

PELATIHAN PEMBUATAN EM4 DARI LIMBAH ORGANIK DI DUSUN BANTIMURUNG, DESA JENETAESA, KECAMATAN SIMBANG, KABUPATEN MAROS

Faizal¹, Putri Ramadhani², Nurhikmah M³, Irma Ashari⁴, Widyastuti⁵, Rezky Auliya⁶, Andi Vika Indryani⁷, Muhammad Rezky Jaelani T⁸, Muhammad Wiharto⁹

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar. Jl. Dg Tata Raya Parangtambung Makassar, Sulawesi Selatan, 90222
Email: faizalofficial00@gmail.com

Abstrak

Limbah organik merupakan limbah yang mengandung bahan-bahan organik, kadar air tinggi, dan mudah busuk. Salah satu cara untuk mengolah limbah organik adalah dengan pembuatan Effective Microorganism 4. Kegiatan sosialisasi dan pelatihan pembuatan EM4 dilaksanakan di Dusun Bantimurung, Desa Jenetaesa, Kec. Simbang, Kab Maros dengan Mahasiswa KKN Universitas Negeri Makassar. Kegiatan ini bertujuan memberikan pengalaman praktis, mengembangkan keterampilan sosial dan kepemimpinan Mahasiswa, memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat desa Jenetaesa dalam pengolahan limbah organik. Sebagian besar masyarakat Jenetaesa bekerja sebagai petani. Warga biasanya menggunakan bahan sintetik untuk perawatan tanamannya. Penggunaan pupuk berbahan kimia secara terus-menerus sering menimbulkan permasalahan sehingga menimbulkan kerugian bagi mereka diantaranya tanah yang tadinya subur dan gembur mengalami pengerasan akibat lama terpapar bahan kimia sehingga produktivitasnya jg tidak stabil. Selain itu, harga yang relatif lebih tinggi menjadi pertimbangan bagi mereka. Penggunaan bahan organik menjadi solusi permasalahan tersebut salah satunya dengan EM4. Olehnya, dibuat suatu program kerja berupa pelatihan pembuatan EM4. Kegiatan diawali dengan pemaparan melalui sosialisasi materi tentang limbah organik dilanjutkan dengan pelatihan praktek pembuatan EM4 dari Limbah organik. Hasil yang diperoleh dari kegiatan pengabdian ini adalah peserta dapat memahami teknik pengolahan limbah organik menjadi EM4 dengan baik yang ditunjukkan dengan persentase capaian $\pm 80\%$.

Kata kunci: EM4, Limbah organik, Desa Jenetaesa

Abstract

Organic waste is waste that contains organic materials, high water content, and is easily rotten. One way to process organic waste is by making Effective Microorganisms 4. Socialization and training activities on making EM4 were carried out in Bantimurung Hamlet, Jenetaesa Village, Kec. Simbang, Maros Regency with KKN Students from Makassar State University. This activity aims to provide practical experience, develop students' social and leadership skills, and make a positive contribution in increasing the knowledge and skills of the Jenetaesa village community in processing organic waste. Most of the Jenetaesa people work as farmers. Residents usually use synthetic materials to care for their plants. Continuous use of chemical fertilizers often causes problems, resulting in losses for them, including soil that was previously fertile and loose experiencing hardening due to long exposure to chemicals so that productivity is also unstable. Apart from that, the relatively higher price is a consideration for them. The use of organic materials is a solution to this problem, one of which is EM4. Therefore, a work program was created in the form of training in making EM4. The activity began with a presentation through socialization of material about organic waste, followed by practical training in making EM4 from organic waste. The results obtained from this service activity are that participants can understand the techniques for processing organic waste into EM4 well as shown by the achievement percentage of $\pm 80\%$.

Keywords: EM4, Organic waste, Jenetaesa Village

1. PENDAHULUAN

Produk bioteknologi ada banyak sekali selain di bidang pangan, contoh salah satunya yang bahannya berasal dari limbah organik seperti sisa sayuran dan kulit buah-buahan yang sudah tidak digunakan. Limbah tersebut selain dibuang begitu saja, ternyata dapat diolah menjadi produk yang lebih bermanfaat. Saat ini kita pernah mendengar nama EM4 (Effective microorganism 4) yang merupakan salah satu produk bioteknologi yang memiliki peran dalam bidang pertanian khususnya dalam pembuatan pupuk organik. Larutan EM4 ini pertama kali ditemukan di Jepang oleh penemunya yang bernama Teruo Higa pada tahun 1970 (Nugroho et al., 2019).

Pupuk organik cair merupakan solusi pengurai bahan organik dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan manusia yang mengandung unsur gizi ganda. Keunggulan pupuk cair adalah dapat mengkompensasi kekurangan unsur hara, limpasan unsur hara tidak menjadi masalah, dan memiliki kemampuan untuk mengisi kembali unsur hara secara cepat. Pupuk cair organik, dibandingkan dengan pupuk cair anorganik, digunakan sesering mungkin, tetapi umumnya tidak merusak tanah atau tanaman. Pupuk ini juga mengandung zat pengikat sehingga larutan pupuk yang diaplikasikan ke permukaan tanah langsung tersedia bagi tanaman. Penggunaan pupuk organik cair dapat membantu mengatasi permasalahan lingkungan dan meningkatkan aliran pendapatan masyarakat dari kotoran hewan (Aji et al., 2015).

EM atau *Effective Microorganisms* adalah campuran bakteri yang dihasilkan dari proses fermentasi yang diatur secara alami, tanpa modifikasi genetik atau kimia. EM aman digunakan, karena merupakan 100% organik dan terdiri dari bakteri fototrop, bakteri asam laktat (ditemukan dalam bahan susu), ragi (ditemukan dalam roti), *actinomycetes* dan jamur fermentasi. Mikroorganisme ini secara fisiologis kompatibel satu sama lain dan hidup berdampingan dalam kultur cairan.

Saat ini EM4 atau effective microorganism 4 merupakan agen bioaktif yang banyak digunakan untuk produksi pupuk organik cair. EM4 adalah campuran mikroorganisme yang menguntungkan. EM4 memiliki sekitar 80 jenis mikroorganisme fermentasi. Mikroorganisme dipilih yang dapat bekerja secara efektif untuk memfermentasi bahan organik. Di antara banyak mikroorganisme, ada lima kelompok besar: bakteri fotosintetik, genera *Lactobacillus*, *Streptomyces*, yeast (ragi), dan *Actinomycetes*. Proses fermentasi berlangsung dalam kondisi anaerobik, konsentrasi kelembaban sedang (30-40%), konsentrasi gula tinggi dan suhu sekitar 40-50 °C (Mukti et al., 2021).

EM4 adalah kultur campuran mikroorganisme yang terdiri dari bakteri *Lactobacillus*, *Actinomycetes*, *Streptomyces*, Ragi jamur dan bakteri fotosintetik yang berperan dalam dekomposisi bahan organik. Kemampuan bakteri mendegradasi komponen sampah yang dapat mencegah bau merupakan proses penguraian oleh EM4. Salah satu manfaat dari penggunaan dari EM4 yaitu mempercepat merombak/mendegradasi bahan organik, mempercepat fermentasi sampah organik tanpa menimbulkan pengaruh yang merugikan selama proses pembusukan bahan organik. EM4 memiliki ciri berupa larutan cair berwarna kuning kecoklatan, berbau sedap dengan rasa asam manis pada tingkat keasaman kurang dari 3,5. Apabila pH melebihi 4 maka cairan tersebut tidak dapat digunakan lagi (Saputra et al., 2021).

Effective Microorganism (EM4) merupakan kultur campuran dari berbagai mikroorganisme yang menguntungkan terutama bakteri fotosintetik, *lactobacillus*, khamir, *actinomycetes* dan bakteri fermentatif, yang dapat digunakan sebagai vaksin untuk meningkatkan keragaman mikroba. *Effective Microorganism* dapat meningkatkan kesehatan dan kualitas tanah. Mikroorganisme yang termasuk dalam EM4 antara lain bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas* sp), bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp), khamir (*Saccharomyces* sp), dan bakteri fermentatif (*Aspergillus* dan *Penicillium*). Manfaat EM4 sendiri adalah dapat mendorong fermentasi limbah dan sampah organik, meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman, serta menekan aktivitas serangga, mikroba, dan juga hama pathogen (Fahri et al., 2018).

EM4 memiliki keunggulan selain dapat mempercepat proses pengomposan, penambahan EM4 juga terbukti dapat menghilangkan bau yang timbul selama proses pengomposan jika berlangsung dengan baik, Larutan EM4 merupakan bioaktivator yang digunakan untuk membuat kompos dalam bentuk padat. Bahan organik yang biasa dikomposkan dengan menggunakan bioaktivator EM4, antara lain jerami, pupuk kandang, kotoran hewan, rumput, sekam, atau serbuk gergaji. Bioaktivator EM4 juga dapat digunakan untuk membuat kompos padat dari limbah industri tahu (ampas tahu). bioaktivator EM-4 tidak disarankan untuk mendekomposisi bahan-bahan organik yang relatif keras seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS) karena akan membutuhkan waktu cukup yang lama (Khasanah & Murdowo, 2021).

EM4 bermanfaat dalam proses fermentasi bahan organik, mikroorganisme akan bekerja dengan baik bila kondisi sesuai. Proses fermentasi akan berlangsung dalam kondisi anaerob, pH rendah (3-4), kadar garam dan gula tinggi, kandungan air sedang 30-40%, kandungan antioksidan dari tanaman rempah dan obat, adanya mikroorganisme fermentasi, serta suhu yang mendukung (40-50°C). Penggunaan mikroorganisme seperti Efektivitas mikroorganisme (EM4) merupakan bahan starter untuk membangun pertanian akrab lingkungan dengan memanfaatkan mikroorganisme pembusuk yang bermanfaat untuk kesuburan tanah, dengan cara pembuatan kompos pupuk kandang dengan menggunakan EM4 atau sejenisnya, sesuai dengan dosis atau pemakaian yang tepat berdasarkan petunjuk penggunaan (Aniriani & Putri, 2022).

Terdapat mikroorganisme dalam EM4 yang bekerja efektif menambah unsur hara apabila bahan organik dalam keadaan cukup. Bahan organik tersebut merupakan bahan makanan yang mengandung nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) akan didekomposisi oleh mikroba yang ada pada EM4 (Widari et al., 2020). Unsur kalium (K) berperilaku sebagai aktivator berbagai enzim dan membantu membentuk protein, karbohidrat, dan gula dan memperkuat jaringan tanaman dan meningkatkan ketahanan terhadap penyakit. Sebagai tambahan tingkat kalium dapat ditingkatkan dengan menambahkan ternak atau kotoran sapi. Unsur fosfor (P) digunakan untuk aliran energi ke seluruh tanaman, merangsang pertumbuhan dan perkembangan akar serta dapat mempercepat panen pemupukan (Indrawati et al., 2020).

Selain fungsinya dalam fermentasi dan dekomposisi bahan organik, EM4 juga memiliki keunggulan sebagai berikut: 1) Memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah, 2) Mensuplai unsur hara yang dibutuhkan tanaman, 3) Tanaman yang menyuburkan tanaman, meningkatkan produksi tanaman dan mempertahankan kondisi stabil 4) Menambah unsur hara tanah dengan cara menyemprot tanah, tanaman, atau penyemprotan dedaunan tanaman; 5) mempromosikan pengomposan limbah organik atau kotoran hewan (Rasmito et al., 2019).

Desa Jenetaesa merupakan salah satu desa yang berada di wilayah Kecamatan Simbang, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Desa ini terletak pada wilayah dataran rendah dengan ketinggian 38 mdpl. Desa Jenetaesa berstatus sebagai desa definitif dan tergolong pula sebagai desa swakarsa. Aktivitas ekonomi utama Jenetaesa didominasi oleh sektor pertanian dan agrobisnis di samping profesi lainnya. Petani pada desa Jenetaesa tidak hanya menanam padi saja, tetapi juga beberapa jenis sayur, pembibitan, dan beberapa warga yang gemar menanam bunga baik untuk budidaya maupun sekadar pajangan di halaman rumah. Dalam aktivitas bercocok tanam ini, warga biasanya menggunakan bahan anorganik atau sintetis untuk perawatan tanamannya.

Tidak dapat dipungkiri bahwa dengan adanya produk sintetis tersebut membantu pekerjaan mereka. Namun, penggunaan pupuk berbahan kimia secara terus-menerus tersebut sering kali menimbulkan permasalahan bagi petani sehingga menimbulkan kerugian. Beberapa keluhan mereka di antaranya tanah yang tadinya subur dan gembur mengalami pengerasan akibat lama terpapar bahan kimia sehingga produktivitasnya juga menjadi tidak stabil. Selain itu, harga yang relatif lebih tinggi menjadi pertimbangan bagi mereka. Maka dari permasalahan tersebut, diperlukan alternatif lain sebagai opsi yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis yakni dengan memanfaatkan bahan organik menjadi suatu produk. EM4 menjadi salah satu solusi yang dapat digunakan dan dibuat mandiri oleh warga. EM4 dinilai lebih ekonomis dan ramah lingkungan karena memanfaatkan bahan organik sisa dan mudah diperoleh. Akan tetapi, kurangnya pengetahuan warga tentang cara pembuatan EM4 ini, maka kami perlu berbagi ilmu dan dibuatlah suatu pelatihan pembuatan EM4 sebagai bentuk pengabdian untuk warga khususnya di wilayah Dusun Bantimurung, Desa Jenetaesa.

2. METODE

Kegiatan pelatihan pembuatan EM4 dilaksanakan pada minggu 23 Juli 2023 di rumah salah-satu warga dusun Bantimurung. Desa Jenetaesa, Kecamatan Simbang, Kabupaten Maros. Sasaran pelatihan ini adalah masyarakat dusun Bantimurung, Desa Jenetaesa. Metode kegiatan pengabdian ini menggunakan dua metode yaitu pertama, metode *society participatory* yaitu wawasan dan ketrampilan masyarakat dalam hal pengolahan sampah organik dapat bertambah melalui pelatihan pembuatan EM4. Kedua, metode *persuasive approach* yaitu melalui sosialisasi pemanfaatan sampah organik sebagai salah satu bahan Pembuatan EM4. Sebelum pelatihan pembuatan EM4 dilakukan pemberian materi terlebih dahulu serta pembagian brosur terkait alat dan bahan, cara pembuatan, serta manfaat dari EM4. Pelatihan pembuatan EM4 dilakukan selama 4 pekan. Adapun alat dan bahan yang digunakan tergolong sederhana karena memanfaatkan sisa makanan dan sampah dapur rumah tangga seperti sisa potongan sayur, kulit buah-buahan, bekatul, gula merah, dan air cucian beras. Tahap pembuatan EM4 sebagai berikut:

1. Sayur, kulit buah, Bekatul, gula merah, dan air cucian beras dimasukkan ke dalam wadah yang bisa ditutup rapat. Kemudian, didiamkan selama 1 Minggu.
2. Setelah 1 Minggu cairan disaring menghasilkan em1 yaitu berupa cairan berwarna kekuningan.
3. Selanjutnya, Masukkan sayur dan buah ke dalam cairan EM-1 dan ditutup rapat. Didiamkan selama seminggu
4. Setelah 1 Minggu cairan disaring menghasilkan em2.
5. Masukkan bekatul dan cairan gula merah ke dalam cairan EM-2 dan ditutup rapat, kemudian didiamkan selama seminggu.
6. Setelah 1 Minggu cairan disaring menghasilkan EM3.
7. Cairan EM3 kemudian dimasukkan kembali kedalam wadah yang tertutup rapat. Kembali di amkan selama seminggu untuk memperoleh EM4.

Peserta pelatihan selanjutnya akan dievaluasi dengan teknik *post test* dimana indikator evaluasinya yakni pemahaman sampah organik secara umum, cara pembuatan EM4 serta manfaat dan pengaplikasiannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan pelatihan pembuatan EM 4 oleh mahasiswa KKN di Dusun Bantimurung, Desa Jenetaesa, Kecamatan Simbang, Kabupaten Maros di latar belakang oleh penumpukan sampah-sampah organik dapur yang tidak diolah oleh warga yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, masyarakat setempat perlu diberikan penyuluhan untuk meningkatkan keterampilan dan pengetahuan tentang teknik pengelolaan dan pengolahan sampah organik dapur.

EM4 adalah singkatan dari Effective Microorganisms 4. EM4 adalah campuran mikroorganisme yang bermanfaat yang digunakan dalam pertanian untuk meningkatkan kualitas tanah, mengurangi polusi lingkungan, dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Campuran mikroorganisme tersebut terdiri dari berbagai bakteri, ragi, dan mikroba lainnya yang dianggap memiliki manfaat bagi tanaman dan lingkungan.

EM4 digunakan dalam berbagai aplikasi pertanian, termasuk sebagai pupuk organik, penambah kompos, atau untuk memperbaiki kualitas tanah yang rusak. Mereka membantu meningkatkan aktivitas mikroba tanah yang merangsang dekomposisi bahan organik, meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman, dan meminimalisir pertumbuhan patogen yang merugikan.

Kegiatan awal yang dilakukan di Dusun Bantimurung, Desa Jenetaesa adalah menjalin komunikasi dengan pihak desa yang dimana berkomunikasi langsung dengan Kepala Desa terkait persiapan pelaksanaan. Pada sosialisasi ini dijelaskan tinjauan umum tentang EM 4 termasuk alat dan bahan yang digunakan, manfaat penggunaan EM 4, serta cara pengaplikasiannya.



Gambar 1. Pemberian materi tentang EM 4

Penyampaian cara pembuatan EM 4 dilakukan dengan pelatihan secara langsung oleh warga sekitar dan mahasiswa KKN. Cara membuat EM 4 yaitu dengan melalui 4 pekan pembuatan yang dimulai dengan pembuatan EM 1 dengan cara menambahkan limbah sayur yang telah dipotong kecil sebanyak 1 kg, sampah buah yang telah dipotong kecil 1 kg, Gula merah 100 gram, Bekatul 0.5 kg, Air cucian beras 2 Liter kedalam wadah lalu didiamkan selama seminggu. Pembuatan EM 2 yaitu dengan menyaring terlebih dahulu cairan Em-1 kemudian tambahkan limbah buah dan sayur 1 kg dan didiamkan lagi selama seminggu. Pembuatan EM 3 yaitu dengan cara menyaring terlebih dahulu cairan Em-2, tambahkan bekatul 1/2 kg, dan gula merah 100 gram lalu diadukan selama seminggu. Pembuatan EM 4 yaitu dengan menyaring cairan Em-3 lalu didiamkan selama 1 minggu. Hasil dari Em-4 sudah bisa digunakan dan dilakukan perbanyak.



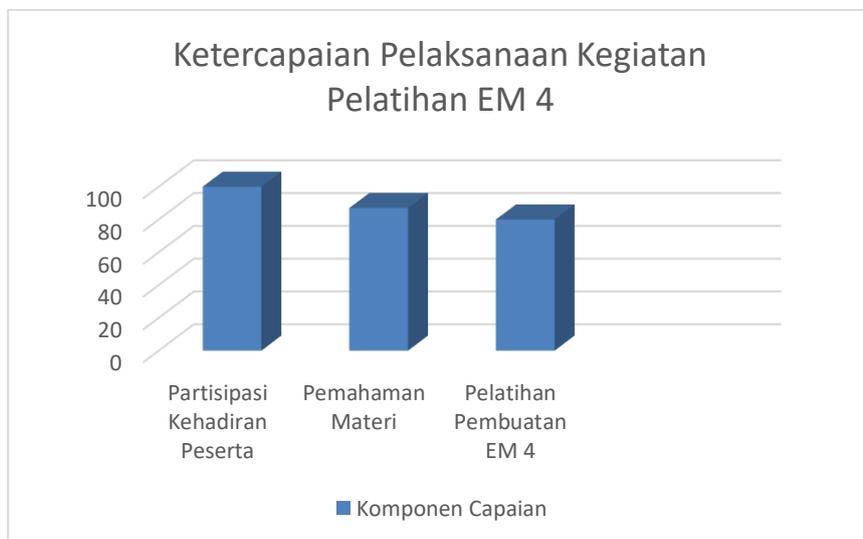
Gambar 2. Proses pembuatan EM 4

Pemotongan sampah organik bertujuan untuk memperkecil ukuran partikel yang berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme. Ukuran partikel yang kecil akan memperbesar luas permukaan sehingga meningkatkan kontak antara mikroorganisme dan bahan organik dan mempercepat proses penguraian (Yulianandakk., 2019).



Gambar 3. Produk EM 4

Hasil dari kegiatan sosialisasi dan pelatihan ini adalah seluruh peserta tertarik dan antusias untuk menyimak dan mendengarkan materi tentang EM 4 serta ikut berpartisipasi langsung dalam pelatihan pembuatan EM 4. Peserta juga aktif bertanya terkait materi pengolahan sampah organik dapur dan EM 4. Ketercapaian pelaksanaan kegiatan pelatihan ini ditampilkan pada grafik berikut.



Pada grafik tersebut, terlihat bahwa partisipasi peserta yang hadir pada sosialisasi dan pelatihan pembuatan pupuk kompos mencapai 100%. Hal ini sesuai dengan target jumlah peserta yang direncanakan dengan peserta yang hadir dalam kegiatan yaitu 30 orang. Tingkat capaian pemahaman materi sudah baik yaitu sebanyak 87%. Hal ini dapat dilihat dari hasil post-test yang dibagikan dan diisi oleh peserta. Dari post-test tersebut, peserta sudah memahami sampah organik secara umum, cara pembuatan EM 4 serta manfaat dan pengaplikasiannya sehingga ada peningkatan pengetahuan yang diterima oleh warga terkait pengolahan sampah organik dapur. Hasil capaian pelatihan pembuatan EM 4 juga dikategorikan baik yaitu mencapai 80%. Nilai ini juga diukur dari post-test yang dilakukan setelah pelaksanaan pelatihan. Sehingga rata-rata persentase capaian yang diperoleh ialah $\pm 89\%$. Dari pelatihan EM 4 ini, peserta sudah memahami bahan-bahan dan alat-alat yang dibutuhkan serta tahapan dan cara kerja membuat EM 4. Capaian pelatihan belum mencapai 100% karena pada pelatihan tersebut, hasil EM 4 belum bisa dilihat secara langsung dan harus menunggu 4 minggu. Kegiatan pelatihan ini dapat dikatakan telah mampu meningkatkan pengetahuan dan ketrampilan kepada masyarakat terutama Masyarakat Dusun Bantimurung, Desa Jenetaesa, Kecamatan Simbang, Kabupaten Maros untuk mengolah sampah organik menjadi produk baru yang bermanfaat dan dapat meningkatkan nilai jual.

4. KESIMPULAN

Pelaksanaan kegiatan sosialisasi dan pelatihan ini dapat disimpulkan bahwa Masyarakat Dusun Bantimurung, Desa Jenetaesa, Kecamatan Simbang, Kabupaten Maros telah memperoleh peningkatan pengetahuan dan ketrampilan dalam pengolahan sampah organik dapur menjadi pupuk kompos cair dengan rata-rata persentase capaian $\pm 89\%$. Konversi sampah organik menjadi pupuk kompos dapat mengurangi pencemaran

lingkungan. Pupuk kompos yang dihasilkan dapat bermanfaat untuk tanaman dan tanah serta diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomi masyarakat. Kegiatan pengabdian masyarakat ini diharapkan dapat terus terlaksana secara kontinyu untuk membantu masyarakat Dusun Bantimurung dalam meningkatkan wawasan dan pengetahuan terutama di bidang pengolahan sampah sehingga dapat mengurangi masalah pencemaran sampah melalui teknologi pengolahan sampah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada Masyarakat Dusun Bantimurung, Desa Jenetaesa, Kecamatan Simbang, Kabupaten Maros yang telah membantu program pengabdian masyarakat ini dan seluruh mahasiswa KKN Universitas Negeri Makassar yang telah membantu pelaksanaan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, R. M., Nurfauzi, A. R., Fitrianiingsih, N., & P, N. T. (2015). *Buku Saku Pertanian dan Peternakan*. August 2016, 1–55.
- Aniriani, G. W., & Putri, M. S. A. (2022). Sosialisasi Pembuatan Dan Penggunaan Em4 Kepada Anggota Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) “Darma Sari” Kelurahan Sidokumpul Kabupaten Lamongan. *Jurnal Abditani*, 5(1), 16–21. <https://doi.org/10.31970/abditani.v5i1.101>
- Fahri, A., Meriatna, & Suryati. (2018). Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume Bio Aktivator EM 4 (Effective Microorganisme) pada Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Buah-Buahan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 1(7), 13–29.
- Indrawati, S., Anggoro, D., Sukamto, H., Puspitasari, N., Sungkono, Indarto, B., Suyatno, Prajitno, G., Arvitrida, N. I., & Yuwana, L. (2020). *The Effectiveness of the Addition of EM4 and Molasses in Increasing Levels of N, P and K in Environmentally Friendly Liquid Fertilizers Made From Banana Pseudostem*. 196(Ijcse), 365–369. <https://doi.org/10.2991/aer.k.201124.066>
- Khasanah, F. N., & Murdowo, S. (2021). Kiat Sukses Membuat Pupuk Organik Cair Dari Hasil Pengolahan Sampah Daun Kering Sampai Proses Pemasaran Digital. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 2013–2015.
- Mukti, R. N., Salsabilla, A., Muamar, A. S., Prima, E. C., & Hana, M. N. (2021). Biogas Effectiveness Test from Household Waste (Vegetable Waste) with Cow Dung Starter and EM4. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Research*, 1(1), 73–78. <https://doi.org/10.17509/ijomr.v1i1.33779>
- Nugroho, F. L., Rusmaya, D., & Damayanti, M. (2019). Comparison of COD and TSS removals from artificial River Water by Mudballs made with activated EM1 and EM4 solutions. *International Journal of GEOMATE*, 16(55), 28–33. <https://doi.org/10.21660/2019.55.4539>
- Rasmito, A., Hutomo, A., & Hartono, A. P. (2019). Pembuatan Pupuk Organik Cair dengan Cara Fermentasi Limbah Cair Tahu, Starter Filtrat Kulit Pisang Dan Kubis, dan Bioaktivator EM4. *Jurnal IPTEK*, 23(1), 55–62. <https://doi.org/10.31284/j.iptek.2019.v23i1.496>
- Saputra, I. K. D., Kirom, M. R., & Suhendi, A. (2021). Pengaruh Penambahan Em4 Pada Substrat Nasi Basi Terhadap Potensi Produksi Gas Metana Pada Reaktor Biogas Sederhana. *E-Proceeding of Engineering* :, 8(1), 389–397.
- Widari, N. S., Rasmito, A., & Rovidatama, G. (2020). Optimalisasi Pemakaian Starter Em4 Dan Lamanya Fermentasi Pada Pembuatan Pupuk Organik Berbahan Limbah Cair Industri Tahu the Optimization Using Em4 To Make Organic Fertilizer From Tofu Waste Water. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(1), 1–7.