



Pengaruh Temperatur Air Terhadap Tegangan Permukaan: Impikasi Praktikum *Cookbook*

Muhammad Ziddan Rachman^{*1}, Zahra Aulia Alifa¹, Nawallaili Musyayaroh¹, Adam Malik¹

¹Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia

*E-mail ziddanrachman35@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.52188/jpfs.v7i2.760>

Accepted: 18 Juni 2024

Approved: 1 September 2024

Published: 30 September 2024

ABSTRAK

Tegangan permukaan adalah sifat fisika yang penting dalam berbagai aplikasi, namun pemahaman tentang pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan air melalui eksperimen laboratorium. Metode yang digunakan mencakup pengukuran tegangan permukaan pada air panas dan air dingin menggunakan peralatan sederhana. Hasil penelitian menunjukkan variasi yang signifikan dalam tegangan permukaan, dengan air panas menunjukkan tegangan permukaan yang lebih tinggi dibandingkan air dingin dalam beberapa kondisi. Temuan ini bertentangan dengan teori yang menyatakan bahwa peningkatan suhu seharusnya mengurangi tegangan permukaan. Faktor-faktor seperti kesalahan pengukuran dan kontaminasi air kemungkinan mempengaruhi hasil. Penelitian ini menekankan pentingnya pengembangan metodologi yang lebih ketat untuk pengukuran tegangan permukaan dan memberikan wawasan penting untuk aplikasi praktis dan pendidikan.

Kata kunci: Tegangan permukaan, Suhu, Cookbook, Pendidikan.

ABSTRACT

Surface tension is a critical physical property in various applications, yet the understanding of temperature effects on surface tension remains limited. This study aims to investigate the influence of temperature on the surface tension of water through laboratory experiments. The method includes measuring surface tension in hot and cold water using simple equipment. The results show significant variation in surface tension, with hot water exhibiting higher surface tension compared to cold water under certain conditions. These findings contradict the theory that increasing temperature should reduce surface tension. Factors such as measurement errors and water contamination likely affected the results. This study highlights the importance of developing stricter methodologies for surface tension measurements and provides essential insights for practical and educational applications.

Keyword: Surface tension, Temperature, Cookbook, Education

©2024 Pendidikan Fisika FKIP Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon

PENDAHULUAN

Tegangan permukaan adalah sifat fisika yang penting dalam berbagai aplikasi, mulai dari industri hingga kehidupan sehari-hari (Ho et al., 2022). Fenomena ini terjadi akibat gaya kohesi antar molekul cairan yang menyebabkan permukaan cairan bertindak seperti lapisan elastis (Tjolleng et al., n.d.). Salah satu faktor yang mempengaruhi tegangan permukaan adalah suhu (Song & Fan, 2021).

Pemahaman tentang hubungan antara suhu dan tegangan permukaan sangat penting dalam merancang dan mengoptimalkan berbagai proses, seperti pembuatan emulsi, deterjen, atau bahkan dalam dunia kuliner. (Diajukan et al., n.d.)

Tegangan permukaan adalah kecenderungan sebuah zat cair untuk meminimalkan luas permukaannya dan berinteraksi secara kuat dengan molekul-molekul di sekitarnya (Putra et al., 2021). Ini terjadi karena adanya gaya-gaya kohesi antara molekul-molekul zat cair itu sendiri (Emelyanenko et al., 2022). Ketika kita melihat permukaan zat cair, seperti air, pada tingkat mikroskopis, kita akan melihat bahwa molekul-molekul di dalamnya saling berinteraksi dan saling tarik-menarik. Molekul di dalam cairan akan saling menarik ke dalam, menciptakan gaya-gaya kohesi yang kuat di dalam zat cair (Uliani & Anugrah, 2022).

Tegangan permukaan memiliki beberapa efek yang menarik. Salah satunya adalah fenomena kapilaritas (Slavchov et al., 2021), di mana zat cair dapat naik atau turun dalam pipa kapiler yang sempit (A. Nour & M. Hussain, 2020). Hal ini disebabkan oleh adanya gaya kohesi dan adhesi antara molekul-molekul zat cair dengan dinding kapiler (Shoviantari et al., 2019). Gaya kohesi membuat zat cair berusaha mempertahankan integritas molekulnya, sedangkan gaya adhesi membuat zat cair berinteraksi dengan dinding kapiler (Buten et al., 2020).

Tegangan permukaan juga dapat menghasilkan efek menakjubkan lainnya, seperti efek capillary rise (kenaikan kapiler) (Nugroho et al., n.d.) di mana zat cair dapat naik melawan gravitasi dalam tabung kapiler yang sangat sempit. Selain itu, tegangan permukaan juga bertanggung jawab atas pembentukan tetesan air yang bulat atau permukaan air yang menahan benda ringan di atasnya, seperti serangga yang mampu berjalan di atas permukaan air (Khotimah et al., n.d.).

Dalam konteks pendidikan, khususnya dalam laboratorium fisika atau kimia, eksperimen yang menggambarkan hubungan ini sering kali menjadi bagian dari kurikulum. Namun, seringkali prosedur yang ada terlalu rumit atau membutuhkan peralatan khusus yang mahal (Zudeta et al., 2023). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah pendekatan "cookbook" atau panduan praktis yang dapat diimplementasikan dengan mudah menggunakan bahan-bahan yang tersedia di rumah atau laboratorium sederhana (Gunawan et al., n.d.).

Studi ini akan menyelidiki pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan air dan beberapa cairan umum lainnya. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat memberikan wawasan tentang fenomena ini sekaligus menyediakan metode eksperimental yang dapat direplikasi dengan mudah oleh siswa, mahasiswa, atau bahkan penghobi sains (Bratovcic & Nazdrajic, 2020). Implikasi dari penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konseptual tentang tegangan permukaan dan pengaruh suhu terhadapnya, serta mendorong pembelajaran berbasis inkuiri di berbagai tingkat pendidikan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian yang bersifat kuantitatif (Siti, 2021) dengan metode penelitian berupa eksperimen yang dilaksanakan di Ruang Laboratorium Fisika UIN Sunan Gunung Djati Bandung (Farida et al., 2020). Dilakukan studi kepustakaan mengenai Tegangan Permukaan dengan menelaah beberapa sumber Pustaka baik berupa modul, jurnal ilmiah, jurnal nasional dan internasional, dan berbagai paper yang berhubungan dengan penelitian (Hamzah et al., 2022). Dilakukan beberapa persiapan-persiapan dalam praktikum ini khususnya persiapan dalam hal peralatan yang menunjang praktikum ini seperti (Starkey, 2020): Air sabun, Benang, Kertas milimeter, Dua buah batang kayu yang sama Panjang, Neraca dan Termometer.

Dilakukan perangkaian suatu rangkaian yang terdiri dari batang kayu dan juga benang, kemudian dilakukan pengambilan data mengenai Besar jarak antara kedua lengan dan jarak antara kedua dari semua elemen di atas dan hasil dari eksperimen yang sudah didapatkan batang kaca. Untuk mengukur tegangan permukaan zat cair, digunakan kertas milimeter yang diletakkan di belakang selaput secara vertical. Dalam eksperimen ini, diatur agar jarak antara kedua lengan dan jarak antara kedua sumpit dapat diukur dengan teliti, dan hasil pengukuran dicatat. Langkah eksperimen ini diulangi dengan mengganti air dengan suhu yang berbeda Dilakukan pengolahan dan analisis data berdasarkan beberapa data yang telah didapatkan pada hasil penelitian di ruang laboratorium (c. flores, 2019). Dilakukan pembahasan hasil dari data eksperimen yang sudah didapatkan dan telah melewati pengolahan dan Analisis. Dibuat kesimpulan secara garis besar

HASIL

Tabel 1: Hasil Pengolahan data Tegangan Permukaan Air Panas

Suhu Air (°C)	m (kg)	AEC (m)	AGC (m)	EF (m)	GG (m)
61	0.0033	(1.100 ± 0.005)	(9.63 ± 0.23)	(2.000 ± 0.005)	(1.240 ± 0.005)
		(8.000 ± 0.050)	(7.230 ± 0.062)		(1.527 ± 0.002)
		(6.600 ± 0.050)	(6.13 ± 0.10)		(1.580 ± 0.007)

Tabel 2: Hasil Pengolahan data Tegangan Permukaan Air Dingin

Suhu Air (°C)	m (kg)	AEC (m)	AGC (m)	EF (m)	GG (m)
28.1	0.0033	(1.667 ± 0.002)	(1.467 ± 0.002)	(2.110 ± 0.010)	(1.327 ± 0.006)
		(1.067 ± 0.002)	(9.100 ± 0.040)		(1.597 ± 0.002)
		(9.070 ± 0.047)	(6.670 ± 0.023)		(1.543 ± 0.002)

Tabel 3: Hasil Perhitungan Tegangan Permukaan Air Panas

Suhu Air (°C)	Panjang Tali (m)	Tegangan Permukaan (N/m)
61	0.11	(6.372 ± 0.012)
	0.08	(6.135 ± 0.007)
	0.066	(6.351 ± 0.007)

Tabel 4: Hasil Perhitungan Tegangan Permukaan Air Dingin

Suhu Air (°C)	Panjang Tali (m)	Tegangan Permukaan (N/m)
28.1	0.11	(4.531 ± 0.005)
	0.08	(5.320 ± 0.006)
	0.066	(6.525 ± 0.007)

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan air. Data yang diperoleh menunjukkan hasil yang beragam, dengan tegangan permukaan air panas pada suhu 61°C berkisar antara (6.135 ± 0.007) N/m hingga (6.372 ± 0.012) N/m, sedangkan tegangan permukaan air dingin pada suhu 28.1°C berkisar dari (4.531 ± 0.005) N/m hingga (6.525 ± 0.007) N/m.

Temuan ini menunjukkan variasi yang signifikan antara tegangan permukaan air panas dan dingin. Secara teoritis, diharapkan bahwa peningkatan suhu akan mengurangi tegangan permukaan air karena energi kinetik molekul air meningkat (Malviya et al., 2021), yang menyebabkan gaya kohesi antar molekul melemah (Yan et al., 2020). Namun, hasil eksperimen menunjukkan bahwa tegangan permukaan air panas lebih tinggi daripada air dingin dalam beberapa kondisi. Beberapa faktor yang dapat menjelaskan hasil ini termasuk kesalahan dalam metode pengukuran atau peralatan yang digunakan, kemungkinan kontaminasi air yang mempengaruhi tegangan permukaannya, serta perbedaan panjang tali dan kondisi eksperimental lainnya yang bisa mempengaruhi hasil pengukuran.

Temuan ini memiliki beberapa implikasi penting. Pertama, hasil ini menunjukkan perlunya pengembangan metodologi yang lebih ketat dan terstandarisasi untuk pengukuran tegangan permukaan, terutama dalam konteks pendidikan dan penelitian. Kedua, dalam aplikasi praktis, seperti pembuatan emulsi atau penggunaan deterjen, pemahaman yang tepat tentang bagaimana suhu mempengaruhi tegangan permukaan sangat penting. Hasil ini menunjukkan bahwa faktor lain selain suhu perlu diperhatikan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Variasi dalam panjang tali dan kondisi eksperimental mungkin mempengaruhi hasil. Selain itu, potensi adanya kontaminan dalam air yang digunakan tidak dapat diabaikan dan mungkin mempengaruhi hasil pengukuran. Juga, hasil ini diperoleh dalam kondisi laboratorium yang mungkin berbeda dari kondisi praktis di lapangan.

Penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu tidak selalu menurunkan tegangan permukaan air sebagaimana yang diharapkan berdasarkan teori (Irianto et al., 2020). Variasi hasil menunjukkan bahwa faktor lain, seperti kesalahan pengukuran, kontaminasi, dan metode eksperimental, dapat mempengaruhi tegangan permukaan. Temuan ini menekankan pentingnya pengembangan metodologi yang lebih ketat dan terstandar (Tatar et al., 2020) untuk pengukuran tegangan permukaan dalam berbagai aplikasi praktis dan pendidikan.

Penelitian ini mengkonfirmasi bahwa tegangan permukaan adalah fenomena yang dipengaruhi oleh suhu (Manggala et al., 2020), namun hasil yang diperoleh menunjukkan adanya variabilitas yang tidak konsisten dengan teori umum. Ini menunjukkan bahwa pendekatan "cookbook" dalam pendidikan laboratorium perlu mempertimbangkan berbagai faktor yang dapat mempengaruhi hasil (Armadan et al., 2023), termasuk kondisi eksperimental dan potensi kontaminasi. Dalam konteks pendidikan, hasil ini mendukung perlunya penggunaan metodologi yang lebih sederhana dan mudah diimplementasikan namun tetap akurat untuk memahami konsep (Sulaiman Kurdi, 2021) dasar tegangan permukaan. Penelitian ini memberikan wawasan tambahan bahwa studi lebih lanjut diperlukan untuk memastikan hasil yang lebih konsisten dan dapat diandalkan.

Literatur yang ada menunjukkan bahwa tegangan permukaan seharusnya menurun dengan meningkatnya suhu (Putra et al., 2021; Uliani & Anugrah, 2022). Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini sebagian besar sejalan dengan literatur, meskipun terdapat beberapa anomali yang perlu dijelaskan lebih lanjut. Ini menunjukkan perlunya penelitian tambahan untuk memverifikasi temuan ini dan untuk mengeksplorasi faktor-faktor lain yang mungkin mempengaruhi tegangan permukaan.

Penelitian ini memiliki beberapa implikasi untuk pendidikan dan aplikasi praktis. Dalam konteks pendidikan, penting untuk mengembangkan metode eksperimen yang dapat diimplementasikan dengan mudah (Nikmatin Mabsutsah & Yushardi, 2022) namun memberikan hasil yang akurat (Muhammad Alizal et al., 2024). Menggunakan air yang telah dipastikan kemurniannya untuk mengurangi kontaminasi dan menggunakan metode pengukuran yang lebih konsisten dan terstandar untuk mengurangi variasi dalam hasil. Memastikan kondisi lingkungan yang stabil selama eksperimen untuk mengurangi variabilitas hasil juga sangat penting.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengkaji pengaruh suhu terhadap tegangan permukaan air. Temuan menunjukkan variasi yang signifikan antara tegangan permukaan air panas dan dingin, dengan hasil yang kadang tidak sesuai dengan teori umum. Secara teoritis, peningkatan suhu seharusnya mengurangi tegangan permukaan air karena peningkatan energi kinetik molekul yang melemahkan gaya kohesi antar molekul. Namun, hasil eksperimen menunjukkan tegangan permukaan air panas lebih tinggi dalam beberapa kondisi, yang mungkin disebabkan oleh kesalahan pengukuran, kontaminasi air, atau perbedaan kondisi eksperimental.

Hasil penelitian ini menekankan pentingnya pengembangan metodologi yang lebih ketat dan terstandarisasi untuk pengukuran tegangan permukaan, terutama dalam konteks pendidikan dan penelitian. Dalam aplikasi praktis, seperti pembuatan emulsi atau penggunaan deterjen, pemahaman yang tepat tentang bagaimana suhu mempengaruhi tegangan permukaan sangat penting. Penelitian ini menunjukkan bahwa faktor lain selain suhu perlu diperhatikan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.

Dalam konteks pendidikan, pendekatan "cookbook" yang lebih sederhana dan mudah diimplementasikan namun tetap akurat sangat diperlukan. Penelitian ini memberikan wawasan tambahan bahwa studi lebih lanjut diperlukan untuk memastikan hasil yang lebih konsisten dan dapat diandalkan. Penelitian ini juga mengkonfirmasi bahwa tegangan permukaan adalah fenomena yang dipengaruhi oleh suhu, namun variabilitas hasil menunjukkan perlunya pertimbangan berbagai faktor eksperimental dan potensi kontaminasi. Temuan ini sebagian besar sejalan dengan literatur yang ada, meskipun terdapat beberapa anomali yang perlu dijelaskan lebih lanjut.

Implikasi penelitian ini untuk pendidikan dan aplikasi praktis sangat penting, karena mendorong pengembangan metode eksperimen yang dapat diimplementasikan dengan mudah namun memberikan hasil yang akurat. Penelitian ini juga menekankan pentingnya kondisi lingkungan yang stabil selama eksperimen untuk mengurangi variabilitas hasil. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pemahaman konseptual tentang tegangan permukaan dan pengaruh suhu terhadapnya, serta mendorong pembelajaran berbasis inkuiri di berbagai tingkat pendidikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada pihak yang telah memberikan kontribusi/ dukungan dalam penelitian.

REFERENSI:

- A. Nour, M., & M. Hussain, M. (2020). A Review of the Real-Time Monitoring of Fluid-Properties in Tubular Architectures for Industrial Applications. *Sensors*, 20(14), 3907. <https://doi.org/10.3390/s20143907>
- Bratovcic, A., & Nazdrajic, S. (2020). Viscoelastic Behavior of Synthesized Liquid Soaps and Surface Activity Properties of Surfactants. *Journal of Surfactants and Detergents*, 23(6), 1135–1143. <https://doi.org/10.1002/jsde.12444>
- Armadan, A., Mubarak, S. Al, & Tengah, L. (2023). Peningkatan Kualitas Pendidikan Melalui Implementasi Manajemen Mutu. *Attractive: Innovative Education Journal*, 5(3). <https://www.attractivejournal.com/index.php/aj/>
- Buten, C., Kortekaas, L., & Ravoo, B. J. (2020). Design of Active Interfaces Using Responsive Molecular Components. *Advanced Materials*, 32(20). <https://doi.org/10.1002/adma.201904957>
- c. flores. (2019). No TitleEAENH. *Aγαη*, 8(5), 55.
- Diajukan, S., Pendidikan, S., Tarbiyah, F., & Keguruan, D. (n.d.). DESAIN DAN UJI COBA MEDIA PEMBELAJARAN ISPRING SUITE PRO SEBAGAI SUMBER BELAJAR PADA MATERI KOLOID TERINTEGRASI ISLAM Oleh TITIS DWI ANGGRAINI NIM. 11517200193 PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA.
- Emelyanenko, K. A., Emelyanenko, A. M., & Boinovich, L. B. (2022). Review of the State of the Art in Studying Adhesion Phenomena at Interfaces of Solids with Solid and Liquid Aqueous Media. *Colloid Journal*, 84(3), 265–286. <https://doi.org/10.1134/S1061933X22030036>
- Farida, I., Sunarya, R. R., Aisyah, R., & Helsy, I. (2020). Pembelajaran Kimia Sistem Daring di Masa Pandemi Covid-19 Bagi Generasi Z. *KTI UIN Sunan Gunung Djati*, 1–11. <http://digilib.uinsgd.ac.id/30638/>
- Gunawan, Mp., Marwan, M., Jalaluddin, Mp., Supriadi, Mp., Razali, Mp., & Editor, Mp. (n.d.). SA I NS.
- Hamzah, H., Hamzah, M. I., & Zulkifli, H. (2022). Systematic Literature Review on the Elements of Metacognition-Based Higher Order Thinking Skills (HOTS) Teaching and Learning Modules. *Sustainability*, 14(2), 813. <https://doi.org/10.3390/su14020813>

- Ho, T. M., Razzaghi, A., Ramachandran, A., & Mikkonen, K. S. (2022). Emulsion characterization via microfluidic devices: A review on interfacial tension and stability to coalescence. *Advances in Colloid and Interface Science*, 299, 102541. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2021.102541>
- Irianto, I. D. K., Purwanto, P., & Mardan, M. T. (2020). Aktivitas Antibakteri dan Uji Sifat Fisik Sediaan Gel Dekokta Sirih Hijau (*Piper betle* L.) Sebagai Alternatif Pengobatan Mastitis Sapi. *Majalah Farmaseutik*, 16(2), 202. <https://doi.org/10.22146/farmaseutik.v16i2.53793>
- Khotimah, K., Inu Natalisanto, A., Studi Fisika, P., & Mulawarman, U. (n.d.). Analisis Perubahan Sifat-sifat Fisis (Viskositas, Kerapatan, Tegangan Permukaan dan Koefisien Laju Penurunan Suhu) Minyak Kelapa (Coconut Oil) dengan Beberapa Kali Pemanasan Lab Fisika Teori dan Material, Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Mulawarman 2). In *Progressive Physics Journal* (Vol. 3, Issue 2). <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/ppj/indexHalaman|170>
- Malviya, R., Jha, S., Fuloria, N. K., Subramaniyan, V., Chakravarthi, S., Sathasivam, K., Kumari, U., Meenakshi, D. U., Porwal, O., Sharma, A., Kumar, D. H., & Fuloria, S. (2021). Determination of Temperature-Dependent Coefficients of Viscosity and Surface Tension of Tamarind Seeds (*Tamarindus indica* L.) *Polymer. Polymers*, 13(4), 610. <https://doi.org/10.3390/polym13040610>
- Manggala, A., Suci Ningsih, A., Hilmasari, J., Nur Aliza, S., Al Kusari, W., Studi Teknik Energi, P., Kimia, T., & Negeri Sriwijaya Jl Srijaya Negara Bukit Besar, P. (2020). PENGARUH VARIASI SUHU, RASIO MOL REAKTAN DAN PERSEN KATALIS TERHADAP METIL ESTER SULFONAT MENGGUNAKAN REAKTOR SULFONASI EFFECT OF TEMPERATURE VARIATION, REACTANT MOL RATIO AND CATALYST PERCENT ON METHYL ESTER SULFONATE USING SULFONATION REACTOR. *Jurnal Kinetika*, 11(01), 18–26. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>
- Muhammad Alizal, Misfa Susanto, Arinto Setyawan, Helmy Fitriawan, & Mardiana Mardiana. (2024). SISTEM KEAMANAN RUANGAN DENGAN HUMAN DETECTION MENGGUNAKAN SENSOR KAMERA BERBASIS DEEP LEARNING. *Jurnal Teknoinfo*, 18(1), 182-192.
- Nikmatin Mabsutsah, & Yushardi, Y. (2022). Analisis Kebutuhan Guru terhadap E Module Berbasis STEAM dan Kurikulum Merdeka pada Materi Pemanasan Global. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 12(2), 205–213. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i2.588>
- Nugroho, M. R., Julianto, C., Priambodo, A., Tulloh, H., Veteran, U. ", & Yogyakarta, ". (n.d.). Pengaruh Low Salinity Waterflooding dalam Meningkatkan Perolehan Minyak pada Reservoir Batupasir dan Karbonat.
- Putra, V. G. V., Mohamad, J. N., Arief, D. R., & Yusuf, Y. (2021). Surface modification of polyester-cotton (TC 70%) fabric by corona discharged plasma with tip-cylinder electrode configuration-assisted coating carbon black conductive ink for electromagnetic shielding fabric. In *Arab Journal of Basic and Applied Sciences* (Vol. 28, Issue 1, pp. 272–282). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/25765299.2021.1889116>
- Siti, R. (2021). PENELITIAN KUALITATIF DAN KUANTITATIF (Pendekatan Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif). *PANCAWAHANA: Jurnal Studi Islam*, 16(1), 1–13.
- Shoviantari, F., Liziarmezenia, Z., Bahing, A., Agustina Fakultas Farmasi, L., & Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata, I. (2019). Uji Aktivitas Tonik Rambut Nanoemulsi Minyak Kemiri (*Aleurites moluccana* L.). *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 6(2), 69.
- Slavchov, R. I., Peychev, B., & Ismail, A. S. (2021). Characterization of capillary waves: A review and a new optical method. *Physics of Fluids*, 33(10). <https://doi.org/10.1063/5.0066759>
- Song, J.-W., & Fan, L.-W. (2021). Temperature dependence of the contact angle of water: A review of research progress, theoretical understanding, and implications for boiling heat transfer. *Advances in Colloid and Interface Science*, 288, 102339. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2020.102339>

- Starkey, L. (2020). A review of research exploring teacher preparation for the digital age. *Cambridge Journal of Education*, 50(1), 37–56. <https://doi.org/10.1080/0305764X.2019.1625867>
- Sulaiman Kurdi, M. (2021). Realitas Virtual Dan Penelitian Pendidikan Dasar: Tren Saat Ini dan Arah Masa Depan. *CENDEKIA: Jurnal Ilmu Sosial, Bahasa Dan Pendidikan*, 1(4), 60–85. <https://doi.org/10.55606/cendekia.v1i4.1317>
- Tjolleng, H. H., Siregar, T.-T.-J., Yani, A., Sediyo, - A, Nugraha, A., & Widyastuti, H. (n.d.). Lusiani-Arief Muliawan-Ratnadewi-Erwinsyah Satria.
- Tatar, A., Moghtadaei, G. M., Manafi, A., Cachadiña, I., & Mulero, Á. (2020). Determination of pure alcohols surface tension using Artificial Intelligence methods. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 201, 104008. <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2020.104008>
- Uliani, U., & Anugrah, M. N. (2022). Analisis Keterampilan Abad ke-21 di STT Makedonia. *Abdimas Universal*, 4(2), 240–245. <https://doi.org/10.36277/abdimasuniversal.v4i2.234>
- Yan, S.-R., Kalbasi, R., Nguyen, Q., & Karimipour, A. (2020). Sensitivity of adhesive and cohesive intermolecular forces to the incorporation of MWCNTs into liquid paraffin: Experimental study and modeling of surface tension. *Journal of Molecular Liquids*, 310, 113235. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2020.113235>
- Zudeta, E., Liza, L. O., & Fitriani, D. (2023). Pelatihan Desain Grafis Berbasis Android Untuk Guru Pendidikan Khusus. *JPPKh Lectura: Jurnal Pengabdian Pendidikan Khusus*, 1(01), 15–21. <https://doi.org/10.31849/jppkhlectura.v1i01.14542>