



APLIKASI ETANOL UNTUK PETERNAKAN BABI DI DESA SEA TUMPENGAN

Hanny Frans Sangian¹, Mercy Maria Magdalena Setlight², Ernawatil Gani³

^{1,2,3} Universitas Sam Ratulangi

hannysangian@yahoo.co.id¹ mercysetlight@unsrat.ac.id² ernawatilgani@unsrat.ac.id³

ABSTRAK

Program Pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan untuk memperkenalkan dan menerapkan teknologi disinfektan berbasis etanol pada peternakan babi di Desa Sea Tumpengan, Kecamatan Pineleng, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Kegiatan ini dilaksanakan oleh Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sam Ratulangi bekerja sama dengan mitra industri CV. Charity. Permasalahan utama yang dihadapi peternak adalah tingginya tingkat infeksi dan kematian ternak akibat sanitasi kandang yang buruk serta penggunaan disinfektan kimia yang berlebihan. Etanol diproduksi melalui fermentasi nira aren (Arenga pinnata) dan dimurnikan menggunakan sistem destilasi refluks tiga kolom hingga mencapai kadar 90–95% v/v, kemudian diencerkan menjadi 70% v/v untuk digunakan sebagai disinfektan alami. Proses ini diperkenalkan kepada para peternak melalui kegiatan pelatihan, pendampingan teknis, dan praktik lapangan. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa disinfektan berbasis etanol mampu mengurangi bau, meningkatkan kebersihan kandang, serta mencegah penularan penyakit tanpa menimbulkan efek samping bagi ternak maupun lingkungan. Antusiasme peternak sangat tinggi dan sebagian besar menyatakan keinginan untuk memproduksi disinfektan secara mandiri dengan bahan baku lokal. Program ini tidak hanya mentransfer teknologi tepat guna, tetapi juga meningkatkan kapasitas dan kesadaran masyarakat terhadap pengelolaan higienitas peternakan yang berkelanjutan. Selain itu, kegiatan ini mendukung prinsip ekonomi sirkular melalui pemanfaatan sumber daya lokal serta sejalan dengan tujuan strategis universitas dalam penerapan IPTEKS bagi kesejahteraan masyarakat.

Kata kunci): etanol, disinfektan, peternakan babi, nira aren, pengabdian masyarakat

PENDAHULUAN

Peternakan babi merupakan salah satu sektor penting dalam sistem pangan di Indonesia, terutama di wilayah timur seperti Sulawesi Utara (Woonwong et al., 2020). Komoditas ini tidak hanya berperan dalam ketahanan pangan lokal tetapi juga dalam ekonomi rumah tangga masyarakat pedesaan. Namun, permasalahan mendasar yang dihadapi peternak babi di tingkat UKM adalah rendahnya tingkat kebersihan lingkungan kandang dan tingginya risiko penyakit menular akibat bakteri maupun virus. Lingkungan kandang yang lembap, kotor, dan tidak teratur memicu berkembangnya mikroorganisme patogen seperti *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., dan virus Classical Swine Fever (CSF), yang menyebabkan peningkatan angka kematian ternak serta penurunan produktivitas (Kedkovid et al., 2020).

Upaya pencegahan infeksi di peternakan babi pada umumnya dilakukan melalui penggunaan disinfektan berbasis bahan kimia, seperti natrium hipoklorit, formaldehida, dan quaternary ammonium compounds. Meskipun efektif, bahan-bahan tersebut dapat meninggalkan residu toksik pada permukaan kandang, menimbulkan iritasi kulit pada hewan, serta mencemari lingkungan sekitar (Hanamoto et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif berupa disinfektan alami yang ramah lingkungan, mudah diperoleh, serta aman digunakan baik bagi hewan maupun manusia. Salah satu bahan alami yang berpotensi besar adalah etanol, senyawa organik polar dengan sifat antimikroba yang kuat dan volatilitas tinggi (Dhif et al., 2025).

penelitian menunjukkan bahwa etanol pada konsentrasi 60–80 % v/v efektif membunuh berbagai mikroorganisme, termasuk *Mycobacterium tuberculosis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, serta virus beramplop seperti SARS-CoV-2. Mekanisme kerjanya melibatkan denaturasi protein, disrupti membran lipid, dan inaktivasi enzim metabolismik pada sel mikroba (Saab et al., 2024). Selain itu, karena etanol mudah menguap, penggunaannya tidak meninggalkan residu berbahaya pada permukaan atau kulit. Hal inilah yang menjadikan etanol sebagai kandidat ideal untuk disinfektan alami dalam sistem peternakan (Hossain et al., 2025).

Provinsi Sulawesi Utara memiliki sumber daya biomassa yang melimpah, terutama dari pohon aren (*Arenga pinnata*), yang secara tradisional digunakan untuk memproduksi arak lokal atau cap tikus. Produk fermentasi ini mengandung etanol alami berkadar 30–50 % dan telah lama menjadi bagian dari aktivitas ekonomi masyarakat. Namun, nilai tambahnya masih rendah karena sebagian besar hanya dimanfaatkan sebagai minuman tradisional. Padahal, dengan pengolahan teknologi tepat guna, nira aren dapat diolah menjadi bioetanol murni yang berpotensi digunakan sebagai bahan bakar, pelarut, dan disinfektan alami (Gugule et al., 2020).

Teknologi destilasi refluks tiga kolom, yang telah dikembangkan oleh tim riset Universitas Sam Ratulangi, memungkinkan proses pemurnian etanol hingga mencapai kadar 90–95 % v/v tanpa perlu penambahan bahan kimia berbahaya. Proses ini memanfaatkan perbedaan titik didih dan sistem refluks untuk meningkatkan kemurnian serta menghilangkan bau khas arak aren (Sangian et al., 2023). Dengan pengenceran hingga 70 % v/v, produk bioetanol tersebut dapat difungsikan sebagai disinfektan alami yang efektif dan ekonomis untuk peternakan babi. Hasil survei di Desa Sea Tumpengan, Kecamatan Pineleng, menunjukkan bahwa sebagian besar peternak belum menerapkan protokol sanitasi modern. Pembersihan kandang dilakukan secara manual menggunakan air dan deterjen biasa, tanpa penggunaan disinfektan berkala. Akibatnya, kandang sering berbau, lembap, dan menjadi media ideal bagi pertumbuhan mikroba patogen. Selain itu, ketergantungan terhadap produk kimia komersial yang harganya relatif tinggi menyebabkan peternak jarang melakukan pembersihan menyeluruh (Tong et al., 2024).

Kondisi ini sejalan dengan temuan Veterinaria Digital, yang menekankan bahwa biosecuriti peternakan babi di negara berkembang sering terganggu oleh keterbatasan akses terhadap produk sanitasi aman dan murah. Maka, pengembangan disinfektan berbasis etanol dari bahan lokal menjadi strategi tepat untuk menjawab kebutuhan tersebut. Selain meningkatkan higienitas, program ini juga mendukung kemandirian ekonomi peternak karena bahan baku—nira aren—mudah didapat di sekitar wilayah mereka.

Efektivitas etanol sebagai agen antimikroba telah dibuktikan melalui berbagai studi internasional. Penemuan lain melakukan tinjauan sistematis terhadap efektivitas alkohol dalam mendisinfeksi peralatan medis semi-kritis dan menyimpulkan bahwa etanol merupakan agen yang cepat dan efisien untuk menonaktifkan mikroorganisme vegetatif. Peneliti lain menunjukkan bahwa etanol dengan konsentrasi $\geq 60\%$ dapat menonaktifkan virus influenza A, poliovirus, dan herpes dalam waktu kurang dari 30 detik (Kampf, 2018).

Studi terbaru selama pandemi COVID-19 juga memperkuat bukti tersebut. Kampf (2018) melaporkan bahwa etanol 70–80 % mampu menginaktivasi SARS-CoV-2 secara efektif melalui denaturasi protein spike dan pelarutan membran lipid virus. Dengan keamanan tinggi, biaya rendah, dan volatilitas yang meminimalkan residu, etanol menjadi pilihan utama untuk berbagai aplikasi disinfeksi baik di fasilitas medis maupun peternakan (CDC, 2024). Selain efikasi mikrobiologisnya, etanol juga memiliki keuntungan lingkungan yang signifikan. Berbeda dengan klorin atau aldehida, etanol mudah terurai secara alami tanpa menghasilkan senyawa toksik sekunder. Oleh karena itu, penggunaannya sejalan dengan prinsip green chemistry dan pembangunan berkelanjutan yang dicanangkan oleh PBB melalui Sustainable Development Goals (SDG 12): Responsible Consumption and Production.

Tim pengusul dari Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sam Ratulangi, yang dipimpin oleh Tim Pengusul, telah mengembangkan teknologi destilasi refluks berbasis sistem tiga kolom yang dapat memurnikan etanol dengan efisiensi tinggi. Invensi ini telah didaftarkan ke Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual Republik Indonesia dengan nomor paten P14201803714 (Sangian dkk., 2018). Teknologi ini tidak hanya meningkatkan kemurnian bioetanol, tetapi juga menghilangkan bau khas arak aren yang sebelumnya membatasi penggunaannya sebagai bahan higienis.

Melalui kolaborasi dengan mitra industri CV. Charity, inovasi ini diaplikasikan ke dalam bentuk disinfektan cair dengan konsentrasi 70 % yang aman digunakan di lingkungan peternakan. Proses pelatihan dan pendampingan teknis diberikan kepada peternak babi di Desa Sea Tumpengan, termasuk demonstrasi fermentasi nira, destilasi, pengenceran, dan penyemprotan kandang. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan kebersihan kandang dan penurunan bau secara signifikan, sebagaimana tercermin dari respons positif peternak yang merasa manfaat langsungnya terhadap kesehatan ternak.

Adapun tujuan kegiatan ini 1. Mentransfer hasil riset universitas ke masyarakat melalui teknologi tepat guna berbasis etanol. 2. Meningkatkan higienitas dan biosecuriti peternakan babi rakyat dengan disinfektan alami. 3. Memberdayakan peternak agar mampu memproduksi disinfektan mandiri dari bahan lokal. 4. Mengurangi ketergantungan terhadap produk kimia impor serta memperkuat ekonomi berbasis sumber daya hayati lokal. Secara akademik, kegiatan ini menjadi model nyata implementasi Tri Dharma Perguruan Tinggi, khususnya pengabdian kepada masyarakat berbasis riset. Secara sosial-ekonomi, program ini berkontribusi pada pengembangan ekonomi sirkular (Mankar dkk., 2021) yang memanfaatkan limbah biomassa lokal menjadi produk bernilai guna tinggi, mendukung transisi menuju green economy di Sulawesi Utara.

METODE

Kegiatan pengabdian masyarakat ini menggunakan pendekatan participatory action research (PAR), yang menekankan keterlibatan aktif masyarakat dalam seluruh tahapan kegiatan — mulai dari perencanaan, implementasi, hingga evaluasi (Chevalier & Buckles, 2019). Pendekatan ini dipilih karena sesuai dengan karakteristik sosial-ekonomi masyarakat Desa Sea Tumpengan yang sebagian besar bekerja sebagai peternak babi skala rumah tangga.

Program dilaksanakan selama periode Maret hingga Desember 2025 di Desa Sea Tumpengan, Kecamatan Pineleng, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Mitra utama kegiatan adalah CV. Charity sebagai pelaku industri bioetanol lokal yang telah bekerja sama dengan Universitas Sam Ratulangi dalam pengembangan teknologi destilasi. Peserta utama kegiatan terdiri atas 20 peserta, mahasiswa pendamping, dan perangkat desa. Kegiatan ini dirancang untuk mengintegrasikan transfer teknologi, pelatihan praktis, serta pemberdayaan masyarakat melalui penerapan teknologi disinfektan berbasis etanol alami dari nira aren (*Arenga pinnata*). Setiap tahap pelaksanaan dievaluasi untuk menilai efektivitas metode dan tingkat keberhasilan program dalam meningkatkan higienitas kandang dan kesehatan ternak.

Lokasi kegiatan berada di area produksi CV. Charity dan beberapa kandang peternak di Desa Sea Tumpengan (1°25' LU dan 124°53' BT). Wilayah ini dipilih karena memiliki: Populasi ternak babi, tersedianya bahan baku lokal berupa nira aren, dukungan pemerintah desa terhadap inovasi berbasis IPTEKS.

Adapun tahapan adalah sebagai berikut: Persiapan, survei kebutuhan mitra, dan sosialisasi program. Produksi dan pelatihan pembuatan bioetanol serta disinfektan berbasis etanol. Sosialisasi aplikasi dan pendampingan teknis di lapangan. Evaluasi, penyusunan laporan, dan publikasi hasil kegiatan.

Peralatan utama yang digunakan meliputi: Fermentor plastik 1000 L untuk fermentasi nira aren. Destilasi refluks tiga kolom (diameter 6 inci, tinggi kolom 2 m per unit) berbahan stainless steel. Boiler 1 ton, kondensor pendingin air, dan flowmeter digital untuk kontrol aliran uap. Mixer stainless steel untuk proses pengenceran etanol. Alcoholmeter (0–100%), pH meter, dan refraktometer digital untuk pengujian mutu.

Peralatan penyemprotan kandang (hand sprayer manual dan sprayer motorik). Bahan utama: Nira aren segar sebagai substrat fermentasi, ragi *Saccharomyces cerevisiae* sebagai mikroorganisme fermentor, air deionisasi (DI water) untuk pengenceran etanol hasil destilasi, Botol plastik 1 L dan 5 L untuk pengemasan produk akhir. Prosedur pengujian kualitas disinfektan merujuk pada standar World Health Organization (WHO) tentang formulated alcohol-based sanitizers (WHO, 2010).

Fermentasi Nira Aren: Proses fermentasi dilakukan dengan memanfaatkan nira aren segar hasil sadapan petani lokal. Nira disaring terlebih dahulu untuk menghilangkan partikel padat dan dimasukkan ke dalam fermentor 1000 L yang telah disterilkan. Kemudian ditambahkan ragi *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 0,5 % (v/v) dan fermentasi selama 5–7 hari pada suhu ruang ($30 \pm 2^\circ\text{C}$). Proses fermentasi dikontrol melalui pengukuran pH, suhu, dan kadar etanol setiap dua hari. Kadar etanol diukur menggunakan alkoholmeter. Berdasarkan literatur, fermentasi dengan *S. cerevisiae* dapat menghasilkan etanol 30–40 % tergantung kandungan gula dan kondisi lingkungan (Wang dkk., 2020). Setelah fermentasi selesai, cairan arak aren disaring dan disiapkan untuk proses destilasi.

Pemurnian etanol dilakukan dengan sistem destilasi refluks tiga kolom (Gambar 1). Sistem ini memanfaatkan prinsip perbedaan titik didih etanol (78.37°C) dan air (100°C). Uap hasil pemanasan arak dialirkan ke kolom fraksinasi berisi packing material berpori (batu karang sintetis) untuk meningkatkan kontak antara fasa cair dan uap, sehingga terjadi pemurnian bertahap.

Uap etanol dikondensasikan di pendingin air dan ditampung pada wadah kolektor. Setelah tiga tahap fraksinasi, diperoleh bioetanol dengan kemurnian 90–95 % v/v. Proses ini efisien, tidak memerlukan bahan kimia tambahan, dan terbukti meningkatkan hasil produksi (Hidayat dkk., 2020; Sangian dkk., 2018).

Selama proses destilasi, dilakukan pengujian kadar alkohol menggunakan refraktometer. Hasilnya menunjukkan peningkatan kemurnian sekitar tiga kali lipat dibandingkan hasil fermentasi awal. Etanol murni yang diperoleh menjadi bahan dasar disinfektan alami.

Bioetanol hasil destilasi tidak digunakan langsung karena konsentrasi etanolnya terlalu tinggi untuk aplikasi disinfektan. Berdasarkan panduan WHO (2010) dan hasil penelitian Berardi dkk., (2020), konsentrasi optimum disinfektan berbasis etanol berada pada rentang 70–75 % v/v. Oleh karena itu, dilakukan pengenceran menggunakan air deionisasi hingga mencapai kadar 70 % v/v.

Larutan kemudian dihomogenkan dengan mixer stainless steel selama 15 menit. Formulasi ini tidak ditambahkan bahan kimia lain agar tetap aman bagi hewan. Pengujian fisik dilakukan untuk memastikan kejernihan, pH netral (6.5–7.5), dan aroma ringan. Produk disinfektan dikemas dalam botol 1 L untuk distribusi kepada peternak mitra. Kegiatan sosialisasi dilakukan di aula CV. Charity dengan materi meliputi: Pengenalan dasar etanol dan manfaatnya sebagai disinfektan alami, demonstrasi proses fermentasi dan destilasi, pelatihan pembuatan disinfektan 70 % dari bioethanol, praktik penyemprotan kandang babi dan pembersihan peralatan. Pelatihan menggunakan metode learning by doing untuk memastikan transfer pengetahuan yang efektif (Kolb, 1984).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program Kemitraan Masyarakat (PkM) berjudul “Aplikasi Etanol untuk Peternakan Babi di Desa Sea Tumpengan” dilaksanakan oleh tim dosen Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sam Ratulangi bekerja sama dengan CV. Charity dan kelompok peternak babi di Desa Sea Tumpengan, Kecamatan Pineleng, Kabupaten Minahasa.

Kegiatan ini bertujuan menerapkan hasil riset bioetanol dari nira aren sebagai disinfektan alami untuk meningkatkan higienitas kandang, menekan infeksi penyakit kulit dan pencernaan, serta mengurangi penggunaan bahan kimia komersial berisiko.

Program dilaksanakan secara bertahap sejak Maret hingga Agustus 2025, meliputi: Fermentasi nira aren untuk menghasilkan arak berkadar etanol 30–50%; Pemurnian etanol menggunakan sistem destilasi refluks tiga kolom

hingga mencapai 90–95%; Pengenceran menjadi 70% v/v untuk aplikasi sebagai disinfektan alami; Sosialisasi, pelatihan, dan pendampingan teknis bagi peternak babi di lokasi mitra; Uji coba lapangan di beberapa kandang peternak di desa tersebut.

Kegiatan ini merupakan bentuk nyata implementasi hasil riset universitas ke masyarakat (hilirisasi riset) serta perwujudan Tri Dharma Perguruan Tinggi, khususnya pada aspek pengabdian kepada masyarakat berbasis IPTEKS.

Tahapan awal berupa fermentasi nira aren segar (*Arenga pinnata*) dilakukan selama 5–7 hari menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* pada suhu ruang. Cairan hasil fermentasi (arak aren) kemudian disuling menggunakan alat destilasi refluks tiga kolom buatan CV. Charity. Sistem ini memanfaatkan prinsip pemisahan berdasarkan titik didih etanol (78,37 °C) dan air (100 °C), sehingga menghasilkan bioetanol dengan kemurnian 90–95%. Etanol hasil destilasi kemudian diencerkan menjadi 70% (v/v) menggunakan air deionisasi agar sesuai untuk fungsi disinfektan. Pengujian fisik menunjukkan bahwa produk akhir berwarna bening, berbau ringan, tidak menyebabkan iritasi kulit, dan cepat menguap sehingga tidak meninggalkan residu. Hasil ini konsisten dengan temuan World Health Organization (WHO, 2010) yang merekomendasikan etanol 60–80% sebagai konsentrasi paling efektif untuk membunuh virus dan bakteri.

Selain berfungsi sebagai disinfektan, etanol 70% juga memiliki sifat surfaktan alami yang membantu membersihkan permukaan kandang dan mempercepat pengeringan. Pengujian organoleptik memperlihatkan bahwa larutan memiliki aroma netral dan tidak menimbulkan efek negatif pada kulit maupun hewan ternak.

Uji terbatas di salah satu kandang mitra menunjukkan bahwa setelah penyemprotan rutin selama satu minggu, kandang menjadi lebih bersih, bau berkurang signifikan, dan tidak ditemukan luka atau infeksi kulit pada ternak babi. Temuan ini membuktikan efektivitas disinfektan bioetanol sebagai alternatif alami dan ramah lingkungan.

Tahapan akhir kegiatan berupa sosialisasi dan pendampingan kepada kelompok peternak babi di Desa Sea Tumpengan. Kegiatan ini dilaksanakan pada Jumat, 15 Agustus 2025, bertempat di area produksi CV. Charity, dan dihadiri oleh sejumlah peternak, perangkat desa, mahasiswa pendamping, serta tim pelaksana dari FMIPA Unsrat.

Acara dimulai dengan sambutan dari perwakilan Pemerintah Desa Sea Tumpengan, diikuti pemaparan materi oleh Ketua Tim Pelaksana. Materi yang disampaikan mencakup: Pengenalan konsep dasar etanol dan karakteristik kimianya; Potensi nira aren lokal sebagai bahan baku terbarukan; Keamanan dan manfaat disinfektan alami berbasis etanol bagi hewan dan lingkungan; Proses teknis fermentasi, destilasi, dan pengenceran etanol menggunakan peralatan sederhana. Setelah sesi pemaparan, dilakukan demonstrasi langsung pembuatan biodisinfektan di lokasi. Peternak diperlihatkan cara menyiapkan nira, menambahkan ragi fermentasi, menjalankan alat destilasi tiga kolom, serta melakukan pengenceran hingga mencapai kadar 70% v/v. Peserta kemudian dilibatkan langsung dalam praktik penyemprotan kandang babi menggunakan produk disinfektan hasil produksi tim.

Pelatihan dilaksanakan dengan metode partisipatif dan interaktif, di mana peserta bebas bertanya dan mencoba secara langsung. Tim pelaksana juga membagikan buku SOP penggunaan disinfektan berbasis etanol, yang memuat panduan pembuatan, dosis penggunaan, frekuensi penyemprotan, dan langkah keamanan.

Antusiasme peserta sangat tinggi. Banyak peternak menyatakan bahwa teknologi ini memberikan solusi nyata terhadap masalah kebersihan dan penyakit ternak, serta berencana memproduksi disinfektan secara mandiri menggunakan bahan lokal.

Kegiatan sosialisasi ini tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis, tetapi juga memperkuat sinergi antara universitas, industri, dan masyarakat desa dalam penerapan IPTEKS tepat guna.

Dalam sosialisasi dan pelatihan, Ketua Tim menyampaikan kondisi-kondisi kebersihan kandang sebelum aplikasi disinfektan berupa penyemprotan dua kali seminggu selama empat minggu. Parameter yang diamati meliputi: Kebersihan lantai dan dinding kandang; Intensitas bau amonia; Kondisi kulit dan kesehatan ternak; Respon perilaku hewan setelah penyemprotan.

Hasil yang harus diamati adalah: Penurunan bau kandang hingga 50–60% (dengan pengukuran NH_3 meter portabel). Permukaan kandang lebih kering dan bersih, tidak licin atau berlendir. Tidak ditemukan infeksi kulit atau luka baru pada ternak. Hewan menunjukkan perilaku normal, tidak stres, dan tidak menolak penyemprotan.

Kegiatan ini mendukung teori bahwa etanol bekerja dengan cara merusak membran lipid dan mendestabilisasi protein mikroba (Kampf, 2018), sehingga efektif mengurangi populasi patogen pada permukaan kandang. Selain itu, dari sisi ekonomi, penggunaan etanol lokal jauh lebih hemat — biaya produksi disinfektan sangat kompetitif jika dibandingkan dengan produk konvensional. dengan demikian, program ini berkontribusi nyata terhadap efisiensi biaya operasional peternakan.

Program ini meningkatkan pengetahuan dan kesadaran peternak terhadap pentingnya sanitasi kandang berbasis teknologi hijau. Berdasarkan survei evaluasi, lebih dari 85% peserta pelatihan menyatakan memahami proses pembuatan disinfektan dan mampu mengulanginya sendiri. Dengan memproduksi sendiri disinfektan berbasis nira aren, peternak dapat menghemat pengeluaran rutin. Penggunaan bahan lokal tidak hanya menekan biaya, tetapi juga membuka peluang usaha mikro di sektor pengolahan bioetanol desa. Program ini mendukung prinsip ekonomi sirkular dengan memanfaatkan limbah arak aren yang sebelumnya tidak bernilai menjadi produk komersial bernilai tambah.

Etanol bersifat biodegradable dan bebas residu toksik, berbeda dengan formaldehida atau natrium hipoklorit yang meninggalkan klorin berbahaya (CDC, 2024). Dengan demikian, kegiatan ini turut berkontribusi terhadap target SDGs poin 12 — Responsible Consumption and Production.

Secara ilmiah, keberhasilan penerapan etanol 70% sebagai disinfektan alami pada peternakan babi di Desa Sea Tumpengan memperkuat teori antimicrobial action.

Etanol bekerja dengan cara denaturasi protein dan pelarutan membran lipid, yang menyebabkan inaktivasi mikroorganisme patogen. Konsentrasi 70% terbukti optimal karena memiliki keseimbangan antara aktivitas antimikroba tinggi dan waktu kontak cukup lama sebelum menguap. Selain aspek kimia, pendekatan sosial dalam bentuk pelatihan partisipatif berperan penting dalam keberhasilan program.

Menurut model experiential learning yang melibatkan praktik langsung menghasilkan retensi pengetahuan dan keterampilan yang lebih baik dibandingkan metode ceramah pasif. Pendekatan ini terbukti efektif di lapangan, karena sebagian besar peserta mampu mengulang proses fermentasi dan penyemprotan tanpa bantuan setelah pelatihan kedua.

Hasil kegiatan ini menunjukkan bahwa bioetanol 70% berbasis nira aren merupakan solusi tepat guna untuk sanitasi peternakan skala kecil-menengah.

Model implementasi ini dapat direplikasi di wilayah lain yang memiliki sumber biomassa serupa, seperti nira siwalan, tebu, atau singkong.

Untuk keberlanjutan, tim pengusul dan CV. Charity merencanakan: Pembentukan unit produksi bioetanol desa sebagai wirausaha sosial. Integrasi program ini ke dalam kurikulum Sains Terapan FMIPA Unsrat sebagai contoh penerapan IPTEKS berbasis masyarakat. Penelitian lanjutan tentang efektivitas disinfektan terhadap virus ASF (African Swine Fever) dan *E. coli*.

Kegiatan PkM berbasis aplikasi etanol di Desa Sea Tumpengan berhasil mencapai tujuannya secara menyeluruh.

Etanol 70% dari nira aren terbukti efektif sebagai disinfektan alami, murah, aman, dan ramah lingkungan.

Melalui kegiatan sosialisasi dan pelatihan partisipatif, peternak kini memiliki keterampilan baru untuk memproduksi disinfektan secara mandiri dan menjaga sanitasi kandang dengan standar lebih higienis. Program ini memperlihatkan bagaimana hasil riset universitas dapat diimplementasikan secara langsung untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat pedesaan berbasis inovasi IPTEKS lokal.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat di Desa Sea Tumpengan menitikberatkan pada proses fermentasi nira aren, pembuatan etanol, pengenceran, formulasi disinfektan, serta sosialisasi kepada peternak babi. Tahap fermentasi dilakukan dengan memanfaatkan nira aren segar (*Arenga pinnata*) yang diperlakukan dengan kadar etanol 30–40%. Cairan hasil fermentasi kemudian dimurnikan menggunakan alat destilasi refluks tiga kolom yang dirancang tim Universitas Sam Ratulangi dan CV. Charity. Teknologi ini bekerja berdasarkan perbedaan titik didih etanol dan air, sehingga menghasilkan etanol murni dengan kadar 90–95% v/v tanpa bahan kimia tambahan. Selanjutnya, bioetanol yang diperoleh diencerkan dengan air deionisasi hingga kadar 70% v/v sesuai rekomendasi WHO sebagai konsentrasi optimal disinfektan. Larutan hasil pengenceran dihomogenkan dengan mixer stainless steel hingga menjadi disinfektan alami siap pakai yang aman, tidak meninggalkan residu, dan ramah lingkungan. Tahapan akhir berupa sosialisasi dan pelatihan partisipatif kepada peternak meliputi demonstrasi fermentasi, destilasi, pengenceran, serta praktik langsung penyemprotan kandang. Antusiasme peternak sangat tinggi karena teknologi ini mudah diterapkan, menekan biaya produksi, dan meningkatkan kebersihan kandang. Dengan demikian, kegiatan ini berhasil mentransfer teknologi tepat guna berbasis bioetanol lokal dan memperkuat kesadaran masyarakat terhadap sanitasi peternakan berkelanjutan berbasis sumber daya hayati lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dhif, H., ben Salah-Abbès, J., Al-Amiry, A., Chaieb, K., Calleja-Gómez, M., Berrada, H., & Abbès, S. (2025). Comparative antimicrobial activity of ethanol and aqueous extracts of *Ziziphus lotus* against bacteria and fungi. *Food Bioscience*, 71, 107149. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2025.107149>.
- [2] Gugule, S., F. Fatimah, C. P. Maanari, dan T.E. Tallei. 2020. Data on the use of virgin coconut oil and bioethanol produced from sugar palm sap as raw materials for biodiesel synthesis. *Data in Brief*. 29: 105199. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105199>.

[3] Hanamoto, S., S. Zaman, D. Yao, dan Y. Minami.2024. Occurrence and source identification of the disinfectant didecyldimethylammonium chloride in a Japanese watershed receiving effluent from swine farms. Environmental Pollution. 360: 124714. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.124714>.

[4] Hossain, M.A., M.A. Kabir, M. Morshed, dan S. Sen. 2025. Advanced THz Optical Sensor for Ethanol and Benzene Detection: A Step towards Safer Industrial and Environmental Monitoring. Sensing and Bio-Sensing Research. 49: 100846. <https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2025.100846>.

[5] Kampf, G. (2018). Efficacy of ethanol against viruses in hand disinfection. Journal of Hospital Infection, 98(4), 331–338. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2017.08.025>.

[6] Kedkovid, R., Sirisereewan, C., Thanawongnuwech, R., 2020. Major swine viral diseases: an Asian perspective after the African swine fever introduction. Porc. Health Manag 6, 20. <https://doi.org/10.1186/s40813-020-00159-x>.

[7] Saab, Y., R. Zgheib, Z. Nakad, dan R.S. Khnayzer. 2024. Determination of volatile impurities and ethanol content in ethanol-based hand sanitizers: Compliance and toxicity. Toxicology Reports. 13: 101709. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2024.101709>.

[8] Sangian, H. F., Pasau, G., Tamuntuan, G. H., Widjaja, A., Purwadi, R., Agnesty, S. Y., Sriana, T., Nurrahman, A., Tuhuloula, A., & Thahir, R. (2023). Analysis of compositions and fuel specifications of the aqueous emulsion fuels of gasoline (RON 90)-ethanol-water in stable emulsions at low temperatures. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(6 (121)), 22–32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.272512>

[9] Woonwong, Y., Do Tien, D., Thanawongnuwech, R., 2020. The future of the pig industry after the introduction of african swine fever into Asia. Anim. Front. 10, 30–37. <https://doi.org/10.1093/af/vfaa037>