

Pengaruh Jarak Dan Waktu Penyemprotan Pada Alat *Spray* Otomatis Berbasis Timer Terhadap Volume Cairan *Repellent* Alami Pada Media Kertas

Hineshi Saraswati Azra^{1*}, Agus Kharmayana Rubaya², Sarjito Eko Windarso³, Rizki Amalia⁴

¹⁻⁴Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

*email: hineshiazr29@gmail.com

Abstrak

Demam Berdarah Dengue merupakan penyakit yang ditularkan melalui nyamuk dan masih menjadi masalah kesehatan masyarakat. Penggunaan repellent secara manual sering menghasilkan volume semprotan yang tidak konsisten sehingga efektivitas perlindungan menjadi kurang optimal. Penelitian ini menawarkan penggunaan alat spray otomatis berbasis timer sebagai solusi untuk menghasilkan penyemprotan repellent alami yang lebih seragam dan terkontrol. Penelitian bertujuan menganalisis pengaruh jarak penyemprotan dan waktu penyemprotan terhadap volume deposisi repellent alami pada media kertas. Penelitian menggunakan rancangan eksperimen dengan variasi jarak penyemprotan 1 m, 1,5 m, dan 2 m serta waktu penyemprotan 1, 2, dan 3 detik. Volume deposisi diukur secara gravimetri berdasarkan selisih berat media sebelum dan sesudah penyemprotan, dengan sembilan kali ulangan pada setiap perlakuan. Data dianalisis menggunakan uji Shapiro-Wilk, Kruskal-Wallis, dan Mann-Whitney. Hasil penelitian menunjukkan deposisi tertinggi sebesar 0,1776 g diperoleh pada jarak 1,5 m dengan waktu penyemprotan 2 detik, sedangkan deposisi terendah sebesar 0,0004 g diperoleh pada jarak 2 m dengan waktu 1 detik. Terdapat perbedaan yang signifikan antarperlakuan ($p=0,002$). Secara umum, volume deposisi meningkat seiring bertambahnya waktu penyemprotan dan menurun pada jarak penyemprotan yang lebih jauh.

Kata Kunci: Deposisi Repellent, Jarak Penyemprotan, Repellent Alami, Spray Otomatis Berbasis Timer, Waktu Penyemprotan

PENDAHULUAN

Keadaan lingkungan fisik yang kurang baik dapat memberikan dampak bagi masyarakat, salah satu dampak tersebut adalah lingkungan fisik sebagai tempat berkembang biak vektor penyakit. di negara-negara tropis seperti Indonesia, Demam Berdarah Dengue (DBD) terus menjadi persoalan kesehatan yang serius yang ditransmisikan terutama melalui vektor (Nuraeni, 2024). *Repellent* merupakan suatu zat yang berfungsi sebagai penolak atau penghalau serangga maupun organisme pengganggu lainnya (Isman, 2020). Zat ini memiliki kemampuan untuk menjauhkan serangga dari manusia, sehingga dapat mencegah terjadinya gigitan serangga serta mengurangi gangguan yang ditimbulkan oleh serangga terhadap aktivitas manusia (Galih dkk., 2025). Produk *repellent* yang beredar di pasaran secara umum dapat dikelompokkan ke dalam dua kategori utama, yaitu *repellent* sintesis yang umumnya mengandung bahan aktif seperti DEET, IR3535, atau picaridin, serta *repellent* berbahan alami (Syarli dkk., 2025). Penggunaan *repellent* merupakan salah satu komponen penting dalam strategi pengendalian vektor, karena bekerja dengan cara mengganggu sistem penciuman nyamuk dalam mendeteksi bau tubuh manusia yang menjadi daya tarik utama bagi nyamuk. Meskipun *repellent* berbasis kimia telah terbukti efektif dan memiliki profil keamanan yang terkontrol (Mapossa dkk., 2021).

Beberapa individu dapat mengalami reaksi iritasi kulit atau sensitivitas tertentu, sehingga mendorong pengembangan alternatif berbasis bahan alami. Metode aplikasi *repellent* yang masih dilakukan secara manual memiliki keterbatasan dalam hal konsistensi dosis dan frekuensi penyemprotan. Seiring dengan perkembangan teknologi, sistem penyemprotan otomatis menjadi solusi yang lebih praktis dan terkontrol karena mampu mengatur durasi dan interval semprot secara terprogram. Penggunaan sistem otomatis ini berpotensi meningkatkan efisiensi distribusi *repellent* serta memberikan perlindungan yang lebih stabil dibandingkan metode manual (Roca dkk., 2023). Evaluasi deposisi semprotan menjadi aspek penting untuk memastikan bahwa cairan yang disemprotkan benar-benar mencapai target secara optimal. Penilaian deposisi semprotan dapat dilakukan melalui metode langsung di lapangan maupun metode tidak langsung dalam kondisi terkontrol, seperti di laboratorium. Metode tidak langsung umumnya menggunakan bangku uji (*test bench*) dan analisis distribusi ukuran droplet (*Droplet Size Distribution/DSD*) dari nozzle semprot (Panigrahi dkk., 2021). Secara konvensional, evaluasi deposisi juga dapat dilakukan dengan menambahkan penanda (*tracer*) ke dalam larutan semprot atau melalui metode gravimetri dengan mengukur selisih berat media sebelum dan sesudah penyemprotan (Ali dkk., 2026).

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh gambaran kuantitatif mengenai volume deposisi cairan semprot yang dihasilkan oleh alat spray otomatis berbasis timer. Pengukuran deposisi dilakukan menggunakan metode gravimetri dengan menghitung selisih berat media kertas sebelum dan sesudah penyemprotan. Penelitian ini digunakan variasi kombinasi jarak semprot yaitu 1 meter, 1,5 meter, dan 2 meter. Pemilihan jarak tersebut didasarkan pada ukuran ruangan penelitian yaitu 3×3 meter serta kemampuan alat yang dapat menyemprot hingga jarak maksimal 2 meter serta variasi lama penyemprotan yaitu 1 detik, 2 detik, dan 3 detik. Kombinasi kedua variabel tersebut diharapkan dapat menunjukkan perbedaan jumlah cairan yang terdeposisi pada

media target, sehingga dapat diketahui pengaruh jarak dan durasi penyemprotan terhadap volume cairan yang mencapai permukaan media. Perkembangan teknologi memungkinkan penggunaan sistem otomatis dalam penyemprotan *repellent*. Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah mikrokontroler *Arduino Uno*, yang berfungsi sebagai pengendali utama alat spray otomatis berbasis timer (Liu dkk., 2023). *Arduino Uno* mampu mengatur lama penyemprotan secara tepat, misalnya 1 detik, 2 detik, dan 3 detik, sehingga volume cairan yang keluar dapat dihasilkan secara konsisten. sistem otomatis ini memastikan bahwa penyemprotan pada berbagai jarak, yaitu 1 meter, 1,5 meter, dan 2 meter, dilakukan dalam kondisi yang sama tanpa dipengaruhi tenaga manusia. Dengan demikian penggunaan *Arduino Uno* mendukung penelitian ini dalam menguji pengaruh variasi jarak dan waktu penyemprotan terhadap volume cairan *repellent* yang terdeposisi pada media kertas secara lebih akurat dan terukur.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan desain *Posttest Only Design* yang bertujuan mengevaluasi pengaruh variasi jarak dan waktu penyemprotan terhadap volume deposisi repellent alami. Perlakuan terdiri atas tiga variasi jarak penyemprotan, yaitu 1 m, 1,5 m, dan 2 m, serta tiga variasi waktu penyemprotan, yaitu 1, 2, dan 3 detik. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak sembilan kali. Volume deposisi cairan diukur menggunakan metode gravimetri berdasarkan selisih berat media kertas sebelum dan sesudah penyemprotan menggunakan neraca analitik. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan IBM SPSS Statistics melalui uji normalitas Shapiro–Wilk. Karena data tidak berdistribusi normal, analisis dilanjutkan dengan uji Kruskal–Wallis untuk mengetahui perbedaan volume deposisi antarperlakuan, kemudian dilakukan uji lanjut Mann–Whitney pada taraf signifikansi 5% untuk mengidentifikasi pasangan perlakuan yang memiliki perbedaan bermakna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengukuran Deposisi Waktu Semprot

Data hasil penelitian pada masing-masing perlakuan diperoleh 9 kali pengulangan. Berikut tabel rekap selisih berat/deposisi pada jarak 1 meter, 1,5 meter dan 2 meter untuk waktu semprot 1 detik pada media kertas saring data didapatkan menggunakan rumus gravimetri:

Tabel 1 Rekap Data Penelitian Jarak Waktu Semprot 1 Detik

No	Deposisi (g) untuk waktu semprot 1 detik		
Ulangan	Jarak 1 m	Jarak 1,5 m	Jarak 2 m
1	0.0029	0.0017	0.0000
2	0.0051	0.0069	0.0008
3	0.0062	0.0051	0.0004
4	0.0114	0.0093	0.0000
5	0.0037	0.0040	0.0000
6	0.0046	0.0081	0.0001
7	0.0028	0.0074	0.0011
8	0.0083	0.0096	0.0003
9	0.0052	0.0075	0.0011

Berdasarkan Tabel 1, hasil pengukuran deposisi pada waktu semprot 1 detik menunjukkan adanya variasi jumlah deposisi pada setiap jarak penyemprotan. Pada jarak 1 meter, nilai deposisi berkisar antara 0,0028–0,0114 g dengan nilai tertinggi sebesar 0,0114 g pada ulangan ke-4. Pada jarak 1,5 meter, deposisi berkisar antara 0,0017–0,0096 g, sedangkan pada jarak 2 meter deposisi yang dihasilkan jauh lebih rendah, yaitu antara 0,0000–0,0011 g. Beberapa ulangan pada jarak 2 meter bahkan tidak menunjukkan adanya deposisi. Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin jauh jarak penyemprotan, jumlah deposisi yang diperoleh cenderung semakin kecil.

Tabel 2 Rekap Data Penelitian Jarak Waktu Semprot 2 Detik

No	Deposisi (g) untuk waktu semprot 2 detik		
Ulangan	Jarak 1 m	Jarak 1,5 m	Jarak 2 m
1	0.0084	0.1820	0.0012
2	0.0065	0.6214	0.0027
3	0.0084	0.0836	0.0007
4	0.0450	0.0054	0.0040
5	0.0072	0.0344	0.0020
6	0.0028	0.2034	0.0010
7	0.0064	0.0935	0.0025
8	0.0079	0.3088	0.0016
9	0.0041	0.0655	0.0021

Berdasarkan Tabel 2, hasil pengukuran deposisi pada waktu semprot 2 detik menunjukkan adanya variasi jumlah deposisi pada setiap jarak penyemprotan. Pada jarak 1 meter, nilai deposisi berkisar antara 0,0028–0,0450 g dengan nilai tertinggi sebesar 0,0450 g pada ulangan ke-4. Pada jarak 1,5 meter, deposisi yang dihasilkan berkisar antara 0,0054–0,6214

g, dengan nilai tertinggi sebesar 0,6214 g pada ulangan ke-2. Sementara itu, pada jarak 2 meter, nilai deposisi berkisar antara 0,0007–0,0040 g, sehingga merupakan deposisi terendah dibandingkan kedua jarak lainnya. Secara umum, hasil pengukuran menunjukkan bahwa deposisi pada waktu semprot 2 detik paling besar diperoleh pada jarak 1,5 meter, sedangkan deposisi pada jarak 2 meter tetap menjadi yang paling rendah.

Tabel 3 Rekap Data Penelitian Jarak Waktu Semprot 3 Detik

No	Deposisi (g) untuk waktu semprot 3 detik		
Ulangan	Jarak 1 m	Jarak 1,5 m	Jarak 2 m
1	0.0299	0.1111	0.0098
2	0.0105	0.1124	0.0042
3	0.0082	0.1022	0.0058
4	0.0048	0.2522	0.0028
5	0.0068	0.0568	0.0053
6	0.0068	0.0771	0.0032
7	0.0036	0.1121	0.0021
8	0.0085	0.0570	0.0053
9	0.0103	0.0360	0.0014

Berdasarkan Tabel 3, hasil pengukuran deposisi pada waktu semprot 3 detik menunjukkan adanya variasi jumlah deposisi pada setiap jarak penyemprotan. Pada jarak 1 meter, nilai deposisi berkisar antara 0,0036–0,0299 g dengan nilai tertinggi sebesar 0,0299 g pada ulangan ke-1. Pada jarak 1,5 meter, deposisi yang diperoleh berkisar antara 0,0360–0,2522 g, dengan nilai tertinggi sebesar 0,2522 g pada ulangan ke-4. Sementara itu, pada jarak 2 meter, nilai deposisi berkisar antara 0,0014–0,0098 g dengan nilai tertinggi sebesar 0,0098 g pada ulangan ke-1. Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa deposisi terbesar pada waktu semprot 3 detik diperoleh pada jarak 1,5 meter, sedangkan deposisi pada jarak 2 meter merupakan yang paling rendah dibandingkan jarak lainnya.

2. Rata - Rata Tiap Kelompok

Data pada Tabel 4 merupakan hasil perhitungan nilai rata-rata (*mean*) volume deposisi cairan *repellent* pada media kertas yang diperoleh dari 9 kali pengulangan pada setiap variasi waktu penyemprotan (1 detik, 2 detik, dan 3 detik) serta setiap variasi jarak penyemprotan (1 meter, 1,5 meter, dan 2 meter). Nilai rata-rata tersebut dihitung berdasarkan data deposisi yang telah disajikan pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Tabel 4 Rekap Rata-Rata (mean) Tiap Kelompok

Jarak	1 detik	2 detik	3 detik
1 meter	0.0056	0.0107	0.0099
1,5 meter	0.0066	0.1776	0.1019
2 meter	0.0004	0.002	0.0044

Berdasarkan Tabel 4, rata-rata berat/deposisi pada setiap jarak dan waktu semprot menunjukkan perbedaan antar kelompok perlakuan. Pada jarak 1 meter, rata-rata deposisi meningkat dari 0,0056 g pada 1 detik menjadi 0,0107 g pada 2 detik, kemudian sedikit menurun menjadi 0,0099 g pada 3 detik. Jarak 1,5 meter, rata-rata deposisi menunjukkan peningkatan yang cukup tinggi, yaitu dari 0,0066 g pada 1 detik menjadi 0,1776 g pada 2 detik, kemudian menurun menjadi 0,1019 g pada 3 detik. Sementara itu, pada jarak 2 meter, rata-rata deposisi relatif lebih rendah dibandingkan jarak lainnya, dengan nilai 0,0004 g pada 1 detik, 0,0020 g pada 2 detik, dan meningkat menjadi 0,0044 g pada 3 detik. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin lama alat spray bekerja, semakin besar volume cairan yang dikeluarkan oleh *nozzle* sehingga peluang droplet untuk mencapai dan menempel pada media target juga semakin besar. Peningkatan deposisi tersebut tidak selalu selalu terjadi secara sebanding karena proses deposisi dipengaruhi oleh berbagai faktor fisik yang bekerja secara bersamaan, seperti karakteristik droplet, pola penyemprotan, kemampuan media menangkap cairan, dan karakteristik sistem penyemprotan yang digunakan.

Secara teoritis, penyemprotan cairan merupakan proses atomisasi, yaitu proses pemecahan cairan menjadi droplet berukuran kecil akibat tekanan yang dihasilkan oleh motor *pump* ketika cairan melewati *nozzle*. Droplet yang terbentuk kemudian bergerak menuju media target dan mengalami deposisi apabila berhasil mencapai permukaan sasaran (Martinez, 2021). Lama penyemprotan memengaruhi jumlah cairan yang dikeluarkan oleh *nozzle*, semakin lama durasi penyemprotan, semakin lama pula motor *pump* bekerja sehingga debit cairan yang dialirkan menuju *nozzle* menjadi lebih besar akibatnya, jumlah droplet yang dihasilkan selama proses atomisasi meningkat sehingga peluang droplet mencapai media kertas juga semakin tinggi. Kondisi tersebut menyebabkan volume deposisi cairan pada media meningkat seiring bertambahnya waktu penyemprotan, dengan kata lain, lama penyemprotan berhubungan langsung dengan lamanya proses pelepasan droplet ke udara sehingga memengaruhi jumlah cairan yang dapat terdepositasi pada media.

Hasil penelitian ini juga didukung oleh teori (Xiahou dkk., 2020) yang menjelaskan bahwa deposisi droplet merupakan hasil interaksi antara ukuran droplet, distribusi ukuran tetesan, gaya gravitasi, serta kondisi aliran udara selama proses penyemprotan. Droplet berukuran besar cenderung lebih cepat mengalami sedimentasi, sedangkan droplet berukuran kecil lebih mudah terbawa aliran udara sehingga tidak seluruhnya mencapai permukaan target. Oleh karena itu, keberhasilan deposisi pada penelitian ini kemungkinan merupakan hasil keseimbangan antara jumlah droplet yang dihasilkan akibat penambahan waktu penyemprotan dengan karakteristik fisik droplet yang terbentuk selama proses atomisasi.

3. Hasil Pengukuran Suhu, Kelembapan dan Kecepatan Angin

Kondisi lingkungan selama penelitian juga berperan dalam menjaga konsistensi hasil. Penelitian dilaksanakan dalam ruangan dengan suhu, kelembapan, dan kecepatan angin yang relatif stabil sehingga variasi deposisi yang diperoleh lebih mungkin disebabkan oleh perlakuan lama penyemprotan daripada perubahan kondisi lingkungan. Lingkungan yang terkendali mengurangi kemungkinan perubahan pola penyebaran droplet akibat gangguan aliran udara sehingga proses deposisi berlangsung lebih konsisten pada setiap pengulangan (Schoofs dkk., 2020). Kondisi tersebut menjadi salah satu faktor yang mendukung validitas hasil penelitian karena pengaruh variabel luar dapat diminimalkan.

Tabel 5 Nilai Rata-Rata pengukuran suhu, kelembapan, dan kecepatan udara

Waktu semprot	suhu	kelembapan	Kecepatan angin
1 meter			
1 detik	28,3	71,2	0,0
2 detik	28,3	71,5	0,0
3 detik	28,3	71,4	0,0
1,5 meter			
1 detik	28,3	71,2	0,0
2 detik	28,3	71,5	0,0
3 detik	28,3	71,4	0,0
2 meter			
1 detik	28,3	71,2	0,0
2 detik	28,3	71,5	0,0
3 detik	28,3	71,4	0,0

Berdasarkan tabel 5, hasil pengukuran kondisi lingkungan, nilai yang disajikan merupakan nilai rata-rata pada setiap variasi waktu semprot dan jarak. Suhu pada seluruh pengukuran menunjukkan nilai yang sama, yaitu sebesar 28,3°C. Nilai kelembapan udara berkisar antara 71,2% hingga 71,5%. Sementara itu, kecepatan angin pada seluruh pengukuran tercatat sebesar 0,0 m/s. Secara umum, kondisi lingkungan selama penelitian relatif stabil dan tidak menunjukkan perbedaan yang berarti pada setiap variasi jarak maupun waktu semprot.

4. Hasil Analisis Inferensial

Tabel 6 Hasil Uji Normalitas (Shapiro-Wilk)

Waktu semprot	Nilai P	Hasil
0 detik	-	
1 detik	0.053	Normal
2 detik	<.001	Tidak normal
3 detik	<.001	Tidak normal

Hasil uji normalitas menggunakan Shapiro–Wilk menunjukkan bahwa data volume deposisi pada waktu penyemprotan 1 detik berdistribusi normal ($p=0,053$), sedangkan pada waktu penyemprotan 2 detik dan 3 detik tidak berdistribusi normal ($p<0,001$). Karena data secara keseluruhan tidak memenuhi asumsi normalitas, analisis dilanjutkan menggunakan uji nonparametrik Kruskal–Wallis. Hasil uji Kruskal–Wallis menunjukkan nilai $p=0,002$ ($p<0,05$), yang berarti terdapat perbedaan volume deposisi cairan yang signifikan di antara kelompok waktu penyemprotan 1 detik, 2 detik, dan 3 detik. Hasil ini menunjukkan bahwa lama waktu penyemprotan memengaruhi jumlah cairan repellent yang terdeposisi pada media kertas, di mana semakin lama durasi penyemprotan maka semakin besar peluang cairan keluar dari nosel dan mencapai permukaan target. Untuk mengetahui kelompok yang berbeda secara signifikan, dilakukan uji lanjut Mann–Whitney.

Tabel 7 Hasil uji post-hoc

Waktu semprot	<i>p-value.</i>	Hasil
1 detik dan 2 detik	0,021	signifikan
1 detik dan 3 detik	<,001	signifikan
2 detik dan 3 detik	0,320	Tidak signifikan

Hasil uji menunjukkan adanya perbedaan bermakna antara waktu penyemprotan 1 detik dengan 2 detik ($p=0,021$) serta antara 1 detik dengan 3 detik ($p<0,001$), sedangkan antara waktu penyemprotan 2 detik dan 3 detik tidak terdapat perbedaan yang signifikan ($p=0,320$). Dengan demikian, perbedaan deposisi hanya ditemukan pada kelompok waktu semprot 1 detik, sedangkan waktu semprot 2 detik dan 3 detik menghasilkan deposisi yang relatif sama secara statistik. 1 detik dan 3 detik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa deposisi pada waktu semprot 1 detik berbeda dengan kelompok waktu semprot 2 detik dan 3 detik. Kondisi ini menunjukkan bahwa durasi penyemprotan selama 1 detik belum menghasilkan jumlah droplet yang cukup untuk memberikan deposisi yang optimal pada media kertas. Ketika durasi penyemprotan ditingkatkan menjadi 2 detik, jumlah cairan yang keluar dari nozzle bertambah sehingga distribusi droplet menuju media menjadi lebih banyak dan lebih merata. Akibatnya, volume deposisi pada media mengalami peningkatan namun, ketika waktu penyemprotan ditingkatkan menjadi 3 detik, peningkatan deposisi tidak lagi menunjukkan perbedaan yang bermakna dibandingkan dengan waktu semprot 2 detik. Hal tersebut mengindikasikan bahwa setelah mencapai durasi tertentu, penambahan waktu penyemprotan tidak selalu diikuti oleh peningkatan deposisi yang sebanding.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa variasi jarak dan waktu penyemprotan menggunakan alat spray otomatis berbasis *timer* berpengaruh terhadap volume deposisi repellent alami pada media kertas. Volume deposisi diperoleh pada seluruh variasi jarak penyemprotan, namun secara umum cenderung menurun seiring bertambahnya jarak penyemprotan. Sebaliknya, volume deposisi cenderung meningkat dengan bertambahnya waktu penyemprotan. Hasil analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antarperlakuan, dengan uji lanjut Mann–Whitney menunjukkan perbedaan bermakna antara waktu penyemprotan 1 detik dengan 2 detik serta 1 detik dengan 3 detik, sedangkan antara 2 detik dan 3 detik tidak terdapat perbedaan yang bermakna. Dengan demikian, pengaturan jarak dan waktu penyemprotan merupakan faktor penting dalam mengoptimalkan distribusi volume deposisi repellent alami, sehingga penggunaan alat spray otomatis berbasis *timer* berpotensi menghasilkan penyemprotan yang lebih konsisten dan terkontrol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, serta kontribusi dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan naskah ini. Segala bantuan yang diberikan sangat berarti sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A., Becce, L., Gronauer, A., & Mazzetto, F. (2026). Methodological Advancement in Resistive-Based, Real-Time Spray Deposition Assessment with Multiplexed Acquisition. *AgriEngineering*, 8(1), 3. <https://doi.org/10.3390/agriengineering8010003>
- Galih Zاتمiko Alan, & Erni Yohani Mahtuti. (2025). Efektivitas Repellent dari Ekstrak Akar Tuba (*Derris elliptica*) terhadap Daya Hinggap Nyamuk *Aedes aegypti*. *Quantum Wellness: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 2(1), 54–71. <https://doi.org/10.62383/quwell.v2i1.1369>
- Isman, M. B. (2020). Botanical Insecticides in the Twenty-First Century—Fulfilling Their Promise? *Annual Review of Entomology*, 65(1), 233–249. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025010>
- Liu, Y., Wang, F., Jiang, Z., Sfarra, S., Liu, K., & Yao, Y. (2023). Generative Deep Learning-Based Thermographic Inspection of Artwork. *Sensors*, 23(14), 6362. <https://doi.org/10.3390/s23146362>
- Mapossa, A. B., Focke, W. W., Tewo, R. K., Androsch, R., & Kruger, T. (2021). Mosquito-repellent controlled-release formulations for fighting infectious diseases. *Malaria Journal*, 20(1), 165. <https://doi.org/10.1186/s12936-021-03681-7>
- Martínez-Padilla, L. P. (2021). Viscosity of chia seed water suspension using two mixers and two approaches. *Biosystems Engineering*, 210, 60–68. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.08.003>
- Nuraeni, M. (2024). Analysis of *Aedes Aegypti* Larval Density on The Potential Transmission of Dengue Fever. *Eduvest - Journal of Universal Studies*, 4(3), 1130–1137. <https://doi.org/10.59188/eduvest.v4i3.1105>
- Panigrahi, S. S., Singh, C. B., & Fielke, J. (2021). Strategies to mitigate dead-zones in on-farm stored grain silos fitted with aeration ducting modelled using computational fluid dynamics. *Biosystems Engineering*, 205, 93–104. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.02.013>
- Roca, J. C., I., Magallanes, A. M., Ventura, J. C. M., Rodriguez, S. T., Ramirez, B. S., Prado, H. R. G., Bautista, J. N., & Limos-Galay, J. A. (2023). Automatic dispensing mosquito repellent machine with motion detector (Arduino). *International Journal of Research Studies in Management*, 11(3). <https://doi.org/10.5861/ijrsm.2023.1028>
- Schoofs, H., Delalieux, S., Deckers, T., & Bylemans, D. (2020). Fire Blight Monitoring in Pear Orchards by Unmanned Airborne Vehicles (UAV) Systems Carrying Spectral Sensors. *Agronomy*, 10(5), 615. <https://doi.org/10.3390/agronomy10050615>
- Syarli, S., Elisma, Lestari, U., Rahmadona, T., Herawati, riana, Najwa, S., & Delfina, R. (2025). Formulasi dan Uji Efektivitas Repellent Spray Gel Minyak Atsiri Daun Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) Sebagai Penolak Nyamuk. *Journal of Pharmaceutical Care and Sciences*, 6(3), 40–50.
- Xiahou, B., Sun, D., Song, S., Xue, X., & Dai, Q. (2020). Simulation And Experimental Research On Droplet Flow Characteristics And Deposition In Airflow Field. *International Journal Of Agricultural And Biological Engineering*, 13(6), 16–24.