

TEKNOLOGI TEPAT GUNA PENGOLAHAN LIMBAH KULIT PISANG MENJADI VINEGAR DALAM MENINGKATAN NILAI EKONOMI PISANG KELOMPOK TANI MAWAR DI DESA PERBO

Rita Hayati^{1)*}, Jafrizal²⁾, Neti Kesumawati³⁾, Edi Efrita⁴⁾,
Maheran Mulyadi⁵⁾, & Surya Ade Saputra⁶⁾

Universitas Muhammadiyah Bengkulu, Indonesia

*Corresponding author: ritahayati@umb.ac.id

ABSTRAK

Pisang merupakan komoditi hortikultura terbesar di Desa Perbo Kabupaten Rejang Lebong Propinsi Bengkulu yang dikenal dengan Pisang Ambon Curup. Ketersediaan pisang yang melimpah dengan rata-rata produksi 69.088,30 kwintal/tahun pada tahun 2023 potensi besar ini belum sepenuhnya termanfaatkan secara optimal seperti limbah kulit pisang yang masih terbuang selama ini dianggap sebagai limbah yang menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan berupa sampah yang tidak mempunyai nilai ekonomi, padahal kulit pisang memiliki kandungan nutrisi yang berpotensi untuk dapat dimanfaatkan kembali dan memiliki potensi kandungan nutrisinya yang bermanfaat untuk kesehatan. Hal ini sangat diperlukan pengolahan kulit buah pisang menjadi Vinegar Perlu pengabdian kepada masyarakat dengan teknologi tepat guna untuk dapat meningkatkan nilai ekonomi pisang dan memanfaatkan limbah kulit pisang menjadi lebih bernilai dan tidak mencemari lingkungan. Tujuan pengabdian adalah untuk mengatasi permasalahan nilai ekonomi rendah pada kulit pisang ambon melalui Teknologi tepat guna dengan memanfaatkan kulit pisang menjadi Vinegar (Cuka kulit Pisang). Metode yang digunakan meliputi sosialisasi potensi kulit pisang, pelatihan teknologi fermentasi menjadi Vinegar dengan starter, pendampingan proses produksi hingga analisis sederhana kualitas produk akhir. Hasil pengabdian menunjukkan Kelompok Tani Mawar mampu menguasai teknologi pembuatan vinegar kulit pisang dengan baik. Produk Vinegar yang dihasilkan menunjukkan karakteristik organoleptik yang dapat diterima dan berpotensi dikembangkan lebih lanjut. Peningkatan nilai ekonomi pisang ambon pada bagian limbahnya menjadikan peluang usaha baru dan mengurangi limbah organik, dengan teknologi tepat guna ini kelompok tani Mawar memiliki semangat yang tinggi untuk mengembangkan usaha yang memberikan kontribusi nyata dalam peningkatan pendapatan masyarakat serta pengelolaan lingkungan.

Kata Kunci: vinegar, kulit pisang, teknologi tepat guna.

PENDAHULUAN

Pisang Ambon Desa Perbo Rejang Lebong Bengkulu memiliki kualitas terbaik aroma yang harum, rasa yang manis dan gurih serta renyah. Memiliki keunggulan lain yaitu tahan beberapa hama, merupakan produk pertanian dengan prospek ekonomi yang signifikan ((Warella, 2023) dengan rata-rata produksi 69.088,30 Kwintal/tahun pada tahun 2023 (BPS Kabupaten Rejang Lebong. Memiliki ciri yang berbeda dari varietas pisang lainnya dengan warna kulit hijau tua atau hijau kekuningan dengan bintik-bintik hitam dan buah agak lonjong serta ukuran besar dengan rasa manis yang khas kaya nutrisi terutama vit C, Kalium,

serat yang bermanfaat untuk kesehatan. Dapat dimakan segar atau diolah menjadi berbagai jenis makanan seperti kolak, pisang goreng dan keripik. Mempunyai nilai budaya masyarakat lokal daerah Curup dan juga sebagai salah satu plasma nutfah yang potensial untuk dikembangkan. terutama Pisang ambon Curup saat panen masyarakat mengalami kesulitan dalam pemasaran dan mengalami penurunan harga sehingga terjadi pembusukan saat pisang tidak cepat terjual, Masalah mengenai Harga Jual Pisang Segar selama periode panen berlimpah ditandai dengan volatilitas yang signifikan, dan margin keuntungan minimal; akibatnya, sangat penting untuk

berinovasi teknologi yang tepat untuk mendapatkan Nilai Tambah melalui pemanfaatan kulit pisang, yang biasanya dianggap hanya sebagai produk sampingan. Kemajuan ini tidak hanya akan mengurangi limbah, tetapi juga memiliki potensi untuk meningkatkan pengembalian keuangan bagi produsen pertanian dengan menghasilkan produk dengan nilai ekonomi yang signifikan dari kulit pisang. (Segura-Badilla et al., 2022). Kemajuan teknologi ini berpotensi meningkatkan kesejahteraan produsen pertanian dengan menghasilkan prospek kewirausahaan baru dan mengurangi konsekuensi buruk yang terkait dengan limbah kulit pisang (Banana Wastes, 2022). Melalui pemanfaatan kemajuan teknologi yang sesuai, diantisipasi bahwa praktisi pertanian akan dapat mengubah limbah kulit pisang menjadi produk dengan nilai ekonomi tinggi, seperti Vinegar, sehingga berpotensi meningkatkan pendapatan Kelompok Tani secara substansif (Acevedo et al., 2021).

Permasalahan muncul saat panen melimpah sehingga perlu teknologi tepat guna untuk diolah menjadi produk turunan seperti Vinegar atau cuka pisang. Penerapan kemajuan teknologi yang sesuai dalam metodologi produksi Vinegar berpotensi meningkatkan nilai ekonomi yang dihasilkan bagi kolektif petani pisang (Acevedo et al., 2021). Oleh karena itu, penerapan solusi teknologi yang tepat sangat penting untuk meningkatkan nilai tambah pisang (Justine et al., 2022), tetapi juga memberikan peluang baru untuk diversifikasi pisang menjadi produk pertanian yang bernilai tinggi di daerah tersebut (Sadimantara & Leomo, 2020). Penerapan teknologi tepat guna dalam produksi Vinegar dapat membantu meningkatkan pendapatan petani, memperkuat ketahanan ekonomi mereka, dan berkontribusi pada keberlanjutan pertanian lokal (Sakr, n.d., 2023). Sebagai hasil dari penerapan teknologi ini, kelompok tani diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam proses produksi, yang pada gilirannya akan mendukung ketahanan pangan dan kesejahteraan masyarakat pertanian. Usaha kecil dan menengah

(UKM) yang terlibat dalam pengolahan pisang telah menunjukkan keberlanjutan ekonomi, dengan rasio nilai tambah yang tinggi dan peningkatan penjualan, menunjukkan model bisnis yang layak untuk produksi cuka pisang (Prasetyo et al., 2024). Sangat penting bagi kolektif pertanian untuk menerima pendidikan dan bimbingan dalam pemanfaatan kemajuan teknologi yang tepat untuk meningkatkan kemandirian komoditas yang dihasilkan (Lawrence et al., 2023). Melalui inisiatif pengabdian masyarakat ini, diantisipasi bahwa kemajuan teknologi yang tepat akan digunakan untuk memanfaatkan kulit pisang, limbah pertanian umum, untuk produksi cuka tidak hanya menambah nilai ekonomi tetapi juga mengatasi masalah lingkungan yang terkait dengan pembuangan limbah. Pendekatan ini dapat menghasilkan pendapatan dan mengurangi bahaya kesehatan masyarakat yang terkait dengan limbah makanan (Odu et al., 2020). Kemajuan teknologi terkait ini diantisipasi untuk secara substansif meningkatkan kemajuan metodologi pertanian berkelanjutan di Desa Perbo Kelayakan ekonomi untuk mengubah kulit pisang menjadi cuka atau pupuk perlu dipertimbangkan, karena melibatkan biaya yang terkait dengan pemrosesan dan implementasi teknologi (Singh & Singh, 2024).

Kurangnya fasilitas penyimpanan dingin, prosedur penimbangan yang tidak tepat, dan fasilitas transportasi yang tidak memadai merupakan hambatan signifikan bagi pemasaran pisang yang efektif. Masalah-masalah ini berkontribusi pada fluktuasi harga dan penurunan penjualan selama periode puncak panen (Sakthiganesh.M & Dr.S.Dineshkumar, 2022).

Situasi ini memuncak dalam kerugian finansial bagi produsen pertanian pisang saat panen melimpah, strategi yang efektif untuk mengatasi masalah ini melibatkan diversifikasi produk pisang olahan (At Jimma Town Market, 2022) dan memanfaatkan limbah kulit pisang yang memiliki potensi untuk meningkatkan nilai ekonomi dan memperpanjang kelangsungan hidup petani pisang, sehingga mengurangi

kerugian yang ditimbulkan. (Hloušková et al., 2022).

Strategi diversifikasi ini merupakan bagian dari upaya yang lebih luas untuk menciptakan rantai nilai pisang yang berkelanjutan, yang mencakup penggunaan limbah pisang untuk produksi biogas, sehingga mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan meningkatkan keuntungan bagi petani (Krungkaew et al., 2023)].

Berdasarkan permasalahan tersebut, program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memberikan solusi melalui penerapan teknologi tepat guna berupa pemanfaatan kulit pisang menjadi Vinegar diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomi petani pisang dan mengurangi limbah serta memberdayakan kelompok tani Mawar secara berkelanjutan. Pemanfaatan teknologi ini diharapkan dapat membantu petani pisang dalam meningkatkan pendapatan dan kualitas produk petani pisang, serta mendorong kemajuan ekonomi regional (Mendhe et al., 2022)]. Penerapan teknologi tepat guna dalam produksi Vinegar juga sejalan dengan upaya pemerintah untuk meningkatkan kapasitas produksi dan pendapatan kelompok tani di Indonesia

Meningkatkan kualitas dan kuantitas produk melalui teknologi tepat guna, kelompok tani diharapkan dapat lebih berdaya saing dan berkontribusi pada perekonomian lokal yang lebih baik. Memperkuat institusi petani sangat penting untuk pengelolaan pertanian dan daya saing yang efisien. Dukungan kelembagaan meliputi bimbingan, bantuan modal, dan akses ke pasar input dan output, yang penting untuk menghasilkan produk pertanian berkualitas tinggi (Adawiyah et al., 2022)].

Vinegar atau Cuka pisang merupakan produk hasil fermentasi yang memiliki potensi signifikan, selain berlimpah dan bermanfaat untuk kesehatan seperti meningkatkan kesehatan pencernaan dan mengontrol gula darah. Asam asetat dalam cuka berkontribusi pada aroma dan rasanya yang asam dan kuat, menjadikannya komponen yang berharga dalam aplikasi kuliner untuk meningkatkan

rasa (Perumpuli & Dilrukshi, 2022). Pengawet alami dan produk perawatan tubuh dan kecantikan (Prisacarua et al., 2021). Melalui penerapan kemajuan teknologi yang tepat dalam proses pembuatan Vinegar, petani pisang memiliki potensi untuk memperluas jangkauan pasar dan meningkatkan keunggulan kompetitif penawaran produknya, sehingga memfasilitasi kemajuan ekonomi daerah dengan pemanfaatan teknologi tepat guna yang sesuai dalam proses pembuatan Vinegar tidak hanya menghasilkan keuntungan ekonomi tetapi juga mempromosikan keberlanjutan pertanian dan meningkatkan hasil kesehatan masyarakat. (Sakr, n.d. 2023)

Pemanfaatan kulit pisang menjadi Vinegar dapat menjadi solusi inovatif untuk mengatasi oversupply pisang. Sementara konversi kulit pisang menjadi cuka menawarkan solusi yang menjanjikan untuk kelebihan pasokan pisang, penting untuk mempertimbangkan penggunaan alternatif untuk limbah pisang. Misalnya, kulit pisang juga dapat diubah menjadi pupuk organik cair, yang membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan memberikan alternatif ramah lingkungan untuk pupuk kimia (Sari et al., 2024). Pendekatan ganda ini tidak hanya membahas pengelolaan limbah tetapi juga mendukung praktik pertanian berkelanjutan, mengurangi limbah pertanian dan dapat juga meningkatkan pendapatan petani. Selain itu, diversifikasi produk seperti cuka pisang dapat memperkuat ketahanan pangan lokal dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat pertanian secara keseluruhan. (Rahmanto et al., 2020) Pengabdian ini bertujuan untuk memberikan pelatihan dan bimbingan kepada kelompok tani dalam penerapan teknologi tepat guna, sehingga mereka dapat mengoptimalkan produksi cuka pisang dan meningkatkan kesejahteraan ekonomi. Petani dapat memproduksi cuka pisang secara mandiri dan berkelanjutan.

Produksi Vinegar dari kulit pisang dapat memberikan solusi inovatif untuk meningkatkan nilai ekonomi pisang bagi Kelompok Tani Mawar Desa Perbo Kepahiyang Bengkulu. Dengan memanfaatkan limbah kulit pisang,

diharapkan Kelompok Tani Mawar dapat memperoleh tambahan pendapatan dan mengurangi dampak lingkungan dari limbah pertanian. Melalui penerapan metodologi yang tepat, pemanfaatan limbah kulit pisang berpotensi menambah pendapatan yang inovatif dan berkelanjutan bagi praktisi pertanian, sehingga berkontribusi pada keberlanjutan praktik pertanian (Serna-Jiménez & Siles López, 2023). Selain itu, teknologi ini dapat membantu meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pengelolaan limbah pertanian secara efektif dan berkelanjutan. (Akhtar et al., 2021)

Penggunaan teknologi tepat guna dalam pengolahan limbah kulit pisang menjadi Vinegar dapat meningkatkan nilai ekonomi dan mendukung keberlanjutan pertanian di desa Perbo. Mengubah limbah kulit pisang menjadi cuka mengurangi beban lingkungan dari pembuangan limbah dan menambah nilai ekonomi dengan menciptakan produk yang dapat dipasarkan. Ini sejalan dengan prinsip-prinsip ekonomi sirkular, di mana limbah diminimalkan, dan sumber daya digunakan kembali (Acevedo et al., 2021).

Inisiatif ini juga berpotensi untuk memberdayakan petani lokal dengan memberikan pelatihan tentang teknik pengolahan limbah yang efisien dan ramah lingkungan. Kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan keterlibatan anggota Kelompok Tani Mawar dalam pengolahan limbah, sekaligus memperkuat ketahanan pangan (Sebayang et al., 2022) di wilayah tersebut. Program ini juga dapat membuka peluang bagi anggota Kelompok Tani Mawar untuk mengeksplorasi produk turunan lainnya dari kulit pisang, sehingga meningkatkan diversifikasi produk pertanian mereka. Dengan demikian, penerapan teknologi tepat guna dalam pengolahan limbah kulit pisang tidak hanya meningkatkan nilai ekonomi, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dan ketahanan pangan masyarakat.

METODE KEGIATAN

Bahan

Pisang: Pilih pisang yang matang sempurna, bahkan yang sudah agak lembek atau terlalu matang (namun tidak busuk). Jenis pisang ambon sebanyak 5 kg. Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*): Untuk fermentasi alkohol 250 gram. Starter Cuka (*Acetobacter aceti*): Bisa didapatkan dari cuka pisang yang sudah jadi dan yang tidak dipasteurisasi. Gula (opsional): Untuk meningkatkan kadar gula jika pisang kurang manis atau untuk mempercepat fermentasi 20% atau 400 gram. Air bersih. 3 liter.

Alat

Pisau, Blender, Timbangan, Kompor, saringan kain/ayakan, wadah fermentasi (toples kaca atau plastik food-grade dengan penutup), kain bersih, karet gelang, pH meter atau kertas lakmus (opsional). Metode yang digunakan dalam pengabdian ini meliputi:

- a. Survei dan analisis kebutuhan: Mengidentifikasi secara langsung permasalahan dan potensi yang ada di Kelompok Tani Mawar melalui wawancara dan observasi.
- b. Pelatihan dan Pendampingan: Memberikan pelatihan teori dan praktik mengenai pembuatan Vinegar kulit pisang.
- c. Demonstrasi pembuatan produk: Melakukan praktik langsung pembuatan produk Vinegar (cuka kulit pisang) secara bersama-sama dengan anggota kelompok
- d. Evaluasi dan Monitoring : Memantau mengevaluasi keberlanjutan program serta memberikan masukan untuk pengembangan lebih lanjut seperti pengolahan pisang menjadi keripik pisang dengan beberapa varian rasa.

Tahapan Proses Pembuatan Vinegar Kulit pisang

1. Persiapan Bubur kulit pisang :

Kulit pisang dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran dan kontaminasi sebanyak 5 kg dipotong-

potong kecil untuk memperluas permukaan. Kupas pisang, potong-potong, lalu haluskan dengan blender hingga menjadi bubur. Tambahkan sedikit air jika terlalu kental. Saring bubur pisang untuk memisahkan ampasnya. Ambil sarinya. Kulit pisang direbus dengan 3 liter air sebentar untuk mengurangi getah dan supaya steril, kemudian ditiriskan dan diinginkan.

2. Fermentasi Alkohol (Anaerob)

Disiapkan larutan gula konsentrasi 20% atau 400 gram tergantung pada tingkat kematangan pisang kemudian masukkan sari pisang kedalam toples steril lalu tuangkan larutan gula dan tambahkan Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) setelah pisang dingin sisakan ruang sebagian untuk mengeluarkan gas selama proses fermentasi. Ditutup toples dengan kain dan diberi karet gelang untuk mencegah terjadinya kontaminasi, kemudian difermentasi selama 2 minggu pada suhu ruang, proses ini mengubah gula yang ada pada kulit pisang menjadi Alkohol yang ditandai munculnya gelembung gas. Fermentasi selesai jika gelembung udara sudah tidak ada dan terdapat aroma alkohol.

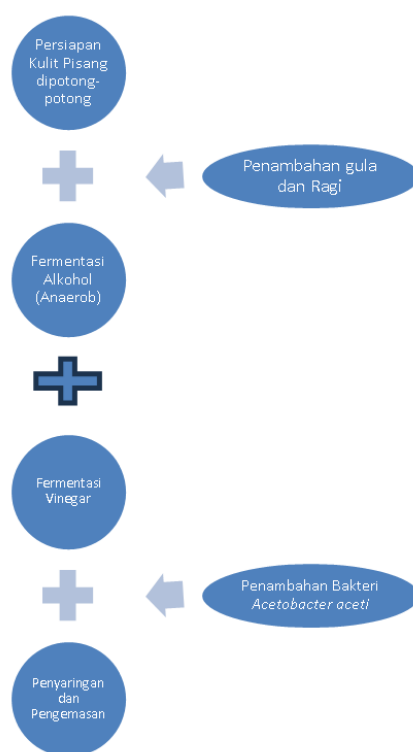
3. Fermentasi Asam Asetat (Anaerob)

Setelah fermentasi Alkohol selesai, larutan disaring untuk memisahkan endapan. Cairan hasil fermentasi kemudian diinokulasi dengan bakteri asam asetat ditambahkan bakteri asan aasetat (*Acetobacter aceti*) sebanyak Tambahkan starter cuka (sekitar 10-20% dari volume cairan alkohol), Tuang kembali cairan ke dalam wadah fermentasi yang bersih. tutup toples tidak terlalu rapat dengan menggunakan kain bersih agar sirkulasi udara aerob, difermentasi selama 4 minggu bakteri asam asetat akan mengubah Alkohol menjadi Vinegar (Cuka kulit pisang). Pastikan wadah memiliki permukaan yang luas agar kontak dengan udara lebih maksimal. Proses ini memerlukan

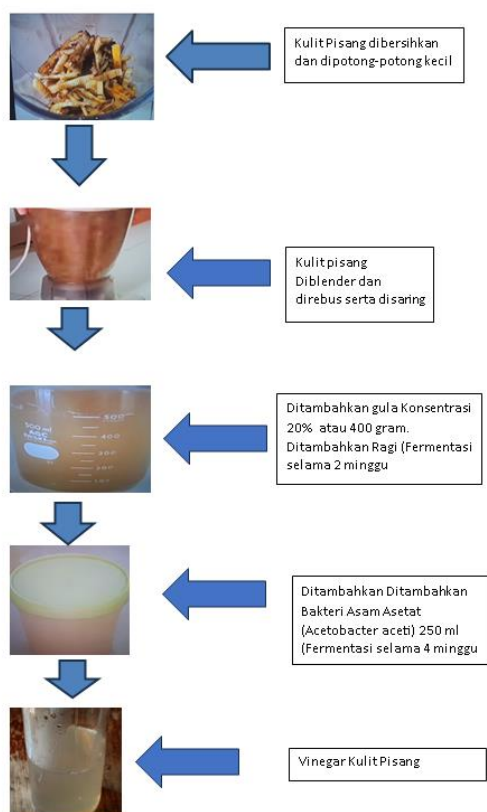
oksigen, jadi jangan ditutup kedap udara. Simpan di tempat gelap dan suhu ruangan selama 2-4 minggu, atau hingga aroma cuka kuat dan pH mencapai sekitar 2.5-3.5. Anda mungkin akan melihat lapisan bening seperti jeli terbentuk di permukaan, ini adalah "mother of vinegar" atau induk cuka, tanda fermentasi berjalan baik.

4. Penyaringan dan Pengemasan

Vinegar yang sudah jadi disaring kembali untuk memisahkan "mother of vinegar" dan endapan lainnya, kemudian dikemas dalam botol steril dan ditutup rapat serta siap dipasarkan.



Gambar 1. Diagram Alur pelaksanaan Limbah Kulit pisang menjadi Vinegar (Cuka pisang)



Gambar 2. Foto tahapan Pelaksanaan pembuatan Vinegar dari limbah kulit pisang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Vinegar didasarkan pada dua prinsip yaitu fermentasi alkohol dan asetat. Prinsip pertama dilakukan dengan menggunakan bantuan *Saccharomyces cerevisiae* yang mengubah kandungan gula sederhana atau pati menjadi alkohol dalam kondisi anaerob (tanpa udara). Tahap ini dapat bekerja secara optimal jika pada pH 3,5-6,0, dan suhu optimal untuk fermentasi alkohol umumnya antara 28-35°C, yang selaras dengan kondisi untuk berbagai proses produksi cuka (Horiuchi et al., 2000).

Sedangkan pada tahap kedua dilakukan fermentasi asetat dengan menggunakan bakteri *Acetobacter*, misalnya *Acetobacter Acety*, *xylinum*, *acetyginum*, yang mengubah alkohol dengan kadar tertentu menjadi sejumlah asam asetat dalam kondisi aerob, pada suhu optimum 15-34 °C, pH 3,0-4,0. Kriteria mutu Vinegar yang utama adalah kandungan asam asetatnya Cuka biasanya

mengandung 4-6% asam asetat berdasarkan berat, yang merupakan konsentrasi yang direkomendasikan untuk penggunaan makanan. Konsentrasi yang lebih tinggi dapat berbahaya bagi kesehatan, sehingga sangat penting untuk mematuhi standar ini selama produksi (Cruz et al., 2022).

Vinegar yang dijual harus mengandung paling sedikit 4% (4 g asam asetat per 100 ml), harus segar dan dibuat dari buah-buahan yang bersih bebas kontaminasi layak dikonsumsi serta harus diberi label yang semestinya (Desrosier, 1988). Vinegar yang sudah banyak beredar di pasar dan dikonsumsi oleh masyarakat terbuat dari bahan-bahan kimia yang berbahaya bagi tubuh. Biasanya Vinegar dibuat secara industri dengan menggunakan metode sintesis kimia murni. Perlu dibuat inovasi alami dalam pembuatan Vinegar misalnya dengan ,menggunakan buah pisang dan kulitnya merupakan tanaman yang banyak terdapat di Indonesia dan dapat tumbuh setiap musimnya sehingga jumlahnya selalu melimpah. Pisang mempunyai kandungan gizi sangat baik, kaya mineral seperti kalium, magnesium, fosfor, besi, dan kalsium, mengandung beberapa jenis senyawa antioksidan yang dapat diisolasi dari kulit pisang yaitu asam amino, peptida, flavonoid, katekolamin, dopamin dan polimer dopamin, serta mengandung 18-25 % karbohidrat. Kulit pisang mengandung tanin, saponin, dan terpenoid, yang berkontribusi pada sifat antimikroba dan anti-inflamasinya. Senyawa ini membuat kulit pisang menjadi sumber yang berharga untuk mengembangkan produk kesehatan alami (Rawat et al., 2024) (Ashka et al., 2023)].

Selain kulit pisangnya buah pisang juga dapat diolah sebagai bahan pembuatan Vinegar buah alami dengan *Acetobacter aceti* (Rudi, 2004). Bakteri *Acetobacter xylinum* dapat juga digunakan dalam pembuatan cuka misalnya cuka buah seri (Muntingia Calabura L). (Fikri) pisang terbukti dapat digunakan sebagai bahan baku Vinegar alami dengan teknologi fermentasi.

Konversi limbah kulit pisang menjadi Vinegar tidak hanya mengurangi limbah

lingkungan tetapi juga menghasilkan peluang kewirausahaan baru bagi kelompok tani, sehingga memperkuat keberlanjutan ekonomi regional. Akibatnya, penerapan teknologi inovatif ini diantisipasi untuk meningkatkan keahlian dan kompetensi petani dalam transformasi limbah kulit pisang menjadi komoditas bernilai tambah seperti Vinegar (Omulo et al., 2017).

Derivasi vinegar dari kulit pisang juga dapat memainkan peran penting dalam mengurangi pencemaran lingkungan yang berasal dari limbah pertanian, selaras dengan inisiatif yang bertujuan mengurangi efek buruk pada ekosistem. Perlu pelatihan kepada petani dalam teknik fermentasi, kontrol kualitas, dan manfaat ekonomi dari produksi cuka kulit pisang (Tuhuteru et al., 2023).

Melalui penerapan metodologi yang tepat, Vinegar yang berasal dari limbah kulit pisang memiliki potensi untuk meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi operasional dalam pengelolaan limbah pertanian, (Bioconversion of Agricultural and Food Wastes to Vinegar, 2023) sementara secara bersamaan memberikan keuntungan ekonomi bagi praktisi pertanian lokal. Dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya pengelolaan limbah, inovasi dalam produksi vinegar dari kulit pisang dapat menjadi alternatif yang menarik untuk meningkatkan pendapatan petani (Silfia, 2014). Inovasi ini tidak hanya memberikan nilai tambah bagi produk pertanian, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dan pengurangan limbah pertanian. Dengan demikian, penerapan teknologi tepat guna dalam pengolahan limbah kulit pisang menjadi vinegar dapat membantu kelompok tani meningkatkan pendapatan dan mengurangi dampak lingkungan dari limbah pertanian.

Penerapan teknologi ini juga sejalan dengan upaya pemerintah dalam mendukung sektor pertanian dan meningkatkan kesejahteraan petani melalui inovasi yang berkelanjutan (Hasibuan et al., 2024). Sangat penting untuk melibatkan praktisi pertanian dalam inisiatif pendidikan dan program penjangkauan yang berkaitan dengan metodologi fermentasi yang efektif untuk meningkatkan output pembuatan

Vinegar yang berasal dari produk sampingan kulit pisang. Kemajuan teknologi, seperti penggunaan bakteri termotoleran dan teknologi inovatif seperti tekanan hidrostatik tinggi, dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi cuka (Luzón-Quintana et al., 2021).

Pengabdian kepada masyarakat mengolah kulit pisang menjadi vinegar. Produksi cuka kulit pisang melibatkan proses fermentasi alkohol dan asetat. Pilihan metode dan kondisi fermentasi, seperti konsentrasi starter cuka, secara signifikan mempengaruhi sifat organoleptik produk akhir (Iskandar et al., 2024) (Luzón-Quintana et al., 2021).

Pelatihan ini akan membantu petani memahami proses fermentasi yang efektif dan memaksimalkan hasil produksi vinegar dari kulit pisang (Lohan et al., 2022), sehingga meningkatkan nilai tambah produk mereka dan mendukung keberlanjutan ekonomi lokal. Dengan demikian, pelatihan yang efektif dan berkelanjutan akan menjadi kunci untuk memberdayakan kelompok tani dalam memanfaatkan limbah kulit pisang secara optimal.

Pelatihan ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman petani mengenai peran *Acetobacter aceti* dalam proses fermentasi, sehingga menghasilkan vinegar dengan kualitas yang lebih baik dan nilai jual yang lebih tinggi. Penelitian telah menunjukkan bahwa konsentrasi starter cuka 15% optimal untuk menghasilkan cuka kulit pisang dengan rasa, aroma, dan warna yang menyenangkan (Iskandar et al., 2024).

Peningkatan pengetahuan mengenai teknik fermentasi dapat mendorong petani untuk lebih inovatif dalam mengolah limbah kulit pisang menjadi produk bernilai tambah yang bermanfaat. Oleh karena itu, dukungan dari pemerintah dan lembaga terkait sangat penting untuk memastikan keberhasilan pelatihan dan adopsi teknologi ini di kalangan petani. Dukungan ini akan memfasilitasi akses petani terhadap sumber daya dan informasi yang diperlukan untuk menerapkan teknik fermentasi yang efektif, serta meningkatkan produktivitas dan

pendapatan mereka. Kelompok Tani Mawar Jumlah anggota 30 keluarga petani pisang Produksi pisang >12 ton/bulan Dampak limbah: 30-40% berat total buah. Total limbah kulit pisang yang dihasilkan sekitar 4 - 5 ton per bulan. Dengan pemanfaatan limbah ini, diharapkan dapat mengurangi dampak lingkungan sekaligus meningkatkan pendapatan kelompok tani. Dengan demikian, penerapan teknologi tepat guna dalam pengolahan limbah kulit pisang menjadi vinegar dapat memberikan solusi bagi permasalahan limbah pertanian dan meningkatkan kesejahteraan petani lokal (Rasmikayati et al., 2025). Penerapan teknologi ini juga dapat memperkuat ketahanan pangan lokal dengan menciptakan produk baru yang dapat dipasarkan, sehingga meningkatkan pendapatan dan keberlanjutan ekonomi kelompok tani. Dengan demikian, pengolahan limbah kulit pisang menjadi vinegar tidak hanya memberikan nilai tambah ekonomi, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dan pengurangan limbah pertanian.

Limbah Kulit Pisang mengandung Karbohidrat tinggi: 18.5%-25% pada kulit pisang (Pereira et al., 2021). Memanfaatkan kulit pisang untuk produksi cuka membantu mengurangi jumlah limbah organik yang signifikan yang dihasilkan oleh konsumsi dan pemrosesan pisang. Hal ini tidak hanya mengurangi pencemaran lingkungan tetapi juga memberikan insentif ekonomi dengan mengubah limbah menjadi produk yang dapat dipasar (Mardiana et al., 2022) (Banana Wastes, 2022). Cuka telah terbukti meningkatkan kontrol glikemik, terutama pada individu dengan diabetes tipe 2. Studi menunjukkan bahwa konsumsi cuka dapat secara signifikan mengurangi glukosa darah puasa dan kadar HbA1c, yang merupakan penanda penting untuk manajemen diabetes (Cheng et al., 2020). yang tidak hanya meningkatkan nilai ekonomi tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan. Konsumsi cuka juga telah dikaitkan dengan peningkatan kesehatan kardiovaskular, dengan penelitian menunjukkan penurunan tekanan darah dan kadar kolesterol (Kielb et al., 2024).

Di luar efek utamanya, cuka telah dikaitkan dengan manfaat kesehatan lainnya, termasuk efek antioksidan, antitumor, dan anti-inflamasi. Ini sebagian besar dikaitkan dengan kandungan senyawa fenolik yang kaya dan zat bioaktif lainnya (Kandylis et al., 2021). Efek antimikroba ini tidak hanya bermanfaat untuk aplikasi eksternal tetapi juga berkontribusi pada kesehatan internal dengan mengurangi bakteri berbahaya di saluran pencernaan (Johnston, 2009) (Kielb et al., 2024).

Akibatnya, konversi limbah kulit pisang menjadi Vinegar tidak hanya menghasilkan peningkatan ekonomi tetapi juga menumbuhkan kesehatan masyarakat berdasarkan manfaat kesehatan yang terkait (Saleem & Saeed, 2020). Keberhasilan fermentasi cuka, penting untuk mempertimbangkan variabilitas bahan baku dan kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi proses. Substrat yang berbeda, seperti buah-buahan atau molase, mungkin memerlukan penyesuaian khusus dalam parameter fermentasi untuk mencapai konsentrasi dan kualitas asam asetat yang diinginkan. Selain itu, kemajuan dalam metode analitik, seperti kuantifikasi enzimatis asam asetat, dapat meningkatkan presisi dan efisiensi pemantauan proses fermentasi, sehingga meningkatkan hasil produksi secara keseluruhan (Dini et al., 2020)]. Suhu optimal: 28-32°C Suhu yang tepat dalam proses fermentasi sangat penting untuk mencapai kualitas vinegar yang diinginkan dan memastikan hasil yang optimal. Pengendalian suhu selama proses fermentasi akan memastikan pertumbuhan mikroorganisme yang efisien, sehingga menghasilkan vinegar berkualitas tinggi (Fregapane et al., 2001) dan Durasi fermentasi yang berbeda dapat secara signifikan mempengaruhi sifat kimia dan organoleptik cuka kulit pisang. Misalnya, periode fermentasi 18 hari meningkatkan kualitas kimia, sifat organoleptik, dan kualitas mikrobiologis produk (Utama et al., 2022). pH 2,5-3,5 umumnya menunjukkan cuka yang diproduksi dengan baik, penting untuk mempertimbangkan bahwa pH spesifik dapat bervariasi tergantung pada jenis cuka dan bahan baku yang digunakan.

Misalnya, cuka buah mungkin memiliki nilai pH yang sedikit berbeda karena adanya berbagai asam organik di luar asam asetat (Luzón-Quintana et al., 2021). Bakteri *Acetobacter aceti* diperkenalkan untuk mengubah alkohol menjadi asam asetat, komponen utama cuka. Penambahan 10% *Acetobacter aceti* telah terbukti menghasilkan hasil terbaik, mencapai konsentrasi asam asetat 6% (Sugitriyani et al., 2023).

Komposisi Vinegar Kulit Pisang Kadar asam asetat mencapai 4-6% Kadar asam asetat yang optimal dalam vinegar kulit pisang (Zhao, 2018) Peningkatan daya saing produk di pasar dapat dikaitkan dengan faktor-faktor seperti rona, aroma unik, dan komposisi nutrisi (Ismailov, 2021). Konsentrasi starter cuka secara signifikan mempengaruhi sifat organoleptik cuka, seperti warna, aroma, dan rasa. Konsentrasi starter cuka 15% ditemukan optimal untuk memproduksi cuka dengan atribut sensorik yang paling menguntungkan (Iskandar et al., 2024). Dengan demikian, suhu dan pH dalam produksi cuka kulit pisang. Ini berfokus pada efek konsentrasi starter cuka pada sifat organoleptik cuka. Namun, ini menyoroti bahwa cuka kulit pisang, terutama dengan konsentrasi starter cuka 15%, adalah pendekatan yang menjanjikan untuk mengurangi limbah organik dan menawarkan karakteristik organoleptik yang menguntungkan, menjadikannya produk yang bermanfaat bagi kesehatan (Iskandar et al., 2024). Pisang dan produk sampingannya dapat digunakan dalam pengembangan makanan fungsional, seperti produk bebas gluten, roti, dan pasta, memberikan alternatif alami untuk aditif sintetis (Afzal et al., 2022). Cuka yang terbuat dari kulit pisang mempertahankan senyawa bioaktif ini, menawarkan efek antioksidan, antimikroba, dan terapi lainnya, mirip dengan yang ditemukan dalam cuka tradisional (Prisacarua et al., 2021).

PENUTUP

Keuntungan Ekonomi Langsung untuk kelompok tani Mawar Pertanian menambah pendapatan yang diperoleh dari

produk sampingan, dengan proyeksi nilai pasar Vinegar berkisar antara Rp 30.000 hingga Rp 35.000 per liter, sehingga memberikan motivasi tambahan bagi kelompok Tani Mawar untuk mengolah dan pemanfaatan limbah kulit pisang secara berkelanjutan. (Sumiyati, 2023) Meskipun demikian, penerapan metodologi fermentasi yang tepat tidak hanya menawarkan resolusi untuk pengelolaan produk sampingan kulit pisang tetapi juga meningkatkan kemakmuran ekonomi produsen pertanian regional (Saeed et al., 2021). Selain itu dengan meningkatkan diversifikasi pengolahan limbah pertanian dan memperluas pasar, yang dapat meningkatkan keunggulan kompetitif produk pertanian regional (Kuznetsova et al., 2021). Inisiatif ini diharapkan dapat mendorong kreativitas petani dalam mengembangkan produk baru berbasis kulit pisang, sehingga menciptakan peluang usaha yang berkelanjutan (Wardhani & Puspitawati, 2022).

Keuntungan tambahan yang juga diperoleh mencakup dimensi Lingkungan dan Sosial yang bertujuan mengurangi limbah organik yang disimpan di desa, yang sebelumnya merupakan masalah penting (Hakim et al., 2023). Penerapan teknologi ini diantisipasi untuk mengurangi konsekuensi ekologis dari produk sampingan pertanian sambil menghasilkan keuntungan ekonomi yang substansial bagi Grup Petani Mawar. Selain itu, ini memfasilitasi peningkatan pelatihan dan peluang kerja bagi masyarakat setempat. Akibatnya, inisiatif ini bertujuan tidak hanya untuk menambah pendapatan tetapi juga untuk menumbuhkan pemahaman yang lebih baik tentang pengelolaan lingkungan dalam pengawasan limbah pertanian (De Nijs et al., 2023). Pemberdayaan kelompok Tani Mawar melalui pelatihan pembuatan Vinegar dari Kulit pisang dan pemberian pengetahuan mengenai teknik fermentasi yang efektif sangat penting untuk memastikan keberhasilan produksi vinegar. Pelatihan yang tepat, kelompok Tani Mawar dapat meningkatkan keterampilan mereka dalam memanfaatkan limbah kulit pisang menjadi produk bernilai tinggi. Bekerjasama secara

berkelompok dengan sistem bagi hasil dapat mendorong kolaborasi yang lebih baik dan memastikan distribusi keuntungan yang adil di antara anggota kelompok. Dengan demikian, pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pendapatan individu, tetapi juga memperkuat solidaritas komunitas dalam pengelolaan sumber daya pertanian.

Secara ekonomi, telah diproyeksikan konversi 500 kg kulit pisang dapat menghasilkan 100 liter Vinegar, dengan harga pasar mulai dari Rp 25.000 hingga Rp 30.000 per kilogram per anggota, sehingga menghasilkan pendapatan bulanan yang didapat sekitar Rp 2.500.000 hingga Rp 3.000.000. Oleh karena itu, transformasi limbah kulit pisang menjadi Vinegar menghadirkan peluang ekonomi yang layak. (Prisacarua et al., 2021). Seiring dengan keuntungan ekonomi, ada juga peningkatan ketahanan pangan dan kelestarian lingkungan di Desa Perbo. Sebagai perbandingan, margin keuntungan prospektif yang diperoleh dari penjualan buah pisang segar diproyeksikan melebihi 35 hingga 45%, dilengkapi dengan pendapatan tambahan yang dihasilkan melalui pengolahan kulit pisang menjadi Vinegar (Cuka pisang). (Sulistiyowarni et al., 2020). Dengan demikian, penerapan teknologi pengolahan limbah kulit pisang menjadi vinegar dapat memberikan solusi yang inovatif dan berkelanjutan bagi Kelompok Tani Mawar, meningkatkan pendapatan dan keberlanjutan lingkungan. Inisiatif ini diharapkan dapat memperkuat ketahanan pangan lokal serta mendorong keberlanjutan ekonomi melalui peningkatan pemanfaatan limbah kulit pisang dalam produksi vinegar.

Adopsi inovasi pengelolaan limbah pertanian secara signifikan dipengaruhi oleh dukungan pemerintah, program sosialisasi, dan kondisi sosial ekonomi. Faktor-faktor ini memainkan peran penting dalam mendorong masyarakat untuk mengadopsi praktik pengelolaan limbah yang berkelanjutan (Listyarini & Warlina, 2023). Inisiatif semacam ini menunjukkan hasil yang signifikan dalam meningkatkan kesejahteraan petani dan mempromosikan keberlanjutan ekologis yang komprehensif. Selain itu, ada reaksi pasar yang

menguntungkan terhadap Vinegar organik (cuka pisang) yang diproduksi secara lokal dibandingkan dengan rekan sintetisnya. (Sustainable Farming Community Using Green Marketing, 2023) Oleh karena itu, penerapan teknologi tepat guna dalam pengolahan limbah kulit pisang menjadi vinegar diharapkan dapat memberikan dampak positif yang signifikan terhadap kesejahteraan ekonomi dan lingkungan di Desa Perbo.

Simpulan dan pengembangan ke depan pengolahan kulit pisang menjadi Vinegar (Cuka Pisang) merupakan peluang ekonomi baru khusus Kelompok Tani mawar di Desa Perbo. Kerangka kerja ini berpotensi berfungsi sebagai prototipe bagi komunitas penanam pisang tambahan, sehingga memfasilitasi manfaat ekonomi tambahan sekaligus mengurangi beban lingkungan yang terkait dengan limbah kulit pisang. Selanjutnya, kemajuan kerangka kerja ini dapat menghasilkan wawasan yang signifikan bagi para petani di wilayah geografis yang beragam, sehingga mempromosikan penerapan metodologi berkelanjutan yang lebih luas dalam pengelolaan limbah pertanian (Castillo et al., 2023). Kemajuan berkelanjutan dari model ini diantisipasi untuk mendorong inisiatif petani di berbagai desa penghasil pisang, sehingga memperkuat keuntungan ekonomi dan ekologis yang terkait dengan pemrosesan limbah kulit pisang. Akibatnya, kemajuan teknologi dalam konversi limbah kulit pisang menjadi Vinegar cuka diproyeksikan akan menghasilkan efek menguntungkan yang luas bagi sektor pertanian dan lingkungan ekologis. (Bioconversion of Agricultural and Food Wastes to Vinegar, 2023).

Cuka pisang adalah produk fermentasi yang memiliki potensi besar. Selain kaya manfaat kesehatan (seperti membantu pencernaan dan mengontrol gula darah), cuka pisang juga dapat digunakan sebagai bahan tambahan pangan, pengawet alami, atau bahkan produk perawatan tubuh. Pemanfaatan pisang menjadi cuka pisang dapat menjadi solusi inovatif untuk mengatasi oversupply pisang, mengurangi limbah pertanian, dan meningkatkan

pendapatan petani. Pengabdian ini sangat bermanfaat dengan mentransfer pengetahuan dan teknologi pembuatan Vinegar (cuka pisang) kepada petani, sehingga petani mampu memproduksi Vinegar (cuka pisang) secara mandiri dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Acevedo, S., Díaz Carrillo, Á. J., Flórez-López, E., & Grande-Tovar, C. D. (2021). Recovery of Banana Waste-Loss from Production and Processing: A Contribution to a Circular Economy. *Molecules*, 26(17), 5282. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES26175282>
- Adawiyah, C. W. R., Rusdiana, S., & Saptana, S. (2022). Perspektif kelembagaan ekonomi petani dalam mendukung perkembangan perekonomian pedesaan/ Role of Farmers' Economic Institution in Supporting Rural Economics Development. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 41(1), 1. <https://doi.org/10.21082/jp3.v41n1.2022.p1-11>
- Afzal, M. F., Khalid, W., Akram, S., Khalid, M. A., Zubair, M., Kauser, S., Mohamedahmed, K. A., Aziz, A. I., & Siddiqui, S. A. (2022). Bioactive profile and functional food applications of banana in food sectors and health: a review. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 2286–2300. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2130940>
- Akhtar, R., Wali, A. F., Rasool, S., Majid, S., Wani, H. A., Rehman, M. U., Bhat, S. A., Rasool, S., Ali, S., & Khan, R. (2021). *An Essay on Some Biotechnological Interventions in Agricultural Waste Management*. <https://doi.org/10.1201/9781003105046-13>
- Ashka, F., Dubey, K. P., Kumar, S., & Dubey, P. (2023). Banana Peels as Bioactive Ingredients: A Systematic Review of Nutritional and Pharmacological Attributes. *Journal of Food Chemistry & Nanotechnology*, 9. <https://doi.org/10.17756/jfcn.2023-s1-073>
- Banana Wastes. (2022). <https://doi.org/10.1201/9781003164463-10>
- Bioconversion of Agricultural and Food Wastes to Vinegar*. (2023). <https://doi.org/10.5772/intechopen.109546>
- Castillo, M., de Guzman, Ma. J. K., & Aberilla, J. M. (2023). Environmental sustainability assessment of banana waste utilization into food packaging and liquid fertilizer. *Sustainable Production and Consumption*. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.03.012>
- Cheng, L. J., Jiang, Y., Wu, V. X., & Wang, W. (2020). A systematic review and meta-analysis: Vinegar consumption on glycaemic control in adults with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Advanced Nursing*, 76(2), 459–474. <https://doi.org/10.1111/JAN.14255>
- Cruz, A. A. F. L., Silva, A. P. C. P. D. A., Sousa, F. G. de, Souza, M. A. de, & Saraiva, C. R. N. (2022). Determinação da porcentagem de ácido acético em amostras de vinagre de diferentes marcas e tipos. *Revista Interfaces*, 10(2), 1329–1331. <https://doi.org/10.16891/2317-434x.v10.e2.a2022.pp1329-1331>
- De Nijs, E. A., Maas, L., Bol, R., & Tietema, A. (2023). Assessing the potential of co-composting rose waste as a sustainable waste management strategy: Nutrient availability and disease control. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136685>

- Dini, I., Di Lorenzo, R., Senatore, A., Coppola, D., & Laneri, S. (2020). Validation of Rapid Enzymatic Quantification of Acetic Acid in Vinegar on Automated Spectrophotometric System. *Foods*, 9(6), 761. <https://doi.org/10.3390/FOODS9060761>
- Hakim, A. R., Prastika, Y. D., Indriyani, M., & Sarjan, M. (2023). *Alternatif pemanfaatan limbah pertanian sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik untuk mendukung pertanian maju dan berkelanjutan*. <https://doi.org/10.29303/wicara.v1i3.2429>
- Hasibuan, A. M., Sugiharto, B., Hayati, N. F., Dewita, T. A., & Bayati, T. (2024). Meningkatkan Kesejahteraan Petani: Menuju Sektor Pertanian yang Tangguh dan Berdaya Saing di Indonesia. *Journal of Law Education and Business*. <https://doi.org/10.57235/jleb.v2i2.3130>
- Hloušková, Z., Lekešová, M., Prajerová, A., & Doucha, T. (2022). Assessing the Economic Viability of Agricultural Holdings with the Inclusion of Opportunity Costs. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su142215087>
- Horiuchi, J., Kanno, T., & Kobayashi, M. (2000). *Effective Onion Vinegar Production Fermentation System by a Two-Step*.
- Iskandar, K. G., Safrida, S., Muhibbuddin, M., Iswadi, I., & Hamid, Y. H. (2024). Optimization of Banana Peel Vinegar Production: Effect of Vinegar Starter Concentration on Organoleptic Properties. *Indonesian Food Science and Technology Journal*, 8(1), 117–125. <https://doi.org/10.22437/ifstj.v8i1.36678>
- Ismailov, O. S. (2021). *Competitive Factors in Ensuring the Sustainability of the Food Industry Economy*. <https://doi.org/10.17762/PAE.V58I1.1077>
- Justine, A. K., Kaur, N., & Pati, P. K. (2022). Biotechnological interventions in banana: current knowledge and future prospects. *Heliyon*. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11636>
- Kandylis, P., Bekatorou, A., Dimitrellou, D., Dimitrellou, D., Plioni, I., & Giannopoulou, K. (2021). Health Promoting Properties of Cereal Vinegars. *Foods*, 10(2), 344. <https://doi.org/10.3390/FOODS10020344>
- Kiełb, A., Perkowska, K., Kaźmierczak, A., Izdebska, W., Sornek, P., Borkowska, A., Pawlak, I., Mich, A., Ciesielski, R., & Stanek, J. (2024). Apple cider vinegar in folk and modern medicine: a historical review and current scientific evidence. *Quality in Sport*, 21, 54339. <https://doi.org/10.12775/qs.2024.21.54339>
- Krungkaew, S., Hülsemann, B., Kingphadung, K., Mahayothee, B., Oechsner, H., & Müller, J. (2023). New Sustainable Banana Value Chain: Waste Valuation toward a Circular Bioeconomy. *Energies*, 16(8), 3453. <https://doi.org/10.3390/en16083453>
- Kuznetsova, N. A., Kozlova, O. A., & Zinich, L. V. (2021). *Development trends of a waste processing system as a factor of improving the efficiency of agricultural enterprises*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012230>
- Lawrence, O. M., Komba, S. C., & Iwata, J. (2023). Effect of Cooperative Education and Training on the Performance of Agricultural Marketing Cooperative Societies in Ukerewe and Sengerema, Tanzania. *East African Journal of Education and Social Sciences*. <https://doi.org/10.46606/eajess2023v>

[04i01.0254](#)

- Listyarini, S., & Warlina, L. (2023). Pengaruh Sosialisasi, Kondisi Sosial Ekonomi, serta Dukungan Pemerintah Terhadap Adopsi Inovasi Pengelolaan Sampah Organik. *Jurnal Sains Teknologi Dan Lingkungan (JSTL)*, 9(1), 113–126. <https://doi.org/10.29303/jstl.v9i1.391>
- Lohan, V., Pawar, K., Kumar, A., & Gehlot, R. (2022). Optimization of Fermentation Factors for Vinegar Preparation from Sugarcane Jaggery using Response Surface Methodology. *Journal of Dairying, Foods & Home Sciences*. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.dr-1730>
- Luzón-Quintana, L. M., Castro, R., & Durán-Guerrero, E. (2021). Biotechnological Processes in Fruit Vinegar Production. *Foods*, 10(5), 945. <https://doi.org/10.3390/FOODS10050945>
- Mardiana, R., Yuniati, Y., & Dita, S. F. (2022). PEMANFAATAN LIMBAH ORGANIK KULIT PISANG AWAK (*Musa balbisiana*) SEBAGAI BAHAN SEDIAAN SABUN PADAT UNTUK MENANGKAL RADIKAL BEBAS. *Lantanida Journal*, 10(1), 34. <https://doi.org/10.22373/lj.v10i1.13413>
- Mendhe, A., Bhalerao, V. K., Chaure, J., Shaikh, N. B., & Badgujar, C. D. (2022). Banana economics and contribution of production technologies. *International Journal of Farm Sciences*. <https://doi.org/10.5958/2250-0499.2022.00102.1>
- Odu, N., Uzah, G., & Akani, N. P. (2020). Optimization of Citric Acid Production by *Aspergillus niger* and *Candida tropicalis* for Solid State Fermentation Using Banana Peel Substrate. 1(02), 51–60. <https://doi.org/10.38094/JLBSR1214>
- Perumpuli, B. N., & Dilrukshi, N. (2022). Vinegar: A functional ingredient for human health. *International Food Research Journal*, 29(5), 959–974. <https://doi.org/10.47836/ifrj.29.5.01>
- Prasetyo, A. S., Sumekar, W., Prima, A., Aulia, A. N., Firdauzi, A., & Kurniasari, D. A. (2024). Sustainability of Small and Medium Enterprises of Banana Processed Products Based on Economic, Social and Environmental Impacts. 1364, 012046. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1364/1/012046>
- Prisacaru, A., Ghinea, C., Apostol, L. C., Ropciuc, S., & Ursachi, V. F. (2021). Physicochemical Characteristics of Vinegar from Banana Peels and Commercial Vinegars before and after In Vitro Digestion. <https://doi.org/10.3390/PR9071193>
- Pereira, M. A. F., Monteiro, C. R. M., Pereira, G. N., Bordignon Junior, S. E., Zanella, E., Ávila, P. F., Stambuk, B. U., Goldbeck, R., de Oliveira, D., & Poletto, P. (2021). Deconstruction of banana peel for carbohydrate fractionation. *Bioprocess and Biosystems Engineering*. <https://doi.org/10.1007/S00449-020-02442-1>
- Postharvest Loss Assessment of Banana (*Musa spp.*) at Jimma Town Market. (2022). *Food Science and Quality Management*. <https://doi.org/10.7176/fsqm/119-01>
- Prisacaru, A., Ghinea, C., Apostol, L. C., Ropciuc, S., & Ursachi, V. F. (2021). Physicochemical Characteristics of Vinegar from Banana Peels and Commercial Vinegars before and after In Vitro Digestion. <https://doi.org/10.3390/PR9071193>
- Rahmanto, F., Purnomo, E. P., & Kasiwi, A. (2020). Food Diversification: Strengthening Strategic Efforts to Reduce Social Inequality through

- Sustainable Food Security Development in Indonesia.*
<https://doi.org/10.20961/CARAKAT.ANI.V36I1.41202>
- Rasmikayati, E., Suminartika, E., & Saefudin, B. R. (2025). Inovasi Pemasaran dan Pemanfaatan Potensi Profitabilitas pada Minuman Fermentasi Tepache. *JURPIKAT*.
<https://doi.org/10.37339/jurpikat.v6i1.2270>
- Rawat, N. K., Das, S., Wani, A. W., Javeed, K., & Qureshi, S. (2024). Antioxidant potential and bioactive compounds in banana peel: A review. *International Journal of Research in Agronomy*, 7(7), 07–16.
<https://doi.org/10.33545/2618060x.2024.v7.i7sa.968>
- Sadimantara, G. R., & Leomo, S. (2020). *Peningkatan Kapasitas Usaha Pada PKM Usaha Olahan Pisang di Kabupaten Bombana*.
<https://doi.org/10.29303/JSIT.V1I1.7>
- Saeed, S., Baig, U. U. R., Tayyab, M., Altaf, I., Irfan, M., Raza, S. Q., Nadeem, F., & Mehmood, T. (2021). Valorization of banana peels waste into biovanillin and optimization of process parameters using submerged fermentation. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*.
<https://doi.org/10.1016/J.BCAB.2021.102154>
- Sakthiganesh, M., & Dineshkumar, Dr. S. (2022). A study on constraints faced by the banana growers in the production and marketing of banana. *EPRA International Journal of Agriculture and Rural Economic Research*, 15–17.
<https://doi.org/10.36713/epra11651>
- Saleem, M., & Saeed, M. T. (2020). Potential application of waste fruit peels (orange, yellow lemon and banana) as wide range natural antimicrobial agent. *Journal of King Saud University - Science*.
<https://doi.org/10.1016/J.JKSUS.2019.02.013>
- Sari, D. K., Werena, R. D., Anwar, H., Mayasari, R., & Djana, M. (2024). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Menjadi Pupuk Organik Cair Anti Hama Dengan Penambahan EM-4. *Mestaka*, 3(3), 274–278.
<https://doi.org/10.58184/mestaka.v3i3.373>
- Sebayang, N. U. W., Sipayung, A. M., Ayu, P. C., & Sinamo, K. N. (2022). *Empowerment of Farmer Group in Bioconversion of Organic Waste Management with Utilization of Black Soldier Fly Larvae Become Organic Fertilizer "Kasgot."* <https://doi.org/10.32734/abdimastalenta.v7i1.6826>
- Segura-Badilla, O., Kammar-García, A., Mosso-Vázquez, J., Ávila-Sosa Sánchez, R., Ochoa-Velasco, C. E., Hernández-Carranza, P., & Rhode Navarro-Cruz, A. (2022). Potential use of banana peel (*Musa cavendish*) as ingredient for pasta and bakery products. *Heliyon*.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11044>
- Serna-Jiménez, J. A., & Siles López, J. A. (2023). Exploiting waste derived from *Musa* spp. processing: Banana and plantain. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*.
<https://doi.org/10.1002/bbb.2475>
- Sakr, S. S. (n.d.). Banana Peel Utilization: Practice and Perspective, Highlights from Lebanon. *International Journal of Clinical Studies and Medical Case Reports*.
<https://doi.org/10.46998/ijcmcr.2023.34.000842>
- Singh, N., & Singh, D. (2024). *Agricultural waste management* (pp. 311–319).
<https://doi.org/10.58532/v3bcag22ch25>
- Sugitriyani, A., Husainah, H., Sembiring, D. S. P., Roslina, R., & Elvitriana, E. (2023). Processing of Your Banana Peel Waste (*Mussa paradisiaca*) into Organic Vinegar with the Addition of *Acetobacter aceti* bacteria. *JPPIPA*

- (Jurnal Penelitian Pendidikan IPA).
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i9.4332>
- Sulistiyowarni, I., Sundari, S., & Halim, S. (2020). *The potential of banana trading commodity to fulfill market demand and support food security in defense economic perspective (study in bogor district)*.
<https://doi.org/10.33172/JPBH.V10I3.1114>
- Manure Management Strategy.
<https://doi.org/10.1051/E3SCONF/20187307019>
- Sumiyati, S. (2023). *Optimalisasi pemasaran produk lokal guna meningkatkan kualitas umkm di desa persiapan punikan kecamatan lingsar, kabupaten lombok barat*.
<https://doi.org/10.29303/wicara.v1i1.2387>
- Sustainable Farming Community using Green Marketing. (2023, March 1).
<https://doi.org/10.1109/icsmdi57622.2023.00017>
- Tuhuteru, S., Rumbiak, R. E. Y., Inrianti, I., Himan, R., & Lengka, M. (2023). *Empowerment of the bisimo etaikena farmer group in processing banana peel waste into nata de musa*.
<https://doi.org/10.32832/abdidos.v7i4.1958>
- Utama, C. S., Sulistiyanto, B., Haidar, M. Z., Barus, O., Haikal, A. F., Nugraha, M., Sulistiono, S. D., & Bakhtiar, A. W. (2022). Scanning electron microscope energy dispersive X-Ray, chemical, organoleptic, and microbiological quality of banana peel (*Musa paradisiaca* L.) at different fermentation durations. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 9(3), 383–395.
<https://doi.org/10.5455/javar.2022.i606>
- Wardhani, R. M., & Puspitawati, I. R. (2022). Penyuluhan dan pelatihan pemanfaatan limbah pisang sebagai bahan baku kerupuk. *Jurnal Daya Mas : Media Komunikasi Dan Informasi Hasil Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*.
<https://doi.org/10.33319/dymas.v7i1.80>
- Warella, J. C. (2023). Effect of calcium carbide on the rate of ripening of Ambon Bananas (*Musa paradisiaca* Var. *Sapientum* (L). Kunt). *BIOEDUPAT*, 3(2), 118–124.
<https://doi.org/10.30598/bioedupat.v3.i2.pp118-124>