

PEMANFAATAN LIMBAH GALON BEKAS BERBASIS STEAM MENJADI AQUAPONIK YANG MEMILIKI NILAI GUNA

Faizza Tanniya Bellen¹, Nur Ngazizah²

Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Muhammadiyah Purworejo

e-mail: faizzatanniya@gmail.com¹, ngazizah@umpwr.ac.id²

Abstrak: Pada masa sekarang ini masyarakat lebih menyukai suatu hal yang praktis, seperti mengkonsumsi air minum dalam kemasan sekali pakai. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan aquaponic dari limbah gallon bekas sekali pakai dengan berbasis STEAM. Jenis penelitian yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)* dengan menggunakan model ADDIE yaitu *analysis, design, development, implementation, and evaluation*. Penelitian ini menggunakan teknik pembelajaran STEAM dengan teknik analisis data berupa observasi. Hasil penelitian ini berupa aquaponic dari limbah gallon bekas sekali pakai berbasis STEAM. Kelayakan aquaponic dari limbah gallon bekas sekali pakai dengan berbasis STEAM didasarkan pada hasil penilaian diperoleh rata-rata presentase 87,3% kategori sangat baik, dengan rincian sata-rata presentase kriteria ide 90%, kreatifitas 86,6%, kebermanfaatan 89,3%, dan tampilan 84,6%. Aquaponik ini layak digunakan, berdasarkan hasil uji coba pada tanaman kangkung dan ikan lele dengan hasil tanaman kangkung dapat tumbuh subur dan ikan lele tumbuh sempurna selama masa uji coba 1 bulan. Berdasarkan hasil penilaian dan uji coba aquaponic dari limbah gallon bekas sekali pakai yang dikembangkan dalam kategori sangat baik dan layak digunakan.

Kata Kunci: *Aquaponik, Galon bekas, Hidroponik, Budidaya ikan, STEAM.*

UTILIZATION OF USED GALLON WASTE BASED ON STEAM BECOMING AQUAPONICS THAT HAS USE VALUE

Abstract: *Nowadays, people prefer practical things, such as consuming drinking water in single-use bottles. This research aims to produce aquaponics from disposable gallon waste using STEAM. The type of research used is Research and Development (R&D) using the ADDIE model, namely analysis, design, development, implementation, and evaluation. This research uses STEAM learning techniques with data analysis techniques in the form of observation. The results of this research are aquaponics from disposable gallon waste based on STEAM. The feasibility of aquaponics from disposable gallon waste using a STEAM basis is based on the assessment results obtained with an average percentage of 87.3% in the very good category, with details of the average percentage of idea criteria being 90%, creativity 86.6%, usefulness 89.3% , and 84.6% views. Aquaponics is suitable for use, based on the results of trials on water spinach plants and catfish with the results that the water spinach plants can grow well and the catfish grow perfectly during the 1 month trial period. Based on the results of assessments and trials, aquaponics from disposable gallon waste was developed in the very good category and suitable for use.*

Keywords: *Aquaponics, Used bottles, Hydroponics, Fish cultivation, STEAM.*

PENDAHULUAN

Abad ke - 21 dikenal dengan masa industri “*industrial age*” dan juga masa pengetahuan “*knowledge age*” dalam hal ini semua upaya pemahiran keterampilan melalui pembiasaan diri dan juga pemenuhan kebutuhan hidup dalam berbagai hal didasari dengan pengetahuan (Mardiyah dkk, 2021). Pemanfaatan limbah gallon bekas sekali pakai berbasis STEAM untuk

aquaponik telah menjadi salah satu inisiatif yang sangat penting dalam upaya mengurangi dampak negatif limbah terhadap lingkungan. Limbah galon bekas, yang biasanya dianggap sebagai sampah, sebenarnya memiliki potensi besar dalam dijadikan media untuk budidaya tanaman secara vertikal dan sistem bertingkat, seperti aquaponik. Aquaponik adalah sistem budidaya tanaman yang menggabungkan teknologi air dan tanaman untuk mencapai hasil yang lebih efektif dan efisien. Dalam sistem ini, air yang digunakan untuk budidaya ikan juga digunakan untuk menyiram tanaman, sehingga mengurangi penggunaan air dan meningkatkan efisiensi.

STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) STEAM adalah konsep yang mengintegrasikan ilmu pengetahuan, teknologi, inovasi, dan kreativitas untuk mencapai solusi yang lebih efektif dan efisien. Dalam konteks pemanfaatan limbah galon bekas, STEAM dapat membantu dalam mengembangkan teknologi yang lebih inovatif dan efektif dalam mengolah limbah menjadi bahan yang berguna (Senja,2020).

Menurut (Fauza,2021) Aquaponik adalah sistem budidaya tanaman yang menggabungkan teknologi air dan tanaman untuk mencapai hasil yang lebih efektif dan efisien. Sistem ini menggunakan air yang digunakan untuk budidaya ikan juga digunakan untuk menyiram tanaman, sehingga mengurangi penggunaan air dan meningkatkan efisiensi.

Pemanfaatan limbah galon bekas dapat dilakukan dengan cara mengubahnya menjadi media untuk budidaya tanaman secara vertikal dan sistem bertingkat. Dengan demikian, limbah yang sebelumnya dianggap tidak memiliki nilai ekonomis dapat diubah menjadi bahan yang berguna dan berkontribusi pada keseimbangan lingkungan (Kotta,2018)

Dengan rancangan system aquaponik yang dilakukan pada media kecil diharapkan dapat menjadi salah satu solusi masalah atas terbatasnya lahan budidaya ikan lele dan membantu mencukupi kebutuhan protein hewani masyarakat, serta dapat menjadi media tanam sayur akuaponik

Keuntungan lain selain hasil hidroponik dan budidaya ikan yaitu berkurangnya sampah botol dan gelas minuman bekas. Terdapat beberapa jenis tanaman yang paling baik dalam mengatur kelebihan unsur hara/bahan organik yang dihasilkan dari sisa pakan dan feses serta performa pertumbuhan ikan (Pratama dkk., 2014).

Mengurangi Limbah: Pemanfaatan limbah galon bekas berbasis STEAM untuk aquaponik dapat membantu mengurangi penumpukan limbah yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Meningkatkan Efisiensi: Sistem aquaponik yang menggunakan limbah galon bekas dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mengurangi biaya operasional. Mengembangkan Teknologi: Pemanfaatan limbah galon bekas berbasis STEAM untuk aquaponik dapat membantu mengembangkan teknologi yang lebih inovatif dan efektif dalam mengolah limbah menjadi bahan yang berguna.

Oleh karena itu, kegiatan ini memberikan edukasi kepada masyarakat sekitar untuk mengembangkan hidroponik khususnya aquaponik dengan mengubah lahan kecil menjadi lahan produktif untuk produksi makanan lauk seperti ikan dan sayuran .

Dalam konteks galon plastik bekas sekali pakai ini menggunakan salah satu konsep 3R yaitu *Reuse* yang berarti menggunakan kembali barang-barang yang masih bisa dipakai. Dalam hal ini peneliti tertarik untuk membuat pot tanaman dengan memanfaatkan galon bekas yang dikonsumsi komunitas keluarga. Pengelolaan sampah dengan konsep 3R (*Reuse, Reduce, dan Recycle*) bisa dikolaborasikan dengan berbagai teknik atau konsep lainnya yang dapat menambah fungsi dan kebermanfaatan dari produk yang dibuat. Salah satu bentuk kolaborasi konsep *Reuse* dengan sistem budidaya tanaman dan pemeliharaan ikan. Berdasarkan permasalahan di atas penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan galon bekas menjadi media aquaponic berbasis STEAM.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan menggunakan model pengembangan ADDIE yang dikembangkan oleh Dick & Carry pada tahun 1996 dengan lima tahapan yaitu *analysis, design, development, implementation, dan evaluation*. Penelitian ini menggunakan teknik pembelajaran STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dengan langkah-langkah pembelajaran terdiri dari *Ask, Imagine, Plan, Create, Improve* (Choirunnisa dkk, 2023). Langkah awal dalam pembelajaran STEAM adalah mengidentifikasi masalah dan solusi (*ask*). Identifikasi masalah adalah banyaknya sampah plastik anorganik dari galon bekas sekali pakai dan solusinya adalah membuat pot dari galon bekas tersebut. Langkah kedua adalah membayangkan produk (*imagine*) dengan membayangkan bagaimana bentuk, ukuran, alat yang diperlukan dan bagaimana cara membuat produk. Langkah ketiga adalah perencanaan (*plan*) yaitu menuangkan rancangan produk dalam bentuk sketsa lengkap dengan label, ukuran, serta rincian alat dan bahan yang diperlukan. Tahap keempat adalah membuat (*create*) yaitu membuat produk sesuai rencana dengan langkah-langkah pembelajaran STEAM dan memperhatikan tahapan model pengembangan ADDIE. Tahap kelima adalah uji produk (*improve*) yang dilakukan untuk menguji kelayakan produk yang dikembangkan.

Penelitian ini menggunakan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, art and Mathematics*) dalam konteks pemanfaatan limbah gallon sekali pakai menjadi aquaponik yang memiliki nilai guna. Proses penelitian ini terstruktur dalam beberapa tahapan sistematis.

Budidaya sayuran (hidroponik) dan ikan air tawar (akuakultur) melalui teknologi akuaponik dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya pemanfaatan limbah plastik. Limbah plastik yang dapat dimanfaatkan berupa botol plastik bekas. Botol plastik bekas merupakan sampah anorganik yang banyak ditemukan di lingkungan pemukiman masyarakat. Sebagian besar kemasan botol plastik tidak direkomendasikan untuk digunakan berulang-ulang, karena berdampak negatif bagi kesehatan meski dalam jangka waktu yang relatif lama. Akan tetapi botol plastik bekas memiliki banyak manfaat. Salah satunya yaitu dapat dijadikan sebagai media tanaman dengan sistem akuaponik.

Alat dan bahan yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini meliputi Satu buah botol minuman air kemasan bekas (Galon), Sepotong kain bekas untuk media menyalurkan air. Cutter/gunting/pisau, tanah, sekam, dan berbagai jenis biji sayuran. Tahapan pelaksanaan kegiatan dilakukan dengan beberapa metode yang dimulai dengan survei, pemecahan masalah, demonstrasi, monitoring, serta evaluasi.

- Survei Lokasi dan Pemecahan Masalah
Survei lokasi di bertujuan untuk mencari permasalahan yang ada di daerah tersebut. Tahapan ini akan terjadi pertukaran ide dan informasi yang lebih detail. Kegiatan ini disusun untuk memecahkan permasalahan dan potensi desa.
- Demonstrasi, Monitoring dan Evaluasi
Setelah melakukan tahapan pelaksanaan pengabdian tersebut, secara langsung tim pengabdian melakukan monitoring dan evaluasi terhadap pelatihan yang telah diberikan melalui pengumpulan data berdasarkan kegiatan baik di awal ataupun di akhir kegiatan.

Teknis analisis data menggunakan Skala Likert, yaitu merubah data kualitatif menjadi data kuantitatif dengan ketentuan skor dapat dilihat pada Tabel 1 berikut (Emzir, 2013; Rustandi, 2021):

Tabel 1. Tabel Kriteria Skor

Skor	Kriteria
0 - 25	Kurang
26 - 50	Cukup

Untuk menghitung rata-rata skor tiap kriteria penilaian dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Mean } (\bar{x}) = \frac{\sum x}{N}$$

Keterangan:

\bar{x} : Skor rata-rata

$\sum x$: Jumlah Total Skor

N : (Indikator \times Responden)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kegiatan pengabdian masyarakat dengan budidaya sayuran hidroponik dengan system akuaponik pada masyarakat mendapatkan respon positif dan sangat mendukung kegiatan ini, baik dari seluruh masyarakat yang telah membantu dalam mengorganisir segala keperluan dan waktu serta tempat pelaksanaan kegiatan.

Selama proses kegiatan pengabdian, masyarakat menunjukkan antusiasme yang tinggi. Masyarakat merasa senang dengan adanya kegiatan pelatihan seperti ini, karena belum pernah mendapatkan ilmu tersebut sebelumnya. Selain itu, masyarakat merasa mendapatkan kesibukan lain yang dapat membantu perekonomian keluarga sehari-hari, serta dapat mengatasi banyaknya sampah botol plastik bekas yang selama ini banyak dibuang tanpa dimanfaatkan. Dengan adanya instalasi sistem akuaponik yang mudah dilakukan, sehingga masyarakat sangat bersemangat untuk bisa mempraktikkan di rumah masing-masing.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa penelitian pengembangan berbasis STEAM ini sudah memenuhi kriteria langkah-langkah pembelajaran STEAM dengan memperhatikan komponen STEAM yang ada. Sehingga dapat diketahui bahwa hasil pengembangan proyek dengan membuat produk berbasis STEAM mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif, karena peneliti dituntut untuk mengetahui konsep pengembangan yang sedang dijalani. Hasil tersebut selaras dengan hasil beberapa penelitian yang didapatkan bahwa pembelajaran STEAM mampu meningkatkan keterampilan abad 21. Salah satu yang paling banyak diteliti dan ditemukan adalah Pembelajaran STEAM secara signifikan mempengaruhi kemampuan berpikir kritis (Fitriyah dkk, 2021).

Pembelajaran proyek berbasis STEAM juga ditemukan pada berbagai penelitian mendorong dan menciptakan kemampuan dalam menghasilkan produk inovatif hal ini dikarenakan STEAM dapat memicu timbulnya inovasi dari ide-ide kreatif dan kritis yang muncul permasalahan yang ada dan pikiran manusia. Hal ini senada dengan temuan (Fitriyah dkk, 2021) bahwa pembelajaran berbasis STEAM memperoleh nilai kreatifitas yang tinggi dengan indikator, fleksibilitas, originalitas, elaborasi, dan fluency. Selain keterampilan berpikir kritis STEAM juga ditemukan berefek positif terhadap kemampuan komunikasi dan kemampuan penguasaan konsep.

Pembahasan

Tahapan STEAM (*Science, Technology, Engineering, art and Mathematics*) dalam Pemanfaatan Limbah Galon Bekas sekali pakai berbasis STEAM menjadi aquaponik yang memiliki nilai guna.

1. *Science* (Ilmu Pengetahuan)

Analisis Limbah : Analisis limbah galon bekas untuk menentukan kualitas dan

kuantitasnya. Dengan mengidentifikasi potensi limbah galon bekas sebagai media tanam dan sistem aquaponik.

2. *Technology* (Teknologi)

Desain Sistem : Desain sistem aquaponik yang menggunakan limbah galon bekas sebagai media tanam. Melalui pengembangan alat-alat yang diperlukan untuk sistem aquaponik, seperti pompa, filter, dan sistem irigasi.

3. *Engineering* (Inovasi)

Pengembangan Prototipe : Pengembangan prototipe sistem aquaponik yang menggunakan limbah galon bekas. Dengan pengujian dan optimasi sistem aquaponik untuk meningkatkan efisiensi dan hasil budidaya.

4. *Arts* (Kreativitas)

Desain Estetis : Desain estetis untuk sistem aquaponik yang menggunakan limbah galon bekas, seperti penambahan elemen hias dan pencahayaan. Pengembangan produk yang berbasis sistem aquaponik, seperti produk hortikultura dan produk ikan.

5. *Mathematics* (Matematika)

Analisis Data : Analisis data untuk menentukan efisiensi dan hasil budidaya sistem aquaponik. Melalui simulasi sistem aquaponik untuk menentukan kinerja dan keefektifan sistem.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian ADDIE dengan 5 tahapan yaitu (*analysis, design, development, implementation, dan evaluation*) (Rusmayana, 2020) yang dikombinasikan dengan teknik pembelajaran STEAM yang sering disebut dengan EDP (*Engineering Design Process*) dengan langkah-langkah pembelajaran terdiri dari *Ask, Imagine, Plan, Create, Improve* (Choirunnisa dkk, 2023). Hasil dari proses pengembangan menggunakan model ADDIE dan menggunakan teknik EDP adalah sebagai berikut :

1. Ask : Masih terdapat sampah anorganik seperti galon bekas sekali pakai yang berserakan dan tidak dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat setempat.
2. Imagine : Membayangkan ide membuat produk dari limbah galon bekas sekali pakai untuk dijadikan sebuah produk inovasi baru yaitu aquaponik.
3. Plan : Rencana desain produk bunga hias yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Rancang model yang digunakan dalam teknologi akuaponik yang merupakan integrasi dari hidroponik (budidaya tanaman) dan akuakultur (budidaya ikan) seperti terlihat pada Gambar 1. Setelah rancang model kami mempersiapkan sebagian alat untuk pelaksanaan kegiatan serta mengumpulkan bahan untuk merancang dan merakit peralatan akuaponik.



(Gambar 1 Rancangan aquaponik dari galon bekas)

4. Create : Tahap Produksi aquaponic dari galon bekas, sebagai berikut :

- Menyiapkan Alat dan bahan : Galon bekas sekali pakai (lemineral), meteran, cutter, obeng, lilin, korek api, flannel 10cmx3cm, batu kerikil, serabut kelapa, media tanam pasir dan tanah, biji sayuran, ikan lele 20 buah, air.
- Potong galon utuh menjadi dua yaitu dengan ukuran dari atas tutup galon turun ke tengah sebanyak 16cm dan bagian bawah tinggi 32cm.
- hidupkan lilin dengan korek api kemudian panaskan obeng ke atas api lilin tersebut, jika dirasa sudah panas tusukkan obeng panas ini ke bagian atas galon yang telah dipotong agar air dapat turun ke bagian bawah galon.
- setelah itu pada bagian tutup galon di berikan kain flannel tepat di lubang galon.
- selanjutnya setelah bagian tutup diberi kain atasnya diberi batu kerikil kemudian serabut kelapa, pasir, baru diberikan tanah
- untuk galon bagian bawah diberikan air bersih secukupnya untuk tempat ikan lele berkembang biak.
- kemudian satukan dua bagian tadi dengan posisi galon atas terbalik ke bagian dalam galon bawah.



(Gambar 2. Hasil Aquaponik dari galon bekas)

5. Improve : Uji coba, rencananya akan digunakan sebagai media tanam dan pemeliharaan ikan lele supaya dapat menambah pendapatan masyarakat.

Berikut merupakan hasil penilaian dari para penilai.

Hasil Penilaian Dari Pengembangan Aquaponik galon bekas.

No	Aspek yang dinilai	Skor	Presentase	Kriteria
1	Ide	90	90%	Sangat Baik
2	Kreatifitas	86,6	86,6%	Sangat Baik
3	Kebermanfaatan	89,3	89,3%	Sangat Baik
4	Tampilan	84,6	84,6%	Sangat Baik
	Rata-rata	87,3	87,3%	Sangat Baik

Berdasarkan tabel diatas diketahui setiap aspek-aspek penilaian dalam pengembangan pot. Aspek ide mendapatkan presentase 90% dengan kriteria sangat baik, aspek kreatifitas memperoleh presentase 86,6% dengan kriteria sangat baik, aspek kebermanfaatan memperoleh presentase 89,3% dengan kriteria sangat baik, aspek tampilan memperoleh presentase 84,6% dengan kriteria sangat baik, dan keseluruhan aspek dirata-rata memperoleh

presentase 87,3% dengan kategori sangat baik. Berdasarkan hasil uji produk selama 1 bulan dan hasil penilaian di atas, maka dapat diketahui aquaponik dari galon bekas layak digunakan pada tanaman kangkong dan ikan lele, selain itu pengembangan aquaponik dari galon bekas dapat mengurangi permasalahan lingkungan yang ada dan dapat meningkatkan kebermanfaatan dari galon bekas yang semula tidak dipakai menjadi produk yang dapat digunakan untuk menanam tanaman. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulu yang dilakukan (Puspitasri dkk,2023) pemanfaatan botol bekas sebagai aquaponik dari galon bekas dapat menyelesaikan masalah terhadap limbah plastik rumah tangga dengan. Penggunaan pot tanamanan dari botol bekas juga dapat digunakan untuk mensiasati ketersediaan lahan di rumah.

PENUTUP

Penelitian ini menghasilkan produk yang berjudul PEMANFAATAN LIMBAH GALON BEKAS BERBASIS STEAM MENJADI AQUAPONIK YANG MEMILIKI NILAI GUNA. Peneliti menyimpulkan bahwa menyimpulkan bahwa produk aquaponik dikembangkan dengan menggunakan model pembelajaran STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dengan memperhatikan langkah-langkah pembelajaran STEAM yaitu *ask, imagine, plan, create, and improve*. Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE dengan 5 tahapan analisis (*analysis*), desain (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*). Tahap awal yaitu analisis permasalahan yang menjadi standar dalam pembuatan produk, kemudian mendesain dan merencanakan bagaimana pembuatan produk. Setelah itu, membuat produk dan dievaluasi untuk menguji kelayakan produk. Tahap selanjutnya melakukan perbaikan produk hasil dari evaluasi dimana akan diperoleh informasi kelayakan media serta melakukan penilaian produk. Hasil penilaian menunjukkan bahwa produk dinilai dari 4 aspek, aspek ide mendapatkan presentase 90% dengan kriteria sangat baik, aspek kreatifitas memperoleh presentase 86,6% dengan kriteria sangat baik, aspek kebermanfaatan memperoleh presentase 89,3% dengan kriteria sangat baik, aspek tampilan memperoleh presentase 84,6% dengan kriteria sangat baik, dan keseluruhan aspek dirata-rata memperoleh presentase 87,3% dengan kategori sangat baik.

Berdasarkan hasil uji produk selama 1 bulan dan hasil penilaian di atas, maka dapat diketahui PEMANFAATAN LIMBAH GALON BEKAS BERBASIS STEAM MENJADI AQUAPONIK YANG MEMILIKI NILAI GUNA layak digunakan pada tanaman kangkong dan ikan lele, selain itu pengembangan aquaponik dari galon bekas dapat mengurangi permasalahan lingkungan yang ada dan dapat meningkatkan kebermanfaatan dari galon bekas yang semula tidak dapat digunakan menjadi produk yang dapat digunakan kembali untuk menanam tanaman. Dari tahapan pengembangan yang telah dilaksanakan, dapat diketahui bahwa pengembangan aquaponik tanaman dari galon bekas layak digunakan dengan kategori sangat baik sekali.

Sistem akuaponik hidroponik merupakan gabungan dari dua sistem budidaya , yang pada umumnya memungkinkan masyarakat menanam ikan dan sayuran secara bersamaan dalam satu wadah. Selain itu, pembuatan instalasi hidroponik dengan berbasis STEAM yang menggunakan botol bekas dapat mengatasi permasalahan sampah anorganik yang sering terjadi di lingkungan perkotaan yang padat akan penduduk.

Menaman menggunakan sistem hidroponik cukup mudah untuk dilakukan bahkan bisa dengan memanfaatkan barang bekas yang ada di sekitar kita. Hal ini menunjukkan bahwa biaya yang dikeluarkan pun cukup sedikit dan pada sistem hidroponik ini tidak memerlukan lahan yang luas untuk prose penanamannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliana, Mentari Reza, et al. "Pengembangan soft skills peserta didik melalui integrasi pendekatan science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) dalam pembelajaran asam basa." *Jurnal Riset Pendidikan Kimia (JRPK)* 8.2 (2018): 101-110. <https://doi.org/10.21009/JRPK.082.05>
- Aprilianto (2024). Penerapan Model Problem Based Learning dalam Upaya Meningkatkan Kemampuan Critical Thinking and Collaboration Materi Sejarah Indonesia Kelas V SD Negeri Hargorojo Tahun Ajaran 2021/2022
- Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. (2021). Pengaruh Pembelajaran STEAM Berbasis PjBL (Project-Based Learning) terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Berpikir Kritis. *Jurnal Inspiratif Pendidikan*, 10(1), 209–226. <http://jurnal.polinela.ac.id/index.php/PROSIDING> , vol. 1, Okt 2018.
- J. Nursandi, "Budidaya ikan dalam ember 'Budikdamber' dengan aquaponik di lahan sempit."
- M Handayani, C. V. (2020). Akuaponik sebagai Sistem Pemanfaatan Limbah Budidaya IkanLele di Desa Kalijaran. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Manufaktur*, 2(2).
- Ngazizah, Nur, et al. "Analisis Persortiran Sampah Botol Plastik Biru dan Putih di Daerah Trirejo Kabupaten Purworejo." *Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin* 1.10 (2023). <https://doi.org/10.5281/zenodo.10071540>
- Ngazizah, Nur, et al. "Mekanisme Pengelolaan Sampah di Bank Sampah Sami Asih Desa Sekartejo, Pituruh, Purworejo." *Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin* 1.10 (2023).
- Ohee, H. L., & Keiluhu, H. J. (2020). Pemanfaatan Limbah Plastik Menjadi Ecobricks Di Kampung Ayapo, Kabupaten Jayapura, Papua. *VIVABIO: Jurnal Pengabdian Multidisiplin*, 2(3), 31.
- Permendiknas 2009 No. "Hidroponik: Sejarah, Kelebihan & Kekurangan, serta Jenisnya,"
- Sulistiyani, Rina. "Pelatihan Daur Ulang Sampah Botol Plastik Sebagai Media Pembelajaran Pengelolaan Sampah Dan Kreativitas." *Jurnal Pengabdian Masyarakat-PIMAS* 1.1 (2022): 10-21. <https://doi.org/10.35960/pimas.v1i1.736>