

Pengembangan Pot Tanaman Menggunakan Galon Bekas Dengan Sistem Fertigasi Kapiler Berbasis STEAM

Safitri Rahayu

Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Muhammadiyah Purworejo

e-mail: safitrir1732@gmail.com

Abstrak: Pada masa sekarang ini masyarakat lebih menyukai suatu hal yang praktis, seperti mengkonsumsi air minum dalam kemasan sekali pakai. Tanpa disadari kemasan sekali pakai tersebut apabila dibiarkan begitu saja akan mengakibatkan kerusakan atau pencemaran lingkungan jika tidak dikelola dengan baik, sehingga perlu adanya penanganan supaya hal tersebut tidak terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan pot tanaman menggunakan galon bekas dengan sistem fertigasi kapiler 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 Pot Tanaman Menggunakan Galon Bekas dengan Sistem Fertigasi Kapiler Berbasis STEAM. Kelayakan pot menggunakan galon bekas dengan sistem fertigasi kapiler 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%. Pot ini layak digunakan, berdasarkan hasil uji coba pada tanaman cabai dengan hasil tanaman cabai dapat tumbuh subur selama masa uji coba 1 bulan. Berdasarkan hasil penilaian dan uji coba pot tanaman menggunakan galon bekas berbasis fertigasi kapiler yang dikembangkan dalam kategori sangat baik dan layak digunakan.

Kata Kunci: Fertigasi, Kapiler, STEAM

Development Of Plant Pot Using Used Gallon With Steam-Based Capillary Fertigation System

Abstract: In this era, most people prefer practical things, such as consuming drinking water in disposable packaging. Without realizing that disposable packaging if left unchecked will cause damage or environmental pollution if not managed properly, so it is necessary to handle it so that this does not happen. This study aims to produce plant pots using used gallons with a STEAM-based capillary fertigation system. 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 study are *Plant Pots Using Used Gallons with STEAM-Based Capillary Fertigation System*. The feasibility of pots using used gallons with capillary fertigation systems is based on the results of the assessment obtained an average percentage of 87.3% very good category, with details of the average percentage of 90% idea criteria, 86.6% creativity, 89.3% usefulness, and 84.6% appearance. This pot is feasible to use, based on the results of trials on chili plants with the results of chili plants can thrive during the trial period of 1 month. Based on the results of the assessment and trial of plant pots using used gallons based on capillary fertigation developed in the category of very good and feasible to use.

Keywords: Fertigation, Capillary, 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 et al., 2021). Bidang perindustrian perusahaan air minum melakukan sebuah perubahan. Salah satu perubahan yang terjadi dibidang industri belakangan ini adalah munculnya inovasi teknologi galon air minum dalam kemasan (AMDK) sekali pakai, yang membuat kebiasaan masyarakat berubah dari peralihan dari mengkonsumsi air minum dalam kemasan ke air minum dalam kemasan sekali pakai. Adapun salah satu yang melatar belakangi modifikasi galon sekali pakai tersebut adalah adanya kondisi pandemi yang membuat sebagian besar masyarakat lebih mengutamakan kebersihan dari produk yang dikonsumsi (Nadya, 2021).

Hal ini sejalan dengan hasil riset Badan Pusat Statistik pada tahun 2020 dengan hasil survei memperkirakan 40% masyarakat Indonesia menggunakan air kemasan pada 2020. Riset terbaru tahun 2022 menunjukkan tren penggunaan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) meningkat 1,24 kali (124%) setiap tahun. Riset juga memprediksi bahwa 50% penduduk Indonesia akan menggunakan AMDK, baik isi ulang ataupun bermerek, pada 2026.

Namun setelah kemunculan air minum dalam kemasan (AMDK) dengan menggunakan galon sekali pakai menimbulkan respon pro kontra dimasyarakat. Masyarakat yang merespon negative (kontra) dikarenakan hal ini bertolak belakang dengan kebijakan pemerintah yang menggencarkan masyarakat untuk mengurangi sampah plastic, selain itu khawatir karena galon sekali pakai itu akan menimbulkan tumpukan sampah baru jika dibiarkan begitu saja. Sedangkan masyarakat yang merespon positif (pro) beranggapan bahwa peluncuran produk sekali pakai dapat memberikan lapangan pekerjaan bagi pengepul sampah dan pemulung. Hal ini dikarenakan sampah plastic dari bekas galon sekali pakai jika di jual kembali pun harganya cukup tinggi yaitu kisaran harga Rp 1.000 - Rp 3.500 per galonnya (Laraspati, 2021).

Dampak dari tidak dikelolanya sampah dengan baik antara lain akan menimbulkan pencemaran tanah, air dan udara, lingkungan menjadi kumuh, menimbulkan bau tidak sedap, dan menjadi sumber penyakit (Mutiara et al, 2021). Terlebih jika sampah plastik dibuang ke laut akan menjadi partikel mikroplastik yang akan mencemari ekosistem laut dan menjadi sumber makanan bagi ikan, yang selanjutnya akan menjadi sumber makanan bagi manusia dan akan menimbulkan racun (Tiandho, 2021; Rahman dan Tuharea, 2021). Sampah plastik membutuhkan waktu yang sangat lama sekitar 400 tahun agar dapat terurai apabila dibakar dengan maksud supaya lebih mudah dihancurkan justru akan menimbulkan asap racun yang berbahaya bagi fertilitas (Maslamah et al, 2021).

Sebagai masyarakat yang hidup di abad ke-21, kita dapat memecahkan permasalahan yang terjadi dikomunitas kita secara bersama – sama dengan mengintegrasikan beberapa disiplin ilmu. Hal ini sejalan dengan pendapat Nurhayati et al, (2023) bahwa masyarakat mampu berfikir kritis, memecahkan masalah, dan menjadi masyarakat yang mampu berkolaborasi dengan masyarakat lainnya. Salah satu pendekatan pembelajaran abad ke-21 yang dapat mengintegrasikan beberapa disiplin ilmu pengetahuan yaitu pendekatan pembelajaran STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*). STEAM yang dulunya STEM kini berubah menjadi STEAM, perubahan yang menambahkan komponen kesenian kepada pembelajaran sains, teknologi, rekayasa, dan matematik sehingga menjadi (*Arts*) + STEM = STEAM (Febrianasari et al., 2022). STEAM akan memberikan stimulus dan motivasi terhadap diri seseorang tentang keterampilan berpikir kritis tingkat tinggi, yang meliputi pemecahan masalah, kerja sama, pembelajaran mandiri, pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran berbasis tantangan, dan penelitian (Apriliana, Mentari Reza, et al. 2018).

Lebih luas, pendekatan pembelajaran berbasis STEAM diartikan sebagai pendekatan pembelajaran yang membantu terwujudnya *experiential learning* dan kemampuan menyelesaikan masalah yang dilandasi pada anggapan bahwa sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika adalah saling berhubungan. Beradaptasi dengan pendekatan pembelajaran STEAM dinilai perlu dilakukan oleh semua kalangan untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia Indonesia agar mampu bersaing di kancah dunia, terkait kemampuan dan keterampilan untuk menghasilkan produk berbasis iptek (Ahmad et al., 2021; Ishartonoet al., 2021). Kegiatan yang sesuai untuk pendekatan STEAM yaitu kegiatan pembelajaran berbasis proyek. Integrasi yang sesuai dengan STEAM adalah pembuatan proyek untuk menyelesaikan persoalan yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari.

Konsep 3R (*Reuse, Reduce, dan Recycle*) dapat menjadi solusi untuk mengatasi sampah plastik (Rosita & Mintarsih, 2021). Konsep 3R dapat dilakukan dengan cara: *Reuse* yang berarti menggunakan kembali barang-barang yang masih bisa dipakai, *Reduce* yang berarti mengurangi intensitas pemakaian dan pembelian barang-barang dari bahan plastik, terutama barang-barang yang sekali pakai dan *Recycle* yaitu mendaur ulang barang-barang yang terbuat dari bahan plastik. Dari konsep 3R (*Reuse, Reduce, dan Recycle*) tersebut beberapa penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan kembali plastik yang tidak terpakai dan yang telah dibuang ke lingkungan (Kanan, 2021: 417).

Fertigasi adalah teknik budidaya tanaman dengan aplikasi unsur hara, pupuk, atau nutrisi melalui sistem irigasi. Fertigasi merupakan singkatan dari fertilisasi (pemupukan) dan irigasi (Mamangkey, dkk, 2023). Pada sistem fertigasi cara pemupukan atau pemberian nutrisi yang dilakukan dengan melarutkan pupuk atau nutrisi bersama dengan air irigasi. Kapiler merupakan model budidaya tanaman dalam polibag/wadah yang diberi akses air terus-menerus melalui sistem kapilaritas, misalnya kapiler berbahan kain flannel sebagai sumbu. Sumbu ini berfungsi untuk mengalirkan air pada bagian bawah ke atas dimana tanaman sayuran tumbuh. Sumbu flannel akan menyerap air secara perlahan layaknya sebuah spons dan akan langsung mentransfer air dan nutrisi tersebut pada tanaman sehingga tanaman dapat tumbuh subur (Latifah, dkk, 2021).

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada masyarakat di Purworejo, didapati banyak masyarakat yang megkonsumsi galon plastik sekali pakai untuk memenuhi kebutuhan air minum mereka. Bekas galon plastik sekali pakai tersebut juga dibiarkan begitu saja di rumah atau di dapur karena masyarakat belum berinisiatif atau berfikir bagaimana jika sampahnya diolah agar menjadi bermanfaat, sebagian sampah plastik diambil oleh pengepul sampah tanpa ada pengelolaan pada sampah tersebut. Namun pengepul sampah yang mengambil galonpun biasanya jarak waktunya lama yaitu datang 1 atau 2 bulan sekali. Sehingga dapat diketahui belum adanya pengelolaan sampah plastik yang baik, hal ini menimbulkan tumpukan sampah plastik. Hal ini dapat menimbulkan permasalahan lingkungan, Nugraini et al (2023) berpendapat bahwa permasalahan lingkungan dapat timbul akibat pengelolaan sampah yang tidak tepat. Maka dari itu, penanganan yang efektif dan optimal dari sampah diperlukan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat dan memperbaiki permasalahan lingkungan secara keseluruhan (Riyanto, 2023). Selain itu didapati bahwa belum adanya kesadaran masyarakat terhadap kepedulian lingkungan tempat tinggal mereka, dan belum adanya ide pemikiran dan kurangnya pengetahuan dari masyarakat untuk mengelola sampah yang masih bisa digunakan agar dapat bermanfaat dan dapat mengurangi intensitas sampah dilingkungan mereka.

Berdasarkan uraian di atas perlu adanya pengelolaan sampah yang baik dengan menggunakan konsep 3R (*Reuse, Reduce, dan Recycle*). Sampah plastik dapat di daur ulang menjadi produk kreasi yang menarik dan bermanfaat, seperti kotak pensil, lampu hias dan lampu tidur, bunga, pot bunga, alat musik perkusi, wayang, tempat tisu, keranjang baju kotor,

serta dapat menjadi peluang usaha (Sulistiyani 2022). 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 dikolaborasi 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 menggunakan sistem fertigasi kapiler. Berdasarkan permasalahan di atas penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pot tanaman menggunakan galon bekas dengan sistem fertigasi kapiler 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* (Rusmayana, 2020: 14). Penelitian ini menggunakan teknik pembelajaran STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dengan langkah-langkah pembelajaran terdiri dari *Ask, Imagine, Plan, Create, Improve* (Choirunnisa et al., 2023: 136). 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 dilakukan pada bulan April – Mei tahun 2024. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode observasi yang dilakukan pada masyarakat di daerah Brenggong Purworejo. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu lembar penilaian dengan empat kriteria penilaian yaitu ide, kebermanfaatan, kreativitas, dan tampilan untuk mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan.

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
51 - 75	Baik
76 - 100	Sangat Baik

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

$N : (\text{Indikator} \times \text{Responden})$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pot tanaman dari galon bekas dengan sistem fertigasi kapiler berbasis STEAM diterapkan pada tanaman cabai didukung dengan pemberian nutrisi AB mix. Ciri utama dari pot yang dikembangkan ini adalah berbasis fertigasi kapiler, yaitu di dalam pot tersapat sistem irigasi dengan campuran nutrisi AB mix pada bagian bawah pot, dan dengan sistem kapiler menggunakan kain flannel sebagai sumbu yang diletakkan pada pot bagian atas melalui tutup galon. Berdasarkan hasil pengembangan dan uji produk yang dilakukan pada penanaman tanaman cabai menggunakan pot galon bekas sistem fertigasi kapiler disertai dengan pemberian nutrisi AB mix ini dapat diuraikan bahwa menggunakan pot galon sistem fertigasi kapiler dapat digunakan sebagai pot tanaman dan dapat memudahkan dalam melakukan budidaya tanaman bagi masyarakat yang memiliki keterbatasan lahan dan memiliki kesibukan yang padat sehingga tidak sempat merawat tanaman. Hal ini dikarenakan melakukan budidaya tanaman menggunakan pot galon bekas sistem fertigasi kapiler tidak memerlukan lahan yang luas dan perawatannya dapat dilakukan satu minggu sekali. Dengan cara ini maka penanam tidak perlu menyiram tanaman setiap hari (Mulyanti, dkk, 2022).

Penelitian ini menggunakan metode penelitian ADDIE dengan 5 tahapan yaitu (*analysis, design, development, implementation, dan evaluation*) (Rusmayana, 2020: 14) 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 et al., 2023: 136). Hasil dari proses pengembangan menggunakan model ADDIE dan menggunakan teknik EDP adalah sebagai berikut :

1. Analisis masalah dan solusi (*Ask and Analysis*)

Pada tahap analisis masalah peneliti menganalisis dengan melakukan observasi pada masyarakat di daerah Brenggong Purworejo. Hasil penelitian didapatkan di daerah tersebut terdapat banyak sampah plastik berupa galon bekas air minum dalam kemasan (AMDK) sekali pakai dikalangan komunitas keluarga, bekas galon plastik tersebut menumpuk karena dibiarkan begitu saja dan belum dimanfaatkan dengan baik. Kurangnya kepedulian masyarakat terhadap kebersihan dan kenyamanan tempat tinggal mereka dan minimnya pengetahuan dalam melakukan pemilihan dan pengelolaan sampah menjadi penyebab utama sampah dibiarkan begitu saja. Sehingga perlu adanya pemanfaatan sampah plastik dari galon bekas menjadi barang yang dapat digunakan kembali supaya dapat mengurangi sampah plastik. Solusi yang ditawarkan dari permasalahan ini adalah membuat produk dengan yang mengacu pada salah satu konsep pengelolaan sampah 3R (*reuse, Reduce, and Recycle*), yaitu *Reuse* yang berarti menggunakan kembali barang-barang yang masih bisa dipakai. Dalam hal ini akan memanfaatkan galon bekas untuk dijadikan pot tanaman.

2. Membayangkan dan mendesain produk (*Imagine and Design*)

Setelah menemukan solusi, peneliti selanjutnya adalah membayangkan dan mendesain produk yang akan dibuat yaitu berupa pengembangan pot tanaman menggunakan galon bekas sistem fertigasi kapiler berbasis STEAM. Desain produk berupa bagaimana bentuk, ukuran, tampilan, dan persiapan apa saja yang dilakukan serta bagaimana proses pembuatan produk yang nantinya akan dikembangkan. Produk didesain dengan konsep terdapat 2 bagian pot yaitu bagian atas untuk menanam tanaman dan bagian bawah sebagai irigasi dengan sistem fertigasi. Ukuran pot yang digunakan yaitu galon berukuran 16 liter. Desain pot ditambahkan sumbu flannel sebagai sistem kapiler yang diletakkan pada tutup galon sebagai jalannya kapiler untuk menyalurkan air nutrisi dari bawah ke atas. Desain nantinya

akan diberi lubang menggunakan solder dibagian bawah dan atas untuk mengurangi debit air dan sebagai jalan akar tanaman. Desain tampilan pot akan diberi warna menggunakan pewarna cat pada semua bagian pot supaya pot tahan lama, tidak tumbuh lumut, dan terlihat lebih menarik.

3. Perencanaan Produk (*Plan*)

Dalam proses pembuatan pot tanaman menggunakan galon bekas sistem fertigasi kapiler berbasis STEAM diperlukan beberapa rancangan mulai dari persiapan alat dan bahan dan penentuan benih tanaman. Alat dan bahan yang digunakan untuk membuat pot tanaman sistem fertigasi kapiler menggunakan galon bekas. yaitu: bahan utama galon bekas sekali pakai, gurindra, solder, kuas, cat kayu, tinner, gunting, kain flannel, ember, gayung, air, benih tanaman cabai, nutrisi AB mix tanaman berbuah, media tanam tanah campuran pupuk dan sekam. Setelah penentuan alat dan bahan dilanjutkan pembelian alat dan bahan, lalu dilanjutkan tahap perencanaan alur pembuatan pot dan pengimplementasian penanaman tanaman cabai ke dalam pot yaitu dengan pemindahan benih yang telah disemai ke dalam pot, pemberian nutrisi AB mix pada tanaman ke dalam pot, dan yang terakhir perawatan dan pemantauan perkembangan tanaman. Setelah proyek selesai, proyek akan diujikan selama beberapa waktu untuk membuktikan kelayakan dari pot tanaman yang dikembangkan.

4. Membuat dan Mengembangkan Produk (*Create and Development*)

Setelah proses perencanaan selesai, peneliti melanjutkan pada tahap pembuatan produk sebagai bentuk realisasi dari rancangan yang telah dibuat. Berikut langkah-langkah pembuatan pot tanaman dari galon bekas dengan sistem fertigasi kapiler.

Langkah-langkah membuat pot dari galon:

- 1) Potong galon menjadi dua bagian menggunakan solder. Bagian bawah untuk menampung air nutrisi dan bagian atas untuk menyimpan media tanam tanah.
- 2) Berilah lubang pada tutup galon untuk menyimpan sumbu.
- 3) Berilah sedikit lubang pada galon bagian atas (berguna sebagai jalan akar).
- 4) Berilah sedikit lubang pada galon bagian bawah (agar air nutrisi tidak merendam media tanam tanah ketika air yang di bawah penuh terkena hujan).
- 5) Cat galon bagian atas dan bawah agar terlihat menarik dan tidak cepat berlumut. Kemudian keringkan galon sampai cat benar-benar kering sentuh.

Langkah-langkah menyatukan tanaman dengan pot :

- 1) Potonglah kain flannel dengan ukuran 2 cm × 20 cm
 - 2) Pasanglah sumbu kain flannel pada tutup galon bagian atas (sebagai kapiler atau sumbu untuk menyalurkan air nutrisi dari bawah ke atas tanaman)
 - 3) Lalu isi galon bagian atas dengan media tanam tanah campuran sekam dan pupuk kompos atau dengan ukuran kandang kurang lebih $\frac{3}{4}$ galon.
 - 4) Kemudian pindah tanam tanah tanaman cabai ke dalam galon berisi tanah (hindari pindah tanam dengan mencabut akar agar tanaman tidak stress)
 - 5) Selanjutnya larutkan nutrisi AB mix ke dalam ember dengan takaran sebanyak 2 tutup botol nutrisi A dan 2 tutup botol nutrisi B yang dilarutkan ke dalam air sebanyak 2 gayung, kemudian nutrisi tersebut dipindahkan ke dalam pot bagian bawah, jangan lupa siram pot bagian atas dengan mengambil sedikit air dari larutan nutrisi.
 - 6) Pot tanaman fertigasi kapiler sudah jadi dan siap dipantau perkembangannya.
- ### 5. Mengimplementasikan, Menguji dan Mengevaluasi Produk (*Implementation, Improve and Evaluation*)

Produk pot yang telah dibuat diimplementasikan pada tanaman cabai dengan disertai pemberian nutrisi AB mix untuk sayuran berbuah sebagai stimulus agar tanaman dapat

tumbuh dengan baik. Hal ini sejalan dengan pendapat Purba et al, (2019) bahwa AB mix merupakan salah satu nutrisi yang dapat dijadikan larutan nutrisi pada sistem fertigasi. Nutrisi ini terdiri dari dua bagian yakni stok A berupa nutrisi makro sedangkan stok B berupa nutrisi mikro. Rekomendasi produsen pupuk tersebut bahwa pupuk ini sebagai larutan hara sayuran daun dan sayuran buah. Produk kemudian diujikan untuk membuktikan kelayakan produk yang dibuat. Uji produk dilakukan peneliti selama kurun waktu 1 bulan dengan cara merawat dan memantau perkembangan tanaman cabai yang ditanam menggunakan pot galon bekas sistem fertigasi kapiler.

Perawatan tanaman menggunakan sistem fertigasi kapiler dilakukan dengan cara meletakkan tanaman pada tempat yang mudah terjangkau oleh sinar matahari, selain itu yang perlu dilakukan adalah mengganti air nutrisi pada bagian bawah pot setiap 1 minggu sekali dengan takaran air 2-3 gayung dan pemberian nutrisi setiap takaran 1 air gayung sama dengan 2 tutup botol. Selain itu pot bagian bawah untuk tempat penampungan nutrisi juga rutin dibersihkan selama 1 minggu sekali agar pot awet, tidak kotor, dan tidak berlumut. Dari hasil perawatan dan pemantauan pada tanaman dapat dilihat bahwa terdapat perubahan pada tanaman sebelum dan sesudah diuji selama 1 bulan, perubahan tersebut diantaranya terdapat pada ukuran daun yang semakin melebar, munculnya percabangan batang dan tumbuh banyak daun, serta ukuran dan tinggi batang tanaman cabai semakin besar dan menjulang tinggi ke atas, dan tanaman tumbuh subur tidak layu dan tidak terkena hama. Dari uraian uji produk tersebut dapat dikatakan bahwa penanaman cabai menggunakan pot dari galon bekas sistem fertigasi kapiler bertumbuh dengan baik dan subur.

Tampilan dari pot yang dikembangkan sudah bagus dengan diberi warna cat namun sebagai bentuk evaluasi alangkah lebih baik jika diberi warna cat dasar dan dilukis atau digamit agar terlihat lebih menarik. Selain itu pada tahapan pengeringan cat harus dilakukan 1 hari penuh supaya cat benar-benar sudah kering, karena jika cat belum benar-benar kering dan pot akan digunakan maka akan mengurangi tampilan pot karena cat akan tergeser dan menuibulkan tekstur dan goresan pada pot. Evaluasi selanjutnya adalah pada saat proses pemotongan galon yang awalnya menggunakan solder ternyata hasil akhirnya potongannya tidak rapi, sehingga peneliti mencari cara dan memutuskan untuk pemotongan galon menggunakan gurinda besi yang prosesnya memang cukup lama namun hasilnya lebih bagus dan rapi. Selain itu pada proses pengecatan, yang semula cat diberi tinner untuk mencairkan cat namun ternyata tekstur catnya belum cair dan sudah diaplikasikan pada galon sehingga didapati hasil akhirnya cat tidak rata, tidak rapi, dan terlihat bertekstur, maka dari itu peneliti mengulang kembali pengecatan dengan menambahkan tinner untuk mencairkan pot dan hasil akhirnya pengecatan pot lebih rapi, halus, dan tidak bertekstur.

Berikut merupakan gambaran pengembangan produk pot tanaman sistem fertigasi kapiler yang telah dibuat dan diimplementasikan pada tanaman cabai (*Gambar 1*) dan hasil produk pengembangan ketika awal baru saja selesai dibuat, dan gambar hasil produk setelah 1 bulan dilakukan uji produk (*Gambar 2*).

Gambar 1. Hasil pengembangan produk pot tanaman sistem fertigasi kapiler

Bagian	Tampilan
--------	----------

Bagian keseluruhan pot		Keterangan : 1. Bagian atas pot sebagai tempat menanam tanaman dan tutup botol untuk memasang sumbu kapiler 2. Bagian bawah pot untuk menyimpan air nutrisi dengan sistem fertigasi
Bagian atas pot		Keterangan : Tampilan pot jika dilihat dari atas, bagian ini merupakan bagian atas pot yang berfungsi untuk menanam tanaman cabai menggunakan media tanam tanah campuran pupuk dan sekam
Bagian bawah pot		Keterangan: Bagian ini merupakan bagian bawah pot yang berfungsi sebagai tempat menyimpan air nutrisi untuk tanaman. Terlihat pada galon bagian atas terdapat sumbu flannel sebagai alat perantara untuk menyalurkan air dari bawah menuju ke tanaman.

Gambar 2. Gambaran pot sebelum dan setelah diuji Tampilan

	Keterangan : Tampilan pot dan tanaman ketika baru saja dibuat, dan baru saja diberi 1 kali nutrisi
	Keterangan: Tampilan pot dan tanaman ketika sudah diuji selama 1 bulan dan sudah diberi 5 kali nutrisi. Terlihat terdapat perubahan pada ukuran daun, batang mulai banyak bercabang dan daunnya juga tumbuh banyak, ukuran serta tinggi batang tanaman bertambah.

Setelah pot tanaman dari galon bekas sistem fertigasi kapiler dibuat dan dilakukan beberapa perbaikan dari kendala-kendala yang dialami, kemudian pot diberi penilaian oleh 18 penilai dengan aspek-aspek penilaian yang telah ditentukan. Berikut merupakan hasil penilaian dari para penilai.

Tabel 1. Hasil Penilaian Pengembangan Pot

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 pot tanaman dari galon bekas sistem fertigasi kapiler layak digunakan pada tanaman cabai dan tanaman lainnya, selain itu pengembangan pot 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 Puspitasari et al (2023) pemanfaatan botol bekas sebagai pot tanaman dapat menyelesaikan masalah terhadap limbah plastik rumah tangga dengan. Penggunaan pot tanamanan dari botol bekas juga dapat digunakan untuk mensiasati ketersediaan lahan di rumah.

Selaras dengan hasil penelitian lainnya terkait pemanfaatan sampah dengan metode 3R dari berbagai penelitian. Berbagai komunitas yang ada dalam masyarakat dan anak sekolah dari usia anak-anak sampai dewasa dapat membuat ecobrick (Istirokhatun&Nugraha, 2019). Terdapat banyak contoh kelompok-kelompok masyarakat yang ada di Indonesia yang telah membuat ecobrick yang mana kemudian dibentuk menjadi berbagai benda yang dapat digunakan sehari-hari (Ohee & Keiluhu, 2020)

Pembahasan

Pot tanaman dari galon bekas dengan sistem fertigasi kapiler ini dalam pengembangannya berbasis STEAM. Terdapat komponen STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) yang terkandung di dalam proses pengembangan mulai dari pembuatan – uji produk. Pembelajaran STEAM dapat menjadikan kita lebih kreatif dalam mencari solusi terhadap permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari (Atiaturrahmaniah, 2022). Pembelajaran STEAM dalam praktiknya biasanya dengan pembuatan proyek. Salah satu keutungan dari pembelajaran berbasis proyek adalah dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Komponen-komponen STEAM yang terkandung dalam proses pembuatan pot tanaman adalah sebagai berikut :

Komponen yang pertama adalah sains (*science*) dalam proyek ini komponen sains berupa cara menanam tanaman sistem fertigasi kapiler, ketika peneliti membuat media tanam tanah yang dicampur dengan pupuk dan sekam, lalu ketika proses memindahkan benih tanaman dengan tanpa mencabut akar supaya tanaman tidak stres, kemudian ketika proses pelarutan nutrisi AB mix ke dalam air sehingga menghasilkan air nutrisi, kemudian pemberian nutrisi pada tanaman, dan perawatan tanaman dengan mengganti air nutrisi setiap minggunya, serta pemantauan tanaman hingga tanaman tumbuh dengan baik dan subur. Hal ini sejalan dengan pendapat Mu'minah, Iim Halimatul, (2020) terkait dengan yaitu berupa aktivitas eksplorasi dan investigasi, yaitu kegiatan untuk mengamati dan menyelidiki objek serta fenomena alam., Mengembangkan keterampilan proses sains dasar, seperti melakukan pengamatan, mengukur,

mengkomunikasikan hasil pengamatan. Mengembangkan rasa ingin tahu, rasa senang dan mau melakukan inkuiri atau penemuan.

Komponen yang kedua adalah teknologi (*technology*) dalam proyek ini yaitu penggunaan handphone sebagai alat untuk membantu mempermudah mencari informasi atau referensi terkait bagaimana cara membuat produk yang sejenis, selanjutnya proses merancang penanaman tanaman sistem fertigasi kapiler, selanjutnya penggunaan alat-alat seperti gurindra untuk memotong galon dan solder untuk melubangi galon, kuas untuk mengecat galon, yang terakhir yaitu hasil dari pengembangan berupa pot tanaman menggunakan galon sistem fertigasi kapiler berbasis STEAM dengan kriteria tanaman yang ditanam dapat berkembang dengan baik. Disini yang dimaksud komponen teknologi tidak harus selalu mengenai software. Komponen teknologi dalam STEAM terdiri dari seluruh sistem mulai dari pihak yang terlibat, proses, pengetahuan, dan perangkat serta alat yang digunakan untuk membuat produk. Selain itu, teknologi dapat berupa keterampilan dalam menggunakan alat dan juga berupa produk yang dihasilkan itu sendiri (Nuragnia et al, 2021).

Komponen yang ketiga adalah teknik (*engineering*) dalam proyek ini yaitu berupa pembuatan desain pot tanaman mulai dari bentuk, ukuran, dan tampilan pot tanaman yang dibuat, dan proses detail yang dilakukan pada saat pembuatan pot tanaman fertigasi kapiler. *Engineering* yang tidak selalu berkaitan dengan kelistrikan. Menurut Nuragnia et al, (2021) komponen *engineering* berfokus pada aktivitas mendesain baik dalam memecahkan masalah ataupun pada pembuatan produk. Prinsip *engineering* yaitu menggunakan konsep dalam matematika, sains, dan teknologi.

Komponen yang keempat adalah seni (*arts*) dalam proyek ini yaitu proses art berupa kreatifitas pemilihan warna dan penguasaan ide dalam pemberian warna pada pot galon menggunakan cat, supaya galon dapat tahan lama, tidak mudah berlumut dan terlihat menarik. Menurut Mu'minah, Iim Halimatul, (2020) komponen seni dalam STEAM yang dimaksud adalah kemampuan dalam menuangkan ide dan gagasan untuk menunjukkan karya dalam bentuk aktivitas seni, seperti menggambar, melukis, dengan jari, mencap, melipat, bermain musik, ekspresi gerak sesuai irama, mendesain sebuah hasil karya, seni pertunjukan seperti mini drama, bernyanyi, bercerita, dan eksplorasi dengan benda-benda yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk.

Komponen yang kelima yaitu matematika (*mathematics*) dalam proyek ini yaitu memilih benih cabai yang akan dipindah tanamkan ke dalam pot dengan siasat pemilihan benih lebih dari 1 benih, mengukur banyaknya tanah yang akan digunakan dalam pot yaitu sebanyak $\frac{3}{4}$, menafsirkan perkiraan jarak lubang air pada galon agar tidak terlalu rendah dan terlalu tinggi sehingga dapat berfungsi dengan baik untuk mengurangi debit air dalam pot jika suatu saat pot terkena air hujan, kemudian menghitung ukuran kain flannel $2\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ dan memotongnya, mengukur nutrisi dan jumlah air yang diberikan pada tanaman sebanyak 2 tutup botol nutrisi A dan 2 tutup botol nutrisi B yang dilarutkan pada 2 gayung air, menguji produk dalam kurun waktu 1 bulan. Matematika disini tidak hanya terkait penjumlahan dan pengurangan. Menurut Farwati, (2021) aktivitas matematika dalam STEAM meliputi pengukuran, perhitungan, perbandingan, dan aktivitas matematika lainnya yang dilakukan peneliti selama membuat produk. Misalnya saat uji coba pemecahan masalah, memodifikasi perbandingan tertentu untuk mendapatkan solusi terbaik.

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 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 & Ramadani, 2021; Priantari et al., 2020; Wafi et al., 2022). Pembelajaran proyek berbasis STEAM juga ditemukan pada berbagai penelitian mendorong dan menciptakan kemampuan dalam menghasilkan produk inovatif (Utaminingsih et al., 2020), 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 & Ramadani, 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 (Suciari et al., 2021).

PENUTUP

Penelitian ini menghasilkan produk yang berjudul Pengembangan Pot Tanaman Menggunakan Galon Bekas dengan Sistem Fertigasi Kapiler Berbasis STEAM. Peneliti menyimpulkan bahwa menyimpulkan bahwa produk pot 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 pot tanaman dari galon bekas sistem fertigasi kapiler layak digunakan pada tanaman cabai, selain itu pengembangan pot 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 pot tanaman dari galon bekas dengan sistem fertigasi kapiler layak digunakan dengan kategori sangat baik sekali.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, D. N., Astriani, M. M., Alfahnum, M., & Setyowati, L. (2021). Increasing creative thinking of students by learning organization with steam education. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(1), 103–110. <https://doi.org/10.15294/jpii.v10i1.27146>
- 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>
- Choirunnisa, Nadia Lutfi, et al. "Pengembangan Pembelajaran Berbasis STEAM Bagi Guru Sekolah Dasar." *CARADDE: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 6.1 (2023): 1-8. <https://doi.org/10.31960/caradde.v6i1.1860>
- Farwati, Ratna. *STEM education dukung merdeka belajar (dilengkapi dengan contoh perangkat pembelajaran berbasis stem)*. CV. DOTPLUS Publisher, 2021.
- Febriansari, D., Sarwanto, S., & Yamtinah, S. (2022). Konstruksi Model Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) dengan Pendekatan Design Thinking pada Materi Energi Terbarukan. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 8(2), 186–200. <https://doi.org/10.22219/jinop.v8i2.22456>
- 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.
- Istirokhatun, T., & Nugraha, W. D. (2019). Pelatihan Pembuatan Ecobricks sebagai Pengelolaan Sampah Plastik di Rt 01 Rw 05, Kelurahan Kramas, Kecamatan Tembalang, Semarang. *Jurnal Pasopati "Pengabdian Masyarakat Dan Inovasi Pengembangan Teknologi,"* 1(2), 85–90.
- Kanan, Desa Luwuk. "Pemanfaatan Limbah Sampah Plastik Menggunakan Metode Ecobrick di Desa Luwuk Kanan." *Jurnal Solma* 10.03 (2021): 469-477.
- Laraspati, A. (2021). Jual Galon Bekas Jadi Tambahan Cuan Bisnis Air Mineral. Retrieved from <https://news.detik.com/berita/d-5392868/jual-galon-bekas-jadi-peluang-tambahan-cuan-bisnis-air-mineral>
- Lathifah, Nurul Nikmah, et al. "Produktif Dirumah Dengan Menanam Hidroponik." *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ*. Vol. 1. No. 1. 2021. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaskat/article/view/10869/6154>
- Mamangkey, Renaldy S., Dedie Tooy, and Daniel PM Ludong. "Fertigasi Pada Hidroponik Wick Dengan Pupuk Organik Cair Kotoran Sapi Untuk Tanaman Cabai." *JURNAL BIOS LOGOS* 13.2 (2023): 65-72. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/bioslogos/article/view/46345/43556>
- Mardhiyah, Rifa Hanifa, et al. "Pentingnya keterampilan belajar di abad 21 sebagai tuntutan dalam pengembangan sumber daya manusia." *Lectura: Jurnal Pendidikan* 12.1 (2021): 29-40. <https://doi.org/10.31849/lectura.v12i1.5813>
- Maslamah, A., Agustina, N., & Nurozi, A. 2021. Pelatihan Literasi Lingkungan Dan Pengolahan sampah Plastik Untuk Kerajinan Di SDN Krawitan Yogyakarta. *Jurnal At-Thullab*, 2(1), 372-382.
- Mulyanti, Kurniawati, and Supandi Supandi. "Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Melalui Budidaya Tanaman Sayuran." *Jurnal Abdimas Dedikasi Kesatuan* 3.1 (2022): 1-8. <https://doi.org/10.37641/jadkes.v3i1.1311>
- Mutiara, S., Laila, S.N., & Azima, M.F. (2021). Pelatihan Pembuatan Kerajinan Tangan Dari Barang Bekas Pada Ibu-Ibu Pengajian Desa Danau Kabupaten Pringsewu. *Kumawula Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 308-311. <https://doi.org/10.224198/kumawula.v4i2.33898>
- Nadya Gunadi, N. (2021). Analisis Pengaruh Greenwashing pada Green Purchase Intention yang dimediasi oleh Green Consumer Confusion, Green Perceived Risk, dan Green Trust: Telaah pada Galon Sekali Pakai Le Minerale (Doctoral dissertation, Universitas Multimedia Nusantara)

- Nugraini, Dwi, 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>
- Nuragnia, Berliany, and Herlina Usman. "Pembelajaran STEAM di sekolah dasar: Implementasi dan tantangan." *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan* 6.2 (2021): 187-197. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v6i2.2388>
- Nurhayati, Ika, Karso Satum Edi Pramono, and Amalina Farida. "Keterampilan 4C (Critical Thinking, Creativity, Communication And Collaboration) dalam Pembelajaran IPS untuk Menjawab Tantangan Abad 21." *Jurnal Basicedu* 8.1 (2024): 36-43.
- 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.
- Purba, D. W. Safruddin dan Gunawan, H. 2019. Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu Universitas Asahan Ke-3 2019, 781–789.
- Puspitasari, Aditya Dyah, et al. "Pemenuhan Kebutuhan Sayur Keluarga Melalui Panen Mandiri Dengan Memanfaatkan Botol Bekas Sebagai Pot." *Jurnal Solutif: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 1.2 (2023): 57-64. <https://doi.org/10.61692/solutif.v1i2.80>
- Rahman, H., & Tuharea, R. 2021. Pelatihan Daur Ulang Limbah Botol Plastik Pada Remaja Di kota Ternate. *Aksiologi Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 255-263. <http://dx.doi.org/10.30651/aks.v5i2.3521>
- Riyanto, Sabar, et al. "Mekanisme Pengelolaan Sampah di Bank Sampah Sami Asih Desa Sekartejo, Pituruh, Purworejo." *Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin* 1.10 (2023).
- Rosita, T., & Mintarsih, E. (2021). Penyuluhan Pengolahan Sampah Rumah Tangga Secara Daring Melalui Metode Takakura oleh Kelompok Wanita Tani Kebun Sauyunan. *Abdimas Siliwangi*, 4(2), 227–232. <https://doi.org/10.22460/as.v4i2p%25p.6704>
- Rusmayana, Taufik. 2021. Model Pembelajaran ADDIE Integrasi PedatidiSMK PGRI Karisma Bangsa. Bandung: Widina Bhakti Persada Bandung.
- Suciari, N. K. D., Lbrohim, L., & Suwono, H. (2021). The impact of PjBL integrated STEAM on students' communication skills and concept mastery in high school biology learning. *AIP Conference Proceedings*, 2330(March). <https://doi.org/10.1063/5.0043395>
- 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>
- Tiandho, Y., Aldila, H., Widyaningrum, Y., Kusmita, T., Indriawati, A., Kurniawan, W.B., & Afriani, F. 2021. Pelatihan Pemanfaatan Limbah Plastik Menjaddi Berbagai Kreasi Daur Ulang Bagi Masyarakat Desa Penyak. *Journal of Appropriate Tehnology For Community Services*, 2(2), 60-69.
- Utaminingsih, S., Gembongan, D., Ponggok, K., Blitar, K., & Timur, J. (2020). Aplikasi E-Jurnal M3 Berprinsip Utami Untuk Keanekaragaman Hayati Berbasis Steam E-Jurnal M3 Principle Utami Application To Improve. 2(2), 48–58.