

SISTEM PEMANATAUAN AKUAPONIK UNTUK MEDIA PEMBELAJARAN DI SEKOLAH ALAM GAHARU

Istiqomah¹, Arif Abdul Aziz², Achmad Rizal³, Teguh Patriananda⁴,
Abdillah Nur Isnaini⁵, Mayco Ikhsan Hanafi⁶, Zaidan Fitra Baihaqi⁷,
Ni Kadek Cindy Sriastiti⁸

^{1,2,3,4,5,6,7,8}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Telkom, Indonesia
istiqomah@telkomuniveristy.ac.id

ABSTRAK

Abstrak: Sekolah Alam Gaharu merupakan sekolah alam yang mengutamakan interaksi siswa dengan alam dalam process pembelajarannya. Salah satu fasilitas yang disediakan oleh Sekolah Alam Gaharu adalah sistem akuaponik sebagai media belajarnya. Untuk mengoptimalkan akuaponik sebagai media belajar, pada kegiatan pengabdian masyarakat ini dikembangkan dan diimplementasikan sistem pemantauan akuaponik berbasis IoT sebagai media pembelajaran STEM di Sekolah Alam Gaharu. Sistem ini memonitor parameter penting seperti pH dan suhu air yang dikirimkan ke cloud dan ditampilkan melalui website. Proses implementasi meliputi pengembangan alat, instalasi sistem, dan survei evaluasi kepada pengguna. Dari hasil survei mengenai sistem yang diimplementasikan sebagai media belajar terhadap 10 guru di Sekolah Alam Gaharu menunjukkan bahwa sistem ini diterima dengan baik, dengan 80% responden menyatakan sangat setuju dan 20% setuju bahwa sistem tersebut mendukung pembelajaran STEM. Selain memberikan wawasan praktis tentang keberlanjutan, sistem ini meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep STEM melalui pendekatan berbasis teknologi. Kegiatan ini berhasil menunjukkan bahwa IoT dapat menjadi solusi efektif untuk mendukung pendidikan berbasis alam.

Kata Kunci: Akuaponik; IoT; Media Pembelajaran; STEM; Sekolah Alam.

Abstract: Gaharu Nature School is a nature-based school that prioritizes student interaction with the environment in its learning process. One of the facilities provided by the school is an aquaponics system used as a learning medium. To optimize aquaponics as an educational tool, this community service activity developed and implemented an IoT-based aquaponics monitoring system as a STEM learning medium at Gaharu Nature School. The system monitors key parameters such as pH and water temperature, sending the data to the cloud and displaying it through a website. The implementation process included tool development, system installation, and a user evaluation survey. Results from a survey of 10 teachers at the school indicated that the system was well received, with 80% of respondents strongly agreeing and 20% agreeing that the system supports STEM learning. In addition to providing practical insights into sustainability, the system enhances students' understanding of STEM concepts through a technology-based approach. This activity successfully demonstrated that IoT can be an effective solution to support nature-based education.

Keywords: Aquaponics; IoT; Learning Media; STEM; Nature School.



Article History:

Received: 20-01-2025

Revised : 22-02-2025

Accepted: 24-02-2025

Online : 08-04-2025



This is an open access article under the
CC-BY-SA license

A. LATAR BELAKANG

Sekolah Alam Gaharu, merupakan sekolah yang menjunjung semangat pendidikan berbasis alam. Sekolah yang terletak pada Kabupaten Bandung ini menawarkan berbagai macam program, mulai dari pendidikan dasar sampai menengah. Kurikulum yang dirancang tentunya tidak jauh dari konsep belajar dari, untuk, dan bersama alam (Ashoka Indonesia, 2016; Bingrum et al., 2019; Kemdikbud, 2013; Maryati, 2007; Yunike et al., 2021). Sekolah alam akan memanfaatkan alam sebagai media observasi bagi siswa-siswa dan menyeimbangkan process belajar (Ulum, 2017). Pembelajaran berbasis alam ini akan membuat siswa melihat, melakukan, terlibat dan merasakan secara langsung pengalaman terutama yang berkaitan dengan alam. Diharapkan semua process pembelajaran ini akan lebih bernilai dan menyerap terhadap siswa-siswa (Girsang et al., 2024). Salah satu topik pembelajaran yang ditawarkan oleh Sekolah Alam Gaharu adalah mengenai konsep keberlangsungan, yang langsung di implementasikan pada sistem Akuaponik.

Sekolah alam yang mengintegrasikan sistem Akuaponik menggabungkan pembelajaran langsung di lingkungan alami dengan praktik pertanian inovatif, di mana siswa belajar tentang ekosistem melalui interaksi langsung dan teknologi yang mengintegrasikan budidaya ikan serta tanaman dalam satu siklus tertutup yang efisien (Bunga et al., 2024; Laili et al., 2020). Pendekatan ini menanamkan nilai keberlanjutan, kemandirian, dan kerja sama, sambil meningkatkan kesadaran akan pentingnya konservasi dan efisiensi sumber daya. Dengan sinergi antara teori dan praktik, model pembelajaran ini tidak hanya mendukung pengembangan karakter holistik, tetapi juga menawarkan solusi nyata untuk produksi pangan ramah lingkungan, sehingga mempersiapkan generasi masa depan yang lebih hijau dan berkelanjutan (Sariman et al., 2024). Akuaponik adalah teknik pertanian berbasis budi daya perairan yang menggabungkan produksi sayuran dan budidaya ikan (Baganz et al., 2022). Dengan memanfaatkan air sebagai media budidaya ikan sekaligus sumber pengairan tanaman, sistem ini menawarkan solusi untuk mengatasi keterbatasan air, lahan, dan tingginya biaya pupuk (Yep et al., 2019).

Sistem monitoring parameter air pada Akuaponik di Sekolah Alam menjadi media pembelajaran yang strategis, karena memungkinkan siswa untuk memahami interaksi langsung antara budidaya hewan dan produksi tanaman (Sariman et al., 2024). Pemantauan kualitas air yang dipengaruhi oleh pakan, buangan hewan, serta penyerapan nutrisi oleh tanaman mengajarkan pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem (Faizi et al., 2022; Program Studi Buididaya Ikan et al., n.d.). Beberapa parameter kualitas air yang dipantau adalah pH, suhu dan oksigen terlarut di air (Asma et al., 2023; Rasyid et al., 2022). Dengan demikian, siswa dapat mengaplikasikan konsep keberlanjutan secara praktis dan memahami peran

sistem Akuaponik dalam mendukung prinsip-prinsip ekologi dan efisiensi sumber daya (Bunga et al., 2024).

Pada kegiatan pengabdian masyarakat ini, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom mengimplementasikan sistem pemanatauan akuaponik untuk media pembelajaran di Sekolah Alam Gaharu. Sistem yang dikembangkan berbasis *internet of things* (IoT) ini, dikembangkan untuk membaca parameter-parameter air pada sistem akuaponik, seperti suhu dan keasaman. Parameter ini dikirimkan secara nirkable dan disimpan dalam *database* berbasis *cloud*. Hasil bacaan sensor dapat diamati pada platform aplikasi yang dapat diakses secara mudah dan cepat oleh siapa saja. Tentunya, selain untuk memonitoring kadar parameter air, sistem ini dapat menjadi media pembelajaran interaktif bagi siswa-siswi pada Sekolah Alam Gaharu.

B. METODE PELAKSANAAN

Mitra sasar dalam pengabdian ini adalah Sekolah Alam Gaharu sebuah institusi pendidikan berbasis alam yang terletak di Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Dengan melibatkan sekitar 300 siswa dan 20 tenaga pendidik, sekolah ini didukung oleh komunitas pendidik dan orang tua yang aktif, serta terus mengembangkan fasilitas pembelajaran seperti kolam ikan dan sistem Akuaponik guna mendukung eksplorasi lingkungan dan penerapan konsep keberlanjutan secara praktis. Beberapa pengabdian masyarakat untuk membantu pengoptimalan dari fasilitas yang disediakan telah dilakukan sebelumnya seperti sistem pemantauan kolam ikan (Istiqomah et al., 2023, 2024).

Pengabdian masyarakat pada kali ini memanfaatkan teknologi sebagai media pembelajaran dari sistem pemantauan lingkungan dan sistem energi baru dan tebaharukan. Teknologi tersebut mampu menjadi alat observasi siswa terhadap kondisi alam, atau sebagai penggambaran perubahan alam. Penggunaan teknologi sebagai media pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineeringm and Mathematics*) menjadi sangat penting di sekolah alam (Dimiyati A et al., 2018; Ronaldi et al., 2020). Teknologi akan diterapkan dan nantinya akan dievaluasi dengan survei ke guru untuk melihat kebermanfaatan teknologi yang diterapkan sebagai media pembelajaran di sekolah alam.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan sebagai metode pelaksanaan pengabdian masyarakat. Tahapan tersebut diawali dari pengembangan alat sesuai kebutuhan kegiatan pra kegiatan pengabdian masyarakat, pengimplementasian sistem pemantauan akuaponik yang merupakan kegiatan pengabdian masyarakat itu sendiri dan terakhir merupakan survei yang merupakan tahap evaluasi kekuatan masyarakat. Berikut penjelasan setiap process tahapan pada pengabdian masyarakat di Sekolah Alam Gaharu:

1. Pengembangan Sistem Pemantauan Akuaponik Sesuai Kebutuhan Sekolah Alam Gaharu

Pada tahap ini tim pengabdian masyarakat diminta mengembangkan sistem pemantauan akuaponik yang ada di Sekolah Alam Gaharu. Parameter yang akan dipantau adalah pH dan temperature yang merupakan parameter yang utama yang pada akuaponik (Megawati et al., 2020). Sistem tersebut diminta dapat dipantau dimanapun dan kapanpun menyesuaikan kegiatan belajar mengajar. Oleh karena itu dikembangkanlah sistem pemantauan akuaponik berbasis IoT yang dilengkapi website sebagai sistem antarmuka pengguna.

Sistem pemantauan berbasis IoT yang dikembangkan terdiri dari sensor node, lora gateway dan sistem antarmuka. pH dan temperature berada di sisi sensor node yang dilengkapi lora sebagai modul komunikasi. Kemudian data yang dipantau dikirim ke lora gateway yang kemudian diteruskan ke cloud. Data di cloud kemudian diakses aplikasi dan ditampilkan di website. Website dipilih agar semua orang di Sekolah Alam Gaharu dapat menggunakan sistem pemantauan untuk sekedar memantau atau untuk media pembelajaran.

2. Implementasi Sistem Pemantauan Akuaponik Berbasis IoT

Pada tahapan ini tim akan memasang sistem pemantauan akuaponik berbasis IoT di Sekolah Alam Gaharu. Sensor node dipasang di pipa akuaponik dan kemudia lora *gateway* dipasang di lokasi yang masih terjangkau oleh lora dan jaringan internet. Kemudia tim memastikan data terkirim dengan baik ke cloud dan tampil secara realtime di website.

3. Survei Sesesuaian Sistem sebagai Media Pembelajaran di Sekolah Alam Gaharu

Setelah sistem diimplementasikan di Sekolah Alam Gaharu, tim melakukan survei kesesuaian kegiatan pengabdian masyarakat ke pengguna sistem. Pengguna sistem pada pengabdian masyarakat ini utamanya adalah guru yang menggunakan sistem sebagai media pembelajaran. Survei dilakukan terhadap 10 orang di Sekolah Alam Gaharu. Berikut merupakan pertanyaan yang digunakan untuk umpan balik dari kegiatan pengabdian masyarakat ini, seperti terlihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Pertanyaan Umpan Balik dari Kegiatan Pengabdian Masyarakat

No	Pertanyaan umpan balik dari pengguna alat Abdimas
1	Apakah Sistem pemantauan akuaponik bisa dijadikan media pembelajaran untuk memperkenalkan STEM di sekolah alam gaharu?
2	Apakah website sistem pemantauan akuaponik bisa dijadikan media pembelajaran untuk memperkenalkan STEM di sekolah alam gaharu?

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada chapter ini, akan dibahas hasil dan pembahasan terkait tahapan implementasi program pengabdian masyarakat (abdimas) di Sekolah Alam Gaharu, yang difokuskan pada pengembangan, implementasi sistem pemantauan Akuaponik dan hasil dari umpan balik kegiatan ini.

1. Hasil pengembangan sistem pemantauan akuaponik sesuai kebutuhan Sekolah Alam Gaharu

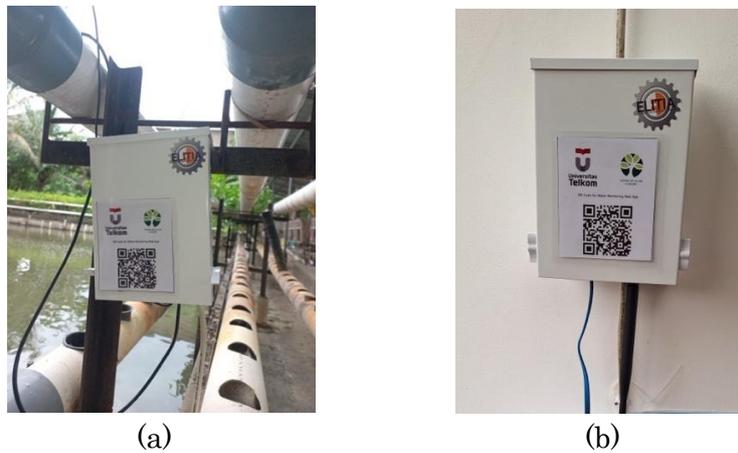
Tahap awal tim pengabdian di Sekolah Alam Gaharu dimulai dengan pengembangan alat dan penyesuaian sistem akuaponik guna memenuhi kebutuhan pembelajaran di sekolah. Proses ini mencakup pengujian dan kalibrasi sensor pH serta temperatur untuk memastikan akurasi pemantauan lingkungan, pembuatan sensor node dan gateway untuk integrasi data secara real-time, serta pengembangan website yang disesuaikan dengan kebutuhan, terdiri dari halaman pemantauan dan informasi sebagai media pembelajaran. Modul penggunaan dan informasi sistem di website tersebut dapat diakses oleh guru dan siswa, sehingga mendukung interaksi dan pemahaman terhadap konsep keberlanjutan dalam praktik akuaponik. Tampilan halaman utama website terlihat pada Gambar 3.

2. Hasil Implementasi Sistem Pemantauan Akuaponik Berbasis IoT

Tahap kedua merupakan implementasi dilakukan untuk sistem pemantauan akuaponik berbasis IoT di sekolah Alam Gaharu. Kemudian pemasangan sensor node sistem pemantauan akuaponik dapat terlihat pada Gambar 1. Sensor pH dan temperature diletakan di dalam pipa yang menjadi jalur sirkulasi air pada sistem akuaponik. Kemudian sensor terintegrasi ke mikrokontroler dan modul komunikasi lora yang diletakan di box putih.

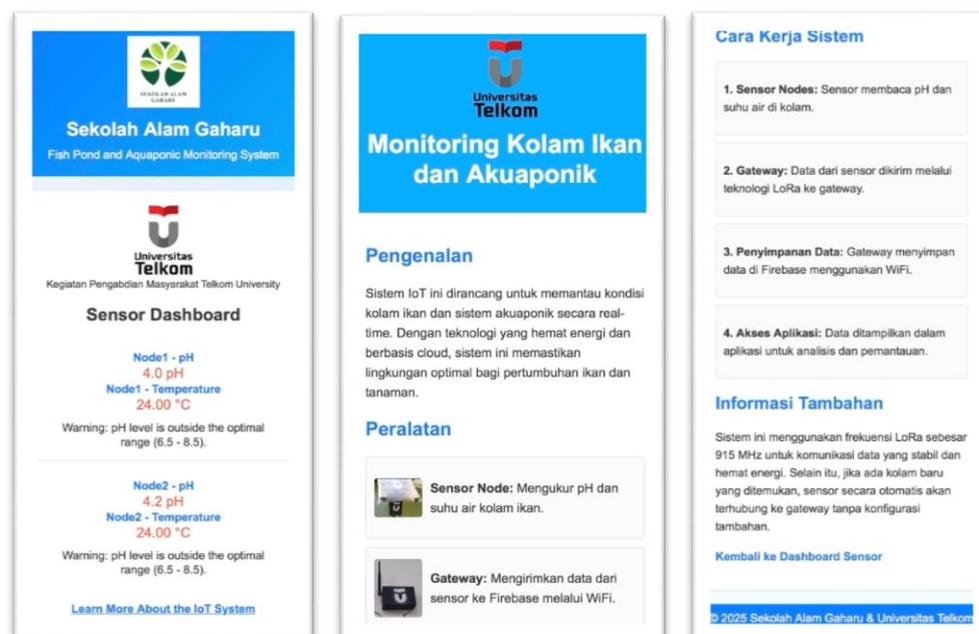


Gambar 1. Proses pemasangan sensor node sistem pemantauan akuaponik.



Gambar 2. (a) Sensor Node; dan (b)Lora Gateway

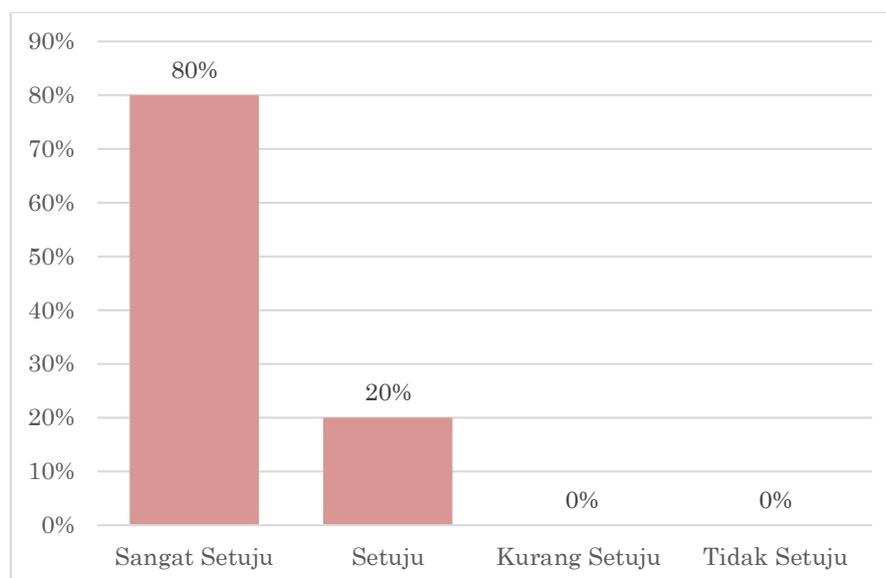
Gambar 2 merupakan hasil pemasangan sistem pemantauan akuaponik yang mana (a) merupakan sensor node dan (b) merupakan lora gateway. Data dari sensor node akan dikirimkan ke lora gateway yang kemudian akan diteruskan ke cloud. Simple website dikembangkan untuk dapat mengakses data dari cloud dan menyajikan ke pengguna sebagai media pembelajaran. Gambar 3 merupakan tampilan website yang terdiri dari 2 halaman, dengan informasi antara lain (a) halaman hasil pemantauan sensor, (b) Penjelasan sensor dan sistem, dan (c) cara kerja setiap komponennya. Diharapkan website yang dibuat mampu memberikan informasi lengkap tentang sistem pemantauan akuaponik dan mampu menjadi media pembelajaran.



Gambar 3. (a) Sensor Dashboard; (b)Pengenalan komponen sistem, dan (c) Cara kerja.

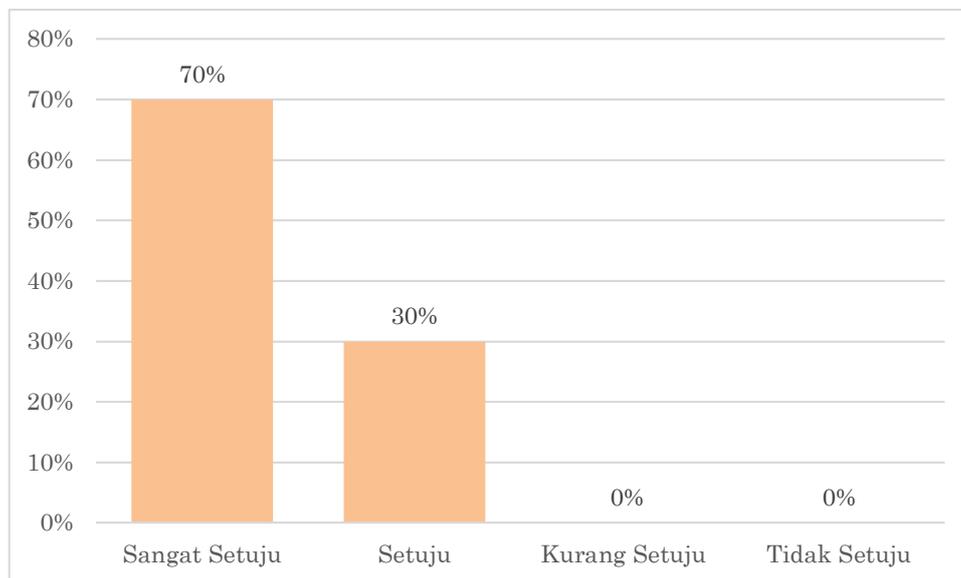
3. Hasil Survei Sesesuaian Sistem sebagai Media Pembelajaran di Sekolah Alam Gaharu

Setelah seluruh sistem dikembangkan dan diimplementasikan dilakukan survei untuk melihat umpan balik dari kegiatan pengabdian masyarakat ini. Berdasarkan hasil survey, data yang ditampilkan pada Gambar 4, mayoritas responden memberikan umpan balik positif terhadap sistem pemantauan akuaponik sebagai media pembelajaran untuk memperkenalkan STEM di Sekolah Alam Gaharu. Sebanyak 80% responden sangat setuju bahwa sistem ini membantu dalam pengenalan STEM, sementara 20% lainnya setuju dengan pernyataan tersebut. Tidak ada responden yang memilih opsi "kurang setuju" atau "tidak setuju", menunjukkan bahwa sistem pemantauan akuaponik ini dianggap sangat efektif dan relevan dalam mendukung pembelajaran STEM di sekolah tersebut.



Gambar 4. Hasil umpan balik seberapa membantu sistem pemantauan akuaponik bisa dijadikan media pembelajaran untuk memperkenalkan STEM di Sekolah Alam Gaharu.

Sedangkan pada data hasil umpan balik untuk kegunaan website pada Gambar 5, sebagian besar responden memberikan respon positif terhadap penggunaan website sistem pemantauan akuaponik sebagai alat pembelajaran untuk mengenalkan STEM di Sekolah Alam Gaharu. Sebanyak 70% responden menyatakan sangat setuju, sementara 30% lainnya menyatakan setuju. Tidak ada responden yang memilih opsi "kurang setuju" atau "tidak setuju", yang mengindikasikan bahwa website yang dikembangkan dan diimplementasikan mampu menjadi media pembelajaran STEM untuk memantau sistem akuaponik di Sekolah Alam Gaharu.



Gambar 5. Hasil umpan balik seberapa membantu website sistem pemantauan akuaponik bisa dijadikan media pembelajaran untuk memperkenalkan STEM di Sekolah Alam Gaharu.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian masyarakat di Sekolah Alam Gaharu dengan mengimplementasikan sistem pemantauan akuaponik berbasis IoT berhasil memenuhi tujuan sebagai media pembelajaran STEM. Sistem ini memungkinkan pemantauan parameter air seperti pH dan suhu secara real-time melalui platform berbasis cloud yang mudah diakses. Hasil survei menunjukkan bahwa 100% responden setuju sistem ini bermanfaat, dengan 70-80% sangat setuju. Selain meningkatkan kualitas pembelajaran berbasis teknologi, sistem ini juga mendorong siswa untuk memahami konsep keberlanjutan secara praktis. Keberhasilan kegiatan ini menunjukkan potensi besar penerapan teknologi IoT untuk mendukung pendidikan berbasis alam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Sekolah Alam Gaharu atas kesempatan yang diberikan kepada kami untuk melaksanakan kegiatan pengabdian masyarakat di sekolah tersebut. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Universitas Telkom atas dukungan dana yang diberikan untuk pelaksanaan kegiatan Abdimas ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Ashoka Indonesia. (2016). *Lendo Novo: Pendiri Sekolah Alam, Penggagas Sobot Bumi*. Retrieved from <https://pembaharublog.wordpress.com/2016/10/28/lendo-novo-pendiri-sekolah-alam-penggagas-sobat-bumi-bagian-i/>
- Asma, T. H., Mohamed, H., & Kaouther, L. O. (2023). IOT Design and Water Monitoring of an Aquaponic System. *2023 IEEE Third International*

- Conference on Signal, Control and Communication (SCC)*, 1–6. doi: 10.1109/SCC59637.2023.10527643
- Baganz, G. F. M., Junge, R., Portella, M. C., Goddek, S., Keesman, K. J., Baganz, D., Staaks, G., Shaw, C., Lohrberg, F., & Kloas, W. (2022). The Aquaponic Principle—It Is All About Coupling. *Reviews in Aquaculture*, 14(1), 252–264. doi: 10.1111/raq.12596
- Bunga, J., Siammukaromah, N., & Hujjatusnaini, N. (2024). *Implementasi Sistem Aquaponik sebagai Media Pembelajaran pada Modul P5PPRA di Madrasah Aliyah Hidayatul Insan*. doi: 10.62951/manfaat.v1i4.139
- Dimiyati A, M., Suwardiyanto, D., Yulindoko, H., & Arief W, V. (2018). Pemanfaatan Teknologi Sebagai Media Pembelajaran Daring (On Line) Bagi Guru Dan Siswa Di SMK NU Rogojampi. *J-Dinamika : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2). doi: 10.25047/j-dinamika.v2i2.565
- Ifa Khoiria Bingrum, & Yuniarti Ita Purnama. (2019). *Sekolah Alam*. Kun Fyakum.
- Istiqomah, I., Aziz, A. A., Rizal, A., Bahrudin, M. F., Soediponegoro, S., Azriansyah, A., Abas, A. I., & Salman, M. Y. (2023). Pemenuhan Kebutuhan Media Pembelajaran Di Sekolah Alam Dengan Mengimplementasikan Sistem Pemantauan Kolom Ikan Di Beberapa Titik Berbasis IoT. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 7(4), 3749. doi: 10.31764/jmm.v7i4.16318
- Istiqomah, I., Aziz, A. A., Rizal, A., Bahrudin, M. F., Soediponegoro, S., Azriansyah, A., Sundawa, N. W., Isnaini, A. N., & Antu, V. A. F. (2024). Penerapan Panel Surya Sebagai Media Pembelajaran Energi Terbaharukan Dan Energi Listrik Tambahan Di Sekolah Alam Gaharu. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 8(2), 1704. doi: 10.31764/jmm.v8i2.21562
- Kemdikbud. (2013). *Kurikulum 2013*. Retrieved from <https://kurikulum.kemdikbud.go.id/kurikulum-2013/>
- Laili, N., Nurjanah, U., & Hakim, M. (2020). Implementasi Sistem Akuaponik Sebagai Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa MTS Zainul Hasan Balung. *Jurnal Bioshell*, 9(1), 16–20. doi: 10.36835/bio.v9i1.759
- Maryati. (2007). *Sekolah Alam, Alternatif Pendidikan Sains Yang Membebaskan Dan Menyenangkan*.
- Megawati, D., Masykuroh, K., & Kurnianto, D. (2020). Rancang Bangun Sistem Monitoring PH dan Suhu Air pada Akuaponik Berbasis Internet of Thing (IoT). *TELKA - Telekomunikasi Elektronika Komputasi Dan Kontrol*, 6(2), 124–137. doi: 10.15575/telka.v6n2.124-137
- Muhammad Nur Faizi, Angga Rusdinar, & Azam Zamhuri Fuadi. (2022). *Sistem Pengendali dan Pemantauan pH Air pada Tanaman Akuaponik dengan Metode Fuzzy Logic Controller*.
- Program Studi Buidaya Ikan, M., Seruyan Jl Yani Kuala Pembuang II, P. A., Hilir, S., & Tengah, K. (n.d.). Pengelolaan Kualitas Air Untuk Sistem Budidaya Aquaponik Water Quality Management For Aquaponic Farming Systems. *Jurnal Belida Indonesia*, 4(2).
- Ririsna Girsang, A., Thesalonika, E., & Tambunan, J. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Kelas V. *Indonesian Journal of Teaching and Learning (INTEL)*, 230–240. doi: 10.56855/intel.v3i4.1207
- Ronaldi, R., & Supriyoko, S. (2020). Manajemen Pembelajaran Alam Dalam Upaya Meningkatkan Kemandirian Peserta Didik. *Media Manajemen Pendidikan*, 2(3), 389. doi: 10.30738/mmp.v2i3.6778
- Sariman, S., Fitriyah, A. T., Patandean, A. J., Swandi, A., & Putri, F. M. (2024). Penerapan Sistem Aquaponik Berbasis Energi Baru Terbarukan Sebagai Sarana Pembelajaran Ipa Dan Produk Kewirausahaan Sekolah. In *Communnity Development Journal* (Vol. 5, Issue 5).

- Udin Harun Al Rasyid, M., Muftadai, N. R., Sukaridhoto, S., Ardianto, R., Fahmi, N., Nugraha, A. Y. D., & Faisal, M. (2022). Water quality monitoring system in aquaculture environment based on internet of things. *IET Conference Proceedings, 2021*(11), 195–200. doi: 10.1049/icp.2022.0340
- ‘Ulum, I. (2017). Pemanfaatan Lingkungan Sebagai Sumber Belajar Anak. *Jurnal Pendidikan Anak, 3*(2). doi: 10.21831/jpa.v3i2.11707
- Yep, B., & Zheng, Y. (2019). Aquaponic trends and challenges – A review. *Journal of Cleaner Production, 228*, 1586–1599. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.04.290
- Yunike, Ira Kusumawaty, & Sri Martini. (2021). *Mengedukasi Orang Tua Siswa Di Sekolah Alam Palembang Tentang Pengasuhan Positif*.