

EFEKTIVITAS KONSENTRASI CUKA AREN (*Arenga pinnata* Merr.) SEBAGAI HERBISIDA ALAMI UNTUK PENGENDALIAN GULMA PADA TANAMAN TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.)

*The Effectiveness of Sugar Palm Vinegar (*Arenga pinnata* Merr.) Concentration as a Natural Herbicide for Weed Control in Tomato Plants (*Solanum lycopersicum* L.)*

Andino Tandi Samara, Ilfan Dwi Kurnia, Sepsriyanti Kannapadang^{*}, Adewidar M. Pata'dungan, Sion Oktafianus, Ernytha A Galla, Sakti Swarno Karuru

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Rantepao, Kabupaten Toraja Utara, Sulawesi Selatan, Indonesia

e-mail: sepsriyanti@ukitoraja.ac.id

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effectiveness of sugar palm vinegar (from fermented sap of *Arenga pinnata* Merr.) as a natural herbicide for weed control in tomato (*Solanum lycopersicum* L. 'Servo F1') cultivation and to determine its side effects on crop growth and yield. The experiment was conducted in Rantekasimpo, Batupapan, Tana Toraja Regency, South Sulawesi, from December 2025 to May 2026, using a one-factor randomized complete block design with six treatments and three replications (18 plots, nine plants per plot): A0 (water control), A1 (10%), A2 (20%), A3 (30%), A4 (50%), and A5 (60%) sugar palm vinegar solution, sprayed directly onto weeds at 7, 14, 21, 28, and 35 days after planting. The observed variables included weed coverage of ten species at 7–35 days after application (DAA), plant height and stem diameter at 3, 5, and 7 weeks after planting (WAP), fruit diameter, fruit number per plant, fruit weight per plant, and fruit weight per plot. Data were analyzed using ANOVA and the LSD test at the 5% level. The results showed that repeated application of sugar palm vinegar suppressed weed coverage by 62.5–100%; *Ageratum conyzoides* and *Portulaca oleracea* were completely controlled (100%) at 35 DAA, whereas grasses (*Eleusine indica*) and legumes (*Mimosa pudica*, *Calopogonium mucunoides*) were relatively tolerant. Tomato vegetative growth was not significantly affected. Fruit diameter was highly significantly influenced: the 10% concentration produced the largest fruit (48.84 mm), whereas concentrations of 50% and 60% reduced fruit diameter (41.72 and 35.72 mm). Fruit weight per plant of the control (577.7 g) was significantly higher than all herbicide treatments (256.1–333.4 g). These findings indicate that sugar palm vinegar at low concentrations (10–20%) effectively controls broadleaf weeds with minimal impact on tomato, while concentrations of 50% or more are phytotoxic and not recommended.

Keywords: natural herbicide; sugar palm vinegar; acetic acid; weed control; tomato

PENDAHULUAN

Gulma merupakan salah satu kendala utama dalam budidaya tanaman hortikultura, termasuk tomat (*Solanum lycopersicum* L.). Gulma bersaing dengan tanaman budidaya dalam memperoleh air, unsur hara, cahaya, dan ruang tumbuh sehingga menghambat pertumbuhan serta mengurangi hasil panen; apabila tidak dikendalikan sejak fase awal pertumbuhan, kehilangan hasil dapat mencapai 30–50% (Sumantri et al., 2024). Pengendalian gulma yang efektif pada periode kritis tanaman merupakan kunci untuk meningkatkan produksi dan mencapai potensi hasil maksimum tanaman budidaya.

Herbisida sintetik menjadi metode utama pengendalian gulma karena praktis dan cepat, namun penggunaannya secara terus-menerus menimbulkan berbagai permasalahan, antara lain meningkatnya biaya produksi, pencemaran lingkungan, penurunan kadar bahan organik tanah, serta berkembangnya resistensi gulma (Hastuti, 2021). Oleh karena itu, pengembangan herbisida alami (nabati dan berbasis hayati) yang berasal dari sumber daya yang dapat diperbarui, lebih aman bagi organisme non-target, dan mudah terdegradasi di lingkungan menjadi alternatif yang semakin mendesak untuk sistem pertanian berkelanjutan.

Cuka aren merupakan cairan hasil fermentasi nira tanaman aren (*Arenga pinnata* Merr.) yang mengandung asam asetat, etanol, dan senyawa fenolik. Nira aren mudah difermentasi secara alami karena kandungan gulanya tinggi; mikroorganisme mengubah gula menjadi etanol yang selanjutnya teroksidasi menjadi asam asetat, sehingga pH larutan menurun (Hotijah et al., 2020; Rahmawati et al., 2021). Asam asetat bersifat fitotoksik dan bekerja sebagai herbisida kontak yang merusak membran sel jaringan tanaman sehingga sel kehilangan turgor, mengering, dan mengalami nekrosis (Pratiwi, 2021; Tulak et al., 2023). Di Toraja, nira aren melimpah sebagai bahan minuman tradisional, sehingga pemanfaatannya sebagai bioherbisida sekaligus menambah nilai sumber daya lokal (Gerald Simon & Sombolayuk, 2025).

Kajian terdahulu menunjukkan bahwa cuka dan larutan asam asetat berpotensi sebagai herbisida alami. Pratiwi (2021) melaporkan bahwa cuka mampu membunuh gulma berdaun lunak dengan efektivitas yang bergantung pada konsentrasi. Tulak et al. (2023) dan Gerald Simon & Sombolayuk (2025) memperkenalkan cuka aren sebagai herbisida alami melalui program pengabdian kepada masyarakat. Agustina et al. (2025) membuktikan bahwa formulasi herbisida berbahan baku air kelapa fermentasi yang mengandung asam asetat efektif mengendalikan gulma di lahan terbuka, sedangkan Hastuti (2021) menguji herbisida nabati ekstrak daun tembelekan (*Lantana camara*) terhadap gulma jajagoan.

Berdasarkan kajian tersebut, terdapat celah penelitian (research gap) yaitu: (1) kajian cuka aren sebagai herbisida umumnya masih berupa demonstrasi pengabdian masyarakat tanpa rancangan percobaan yang terancang dan replikasi statistik; (2) informasi kuantitatif

mengenai tingkat penekanan gulma oleh cuka aren pada berbagai spesies gulma, khususnya yang dominan pada lahan tomat di dataran tinggi Tana Toraja, belum tersedia; dan (3) belum ada kajian yang menguji efek berbagai konsentrasi cuka aren terhadap gulma sekaligus dampaknya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman budidaya, sehingga konsentrasi yang efektif mengendalikan gulma namun aman bagi tanaman tomat belum diketahui. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas konsentrasi cuka aren sebagai herbisida alami dalam mengendalikan gulma pada budidaya tomat serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian terdiri atas dua kegiatan, yaitu produksi herbisida dan uji efektivitas. Produksi herbisida cair dari air nira aren dilaksanakan di Rembon, sedangkan uji efektivitas dilaksanakan di Kebun Rantekasimpo, Batupapan, Kabupaten Tana Toraja, Provinsi Sulawesi Selatan. Persiapan lahan dilakukan pada bulan Desember 2025, produksi herbisida pada bulan Februari 2026, dan uji efektivitas beserta pengamatan dilaksanakan pada bulan Maret sampai Mei 2026.

Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor yang terdiri atas enam taraf konsentrasi larutan cuka aren, yaitu A0 = kontrol (tanpa herbisida), A1 = 10% (100 ml herbisida + 900 ml air), A2 = 20% (200 ml + 800 ml), A3 = 30% (300 ml + 700 ml), A4 = 50% (500 ml + 500 ml), dan A5 = 60% (600 ml + 400 ml). Setiap perlakuan diulang tiga kali sehingga diperoleh 18 petak percobaan. Setiap petak berisi sembilan tanaman tomat

varietas Servo F1, sehingga total terdapat 162 tanaman percobaan.

Pembuatan Herbisida Cair Cuka Aren

Bahan baku berupa air nira aren hasil sadapan yang tidak termanfaatkan (limbah ballok) disaring untuk menghilangkan kotoran dan serat, kemudian ditambahkan gula sebagai substrat fermentasi dan deterjen sebagai surfaktan perekat, lalu diaduk hingga larut. Campuran dimasukkan ke dalam jeriken plastik bersih, ditutup rapat, dan dibiarkan pada tempat sejuk selama 1–3 hari untuk proses fermentasi. Produk yang dihasilkan berwarna coklat keruh, beraroma asam menyengat khas fermentasi, bersifat asam dengan pH 3–4, dan bertekstur cair dengan sedikit endapan.

Pelaksanaan Budidaya dan Aplikasi Herbisida

Lahan dibersihkan dari gulma, digemburkan, lalu dibuat bedengan dengan tinggi sekitar 30 cm. Benih tomat varietas Servo F1 disemaikan pada bedengan pesemaian dan dipindah tanam ketika bibit mencapai tinggi 10–15 cm dengan lima helai daun, pada jarak tanam 50 cm × 40 cm. Tanaman disangga dengan lanjaran setinggi ±1 m. Pemeliharaan meliputi penyiraman setiap hari pada masa awal pertumbuhan, pembumbunan pada satu minggu setelah tanam, pemupukan NPK Mutiara sebanyak 5 g tanaman⁻¹ pada dua dan

empat minggu setelah tanam, serta pemangkasan daun. Aplikasi herbisida dilakukan dengan penyemprotan tersasar (directed spraying) pada daun dan batang gulma menggunakan sprayer pada pagi atau sore hari, sebanyak lima kali, yaitu pada umur 7, 14, 21, 28, dan 35 hari setelah tanam (HST) dengan volume bertahap 100, 150, 200, 250, dan 300 ml sehingga total 1.000 ml per petak (Gambar 1).

Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan meliputi: (1) tingkat penutupan gulma (%) sepuluh spesies gulma yang dominan beserta gejala keracunannya, diamati sebelum aplikasi serta pada 7, 14, 21, 28, dan 35 hari setelah aplikasi (HSA); (2) tinggi tanaman dan diameter batang tomat pada umur 3, 5, dan 7 minggu setelah tanam (MST); (3) diameter buah, jumlah buah per tanaman, bobot buah per tanaman, dan bobot buah per petak selama masa panen.

Analisis Data

Data dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) berdasarkan RAK dan apabila perlakuan berpengaruh nyata, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Persentase efektivitas pengendalian gulma (PE) dihitung dengan rumus $PE = (K - P) / K \times 100\%$, dengan K = tingkat penutupan gulma sebelum aplikasi dan P = tingkat penutupan gulma pada pengamatan terakhir.



Gambar 1. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian: (a) Pengukuran dan Pencampuran Larutan sesuai Konsentrasi Perlakuan; (b) Aplikasi Herbisida Cair Cuka Aren secara Tersasar pada Gulma

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Karakteristik Herbisida Cair Cuka Aren

Fermentasi nira aren selama 1–3 hari menghasilkan larutan cokelat keruh dengan aroma asam menyengat dan pH 3–4. Selama fermentasi, gula nira dikonversi menjadi etanol dan selanjutnya dioksidasi menjadi asam asetat sebagai bahan aktif utama. Kadar asam asetat cuka nira aren meningkat seiring berjalannya penyimpanan, yaitu dari 3,68% pada hari pertama hingga 13,86% pada hari keenam (Rahmawati et al., 2021), sementara pH nira segar sekitar 5–6 menurun cepat selama fermentasi (Hotijah et al., 2020). Kandungan asam asetat inilah yang berperan sebagai bahan aktif fitotoksik pada herbisida cair yang dihasilkan.

Efektivitas terhadap Gulma

Aplikasi berulang larutan cuka aren secara bertahap menurunkan tingkat penutupan seluruh sepuluh spesies gulma yang diamati (Tabel 1). Pada 35 HSA, penutupan gulma menurun 62,5–100% dibandingkan dengan sebelum aplikasi. Gulma berdaun lebar dengan kutikula tipis paling peka: penutupan *Ageratum conyzoides* dan *Portulaca oleracea* mencapai 0% (efektivitas 100%), disusul *Zinnia elegans* (90%) dan *Amaranthus* sp. (83,3%). Sebaliknya, gulma rumput *Eleusine indica* serta legum *Mimosa pudica* dan *Calopogonium mucunoides* lebih toleran terhadap sisa penutupan 15–25%. Gejala keracunan yang teramati berupa penguningan daun, layu, nekrosis tepi daun, hingga kematian tanaman gulma.

Tabel 1. Tingkat penutupan gulma (%) sebelum aplikasi dan pada 7–35 hari setelah aplikasi (HSA) herbisida cair cuka aren serta persentase efektivitas pengendalian (PE)

Jenis gulma	Sebelum aplikasi	HSA (hari)					PE (%)	Gejala keracunan
		7	14	21	28	35		
<i>Ageratum conyzoides</i> L. (babandotan)	50	40	35	25	10	0	100,0	Daun menguning, layu, mati
<i>Mimosa pudica</i> L. (putri malu)	80	70	60	55	35	25	68,8	Batang dan daun membusuk
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. (rumpun belulang)	80	75	60	55	35	20	75,0	Daun layu dan mengering
<i>Amaranthus</i> sp. (bayam liar)	30	25	20	15	10	5	83,3	Daun menguning dan layu
<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn. (jotang kuda)	45	40	35	25	20	15	66,7	Daun menguning, tepi daun nekrosis
<i>Crotalaria longistrata</i> (ciplin)	60	50	35	25	20	10	83,3	Daun layu
<i>Sida rhombifolia</i> L. (sidaguri)	40	35	30	25	15	10	75,0	Daun menguning
<i>Portulaca oleracea</i> L. (krokot)	25	20	15	10	5	0	100,0	Daun menguning, batang layu
<i>Zinnia elegans</i> (bunga zinnia)	20	18	15	10	5	2	90,0	Mengalami kematian
<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv. (kalopo)	40	35	30	25	20	15	62,5	Daun menguning dan kering

Keterangan: HSA = hari setelah aplikasi; PE = persentase efektivitas pengendalian, dihitung dari penurunan penutupan gulma sebelum aplikasi terhadap pengamatan 35 HSA.

Pertumbuhan Tomat

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa aplikasi herbisida cair cuka aren berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman maupun diameter batang tomat pada umur 3, 5, dan 7 MST (Tabel 2). Pada umur 3 MST, kontrol (A0) cenderung menghasilkan tanaman tertinggi (28,0 cm) dibandingkan perlakuan herbisida (17,7–20,3 cm), yang diduga akibat stres ringan pascaplikasi;

namun, pada umur 7 MST tinggi tanaman antarperlakuan menjadi relatif seragam (90,9–97,3 cm), menunjukkan tanaman mampu pulih dan beradaptasi. Nilai F hitung perlakuan yang jauh di bawah F tabel (3,33) pada seluruh pengamatan pertumbuhan menegaskan bahwa herbisida cair cuka aren tidak mengganggu pertumbuhan vegetatif tomat secara signifikan.

Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman (cm) dan diameter batang (mm) tomat pada umur 3, 5, dan 7 MST serta ringkasan sidik ragam

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)			Diameter batang (mm)		
	3 MST	5 MST	7 MST	3 MST	5 MST	7 MST
A0 (kontrol)	28,0	63,7	96,0	6,1	7,8	9,0
A1 (10%)	20,0	57,0	96,4	6,6	7,3	8,7
A2 (20%)	18,7	53,0	97,1	5,5	7,2	9,0
A3 (30%)	18,2	52,3	90,9	5,1	6,8	8,4
A4 (50%)	17,7	53,7	96,6	5,2	7,3	8,7
A5 (60%)	20,3	55,0	97,3	5,3	7,4	8,9
F hitung (perlakuan)	2,13 tn	0,58 tn	0,29 tn	1,19 tn	0,30 tn	0,28 tn
KK (%)	22	17	8	16	14	9

Keterangan: tn = berpengaruh tidak nyata terhadap galat (F tabel 0,05 = 3,33); KK = koefisien keragaman. F hitung perlakuan dan KK berasal dari sidik ragam RAK dengan db perlakuan = 5 dan db galat = 10.

Hasil Panen Tomat

Aplikasi herbisida cair cuka aren berpengaruh sangat nyata terhadap diameter buah dan nyata terhadap bobot buah per tanaman, tetapi tidak nyata

terhadap jumlah buah per tanaman dan bobot buah per petak (Tabel 3). Konsentrasi 10% (A1) menghasilkan diameter buah terbesar (48,84 mm) yang berbeda nyata dengan A3, A4, dan A5,

namun berbeda tidak nyata dengan kontrol serta A2. Peningkatan konsentrasi hingga 50% dan 60% menurunkan diameter buah secara nyata menjadi 41,72 mm dan 35,72 mm, jauh di bawah kontrol (46,70 mm). Bobot buah per tanaman pada kontrol

(577,7 g) berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan seluruh perlakuan herbisida (256,1–333,4 g), sedangkan jumlah buah (13,4–23,9 buah) dan bobot buah per petak (810,3–1.189,7 g) tidak berbeda nyata antarperlakuan.

Tabel 3. Rata-rata diameter buah, jumlah buah per tanaman, bobot buah per tanaman, dan bobot buah per petak tomat pada berbagai konsentrasi herbisida cair cuka aren

Perlakuan	Diameter buah (mm)	Jumlah buah per tanaman (buah)	Bobot buah per tanaman (g)	Bobot buah per petak (g)
A0 (kontrol)	46,70 a	23,9	577,7 a	1.189,7
A1 (10%)	48,84 ab	18,1	303,1 b	810,3
A2 (20%)	46,82 ab	16,3	333,4 b	1.041,9
A3 (30%)	46,38 b	19,0	273,4 b	1.079,4
A4 (50%)	41,72 c	18,4	256,1 b	1.018,6
A5 (60%)	35,72 d	13,4	269,6 b	862,4
NP BNT 0,05	2,31	tn	199,0	tn

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 5%. Sidik ragam: diameter buah berpengaruh sangat nyata (F hitung 14,55**;
KK 5%), bobot buah per tanaman berpengaruh nyata (F hitung 3,74*; KK 33%), jumlah buah per tanaman (F hitung 1,71) dan bobot buah per petak (F hitung 1,11) tidak nyata

Pembahasan

Penurunan tingkat penutupan gulma oleh cuka aren sejalan dengan mekanisme kerja asam asetat sebagai herbisida kontak. Asam asetat merusak membran sel jaringan epidermis gulma sehingga air keluar dari sel dengan cepat, jaringan kehilangan turgor, mengering, dan mengalami nekrosis; gejala pertama muncul pada daun yang terkena semprotan langsung (Pratiwi, 2021; Tulak et al., 2023). Efektivitas pengendalian meningkat seiring bertambahnya waktu dan frekuensi aplikasi, serupa dengan laporan Agustina et al. (2025) bahwa formulasi berbasis bahan fermentasi asam asetat efektif menekan gulma di lahan terbuka.

Perbedaan respons antar spesies gulma berkaitan dengan karakteristik permukaan daun. Gulma berdaun lebar seperti *Ageratum conyzoides*, *Portulaca oleracea*, dan *Amaranthus* sp. memiliki lapisan kutikula tipis sehingga larutan lebih mudah diserap dan gejala keracunan muncul cepat, sedangkan gulma berdaun sempit, legum, dan berkayu seperti

Eleusine indica, *Mimosa pudica*, serta *Calopogonium mucunoides* memiliki lapisan kutikula lebih tebal sehingga penyerapan larutan lebih lambat dan tingkat toleransinya lebih tinggi. Pola serupa dilaporkan pada herbisida nabati ekstrak daun tembelekan yang efektivitasnya berbeda antartipe gulma (Hastuti, 2021). Dengan demikian, cuka aren lebih tepat diposisikan sebagai pengendali gulma berdaun lebar, dan pengendalian gulma rumput perlu dikombinasikan dengan cara mekanis atau manual dalam bingkai pengendalian gulma terpadu.

Tidak adanya pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan diameter batang menunjukkan bahwa aplikasi tersasar dengan konsentrasi hingga 60% relatif aman bagi pertumbuhan vegetatif tomat; hambatan awal yang tampak pada 3 MST bersifat sementara dan tanaman mampu pulih pada 7 MST. Namun demikian, pengaruh yang sangat nyata pada diameter buah dan bobot buah per tanaman menunjukkan adanya efek fitotoksik tidak langsung pada konsentrasi

tinggi. Larutan asam pada konsentrasi 50–60% diduga menyebabkan stres fisiologis ringan, misalnya melalui cipratan (drift) saat penyemprotan, sehingga sebagian hasil fotosintesis direalokasikan untuk pemulihan jaringan dan pembesaran buah menjadi kurang efektif. Bobot buah per tanaman pada kontrol yang lebih tinggi daripada seluruh perlakuan herbisida mendukung dugaan tersebut, meskipun nilai koefisien keragaman yang cukup tinggi (25–33%) menandakan keragaman lapang yang besar sehingga interpretasi perlu dilakukan dengan kehati-hatian.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa cuka aren berpotensi menjadi bioherbisida berbasis sumber daya lokal yang murah dan mudah terdegradasi. Konsentrasi rendah (10–20%) memberikan kompromi terbaik antara penekanan gulma berdaun lebar dan keamanan tanaman tomat, sebagaimana tercermin dari diameter buah terbesar pada konsentrasi 10%, sedangkan konsentrasi 50% atau lebih tidak dianjurkan karena menurunkan kualitas hasil. Temuan ini melengkapi kajian Tulak et al. (2023) dan Geraldi Simon & Sombolayuk (2025) dengan basis data kuantitatif dari percobaan lapangan yang terancang, sekaligus menegaskan perlunya penelitian lanjutan mengenai waktu aplikasi, volume semprot, uji pada jenis gulma rumput secara spesifik, serta selektivitas pada komoditas lainnya.

KESIMPULAN

Aplikasi berulang herbisida cair cuka aren efektif menekan pertumbuhan sepuluh spesies gulma pada budidaya tomat dengan efektivitas pengendalian 62,5–100% pada 35 hari setelah aplikasi. Gulma berdaun lebar paling peka, yaitu *Ageratum conyzoides* dan *Portulaca oleracea*, terkendali penuh (100%), sedangkan gulma rumput *Eleusine indica* serta jenis legum *Mimosa pudica* dan *Calopogonium mucunoides* relatif toleran.

Herbisida cair cuka aren tidak memengaruhi pertumbuhan vegetatif tomat secara nyata, tetapi berpengaruh sangat nyata terhadap diameter buah: konsentrasi 10% menghasilkan diameter buah terbesar (48,84 mm), sedangkan konsentrasi 50% dan 60% menurunkan diameter buah secara nyata (41,72 mm dan 35,72 mm); bobot buah per tanaman kontrol (577,7 g) lebih tinggi nyata dibandingkan seluruh perlakuan herbisida (256,1–333,4 g). Disarankan menggunakan konsentrasi cuka aren 10–20% dengan teknik penyemprotan tersebut sebagai bagian dari pengendalian gulma terpadu pada tomat. Konsentrasi 50% ke atas tidak dianjurkan. Penelitian lanjutan perlu mengkaji waktu dan frekuensi aplikasi yang optimal serta selektivitas cuka aren pada komoditas dan jenis gulma lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, B., Anwar, R., Suzanna, E., & Kesumawati, N. (2025). Pengaruh berbagai formulasi herbisida berbahan baku air kelapa fermentasi, asam asetat, etanol, glifosat dan garam terhadap gulma di lahan terbuka. *Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi dan Budidaya Perairan*, 23(1), 94–102. <https://doi.org/10.32663/ja.v23i1.5180>
- Geraldi Simon, C., & Sombolayuk, O. (2025). Pengembangan herbisida alami dari cuka aren untuk meningkatkan produktivitas pertanian lokal. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 26–32. <https://doi.org/10.31949/jb.v6i1.10811>
- Hastuti, D. (2021). Pengendalian gulma jajagoan (*Echinochloa crus-galli*) dengan herbisida nabati dari ekstrak daun tembelekan (*Lantana camara*).

- Jurnal Ilmu Pertanian Tirtayasa*, 3(2).
- Hotijah, S., Rofieq, A., Wahyuni, S., & Hudha, A. M. (2020). Pengaruh waktu penyadapan nira dan lama penyimpanan terhadap kualitas nira siwalan (*Borassus flabellifer* L.).
- Pratiwi, A. (2021). Apakah cuka dapat membunuh gulma? Ini penjelasannya. Kompas.com. <https://www.kompas.com>
- Purba, E. P. (2022). Pengaruh waktu pemberian EM-4 pada berbagai media tanam terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Juripol (Jurnal Institusi Politeknik Ganesha Medan)*, 5(1), 100–115. <https://doi.org/10.33395/juripol.v5i1.11314>
- Purba, M. Y. A. (2024). Pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) yang ditumpangсарikan dengan refugia [Skripsi, Universitas Medan Area].
- Rahmawati, Azis, N. N., & Clarita, L. (2021). Penetapan kadar asam asetat pada cuka nira aren (*Arenga pinnata* Merr.) berdasarkan lama penyimpanan. *Jurnal Medika: Media Ilmiah Analis Kesehatan*, 6(1), 16–22. <https://doi.org/10.53861/jmed.v6i1.192>
- Sumantri, B., Mu'aisyah, A., & Mawadha, H. G. (2024). Perbandingan pengendalian gulma piringan manual dan mekanis di daerah aliran sungai perkebunan kelapa sawit. 2(September), 1170–1175.
- Tulak, T., Situru, R. S., & Batatta, Z. (2023). Pemanfaatan cuka aren sebagai herbisida alami untuk membasmi gulma. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(4), 998–1003. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v7i4.15239>