

Efektivitas Bioinsektisida dari Campuran Lindi Sampah Organik Rumah Tangga dan Rebusan Daun Serai Wangi Terhadap Kematian Kutu Daun (*Aphidoidea*) Pada Sawi Hijau (*Brassica Juncea*)

Ahmad Taufiqulhakiim¹, Sri Puji Ganefati², Iswanto³, Sugianto⁴

¹⁻⁴Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

*email: ahmadtaufiqulhakiim25@gmail.com

Abstrak

Kutu daun (*Aphidoidea*) merupakan hama utama pada tanaman sawi hijau (*Brassica juncea*) yang dapat menurunkan kualitas dan produktivitas tanaman. Penggunaan pestisida sintesis secara berkelanjutan berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan, sehingga diperlukan alternatif yang lebih ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan menguji efektivitas bioinsektisida berbahan dasar lindi sampah organik rumah tangga dan larutan daun serai wangi (*Cymbopogon nardus*) terhadap mortalitas kutu daun serta menentukan nilai *Lethal Concentration* 50 (LC₅₀), yaitu konsentrasi yang mampu menyebabkan kematian 50% populasi uji. Penelitian menggunakan rancangan *post-test only control group* dengan enam tingkat konsentrasi (30%, 35%, 40%, 45%, 50%, dan 55%) dan empat ulangan, sehingga total sampel sebanyak 480 ekor kutu daun. Data dianalisis menggunakan uji Probit. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi bioinsektisida meningkatkan mortalitas kutu daun secara berturut-turut sebesar 20%, 28,75%, 45%, 55%, 75%, dan 86,25%. Analisis Probit menghasilkan nilai LC₅₀ sebesar 45,503%, sedangkan uji *Pearson Goodness of Fit* sebesar 5,569 dengan nilai signifikansi 1,000 menunjukkan model sesuai dengan data penelitian. Bioinsektisida berbahan lindi sampah organik rumah tangga dan daun serai wangi berpotensi menjadi alternatif pengendalian kutu daun yang efektif dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Bioinsektisida, Daun Serai Wangi, Kutu Daun, Lindi Sampah Organik Rumah Tangga, Sawi Hijau

PENDAHULUAN

Upaya transformasi pengelolaan sampah di Indonesia saat ini menjadi prioritas nasional yang tertuang dalam Peraturan Presiden No. 97 Tahun 2017 tentang Jakstranas, yang menargetkan pengurangan sampah sebesar 30% pada tahun 2025. Kekhawatiran akan pencemaran akibat lindi merujuk pada ketentuan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 59 Tahun 2016, yang menetapkan ambang batas yang ketat terhadap parameter pencemar dalam lindi mengingat sifat beracunnya, diperkuat oleh Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Nomor 2 Tahun 2023, yang menegaskan pentingnya menjaga kualitas lingkungan, khususnya air dan tanah, dari berbagai kontaminan kimia dan biologis agar tidak berdampak negatif pada kesehatan masyarakat. Tantangan besar yang dihadapi saat ini adalah angka produksi sampah organik yang mencapai lebih dari 40% dari total komposisi sampah nasional menjadi tantangan besar yang perlu dihadapi (SIPSN, 2025). Salah satu dampak yang dapat ditimbulkan dari sampah yang tidak terolah dengan baik adalah air lindi atau leachate yang belum bahkan tidak ditangani secara baik bahkan cenderung dibiarkan sehingga berpotensi mencemari lingkungan (Nurjanna & Ali 2021). Besarnya volume lindi tidak terkelola yang merusak lingkungan, ditambah luasnya dampak serangan hama pada sektor pertanian, menciptakan beban ganda yang harus segera diselesaikan.

Selain besarnya produksi dampak organik, timbul pergeseran tren di masyarakat yang semakin peduli terhadap keamanan pangan dan kesehatan lingkungan. Masyarakat mulai menuntut produk hortikultura, seperti sawi hijau (*Brassica Juncea*) yang bebas residu kimia. Pemilihan sawi hijau (*Brassica juncea*) sebagai objek uji dalam penelitian ini dilatarbelakangi oleh statusnya sebagai komoditas hortikultura yang bernilai ekonomis tinggi, namun di sisi lain sangat rentan terhadap serangan organisme pengganggu tanaman, terutama kutu daun. Sawi hijau merupakan sayuran yang umum dikonsumsi dalam keadaan segar, penggunaannya dalam penelitian ini menjadi sangat signifikan untuk menguji kemampuan serta keamanan suatu alternatif pengendali hama yang bebas dari residu bahan beracun. Potensi penyelesaian masalah ini sangat terbuka melalui pemanfaatan limbah lindi sampah organik rumah tangga yang kaya akan asam organik (laktat dan asetat) serta metabolit volatil (Chakraborty dkk., 2026). Bahan-bahan ini memiliki aktivitas insektisida alami yang dapat dikelola dengan mudah oleh masyarakat. Penanganan menjadi lebih efektif dengan kombinasi daun serai wangi yang mengandung senyawa repellent. Teknologi fermentasi yang sederhana membuat pembuatan bioinsektisida ini sangat mungkin diterapkan di tingkat rumah tangga maupun kelompok tani secara mandiri dan murah. Di sisi lain, daun serai wangi kaya akan senyawa sitronela dan geraniol yang secara tradisional dikenal sebagai pengusir (repellent) alami. Integrasi serai wangi dalam formula ini tidak hanya berfungsi untuk menyamarkan aroma kurang sedap dari lindi, tetapi juga memberikan perlindungan dini melalui aroma yang tidak disukai kutu daun (Kaur dkk., 2021).

Dalam penggunaan pestisida kimia secara berlebihan tidak hanya merusak ekosistem, tetapi juga meninggalkan residu berbahaya pada tanaman sawi hijau yang dikonsumsi masyarakat (Kim dkk., 2025). Akumulasi residu dalam tubuh manusia berpotensi menyebabkan keracunan yang mengganggu sistem saraf dan metabolisme dalam jangka panjang. Bahaya pestisida

bagi kesehatan manusia dapat terjadi akibat keracunan pestisida karena penggunaan yang tidak tepat dan tidak aman maupun akibat residu pestisida pada bahan makanan (Tuhumury dkk., 2018). Dari sisi pertanian, serangan kutu daun (*Aphidoidea*) tidak dapat dikesampingkan karena tingkat serangannya dapat menurunkan hasil panen sawi hijau. Kutu daun adalah serangga kecil bertubuh lunak yang menghisap getah dari jaringan tumbuhan. Serangan kutu daun menyebabkan tanaman menjadi cacat dan kerdil, menghasilkan embun madu yang mendukung pertumbuhan jamur kapang jelaga, dan dapat menjadi vektor virus tanaman (Cannon & Bunn, 2017). Paparan pestisida berisiko menyebabkan berbagai penyakit, mulai dari gangguan kesehatan ringan hingga penyakit kronis yang serius, seperti kanker. Oleh karena itu, pemahaman yang lebih mendalam tentang dampak pestisida serta upaya mencari alternatif ramah lingkungan menjadi semakin penting (Suryani dkk., 2024).

METODE

Penelitian ini merupakan eksperimen semu (*quasi-experimental*) dengan rancangan *post-test only control group design*. Perlakuan yang diberikan berupa bioinsektisida pada enam tingkat konsentrasi, yaitu 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, dan 55%. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak empat kali dengan 20 ekor kutu daun per unit percobaan, sehingga total sampel yang digunakan adalah 480 ekor. Pengamatan mortalitas dilakukan 24 jam setelah aplikasi. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji Probit untuk menentukan nilai LC_{50} serta hubungan antara konsentrasi bioinsektisida dan tingkat kematian kutu daun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Jumlah Kematian Kutu Daun pada Berbagai Konsentrasi Bioinsektisida

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah kematian kutu daun (*Aphidoidea*) setelah diberikan bioinsektisida campuran lindi sampah organik rumah tangga dan larutan daun serai wangi pada berbagai konsentrasi selama 24 jam.

Tabel 1 Hasil Mortalitas Kutu Daun (*Aphidoidea*) 24 Jam Setelah Aplikasi Bioinsektisida

Konsentrasi	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4	Total Mati
0% (Kontrol)	0	0	0	0	0
30%	3	4	4	5	16
35%	5	6	6	6	23
40%	5	9	9	10	36
45%	10	11	11	12	44
50%	14	15	15	16	60
55%	17	17	17	18	69

Keterangan: Setiap tanaman uji/ulangan diinokulasikan 20 ekor kutu daun

Berdasarkan tabel 1, pola tersebut menunjukkan hubungan dosis-respons yang jelas. Semakin tinggi konsentrasi bioinsektisida yang diberikan maka semakin besar tingkat kematian kutu daun yang dihasilkan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi bioinsektisida diikuti oleh peningkatan mortalitas kutu daun. Pada konsentrasi 30%, kematian masih relatif rendah karena jumlah senyawa aktif yang mengenai tubuh serangga belum cukup untuk menghasilkan efek toksik yang maksimal. Sebaliknya, pada konsentrasi 55% sebagian besar kutu daun mengalami kematian karena paparan senyawa aktif yang lebih tinggi. Pola peningkatan yang bertahap ini mengindikasikan bahwa bioinsektisida campuran lindi sampah organik rumah tangga dan larutan daun serai wangi memiliki aktivitas insektisidal yang bersifat konsentrasi-tergantung, sebagaimana telah dijelaskan dalam berbagai penelitian toksikologi bahwa respons mortalitas umumnya meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi agen toksik.

Tabel 2 Rekapitulasi Mortalitas Kutu Daun (%)

Konsentrasi	Jumlah Sampel	Total Mati	Jumlah Hidup	Kematian (%)
30%	80	16	64	20
35%	80	23	57	28,75
40%	80	36	44	45
45%	80	44	36	55
50%	80	60	20	75
55%	80	69	11	86,25

Selanjutnya berdasarkan tabel 2, diketahui bahwa persentase mortalitas kutu daun (*Aphidoidea*) mengalami peningkatan pada setiap kenaikan konsentrasi bioinsektisida campuran lindi sampah organik rumah tangga dan larutan daun serai wangi. Pada kelompok kontrol tidak ditemukan kematian kutu daun selama periode pengamatan sehingga persentase mortalitas sebesar 0%.

2. Peningkatan dan Rata Rata Kematian Antar Konsentrasi

Untuk mengetahui efektivitas bioinsektisida campuran lindi sampah organik rumah tangga dan larutan daun serai wangi terhadap kutu daun (*Aphidoidea*), dilakukan pengamatan terhadap jumlah kematian serangga uji pada enam tingkat konsentrasi yang berbeda, yaitu 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, dan 55%.

Tabel 3 Rekapitulasi Mortalitas Kutu Daun (%)

Konsentrasi	Jumlah Awal	Total Mati	Rata-Rata Kematian	Kematian (%)	Kenaikan Kematian (%)
30%	80	16	4,00	20	-
35%	80	23	5,75	28,75	8,75
40%	80	36	9,00	45	16,25
45%	80	44	11,00	55	10
50%	80	60	15,00	75	20
55%	80	69	17,25	86,25	11,25

Berdasarkan data pada Tabel 3, terlihat bahwa rata-rata jumlah kematian dan persentase mortalitas kutu daun (*Aphidoidea*) cenderung mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya konsentrasi bioinsektisida yang terdiri dari campuran lindi sampah organik rumah tangga dan larutan daun serai wangi. Tingkat mortalitas terendah tercatat pada konsentrasi 30%, sementara mortalitas tertinggi terjadi pada konsentrasi 55%.

3. Hasil Analisis Probit

Analisis probit digunakan untuk mengeksplorasi hubungan antara konsentrasi bioinsektisida dengan tingkat mortalitas kutu daun, serta untuk menentukan nilai Lethal Concentration 50 (LC_{50}). Sebelum analisis, data persentase mortalitas ditransformasi menjadi nilai probit, sementara konsentrasi perlakuan diubah ke dalam bentuk logaritma berbasis 10. Transformasi ini bertujuan menciptakan hubungan yang lebih linear antara konsentrasi bioinsektisida dan respons kematian serangga.

Tabel 4 Data Transformasi untuk Analisis Probit

Konsentrasi	Log Konsentrasi	Kematian (%)	Nilai Probit
30%	1,477	20	4,16
35%	1,544	28,75	4,44
40%	1,602	45	4,87
45%	1,653	55	5,13
50%	1,699	75	5,67
55%	1,740	86,25	6,09

Berdasarkan Tabel 4, peningkatan konsentrasi bioinsektisida diikuti oleh kenaikan nilai probit. Pada konsentrasi 30%, nilai probit tercatat 4,16 yang setara dengan mortalitas sekitar 20%. Sementara itu, pada konsentrasi 55%, nilai probit meningkat menjadi 6,09 dengan mortalitas mencapai 86,25%. Pola peningkatan ini menegaskan bahwa semakin tinggi konsentrasi campuran lindi sampah organik rumah tangga dan larutan daun serai wangi, semakin tinggi pula tingkat kematian kutu daun. Kesesuaian model probit dengan data penelitian memperkuat temuan bahwa campuran lindi sampah organik rumah tangga dan larutan daun serai wangi memiliki aktivitas bioinsektisida terhadap kutu daun. Lebih lanjut, hubungan dosis-respons yang konsisten menunjukkan bahwa data penelitian telah memenuhi persyaratan untuk digunakan dalam menentukan nilai LC_{50} sebagai indikator tingkat toksisitas bioinsektisida yang diuji.

4. Nilai LC_{50} Konsentrasi Bioinsektisida

Penentuan nilai LC_{50} dilakukan untuk mengetahui konsentrasi bioinsektisida campuran lindi sampah organik rumah tangga dan larutan daun serai wangi yang diperkirakan mampu membunuh 50% populasi kutu daun (*Aphidoidea*) dalam waktu 24 jam. Analisis ini menggunakan metode probit, yang merupakan standar baku dalam studi toksikologi karena mampu mengatasi hubungan non-linear antara konsentrasi dan respons mortalitas.

5. Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan metode analisis probit untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi bioinsektisida dengan tingkat mortalitas kutu daun, serta untuk menentukan nilai Lethal Concentration 50 (LC_{50}). Sebelum analisis, data persentase mortalitas ditransformasi menjadi nilai probit, sementara konsentrasi perlakuan diubah ke dalam bentuk logaritma berbasis 10. Transformasi ini bertujuan menciptakan hubungan yang lebih linear antara konsentrasi bioinsektisida dan respons kematian serangga.

a. Transformasi Data Analisis Probit

Tabel 5 Data Transformasi untuk Analisis Probit

Konsentrasi (%)	Log Konsentrasi (X)	Mortalitas (%)	Nilai Probit (Y)
30	1.477	20.00	4.16
35	1.544	28.75	4.44
40	1.602	45.00	4.87
45	1.653	55.00	5.13
50	1.699	75.00	5.67
55	1.740	86.25	6.09

Peningkatan konsentrasi bioinsektisida diikuti oleh kenaikan nilai probit. Pada konsentrasi 30%, nilai probit tercatat 4.16 yang setara dengan mortalitas 20.00%. Sementara itu, pada konsentrasi 55%, nilai probit meningkat menjadi 6.09 dengan mortalitas mencapai 86.25%. Pola peningkatan ini menegaskan bahwa semakin tinggi konsentrasi campuran lindi dan serai wangi, semakin tinggi pula tingkat kematian kutu daun.

b. Hasil Uji Goodness of Fit

Tabel 6 Hasil Uji Goodnes of Fit

		Chi-Square	df ^b	Sig.
PROBIT	Pearson	5.569	21	1.000 ^a
Goodness-of-Fit Test				

Hasil analisis probit menunjukkan nilai *Pearson Goodness of Fit* sebesar 5.569 dengan derajat bebas (df) 21 dan tingkat signifikansi (Sig.) sebesar 1.000. Nilai signifikansi yang lebih besar dari 0.05 mengindikasikan bahwa model probit yang digunakan telah sesuai (*fit*) dengan data penelitian. Dengan demikian, hubungan antara konsentrasi bioinsektisida dan mortalitas kutu daun dapat dijelaskan secara baik oleh model tersebut, sehingga hasil analisis layak dipakai untuk mengestimasi nilai LC₅₀.

c. Hasil Estimasi Parameter Model Probit

Tabel 7 Hasil Uji Estimasi Parameter Model Probit

Parameter	Estimate	Std. Error	Z	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Konsentrasi	11.339	2.265	5.006	0.000	6.900	15.779
Intercept	-18.801	3.868	-4.860	0.000	-22.669	-14.933

Diperoleh nilai koefisien regresi untuk variabel konsentrasi sebesar 11.339 dengan nilai standar error 2.265. Nilai koefisien yang positif menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi bioinsektisida berhubungan dengan peningkatan probabilitas kematian kutu daun. Hasil uji signifikansi menunjukkan nilai Z sebesar 5.006 dengan nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0.000 ($p < 0.05$), yang mengindikasikan bahwa konsentrasi bioinsektisida berpengaruh secara signifikan terhadap mortalitas kutu daun. Nilai intersep (konstanta) sebesar -18.801 dengan standar error 3.868, nilai Z sebesar -4.860, dan signifikansi sebesar 0.000. Berdasarkan parameter tersebut, persamaan regresi probit yang terbentuk adalah $Y = -18.801 + 11.339X$. Persamaan ini mencerminkan hubungan positif antara log konsentrasi bioinsektisida (X) dan nilai probit mortalitas (Y). Nilai kemiringan (slope) sebesar 11.339 yang positif menunjukkan bahwa setiap peningkatan konsentrasi bioinsektisida akan meningkatkan peluang kematian kutu daun. Interval kepercayaan 95% untuk koefisien konsentrasi berada pada rentang 6.900 hingga 15.779. Seluruh rentang interval berada pada nilai positif, sehingga semakin memperkuat bahwa peningkatan konsentrasi bioinsektisida memiliki hubungan positif terhadap peningkatan mortalitas kutu daun.

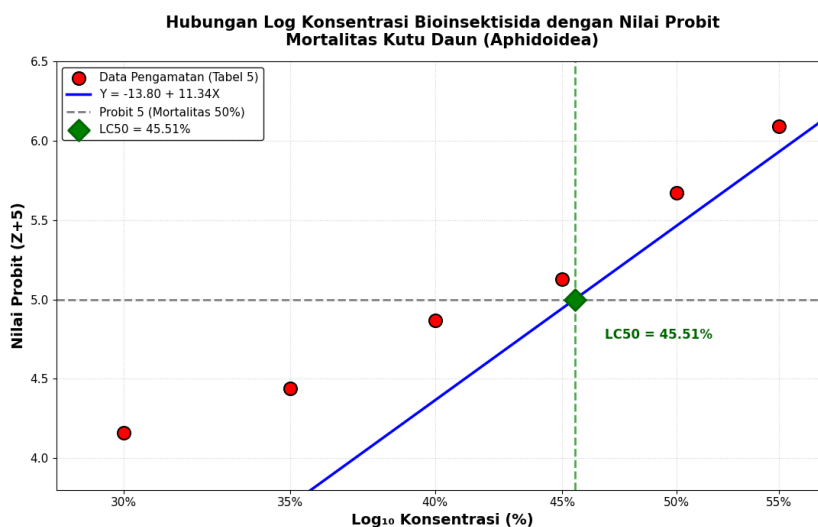
Tabel 8 Hasil Uji Natural Response Rate

	Estimate	Std. Error
PROBIT	.193	.060

Disamping itu, hasil analisis probit juga menunjukkan adanya Natural Response Rate sebesar 0.193 (19.3%) dengan standar error 0.060. Nilai ini merupakan estimasi proporsi populasi kutu daun yang diperkirakan akan mati tanpa adanya perlakuan bioinsektisida. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor lingkungan, stres akibat perpindahan dari

habitat asli ke media uji, atau kondisi fisiologis alami kutu daun. Namun, karena nilai ini telah diperhitungkan dalam model probit, hal tersebut tidak mengurangi validitas kesimpulan bahwa bioinsektisida efektif dalam membunuh kutu daun.

d. Hasil Analisis Probit



Gambar 1 Hubungan Log Konsentrasi Bioinsektisida dengan Nilai Probit Mortalitas Kutu Daun (*Aphidoidea*)

Gambar tersebut menyajikan hubungan antara log konsentrasi bioinsektisida campuran lindi sampah organik rumah tangga dan larutan daun serai wangi dengan nilai probit mortalitas kutu daun. Sumbu X (horizontal) menunjukkan nilai logaritma berbasis 10 dari konsentrasi bioinsektisida yang diuji, sedangkan sumbu Y (vertikal) menunjukkan nilai probit dalam skala Z+5, yang merupakan skala konvensional dalam table probit. Titik-titik berwarna merah pada grafik merupakan data pengamatan hasil transformasi mortalitas kutu daun pada Tabel 5, dengan nilai probit berturut-turut pada konsentrasi 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, dan 55% adalah 4,16; 4,44; 4,87; 5,13; 5,67; dan 6,09. Pola sebaran titik-titik ini menunjukkan kecenderungan peningkatan nilai probit seiring dengan peningkatan konsentrasi bioinsektisida, yang mengindikasikan adanya hubungan positif antara konsentrasi dan tingkat mortalitas hama. Garis regresi berwarna biru merupakan garis prediksi dari model probit yang dihasilkan oleh analisis SPSS. Persamaan garis regresi yang ditampilkan pada grafik adalah $Y = -13,801 + 11,339X$. Persamaan ini merupakan penyesuaian dari output SPSS yang menampilkan model dalam bentuk $Z = -18,801 + 11,339X$, di mana Z adalah standard normal deviate. Karena grafik menggunakan sumbu Y dengan skala Probit (Z+5) agar sesuai dengan titik-titik data hasil transformasi mortalitas, maka intercept pada persamaan ditambahkan 5 (dari -18,801 menjadi -13,801), sementara kemiringan (slope) tetap 11,339. Penyesuaian skala ini tidak mengubah nilai estimasi LC_{50} , karena keduanya secara matematis ekuivalen.

e. Penentuan Nilai LC_{50}

Persamaan regresi probit yang diperoleh adalah $Y = -18,801 + 11,339X$. Persamaan ini mencerminkan hubungan positif antara log konsentrasi bioinsektisida dan mortalitas kutu daun. Persamaan ini merupakan model regresi linier yang telah melalui transformasi probit dan logaritma, sehingga nilai LC_{50} ditentukan berdasarkan tabel Confidence Limits yang dihasilkan.

Tabel 9 Hasil Uji Confidence Limits

Parameter	Nilai
LC_{50}	45,503%
Batas Bawah (95% CI)	41,452%
Batas Atas (95% CI)	47,958%

Tidak adanya rentang interval yang terlalu lebar mengindikasikan bahwa model probit mampu memberikan estimasi yang stabil terhadap respons mortalitas kutu daun pada berbagai tingkat konsentrasi perlakuan. Hasil ini juga didukung oleh nilai Pearson Goodness of Fit yang menunjukkan bahwa model probit sesuai dengan data penelitian.



Gambar 2 Dokumentasi Penelitian (1)



Gambar 3 Dokumentasi Penelitian (2)

KESIMPULAN

Bioinsektisida berbahan lindi sampah organik rumah tangga dan larutan daun serai wangi terbukti efektif dalam meningkatkan mortalitas kutu daun (*Aphidoidea*) pada tanaman sawi hijau. Semakin tinggi konsentrasi bioinsektisida yang diaplikasikan, semakin tinggi pula tingkat kematian kutu daun yang dihasilkan. Nilai LC_{50} sebesar 45,503% mengindikasikan bahwa pada konsentrasi tersebut secara statistik dapat mematikan 50% populasi kutu daun uji.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan masukan selama proses penelitian hingga penyusunan artikel ini sehingga penelitian dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Cannon, C. & Bunn, B., 2017, *A phids are a diverse family of insects with many Aphid Pests on Vegetables Do You Know?*
- Chakraborty, D., Palani, S.G., Ghangrekar, M.M. & Wong, J.W.C., 2026, 'Reactive extraction of lactic and acetic acids from leached bed reactor leachate and process optimization by response surface methodology', *Environmental Technology*, 47(8), 1258–1273.
- Kaur, H., Bhardwaj, U. & Kaur, R., 2021, 'Cymbopogon nardus essential oil: a comprehensive review on its chemistry and bioactivity', *Journal of Essential Oil Research*, 33(3), 205–220.
- Kim, J.-H., Kwak, H.-M., An, G.-E.-H., Oh, J.-K. & Chang, H.-R., 2025, 'Dissipation Behavior and Dietary Risk of Etofenprox in Kale (*Brassica oleracea*) and Red Mustard Greens (*Brassica juncea*)', *Foods*, 14(24), 4223.
- Nurjanna, A. & Ali, D.M., 2021, 'Persebaran Air Lindi Tpa Benowo Terhadap Kualitas Air Tambak', 2(1).
- Peraturan Menteri Kesehatan, 2023, *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan*.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2016, *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 59 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah*.
- Peraturan Presiden (Perpres), 2017, *Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*.
- Suryani, F., Auliani, D., Rusli, M. & Pramono, S., 2024, 'Penggunaan Pestisida dalam Pertanian: Resiko Kesehatan dan Alternatif Ramah Lingkungan', *Jurnal Kolaboratif Sains*, 7(11), 4151–4159.
- Tuhumury, G., Leatemia, J.A., Rumthe dan Hasinu Program Studi Agroekoteknologi, R.J. & Pertanian Unpatti, F., 2012, *Residu Pestisida Produk Sayuran Segar Di Kota Ambon*, vol. 1.
- Tuhumury, G.N.C., Leatemia, J.A., Rumthe, R.Y. & Hasinu, J. V, 2018, 'Residu Pestisida Produk Sayuran Segar Di Kota Ambon', *Agrologia*, 1(2).