum osmosis dengan alat osmometer diperoleh hasil skor rata-rata keterlaksanaan sebesar 100%.

Perbedaan Kemampuan Numerasi Siswa Sebelum dan Setelah Diterapkannya Praktikum Osmosis Berbasis Numerasi

Kemampuan numerasi siswa diukur melalui dengan *pre-test* dan *post-test* yang terdiri dari 24 butir soal uraian mencakup komponen konten, proses kognitif, serta konteks saintifik. Data dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan perubahan kemampuan numerasi siswa secara

keseluruhan dengan membandingkan rata-rata nilai siswa ketika *pre-test* dan *post-test*. Adapun perbandingan rata-rata nilai *pre-test* dan *post-test* siswa secara keseluruhan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Nilai Pretest dan Posttest

Tes	Rata-rata Nilai
<i>Pretest</i>	52
<i>Posttest</i>	71

Berdasarkan Tabel 4, terlihat adanya peningkatan rata-rata nilai numerasi siswa antara hasil *pre-test* dan *post-test*. Rata-rata nilai *pre-test* siswa adalah 52 dari skala nilai 100. Kemudian meningkat menjadi 71 dari skala nilai 100 pada rata-rata nilai *post-test*. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan capaian kemampuan numerasi siswa sebesar 20 setelah diterapkannya praktikum osmosis berbasis numerasi berupa praktikum osmosis pada kentang dan praktikum osmosis dengan alat osmometer dalam pembelajaran biologi.

Setelah dipaparkan mengenai perbandingan rata-rata nilai *pre-test* dan *post-test* kemampuan numerasi siswa secara keseluruhan, selanjutnya dilakukan analisis statistik inferensial. Tujuannya untuk memastikan perbedaan nilai yang diperoleh sudah didukung oleh hasil pengujian statistik yang memenuhi persyaratan analisis. Adapun berikut merupakan rekapitulasi data hasil pengolahan statistik inferensial yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Data Hasil Pengolahan Statistik Inferensial untuk Nilai Kemampuan Numerasi Siswa

Jenis Data		Pretest	Posttest
N		37	37
Uji Homogenitas (Levene Test)	Sig. Keterangan		0,765 Homogen
Uji Normalitas (Shapiro Wilk)	Sig. Keterangan	0,531 Berdistribusi normal	0,034 Tidak berdistribusi normal
Uji Hipotesis (Wilcoxon)	Asymp. Sig. (2-tailed) Keterangan		0,000 Berbeda signifikan
Uji N-Gain	Mean Kategori		0,41 Sedang

Untuk memberikan gambaran umum mengenai kemampuan numerasi siswa berdasarkan konten numerasi, hasil dari analisis kemampuan numerasi siswa secara keseluruhan selanjutnya dijabarkan dengan rata-rata nilai numerasi siswa berdasarkan konten numerasi. Berikut disajikan perbandingan rata-rata nilai *pre-test* dan *post-test* berdasarkan konten numerasi pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata Nilai Pretest dan Posttest Berdasarkan Konten Numerasi

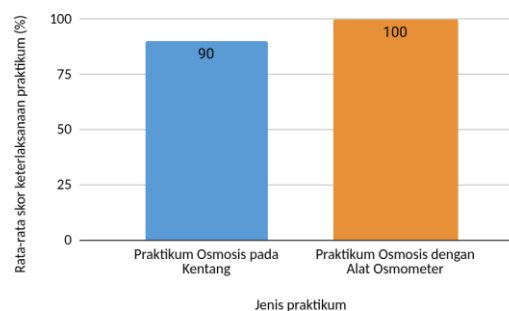
No.	Konten Numerasi	Rata-rata Pretest	Rata-rata Posttest	Gain
1	Bilangan	47	56	9
2	Pengukuran dan Geometri	39	49	10
3	Data dan Ketidakpastian	51	75	24
4	Aljabar	59	76	17

Berdasarkan Tabel 6, terdapat peningkatan rata-rata nilai kemampuan numerasi siswa dari *pre-test* ke *post-test* untuk keempat konten numerasi. Dimana peningkatan paling tinggi terdapat pada konten data dan ketidakpastian dengan peningkatan sebesar 24, diikuti oleh konten aljabar sebesar 17, konten pengukuran dan geometri sebesar 10, dan peningkatan paling rendah terdapat pada konten bilangan sebesar 9.

PEMBAHASAN

Keterlaksanaan Praktikum Osmosis Berbasis Numerasi

Data hasil observasi keterlaksanaan praktikum osmosis berbasis numerasi dianalisis untuk memberikan gambaran mengenai kesesuaian pelaksanaan kegiatan praktikum di lapangan dengan rancangan pembelajaran yang telah disusun, sekaligus sebagai data pendukung dalam menggambarkan kondisi proses pembelajaran berbasis numerasi. Berikut disajikan perbedaan rata-rata keterlaksanaan praktikum osmosis berbasis numerasi pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Observasi Keterlaksanaan Praktikum Osmosis Berbasis Numerasi

Berdasarkan Gambar 4 dan Tabel 2, dapat diketahui bahwa secara keseluruhan praktikum osmosis berbasis numerasi telah berhasil terlaksana dengan sangat baik dengan rata-rata skor keterlaksanaan sebesar 95%. Praktikum osmosis menggunakan alat osmometer mencapai keterlaksanaan sempurna sebesar 100%. Hal ini menunjukkan bahwa semua tahapan praktikum dilaksanakan oleh siswa. Keberhasilan keterlaksanaan ini didorong oleh langkah instruksional guru yang melakukan demonstrasi penggunaan alat dan penjelasan prosedur di awal sesi. Hal

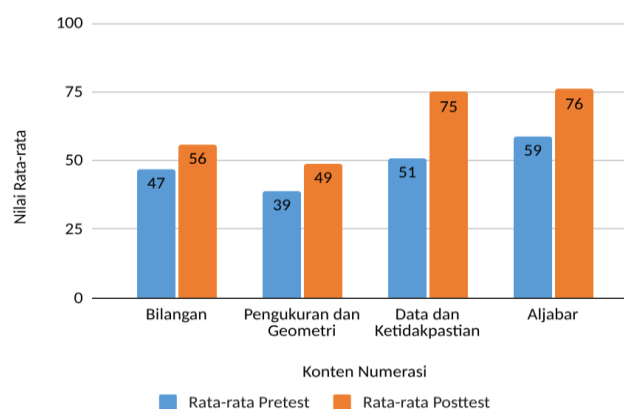
tersebut membantu siswa memahami alur kerja, sehingga seluruh kelompok mampu menyelesaikan setiap tahapan praktikum secara terarah sesuai Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Penggunaan media praktikum berupa alat osmometer membantu memfasilitasi keterlibatan aktif siswa selama proses praktikum. Hal ini sejalan dengan temuan Bastian et al. (2024) mengenai peran media pembelajaran dalam mendukung keterlibatan siswa selama proses belajar mengajar.

Pada praktikum osmosis pada kentang diperoleh skor keterlaksanaan sebesar 90%. Hal ini disebabkan karena terdapat beberapa tahapan yang tidak dilaksanakan oleh siswa sehingga dianggap tidak terlaksana oleh observer. Tahapan tersebut seperti menyiapkan larutan, siswa tidak melaksanakan tahapan tersebut karena larutan sukrosa sudah disiapkan terlebih dahulu oleh guru demi efisiensi waktu. Namun meski larutan sukrosa telah disiapkan oleh guru, siswa tetap menghitung pengenceran larutan sukrosa untuk mengetahui proporsi berapa larutan sukrosa dan akuades yang harus ditambahkan untuk mendapatkan larutan sukrosa dengan konsentrasi 0,25 mol/l, 0,50 mol/l, 0,75 mol/l, 1, 00 mol/l dan 0,00 mol/l ketika praktikum. Selain itu, terdapat 3 kelompok praktikum yang tidak melakukan pelabelan pada cawan petri. Namun setelah guru mengingatkan, siswa melabelinya. Tahapan tersebutlah yang dicatat tidak terlaksana oleh observer. Fakta ini menunjukkan bahwa perbedaan capaian tidak selalu mencerminkan ketidakmampuan siswa, melainkan lebih dipengaruhi oleh pertimbangan teknis dan manajemen laboratorium. Hal tersebut diperkuat oleh penelitian Arifah et al. (2025) yang menyatakan bahwa keterbatasan waktu seringkali menjadi faktor utama yang memengaruhi kelancaran kegiatan praktikum di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA). Meski demikian, secara keseluruhan, kedua praktikum osmosis berbasis numerasi ini telah berhasil terlaksana dengan sangat baik dan efektif.

Perbedaan Kemampuan Numerasi Siswa Sebelum dan Setelah Diterapkannya Praktikum Osmosis Berbasis Numerasi

Kemampuan numerasi siswa mengalami peningkatan dari *pre-test* ke *post-test* setelah mengikuti praktikum osmosis berbasis numerasi. Hal tersebut terlihat dari rata-rata nilai *pre-test* siswa pada Tabel 4 yang awalnya sebesar 52 meningkat menjadi 71 ketika *post-test* dari skala 100. Mengacu pada kategori kemampuan numerasi menurut Samad & Nur (2024), capaian tersebut menunjukkan perubahan kategori dari sedang menjadi tinggi. Berdasarkan hasil uji statistik inferensial yang tertera pada Tabel 5 yang dilakukan kepada 37 subjek penelitian, hasil uji prasyarat uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa hanya data *pre-test* yang berdistribusi normal (sig. 0,531), sementara data *post-test* tidak normal (sig. 0,034). Oleh karena itu, pengujian hipotesis dilanjutkan menggunakan uji nonparametrik Wilcoxon Signed Rank Test, yang menghasilkan nilai Asymp. Sig. sebesar 0,000 ($p < 0,05$). Hasil yang signifikan ini menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara skor *pre-test* dan *post-test* sebelum dan setelah penerapan praktikum osmosis berbasis numerasi. Hasil tersebut didukung oleh perolehan rata-rata nilai *N-Gain* sebesar 0,41 yang berada dalam kategori sedang. Capaian ini mengindikasikan bahwa peningkatan kemampuan numerasi siswa setelah diterapkannya praktikum berbasis numerasi berada pada tingkat yang cukup baik.

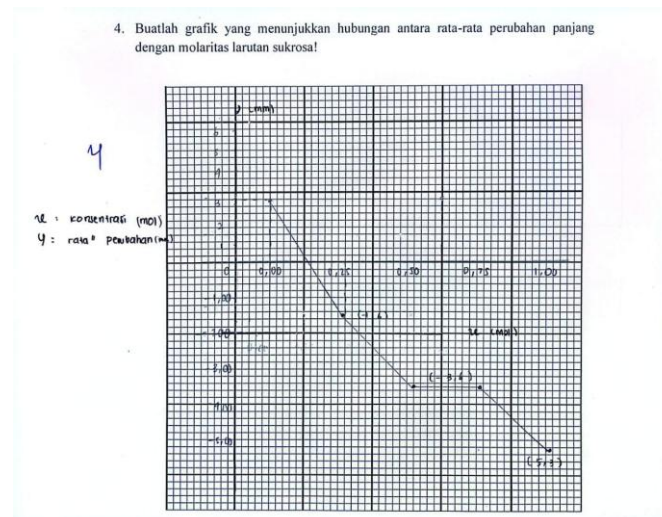
Hasil dari analisis *pre-test* dan *post-test* kemampuan numerasi siswa secara keseluruhan selanjutnya dijabarkan dengan rata-rata nilai numerasi siswa berdasarkan konten numerasi. Berikut disajikan perbandingan rata-rata nilai *pre-test* dan *post-test* berdasarkan konten numerasi pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan Rata-rata Nilai Pretest dan Posttest Berdasarkan Konten Numerasi
Berdasarkan Gambar 5 dan Tabel 6, diketahui seluruh konten numerasi mengalami peningkatan

nilai rata-rata setelah diterapkannya praktikum osmosis berbasis numerasi. Peningkatan tersebut terlihat dari perolehan nilai *post-test* yang lebih tinggi dibandingkan *pre-test* pada setiap konten numerasi. Selain itu, masing-masing konten numerasi menunjukkan nilai gain yang berbeda-beda. Pada konten data dan ketidakpastian diperoleh nilai gain tertinggi sebesar 24 poin. Disusul oleh konten aljabar dengan nilai gain sebesar 17 poin. Selanjutnya nilai gain konten pengukuran dan geometri sebesar 10 poin. Terakhir konten bilangan dengan perolehan nilai gain terendah sebesar 9 poin.

Tingginya nilai gain sebesar 24 poin pada konten data dan ketidakpastian menunjukkan siswa lebih mampu menyelesaikan masalah, terutama yang berkaitan dengan proses kognitif penerapan. Hal ini mengindikasikan peningkatan kemampuan numerasi siswa dalam menginterpretasikan dan menyajikan data, seperti menghitung selisih data berdasarkan grafik serta menyajikan kembali data dari tabel ke dalam bentuk grafik. Peningkatan ini didukung oleh pengerjaan latihan soal di LKPD yang dirancang dengan memetakan konten data dan ketidakpastian ke dalam tiga level proses kognitif yaitu pemahaman, penerapan, dan penalaran. Salah satu aktivitas yang melatih kemampuan numerasi siswa dengan proses kognitif penerapan pada konten data dan ketidakpastian terdapat pada kegiatan praktikum osmosis pada kentang, seperti pada indikator penyajian data. Pada soal di LKPD praktikum osmosis pada kentang, siswa diminta untuk membuat grafik hubungan antara rata-rata perubahan panjang kentang dengan molaritas larutan sukrosa. Berikut salah satu contoh jawaban siswanya pada Gambar 6.



Gambar 6. Contoh Jawaban Siswa Berdasarkan Proses Kognitif Penerapan Pada Konten Data dan Ketidakpastian

Dari contoh jawaban siswa pada Gambar 6, siswa telah mampu menerapkan menerapkan konsep penyajian data dengan membuat grafik garis yang sesuai, menentukan titik koordinat berdasarkan data, serta memberikan judul dan satuan pada sumbu X dan Y. Meskipun siswa belum mencantumkan judul grafik secara garis besarnya, namun secara keseluruhan siswa telah mampu menerapkan data hasil pengamatan ke dalam bentuk visualisasi grafik dengan baik. Dengan demikian, kegiatan praktikum tidak hanya memberikan pengalaman dalam memperoleh data, tetapi juga melatih siswa menerapkan pengetahuan untuk menyajikan data hasil pengamatan dalam bentuk grafik. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran melalui praktikum memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengolah dan menyajikan data hasil pengamatan secara langsung, sehingga konsep penyajian data tidak hanya dipelajari secara teoritis, tetapi diterapkan berdasarkan data yang diperoleh dari kegiatan praktikum.

Peningkatan kemampuan numerasi pada konten ini juga dipengaruhi oleh langkah-langkah praktikum yang sistematis pada kedua jenis kegiatan (praktikum kentang maupun alat osmometer). Selama praktikum, siswa dilatihkan pengumpulan data melalui kegiatan mencatat perubahan yang terjadi, menyusunnya ke dalam bentuk tabel pengamatan, serta menginterpretasikan hasilnya dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah perlakuan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Alfianti et al. (2025) yang menegaskan bahwa integrasi kegiatan praktikum dalam pembelajaran biologi efektif memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kemampuan numerasi siswa pada konten data dan ketidakpastian, terutama melalui aktivitas pencatatan, pengolahan, dan penyajian data secara terstruktur.

Berbeda dengan konten data dan ketidakpastian, konten bilangan memiliki nilai gain atau peningkatan terendah, yaitu sebesar 9 poin. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun siswa sudah diberi latihan soal terkait konten bilangan pada LKPD seperti menggunakan operasi desimal untuk menentukan selisih volume antar waktu pengamatan serta dilatih pada langkah-langkah praktikum seperti menghitung pengenceran larutan sukrosa dan selisih panjang kentang sebelum dan setelah perlakuan), siswa masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan terkait sifat urutan serta operasi bilangan bulat dan desimal.

Berdasarkan analisis mendalam terhadap lembar jawaban siswa, kendala ini didominasi oleh kesulitan pada penguasaan operasi matematis dasar dan ketelitian kalkulasi, bukan karena ketidakpahaman terhadap konsep biologis osmosis itu sendiri. Pada level pemahaman, siswa sebenarnya telah memahami logika alur prosedur biologi yang dipersyaratkan seperti mengetahui bahwa data pengamatan harus dirata-ratakan terlebih namun mengalami kesalahan fatal pada eksekusi kalkulasi matematikanya. Siswa mengalami kesulitan dalam menggunakan angka untuk mengurutkan bilangan, serta melakukan kesalahan prosedural pada operasi bilangan bulat seperti perkalian dan pembagian misalnya kesalahan mengalikan angka berdasarkan soal esai.

Hal ini sejalan dengan temuan Khairunnisa et al. (2025) yang menyatakan bahwa kegagalan siswa pada penyelesaian soal numerasi sering kali dipicu oleh adanya kesalahan prosedural mendasar serta tingkat ketelitian yang rendah dari siswa ketika mengoperasikan kalkulasi matematika. Temuan ini mempertegas bahwa tantangan utama siswa pada konten bilangan terletak pada keterampilan teknis eksekusi matematika dasar yang belum matang. Oleh karena itu, kemampuan numerasi siswa pada konten bilangan perlu dilatih secara bertahap dan berulang agar kendala kalkulasi teknis tidak menghambat pemaknaan konsep biologi secara menyeluruh.

Selain konten data dan bilangan, peningkatan kemampuan numerasi siswa juga terlihat pada konten pengukuran dan geometri dengan peningkatan tertinggi terjadi pada proses kognitif penalaran. Tingginya capaian kemampuan numerasi siswa ini menunjukkan bahwa siswa lebih mampu menganalisis permasalahan pengukuran secara mendalam, seperti menentukan alat ukur yang tepat serta menalar hasil pengamatan menggunakan konsep matematika. Peningkatan ini didukung oleh pengerjaan latihan soal di LKPD. Salah satu aktivitas yang melatih penalaran ini terdapat pada praktikum osmometer, di mana siswa diberikan masalah mengenai dua tabung berskala dengan tinggi kenaikan larutan sama tetapi memiliki jari-jari berbeda. Siswa diminta menentukan tabung yang mampu menampung volume larutan lebih banyak beserta alasannya.

Peningkatan juga ini dipicu oleh pengalaman langsung (*hands-on experience*) selama praktikum. Hal ini sejalan dengan temuan Mubarkah & Masriyah (2023) bahwa penyajian stimulus masalah yang didukung representasi visual dan pengalaman empiris mempermudah siswa mengonstruksi penalaran logis serta memilih strategi penyelesaian yang tepat. Secara nyata di lapangan, siswa terlibat aktif memotong kentang dengan ukuran presisi menggunakan penggaris, mengukur perubahan panjang pasca-perendaman, serta mengamati pertambahan volume air pada tabung osmometer secara berkala.

Selain itu, pada konten aljabar peningkatan tertinggi terjadi pada proses kognitif pemahaman. Tingginya peningkatan pada aspek pemahaman menunjukkan bahwa kebanyakan siswa sudah mampu menguasai konsep dasar rasio serta persamaan dan fungsi. Hal ini terbukti dari kemampuan siswa dalam menghitung selisih dan rasio perubahan panjang kentang serta menyusun persamaan linear satu variabel. Peningkatan proses kognitif pemahaman siswa pada konten aljabar ini didukung oleh aktivitas siswa ketika berlatih latihan soal terkait numerasi pada LKPD. Salah satu aktivitas yang melatih kemampuan numerasi siswa dengan proses kognitif pemahaman pada konten aljabar pada kegiatan praktikum osmosis pada kentang, seperti pada indikator rasio. Pada soal di LKPD praktikum osmosis pada kentang, siswa diminta menentukan rasio perubahan panjang terhadap panjang awal kentang dan menyatakannya dalam bentuk persentase. Untuk menyelesaikan soal tersebut, siswa perlu menentukan terlebih dahulu perubahan panjang kentang dengan menghitung selisih antara panjang akhir dan panjang awal, kemudian menggunakan hasil perubahan tersebut untuk menentukan rasio terhadap panjang awal.

Faktor yang membuat siswa lebih mudah menguasai indikator rasio dan persamaan adalah karakteristik materi aljabar dasar yang polanya sudah pasti dan jelas. Selain itu, soal-soal pada aspek pemahaman ini umumnya disajikan secara langsung dan hanya menguji ingatan siswa terhadap konsep dasar. Akibatnya, siswa bisa langsung memasukkan data atau menghitung nilai rasio dengan cepat tanpa perlu menganalisis maksud soal secara mendalam.

Keberhasilan pada aspek pemahaman ini didukung penuh oleh langkah-langkah praktikum osmosis pada

kentang. Hal ini sejalan dengan temuan Salma et al. (2025) yang menegaskan bahwa integrasi kegiatan praktikum dalam pembelajaran biologi efektif memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kemampuan numerasi siswa pada konten aljabar. Melalui aktivitas praktikum tersebut, siswa mendapatkan pengalaman langsung dalam melakukan perhitungan untuk pengenceran larutan sukrosa dengan menggunakan rumus pengenceran. Hasil lembar observasi

juga memperkuat temuan ini, di mana siswa terlihat aktif menghitung konsentrasi larutan sukrosa untuk merendam potongan kentang.

KESIMPULAN

Keterlaksanaan praktikum osmosis berbasis numerasi berjalan dengan sangat baik, dengan rata-rata skor keterlaksanaan sebesar 95% (90% pada praktikum kentang dan 100% pada praktikum dengan alat osmometer). Penerapan praktikum osmosis berbasis numerasi ini disertai dengan peningkatan kemampuan numerasi siswa, yang ditunjukkan oleh kenaikan rata-rata skor pretest dari

(52) menjadi (71) pada posttest, serta perubahan interval kategori kemampuan numerasi siswa dari kategori sedang menjadi tinggi. Hasil uji Wilcoxon Signed Test menunjukkan adanya perbedaan rata-rata skor yang signifikan antara sebelum dan sesudah perlakuan. Peningkatan tersebut juga didukung oleh hasil uji N-Gain dengan rata-rata indeks sebesar 0,41 yang berada pada kategori sedang. Ditinjau berdasarkan konten numerasi, peningkatan tertinggi diperoleh pada konten data dan ketidakpastian, sedangkan peningkatan terendah terjadi pada konten bilangan..

REKOMENDASI

Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan praktikum berbasis numerasi pada materi biologi lainnya untuk mengetahui efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan numerasi siswa. Selain itu, dapat mengembangkan LKPD berbasis numerasi dengan tampilan yang lebih menarik melalui penambahan ilustrasi, gambar, atau elemen visual lainnya, sehingga dapat meningkatkan daya tarik siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih dan apresiasi setinggi-tingginya kepada pihak sekolah, guru Biologi, serta seluruh siswa kelas XI yang telah berpartisipasi aktif dalam penelitian ini. Penghargaan serupa juga penulis sampaikan kepada dosen pembimbing dan tim validator atas bimbingan, masukan, serta saran konstruktif dalam penyempurnaan penelitian ini hingga dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfianti, A. S., Suhara., & Kusumastuti, M. N. (2025). Pengaruh Praktikum Uji Kadar Glukosa dan KUantifikasi Kalori Terhadap Kemampuan Numerasi (Konten Data dan Ketidakpastian) Siswa SMA. (*Skripsi*). Sarjana, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. Repository UPI.
- Anggraini, K. E., & Setianingsih, R. (2022). Analisis Kemampuan Numerasi Siswa SMA dalam Menyelesaikan Soal Asesmen Kompetensi Minimum (AKM). *MATHEdunesa: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 11(3), 837–849. <https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v11n3.p837-849>
- Arifah, A. I., Arsal, A. F., & Syamsiah, S. (2025). Analisis Keterlaksanaan Praktikum Biologi Semester Ganjil 2024/2025 SMA Negeri 1 Gowa. *ACADEMIA: Jurnal Inovasi Riset Akademik*, 5(2), 78-89.
- Azzahra, W., Diana, S., & Nuraeni, E. (2024). Enhancing students' numeracy literacy in human heredity material through a brain-based learning model. *BIO-INOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 6(2), 257-265.
- Azizah, E. N., & Wisanti, W. (2024). Pengembangan E-book Tranpor Membran Berbasis Pendekatan SAINTIFIK untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 13(2), 266-276.
- Bahtiar, B., & Maimun, M. (2022). Pengaruh model Discovery Learning melalui kegiatan praktikum IPA Terpadu terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(2), 134-142.
- Bastian, A., Mantovan, M. R., Syifanabila, K., Aquila, Z., & Marhamah, M. (2024). Penggunaan Media Meningkatkan Keterlibatan Siswa dalam Proses Belajar Mengajar. *Jurnal Kajian Ilmu Pendidikan (JKIP)*, 5(2), 220-223.
- Dewayani, S., Retnaningdyah, P., Susanti, D., & Antoro, B. (2021). Panduan Penguatan Literasi dan Numerasi di Sekolah. *Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, Kementerian*

Pendidikan dan Kebudayaan.

- Fauziyah, H. (2024). Profil Soal Numerasi Dalam Asesmen Penilaian Tengah Semester Dan Penilaian Akhir Tahun Biologi Di Sekolah Menengah Atas. *Universitas Pendidikan Indonesia| repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu*. 76–77.
- Faridah, U., Rahayu, Y. S., & Dewi, S. K. (2022). Pengembangan E-Modul Interaktif untuk Melatihkan Keterampilan Literasi Sains Siswa Materi Transpor Membran. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(2), 394-404.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2024). Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 032/H/KR/2024 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka. *Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi*.
- Kemendikbudristek. (2020). AKM dan implikasinya pada pembelajaran. Pusat Asesmen Dan Pembelajaran Badan Penelitian Dan Pengembangan Dan Perbukuan Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Pembelajaran Badan Penelitian Dan Pengembangan Dan Perbukuan Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan, 1-37.
[http://ditpsd.kemdikbud.go.id/upload/filemanager/2020/10/AKM dan Iplikasinya pada Pembelajaran.pdf](http://ditpsd.kemdikbud.go.id/upload/filemanager/2020/10/AKM_dan_Iplikasinya_pada_Pembelajaran.pdf)
- Khairunnisa, F., Nabila, B., Sartika, D., & Unaenah, E. (2025). Analisis Kesulitan Siswa Kelas Iv Pada Mata Pelajaran Matematika Materi Pecahan Desimal Di Sd It At-Taqwa Garuda. *Integrative Perspectives of Social and Science Journal*, 2(3), 6816.
- Mulia, S., & Murni, S. (2022). Implikasi pembelajaran praktikum ilmu pengetahuan alam dalam kemajuan kognitif siswa. *SEARCH: Science Education Research Journal*, 1(1), 1-11.
- Ningrum, M. S. (2019). Analisis Keterlaksanaan Praktikum Biologi Sekolah Menengah Atas (SMA) Swasta Se-Kotamadya Bandar Lampung Tahun Ajaran 2018/2019.
- Pusat Asesmen dan Pembelajaran. (2021). Framework Asesmen Kompetensi Minimum (AKM). Badan Penelitian, Pengembangan, dan Perbukuan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
https://pusmendik.kemdikbud.do.id/an/Framework_AKM_31032022
- Saifullah. (2020). Modul pembelajaran SMA Biologi Kelas XI: Bioproses [Modul]. *Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*.
- Samad, I., & Nur, M. A. (2024). Kemampuan literasi numerasi matematika melalui penerapan model pembelajaran problem based learning (PBL). *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika*, 7(1), 100-107.
- Tedana, K., Tindangen, M., & Rosifah, D. (2024). Meningkatkan Kemampuan Literasi Dan Numerasi Dengan Strategi Model Pembelajaran Adaptasi Project Based Learning (PjBL), Problem Based Learning (PBL) Dan Kooperatif Menggunakan E-LKPD Berbasis HOTS Pada Peserta Didik Kelas XI MIPA 1 SMA Negeri 1 Malinau. *Jurnal Inovasi Refleksi Profesi Guru*, 1(1), 28-36.
- Wati, G. L., & Syafitri, E. (2022). Meningkatkan kemampuan literasi numerasi siswa melalui penerapan model pembelajaran PBL berbasis STEM. *Jurnal Mathematic Paedagogic*, 7(1), 62-71.
- Wulandari, N., Tindangen, M., Fendiyanto, P., & Rosifah, D. (2023). Meningkatkan kemampuan literasi dan numerasi peserta didik dengan media pembelajaran digital Canva pada materi pencemaran lingkungan. *In Prosiding Seminar Nasional PPG Universitas Mulawarman* (Vol. 4, pp. 21-26).
- Zaradiva, L., Purwianingsih, W., & Kusnadi, K. (2024). Analisis dan Rekonstruksi Lembar Kerja Peserta Didik pada Kegiatan Praktikum Transpor Membran (Difusi dan Osmosis) Jenjang SMA Fase F. *Jurnal Jeumpa*, 11(2), 263-277.