



Sosialisasi Pengolahan Limbah Ethanol menjadi Pupuk Organik Cair melalui Program IDBU UNDIP 2025 di Desa Banjardowo, Kab. Grobogan

Azril Praja Kusuma¹, Inas Haida Yusfi², Mariska Aulina Wibowo³, Aina Sasi Kirana⁴, Ananda Faiz Naufal Azmi⁵, Ayu Permatasari Putri Santosa⁶, Mamdhokha⁷, Hanifah Agustara⁸, Salman Safiqy⁹, Nazwa Silva Alkatrin¹⁰, Amalia Chairunisha¹¹, Bimastyaji Surya Ramadhan¹²

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 Universitas Diponegoro, Indonesia

Corresponding Author

Nama Penulis: Azril Praja Kusuma

E-mail: azrilprajaksm@gmail.com

Abstrak

Industri lokal merupakan salah satu pilar utama dalam upaya meningkatkan perekonomian masyarakat. Namun, apabila keberadaannya tidak diiringi dengan upaya pengelolaan lingkungan yang baik, industri tersebut justru dapat menimbulkan permasalahan baru. Pengolahan limbah yang efektif diperlukan guna mendukung keberjalanan industri agar tetap berkelanjutan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memberikan solusi terhadap permasalahan limbah industri ethanol yang mereka hadapi. Salah satu solusi yang ditawarkan adalah memanfaatkan limbah tersebut menjadi Pupuk Organik Cair (POC). Metode pelaksanaan yang dilakukan mencakup kegiatan praktikum, pengujian, serta sosialisasi yang mencakup pelatihan kepada masyarakat. Hasil pengujian dan sosialisasi menunjukkan limbah yang dihasilkan oleh industri ethanol dapat dijadikan sebagai pupuk organik cair. Namun produk POC yang dihasilkan belum dapat memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan dengan kandungan N sebesar 0,08%, P sebesar 0,2%, K sebesar 0,9%, dan C-Organik sebesar 2,7%. Oleh karena itu, dalam penerapannya pada lahan pertanian, pupuk ini hanya dapat berperan sebagai pupuk pelengkap yang berfungsi untuk memperbaiki kualitas tanah. Meskipun demikian, program ini dapat meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai mekanisme pengolahan limbah ethanol menjadi pupuk cair yang dibuktikan dengan 53,37% peserta mengalami peningkatan pengetahuan cara pengolahan limbah tersebut. Upaya pengembangan masih diperlukan untuk mengoptimalkan proses pengolahan ini.

Kata kunci - pupuk organik cair, pengolahan, limbah, industri lokal, pertanian

Abstract

The local industry is one of the main pillars in efforts to improve the community's economy. However, if proper environmental management efforts don't accompany its presence, the industry can instead create new problems. Effective waste management is necessary to support the operation of the industry to remain sustainable. This community service activity aims to provide solutions to the problems of ethanol industrial waste that they face. One of the proposed solutions is the utilization of that waste into Liquid Organic Fertilizer. The implementation method includes practical activities, testing, and visits in the form of training for the community. The results of the testing and socialization indicate that the waste produced by the ethanol industry can be used as liquid organic fertilizer. However, the fertilizer products have not been able to meet the standard quality benchmarks that have been established with a nitrogen content of 0.08%, phosphorus of 0.2%, potassium of 0.9%, and organic carbon of 2.7%. Therefore, in its application to agricultural land, this fertilizer can only act as a complementary fertilizer to improve soil quality. Nevertheless, this program can enhance public understanding of the mechanism of processing ethanol waste into liquid fertilizer, as evidenced by 53.37% of participants experiencing an increase in knowledge about how to process that waste. Development efforts are needed to optimize this processing.

Keyword - liquid organic fertilizer, waste processing, local industry, agriculture

PENDAHULUAN

Pengelolaan limbah menjadi salah satu tantangan dalam menjaga kelestarian lingkungan dan kesehatan masyarakat. Apabila limbah yang dihasilkan dari aktivitas manusia, baik dari sektor industri maupun rumah tangga tidak dikelola dengan baik, maka dapat menimbulkan pencemaran yang mengganggu keseimbangan ekosistem. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (dalam Greenlab Indonesia, 2025), menyatakan bahwa sektor industri menyumbang sekitar 45% dari total beban pencemaran air nasional. Kondisi ini menuntut adanya solusi pengolahan limbah yang dapat mengurangi dampak pencemaran dan mampu menghasilkan produk baru yang memiliki nilai guna.

Desa Banjardowo, Kecamatan Kradenan, Kabupaten Grobogan, merupakan salah satu wilayah yang memiliki aktivitas industri dan menghasilkan limbah cair sisa sulingan ethanol dengan jumlah besar. Desa ini masih belum memiliki sarana dan prasarana yang mumpuni untuk mengolah limbah yang dihasilkan, sehingga meskipun tidak tergolong berbahaya, limbah ini dapat menurunkan kualitas air jika langsung dibuang ke lingkungan tanpa dilakukannya pengolahan terlebih dahulu. Di sisi lain, limbah industri ini memiliki potensi untuk dimanfaatkan kembali. Kandungan organik yang terkandung di dalamnya dapat menjadi sumber nutrisi bagi tanaman jika diolah dengan cara yang tepat. Melalui proses fermentasi dengan campuran bahan organik lain seperti sisa sayuran dan buah-buahan, limbah tersebut dapat diubah menjadi pupuk organik cair. Penelitian Pramesti et al., 2020 mengenai PACAR-P (Pupuk Organik Cair Plus) di Desa Bekonang juga membuktikan bahwa fermentasi limbah vinasse dengan bioaktivator EM4 dan empon-empon mampu menghasilkan pupuk organik cair yang tidak hanya meningkatkan pertumbuhan tanaman, tetapi juga menekan bau serta mengurangi risiko pencemaran lingkungan.

Pupuk organik cair memiliki banyak keunggulan dibanding pupuk kimia, antara lain dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan aktivitas mikroba tanah, dan aman digunakan secara berulang tanpa merusak lingkungan (Musnamar, 2003; Suriawiria, 2002 dalam Rokhmah et al., 2023). Pengalaman dari berbagai daerah menunjukkan bahwa pelatihan dan pendampingan pembuatan pupuk organik cair mampu meningkatkan kesadaran, keterampilan, dan kemandirian masyarakat dalam mengelola limbah (Mariyana et al., 2023). Hal ini menunjukkan bahwa dengan sosialisasi yang tepat, masyarakat Desa Banjardowo juga berpotensi mengembangkan pupuk organik cair dari limbah industri yang dihasilkan.

Berdasarkan permasalahan dan peluang tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah industri lokal di Desa Banjardowo menjadi pupuk organik cair melalui pengolahan yang sederhana sekaligus memberikan pelatihan kepada masyarakat mengenai cara pembuatannya. Program pengabdian kepada masyarakat ini diharapkan dapat mengurangi pencemaran air dan meningkatkan hasil panen bagi warga sekitar.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Desa banjardowo, Kecamatan Kradenan, Kabupaten Grobogan pada bulan Mei hingga Juli 2025 dengan sasaran masyarakat sekitar dan pelaku usaha. Metode yang digunakan meliputi tahapan persiapan, uji coba formulasi, sosialisasi, pelatihan, dan evaluasi. Tahapan persiapan dilakukan pada bulan Mei melalui diskusi tim bersama dengan dosen pembimbing. Selanjutnya dilakukan diskusi dengan warga dan pengambilan sampel limbah sebagai bekal uji coba. Tahapan uji coba dilakukan pada bulan Juni dengan cara menguji formulasi di laboratorium untuk mengetahui komposisi mana yang paling efektif dalam pembuatan pupuk organik cair. Hasil uji coba terbaik menjadi acuan formula yang akan disosialisasikan kepada masyarakat. Sosialisasi dan pelatihan dilakukan pada bulan Juli melalui penyampaian materi tentang dampak pencemaran limbah industri, manfaat, dan cara melakukan branding penjualan pupuk organik cair. Setelah itu, dilanjutkan dengan demonstrasi pembuatan pupuk organik cair kepada peserta. Tahap evaluasi dilakukan setelah sosialisasi dan pelatihan untuk menilai keberhasilan kegiatan dan tingkat pemahaman peserta sosialisasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan di Desa Banjardowo, Kecamatan Kradenan, Kabupaten Grobogan. Pelaksanaan program ini merupakan kolaborasi antara Mahasiswa Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik Tim 79 Universitas Diponegoro dan Dosen Pembimbing Lapangan dengan berbagai *stakeholder*, meliputi Pemerintah Desa Banjardowo, Sekretaris Kecamatan Kradenan, Masyarakat Desa, serta kelompok Pemberdayaan Kesejahteraan Keluarga (PKK) Desa Banjardowo sebagai mitra utama.

Tahap awal dari kegiatan pengabdian ini adalah melakukan survei kondisi lapangan pada tanggal 17 Mei 2025. Survei ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik limbah cair industri lokal, meliputi bahan baku pembuatannya, volume limbah yang dihasilkan, dan jumlah pelaku industri yang beroperasi di Desa Banjardowo. Dari hasil wawancara, diketahui bahwa limbah cair tersebut merupakan limbah hasil samping pembuatan ethanol dari proses fermentasi gula/tetes tebu dengan melibatkan 200 - 250 pelaku industri lokal. Volume limbah diperkirakan mencapai 36.000 liter per hari yang ditampung dalam sebuah kolam terbuka berukuran 15 x 3 meter dengan atap, namun terdapat praktik pembuangan limbah secara langsung ke lahan persawahan dan area terbuka lainnya.

Kondisi tersebut menimbulkan dampak negatif yang signifikan terhadap lingkungan dan masyarakat. Karakteristik limbah cair fermentasi tetes tebu yang memiliki kandungan organik tinggi yang dapat menyebabkan pencemaran sumber air di sekitar lokasi penampungan. Pembuangan limbah yang tidak diolah secara langsung dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan seperti eutrofikasi badan air yaitu pengayaan nutrisi dan bahan organik yang berlebihan yang memicu pertumbuhan alga secara masif, menguras oksigen terlarut, dan pada akhirnya menyebabkan kematian biota air serta penurunan kualitas air (Wu et al., 2024). Pencemaran ini secara fisik ditandai dengan perubahan warna, bau tidak sedap, serta membuat air tidak dapat digunakan untuk kebutuhan domestik sehari-hari seperti mandi dan mencuci. Limbah tersebut juga dapat berdampak bagi kesehatan. Limbah ethanol mengandung senyawa organik seperti melanoidins, fenolik, benzenepropanoic acid, serta logam berat (Pb, Cd, Zn) yang bersifat genotoksik, karsinogenik, dan mutagenik. Akumulasi senyawa berbahaya tersebut melalui rantai makanan dapat memicu berbagai penyakit degeneratif, termasuk kanker hati, ginjal, dan saluran pencernaan, serta penyakit kardiovaskular dan Alzheimer (Chowdhary et al., 2018). Survei tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1.
Dokumentasi survei di lokasi industri lokal

Berdasarkan survei yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa limbah industri lokal tersebut merupakan limbah cair yang dihasilkan dari proses fermentasi gula/tetes tebu. Limbah ini memiliki kandungan gula/karbon yang tinggi yang dapat digunakan sebagai molase. Molase berfungsi sebagai sumber energi dan penyubur bagi bakteri dalam proses dekomposisi, serta berperan sebagai sumber nutrisi untuk mikroorganisme yang terkandung dalam EM4, sehingga menjadi bahan yang

esensial dalam produksi Pupuk Organik Cair (Mustikarini et al., 2022). Untuk melakukan uji coba pembuatan Pupuk Organik Cair (POC), tahap selanjutnya adalah pengambilan sampel limbah. Sampel limbah industri diambil pada tanggal 21 Juni 2025 sebanyak 90 liter. Volume sampel ini diambil dalam skala yang cukup besar untuk memastikan kelayakan proses produksi dan ketersediaan bahan yang memadai untuk uji coba pembuatan POC. Dokumentasi kegiatan pengambilan sampel limbah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2.
Dokumentasi pengambilan sampel limbah

Uji coba pembuatan Pupuk Organik Cair dilakukan pada tanggal 22 Juni 2025 di Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro. Persiapan alat dan bahan meliputi galon berukuran 15 L sebagai wadah fermentasi, selang aerator berdiameter 10 mm sepanjang 30 cm, botol berukuran 1,5 L sebagai penampung air aerator, timbangan analitik, gelas ukur, air, limbah industri lokal, limbah organik, serta EM4. Uji coba ini dilakukan dengan enam variasi formulasi yang bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh perbandingan limbah industri lokal, air, EM4, serta penambahan limbah organik. Formulasi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.
Formulasi Pupuk Organik Cair

Kelompok	Formulasi	Bahan Baku	Volume
A	A1 (Tanpa limbah organik)	EM4 : Limbah Industri Lokal : Air	450 ml : 450 ml : 9 L
	A2 (Dengan Limbah Organik)	EM4 : Limbah Industri Lokal : Air : Limbah Organik	450 ml : 450 ml : 9 L : 2 kg
B	B1 (Tanpa Limbah Organik)	EM4 : Limbah Industri Lokal : Air	400 ml : 2,4 L : 8 L
	B2 (Dengan Limbah Organik)	EM4 : Limbah Industri Lokal : Air : Limbah Organik	400 ml : 2,4 L : 8 L : 2 kg
C	C1 (Tanpa Limbah Organik)	EM4 : Limbah Industri Lokal : Air	850 ml : 5,1 L : 5,1 L
	C2 (Dengan Limbah Organik)	EM4 : Limbah Industri Lokal : Air : Limbah Organik	850 ml : 5,1 L : 5,1 L : 2 kg

Proses pembuatan Pupuk Organik Cair diawali dengan mencampurkan limbah industri lokal dan EM4 ke dalam galon, lalu air ditambahkan dan diaduk hingga rata. Untuk formulasi tertentu, limbah organik ditambahkan dan diaduk hingga merata. Setelah semua bahan tercampur rata, galon ditutup rapat dengan dipastikan selang aerator sudah terpasang. Fermentasi berlangsung selama 4-5 minggu, di mana selama proses ini tutup galon dibuka setiap 2-3 hari sekali untuk melepaskan gas yang dihasilkan, serta dilakukan pengamatan visual terhadap ciri-ciri keberhasilan fermentasi. Keberhasilan POC dapat dilihat dari ciri-ciri fisik seperti perubahan warna menjadi cokelat tua hingga hitam, tidak berbau menyengat atau busuk, adanya buih putih di permukaan, dan tidak terdapat pertumbuhan jamur putih yang berlebihan (Farhamni et al., 2025). Dokumentasi uji coba pembuatan pupuk organik cair dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3.
Dokumentasi uji coba pembuatan Pupuk Organik Cair (POC)

Pupuk organik cair yang telah selesai difermentasi akan lanjut diuji di laboratorium untuk mengetahui kandungan unsur hara makro. Formulasi yang diuji adalah A2, B2, dan C2, karena ketiga formulasi ini menunjukkan ciri-ciri keberhasilan fermentasi seperti perubahan warna dan aroma. Uji kandungan unsur hara dilakukan pada tanggal 14 - 17 Juli 2025 di Laboratorium Ekologi dan Produksi Tanaman, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro. Hasil uji laboratorium ini kemudian dibandingkan dengan Standar Mutu Pupuk Organik Cair yang ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/KTSP/SR.310/M/4/2019. Perbandingan hasil uji laboratorium dari ketiga formulasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.

Perbandingan hasil uji laboratorium pupuk organik cair

Parameter Uji	Formulasi			Standar Mutu
	A2	B2	C2	
N (%)	0,0703	0,1102	0,0773	Min. 2
P2O5 (%)	0,0059	0,0199	0,2006	Min. 2
K2O (%)	0,1315	0,4504	0,8602	Min. 2
C-Organik (%)	0,4291	2,1460	2,6929	Min. 15
C/N Ratio	6,1061	19,4579	34,8306	12 - 25

Berdasarkan hasil analisis, formulasi C2 menunjukkan kualitas terbaik di antara seluruh formulasi yang diuji. Keunggulan ini terbukti dari kandungan unsur hara makro P dan K serta C-organik yang paling tinggi. Setiap unsur hara memiliki fungsi yang berbeda-beda ke tanaman. Unsur hara nitrogen (N) berperan dalam pertumbuhan vegetatif dan pembentukan klorofil, fosfor (P) mempercepat pertumbuhan akar, pembungaan, serta pemasakan umbi, sedangkan kalium (K) berfungsi sebagai aktivator enzim, pembentukan protein dan karbohidrat, serta meningkatkan

ketahanan tanaman terhadap penyakit (Triadiwarman et al., 2022). Tim pengabdian memutuskan untuk menjadikan formulasi C2 sebagai standar baku dalam program sosialisasi. Tahap selanjutnya adalah menyebarluaskan metode pembuatan POC menggunakan formulasi C2 kepada masyarakat di Desa Banjardowo, khususnya kelompok PKK.

Kegiatan sosialisasi dilakukan pada tanggal 20 Juli 2025 di kediaman Kepala Desa Banjardowo. Acara ini dihadiri oleh beberapa *stakeholder* yaitu Koordinator Balai Penyuluhan Pertanian Kecamatan Kradenan, Sekretaris Kecamatan Kradenan, Kepala Desa Banjardowo, Sekretaris Desa, perwakilan masyarakat, dan kelompok PKK. Tujuan utama kegiatan ini adalah memberikan pemahaman mendalam mengenai bahaya limbah industri lokal serta mengedukasi masyarakat tentang pengolahannya menjadi Pupuk Organik Cair. Sosialisasi diawali dengan pre-test untuk mengukur pengetahuan awal peserta. Pemaparan materi kemudian dilanjutkan dengan penjelasan mengenai dampak negatif limbah, diikuti dengan sesi inti yang membahas secara rinci proses pengolahan limbah menjadi POC yaitu dijelaskan tata cara pembuatan alat fermentasi, bahan dan komposisi yang digunakan, langkah-langkah, ciri-ciri keberhasilan fermentasi, hingga perhitungan dosis dan cara aplikasi POC ke tanaman. Selain itu, disampaikan pula strategi branding dan desain kemasan untuk menciptakan nilai ekonomi produk. Dilakukan demonstrasi pembuatan POC secara langsung, diikuti dengan sesi tanya jawab dan diskusi antara pemateri dan peserta. Seluruh rangkaian kegiatan ditutup dengan post-test untuk mengukur peningkatan pengetahuan peserta. Dokumentasi kegiatan sosialisasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4.
Sosialisasi pengolahan limbah industri lokal menjadi POC

Evaluasi tingkat pemahaman peserta dilakukan melalui pre-test sebelum kegiatan dan post-test setelah kegiatan sosialisasi. Instrumen tes berisi 15 pertanyaan yang mencakup pengetahuan tentang bahaya limbah industri lokal, pengolahan menjadi pupuk organik cair (POC), proses fermentasi, hingga strategi branding produk. Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kegiatan sosialisasi dapat meningkatkan pengetahuan peserta. Hasil evaluasi dapat dilihat pada Tabel 3. dan Tabel 4.

Tabel 3.
Ringkasan Statistik Skor Pre-Test dan Post-Test Peserta Sosialisasi

Statistik	Pre-test	Post-test
Min	7	9
Maks	15	15
Rata-Rata	12,11	13,58
Median	12	15

Tabel 4.

Kategori Perubahan Skor Peserta

Kategori Perubahan	Jumlah Peserta	Persentase (%)
Meningkat	15	53,37
Tetap	11	39,29
Menurun	2	7,14

Berdasarkan Tabel 1. nilai rata-rata peserta meningkat dari 12,11 pada pre-test menjadi 13,68 pada post-test. Nilai minimum juga naik dari 7 menjadi 9, sedangkan median meningkat dari 12 menjadi 15 yang menunjukkan bahwa lebih dari setengah peserta memperoleh skor sempurna setelah sosialisasi. Hal ini menunjukkan bahwa adanya peningkatan pemahaman secara umum di kalangan peserta. Tabel 2. menunjukkan bahwa sebanyak 53,57% peserta mengalami peningkatan skor, 39,29% tetap, dan hanya 7,14% yang mengalami penurunan. Untuk memastikan peningkatan dilakukan uji Wilcoxon Signed-Rank. Hasil uji menunjukkan nilai $p = 0,00213 (< 0,05)$, sehingga peningkatan tersebut signifikan secara statistik. Peningkatan ini menunjukkan bahwa metode penyampaian materi yang digunakan, yaitu kombinasi pemaparan, diskusi, dan demonstrasi langsung pembuatan POC efektif dalam meningkatkan pengetahuan peserta.

Kegiatan pendampingan langsung dilakukan setelah kegiatan sosialisasi. Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 24 Juli 2025 di rumah salah satu warga Desa Banjardowo. Pendampingan ini bertujuan untuk memberikan bimbingan teknis secara langsung, memastikan masyarakat dapat mempraktikkan pengolahan limbah menjadi POC dengan benar. Tim pengabdian berperan mendampingi warga dalam seluruh proses, mulai dari pengumpulan limbah organik, perakitan alat fermentasi, hingga tahapan pembuatan POC. Alat dan bahan yang diperlukan telah disiapkan sebelumnya, sehingga tim dapat berfokus pada peran sebagai fasilitator. Pendampingan ini menekankan pada praktik langsung di mana warga terlibat dalam setiap langkah pembuatan POC sesuai dengan formulasi terbaik (formulasi C2) yang telah disosialisasikan. Dokumentasi kegiatan pendampingan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5.

Kegiatan pendampingan pembuatan Pupuk Organik Cair

KESIMPULAN

Berdasarkan kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa dari tiga formulasi pupuk organik cair yang diuji, formulasi C2 menghasilkan kandungan unsur hara terbaik dengan rincian yakni kandungan N sebesar 0,08%, P sebesar 0,2%, K sebesar 0,9%, dan C-Organik sebesar 2,7%. Hasil tersebut didapatkan melalui proses pengujian di laboratorium. Meskipun kandungan unsur hara yang dihasilkan masih belum dapat memenuhi baku mutu pupuk organik cair yang berlaku, hasil tersebut membuktikan bahwa limbah industri ethanol

dapat diolah pupuk organik cair yang berfungsi sebagai pupuk pendamping dengan peran sebagai pemberi kualitas tanah. Selain itu, kegiatan pengabdian masyarakat ini berhasil meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai bahaya limbah industri terhadap lingkungan, cara pembuatan pupuk organik cair, serta upaya pengelolaan lingkungan lanjutan, dengan persentase peningkatan pemahaman sebesar 53,37%. Secara keseluruhan, upaya pengolahan limbah yang telah dilakukan menunjukkan bahwa limbah industri ethanol berpotensi untuk dapat dijadikan sebagai pupuk organik cair, dengan catatan diperlukan adanya pengembangan lebih lanjut guna meningkatkan kandungan unsur hara pada produk yang dihasilkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada pihak Pemerintah Kecamatan Kradenan, Kepala Desa Kradenan, Ibu-Ibu PKK Dusun Plumpungan, serta Pengurus Paguyuban Gendhis Manis yang telah memberikan kesempatan, bimbingan, serta bantuan kepada kami selama keberjalanannya kegiatan pengabdian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Chowdhary, P., Raj, A., Bharagava, R.N., 2018. Environmental pollution and health hazards from distillery wastewater and treatment approaches to combat the environmental threats: A review. *Chemosphere* 194, 229–246. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.11.163>
- Farhamni, D., Hulu, Y., Hasan, A. M., & Uno, W. D. (2025). Pemanfaatan limbah kulit pisang goroho (*Musa acuminata*) sebagai bahan pembuatan pupuk organik cair (POC). *Inovasi Pendidikan Nusantara*, 6 (3), 393-402.
- Greenlab Indonesia. (2025). *Limbah Industri dan Ancaman Pencemaran Air di Indonesia*. Greenlab. Diakses dari: <https://greenlab.co.id/news/Limbah-Industri-dan-Ancaman-Pencemaran-Air-di-Indonesia>
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2019). Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/KTSP/SR.310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pemberi kualitas tanah. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Mariyana, R., Zaman, B., & Rudiyanto. (2023). Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Cair JAKABA dari Sampah Dapur Untuk Ibu-Ibu PAUD. *Teknologi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3, 121. <https://doi.org/10.17509/tmg.v3i2.62015>
- Mustikarini, N., Ikaromah, A., Supriyadi, A., Nugraha, T. A., & Ma'ruf, N. A. (2022). Pengaruh variasi komposisi dekomposer EM4 dan molase pada pembuatan pupuk organik cair dari limbah budidaya lele. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 4 (1), 47-52.
- Pramesti, D., Dewi, W. A., Fuad, F. K., Rohman, N., Bakhrun, R., Nugroho, A., & Utami, B. (2020). *PACAR-P: Pupuk Organik Cair Plus Hasil Fermentasi dari Limbah Cair Produksi Alkohol di Desa Bekonang*.
- Rokhmah, I., Bagus Wijaya, M. S., Sagita, C. O., Amalia, F. A., Susanti, M. D., Irawati, N. N., Badriyah, A. U., Susilawati, L., & Afrianti, A. (2023). Pemberdayaan Masyarakat Dusun Kalangan Dalam Pembuatan Pupuk Organik Melalui Kegiatan KKN Reguler. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 3, 793–800. <https://doi.org/10.52436/1.jpmi.1838>
- Triadiawarman, D., Aryanto, D., & Krisbiyantoro, J. (2022). Peran unsur hara makro terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah (*Allium cepa* L.). *Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan*, 21(1), 27-32.
- Wu, H., Yan, R., Li, A., Huang, D., Pan, J., Zhao, P., & Xing, Z. (2024). Efficient treatment of alcohol wastewater and its potential pollutant control strategies. *Journal of Water Process Engineering*, 58, 1-14.