

UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK METANOL DAUN KAYU PUTIH (*Melaleuca leucadendron* L) TERHADAP MORTALITAS LARVA *Aedes aegypti*

Zeindhita Arum Anggriyanti¹, Rochmadina Suci Bestari^{2*}, Nurhayani³,
Aria Wibawa⁴

¹⁻⁴Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surakarta

[*Email Korespondensi : rsb156@ums.ac.id]

Abstract: Test of Effectiveness of Methanol Extract of Eucalyptus Leaves (*Melaleuca leucadendron* L) on *Aedes aegypti* Larvae Mortality. *Aedes aegypti* is a common vector for transmitting dengue disease, frequently present in residential settings. An approach to hinder the spread of dengue fever involves managing the larvae of *Aedes aegypti* mosquitoes by employing a natural larvicide derived from eucalyptus leaves. This study aimed to assess the efficacy of methanol extract derived from eucalyptus leaves (*Melaleuca leucadendron* L) in reducing the mortality rate of *Aedes aegypti* larvae. This research is an experimental laboratory with post-test-only controlled group design research. This study used samples of *Aedes aegypti* instar III-IV larvae. There were 5 groups consisting of two control groups, namely K(+) and K(-), and a treatment group methanol extract of eucalyptus leaves with a concentration of 0.2%; 0,4%; and 0.8%. The highest mortality results were in the treatment of eucalyptus leaf methanol extract 0.8% (P3), eucalyptus leaf methanol extract 0.4% (P2), and the lowest in eucalyptus leaf methanol extract 0.2% (P1). Data were processed using Shaphiro-wilk Test analysis, Homogeneity of variance, Kruskal-Wallis, and Mann-Whitney tests. This study concluded that eucalyptus leaf methanol extract was not effective against the mortality of *Aedes aegypti* larvae.
Keywords: Methanol extract, *Aedes aegypti*, *Melaleuca leucadendron*

Abstrak: Uji Efektivitas Ekstrak Metanol Daun Kayu Putih (*Melaleuca leucadendron* L) Terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti*. *Aedes aegypti* adalah vektor umum penularan penyakit demam berdarah, sering ditemukan di lingkungan perumahan. Salah satu upaya untuk menghambat penyebaran penyakit demam berdarah adalah dengan memberantas jentik nyamuk *Aedes aegypti* dengan menggunakan larvasida alami yang berasal dari daun kayu putih. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas ekstrak metanol yang berasal dari daun kayu putih (*Melaleuca leucadendron* L) dalam menurunkan angka kematian larva *Aedes aegypti*. Penelitian ini bersifat eksperimental laboratorik dengan penelitian *post test only controlled group design*. Penelitian ini menggunakan sampel larva *Aedes aegypti* instar III-IV. Terdapat 5 kelompok meliputi dua kelompok kontrol yaitu K(+) dan K(-), serta kelompok perlakuan ekstrak metanol daun kayu putih dengan konsentrasi 0,2%; 0,4%; serta 0,8%. Hasil mortalitas tertinggi pada perlakuan ekstrak metanol daun kayu putih 0,8% (P3), ekstrak metanol daun kayu putih 0,4% (P2), dan terendah pada ekstrak metanol daun kayu putih 0,2% (P1). Data diolah menggunakan analisis Uji *Shaphiro-wilk*, uji *Homogeneity of variance*, *Kruskal-wallis*, serta *Mann-whitney*. Penelitian bisa dilakukan pengambilan kesimpulan yakni ekstrak metanol daun kayu putih tidak efektif pada mortalitas larva *Aedes aegypti*.
Kata Kunci : Ekstrak etanol, *Aedes aegypti*, Daun Kayu Putih

PENDAHULUAN

Demam berdarah dengue (DBD) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus dengue yang ditularkan ke manusia

melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Gejala demam berdarah berupa, demam mendadak, sakit kepala, serta mual, nyeri di

belakang bola mata, gejala pendarahan layaknya kemerahan pada tubuh, gusi berdarah, serta mimisan (Kemenkes, 2016). Pada tahun 2021, kementerian kesehatan (kemenkes) mencatat 73.518 kejadian DBD dengan kasus kematian mencapai 705 (Kemenkes, 2022). Kasus DBD terus meningkat, kemenkes mencatat jumlah kasus DBD di Indonesia dilaporkan yakni total 143.266 kasus pada tahun 2022 dengan jumlah kematian hingga 1.237 kasus. Kemenkes mencatat terdapat 43.690 kasus DBD dengan jumlah kematian 317 kasus hingga minggu ke 26 pada tahun 2023 (Kemenkes, 2023).

Aedes aegypti merupakan vektor penularan demam berdarah yang umum terjadi di lingkungan rumah tangga (Yuliana dkk., 2021). Strategi utama pencegahan penyebaran penyakit demam berdarah adalah dengan mengendalikan populasi nyamuk *Aedes aegypti*, baik larva maupun nyamuk dewasa. Tujuan pengendalian nyamuk adalah untuk mengganggu proses penularan penyakit (Susilawati & Hermansyah, 2015). Cara pengendalian nyamuk yang efektif adalah dengan penggunaan larvasida (Yuliana dkk., 2021). Di Indonesia, larvasida sintetik yang umum digunakan adalah temephos 1% yang sering disebut dengan abate. Penggunaan larvasida abate menghasilkan angka kematian sebesar 99-100%. Meskipun abate terbukti efektif dalam membasmi larva *Aedes aegypti*, abate juga dapat mencemari lingkungan dan memberikan dampak buruk terhadap organisme non-manusia yang berinteraksi dengannya (Bestari, Budi, dkk., 2020).

Bahan kimia flavonoid dan saponin dalam ekstrak daun kayu putih (*Melaleuca leucadendron* L) diyakini dapat menghambat pertumbuhan larva dan akhirnya menyebabkan kematian larva. Kandungan senyawa kimia tersebut diyakini dapat berfungsi sebagai larvasida (Aminu *et al.*, 2020; Kaihena & Ukratalo, 2021). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa nilai LC_{50} ekstrak etanol daun kayu putih sebesar 0,509%.

Sementara itu nilai LC_{90} ekstrak etanol daun kayu putih (*Melaleuca leucadendron* L) sebesar 1,259% (Kaihena & Ukratalo, 2021). Berdasarkan penelitian tersebut, peneliti tertarik untuk menguji efektivitas ekstrak daun kayu putih terhadap mortalitas larva menggunakan pelarut metanol 96%. Pelarut metanol dipilih karena memiliki sifat polar, non polar, dan semi polar dan dapat mengekstraksi semua nyawa metabolit sehingga semua senyawa dapat tersari dengan baik (Pane, 2013; Wilapangga & Sari, 2018). Pelarut metanol 96% menghasilkan kadar flavonoid yang tinggi (Dewi *et al.*, 2021).

METODE

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen laboratorium dengan desain *Post-Test Only Controlled Group Design*. Penelitian dilakukan di Laboratorium Farmakologi dan Laboratorium Parasitologi yang terletak di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surakarta. Penelitian ini memanfaatkan sampel larva *Aedes aegypti* tahap perkembangan instar ketiga dan keempat yang diterima dari Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (Balitbangkes) Pangandaran. Sampel dikumpulkan dengan menggunakan teknik purposive sampling. Ekstraksi daun kayu putih dilakukan dengan teknik maserasi menggunakan metanol 96% sebagai pelarut. Penelitian ini terdiri dari dua kelompok kontrol dan tiga kelompok perlakuan. Penelitian ini melakukan uji pendahuluan dan uji pengulangan dimana pengulangan dilakukan sebanyak 4 kali. Sampel yang digunakan sebanyak 625 ekor larva dan menggunakan larva sebanyak 25 ekor pada setiap gelas sesuai standart WHO (WHO, 2005).

Kelompok meliputi kelompok kontrol positif (diberi temephos 1%), kelompok kontrol negatif (hanya diberi aquadest), kelompok perlakuan P1 (ekstrak metanol daun kayu putih konsentrasi 0,2%), kelompok perlakuan P2 (ekstrak metanol daun kayu putih

konsentrasi 0,4%), dan kelompok perlakuan P3 (ekstrak metanol daun kayu putih konsentrasi 0,8%). Penelitian ini berlangsung selama 24 jam dan kematian larva diamati setiap jam ke-6, jam ke-12, jam ke-18, serta jam ke-24 sesudah kontak.

Uji analisis data yang dipakai yakni uji normalitas dengan uji *Shaphiro-*

wilk dan uji *Homogenity of variance* dengan uji *lavene*. Hasil data tidak tersebar normal serta tidak homogen sehingga diteruskan dengan uji *Kruskal-wallis* guna mengetahui terdapat tidaknya perbedaan dari setiap perlakuan terhadap mortalitas larva, dan langkah selanjutnya dilaksanakan uji *post hoc* dengan *Mann-whitney*.

HASIL
Tabel 1. Jumlah Kematian Larva *Aedes aegypti* Setiap 6 Jam Diberi Ekstrak Metanol Daun Kayu Putih

Perlakuan/ Konsentrasi	Pengulangan	Kematian Larva Sesudah Diberi Ekstrak Metanol Daun Kayu Putih				Rata-Rata Kematian Dalam 24 Jam	Persentase Kematian Dalam 24 Jam (%)
		Jam ke-6	Jam ke-12	Jam ke-18	Jam ke-24		
K (+) Temephos 1%	I	25	25	25	25	25±0	100
	II	25	25	25	25		
	III	25	25	25	25		
	IV	25	25	25	25		
Rata-Rata Kematian Perwaktu		25	25	25	25		
K (-) Aquades	I	0	0	0	0	0±0	0
	II	0	0	0	0		
	III	0	0	0	0		
	IV	0	0	0	0		
Rata-Rata Kematian Perwaktu		0	0	0	0		
Ekstrak metanol daun kayu putih 0,2% (P1)	I	2	3	3	5	4,75 ± 1,625	19
	II	1	2	2	5		
	III	1	1	1	2		
	IV	1	1	1	7		
Rata-Rata Kematian Perwaktu		1,25	1,75	1,75	4,75		
Ekstrak metanol daun kayu putih 0,4% (P2)	I	1	1	1	5	6±2,5	24
	II	2	2	3	11		
	III	0	0	0	3		
	IV	1	1	1	5		
Rata-Rata Kematian Perwaktu		1	1	1,25	6		
Ekstrak metanol daun kayu putih 0,8% (P3)	I	4	5	7	12	9,25 ± 1,75	37
	II	2	3	3	6		
	III	2	4	4	9		
	IV	2	3	3	10		
Rata-Rata Kematian Perwaktu		2,5	3,75	4,25	9,25		

Sumber : Data Primer 2024

Berdasarkan tabel 1, pada kelompok kontrol positif ditemui kematian larva *Aedes aegypti* sebanyak 100% sementara itu pada kelompok kontrol negatif tidak dijumpai kematian larva *Aedes aegypti*. Kematian paling

tinggi untuk kelompok perlakuan menggunakan ekstrak metanol daun kayu putih dijumpai pada konsentrasi 0,8% dengan jumlah persentase kematian larva sebanyak 37%. Penelitian ini menampilkan yakni makin

tinggi konsentrasi ekstrak daun kayu putih maka kematian larva *Aedes aegypti* juga semakin meningkat.

Uji normalitas data yang dilakukan dengan uji *Shapiro-wilk* diperoleh hasil $p < 0,05$ yang artinya data tidak tersebar secara normal. uji *Homogeneity of variance* yang dilakukan menggunakan *Levene test* menunjukkan nilai $p < 0,05$ yang mempunyai arti distribusi data tidak homogen. Uji statistik non parametrik *Kruskal-Wallis* dilakukan guna melakukan analisis perbedaan dampak pemberian konsentrasi ekstrak

metanol daun kayu putih (*Melaleuca lecadendron* L) pada kematian larva *Aedes aegypti*. Pada uji statistik non parametrik *Kruskal-Wallis* diperoleh hasil $p = 0,002$ ($p < 0,05$) yang mempunyai arti ada perbedaan yang signifikan diantara setiap kelompok perlakuan.

Uji post hoc *Mann-Whitney* dilakukan guna mengetahui letak perbedaan yang signifikan dari tiap-tiap kelompok perlakuan. Capaian uji post hoc *Mann-Whitney* bisa diamati di Tabel 2.

Tabel 2. Uji Post Hoc Mann-Whitney

Kelompok	Banding	Nilai p	Indikator	Keterangan
K (+)	K(-)	0,008	$p < 0,05$	Berbeda signifikan
	P1	0,013	$p < 0,05$	Berbeda signifikan
	P2	0,013	$p < 0,05$	Berbeda signifikan
	P3	0,014	$p < 0,05$	Berbeda signifikan
K (-)	P1	0,013	$p < 0,05$	Berbeda signifikan
	P2	0,013	$p < 0,05$	Berbeda signifikan
	P3	0,014	$p < 0,05$	Berbeda signifikan
	P2	0,758	$p > 0,05$	Tidak berbeda signifikan
P1	P3	0,042	$p < 0,05$	Berbeda signifikan
P2	P3	0,146	$p > 0,05$	Tidak berbeda signifikan

K(+): Temephos 1%, K(-): Aquadest, P1: Ekstrak metanol daun kayu putih konsentrasi 0,2%, P2: Ekstrak metanol daun kayu putih konsentrasi 0,4%, P3: Ekstrak metanol daun kayu putih konsentrasi 0,8%

PEMBAHASAN

Berdasarkan tabel 1, kontrol positif menggunakan temephos 1% menunjukkan kematian larva sebanyak 100% dalam 24 jam yang berarti memiliki efek sebagai larvasida. Abate memiliki cara kerja dengan menghambat enzim cholinesterase yang dapat menyebabkan terganggunya aktivitas saraf karena acetylcholine yang tertimbun pada jaringan (Suparyati, 2020). Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Bestari, Felina, et al. (2020) yang didapatkan bahwa rata-rata kematian larva *Aedes aegypti* selama 24 jam setelah kontak dengan abate adalah 25 ekor (100%). Kontrol negatif menunjukkan kematian larva sebanyak 0% yang berarti kontrol negatif tidak mempengaruhi kematian

larva dan tidak memiliki efek larvasida. Kontrol negatif pada penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Kaihena dan Ukratolo (2021) dimana pada penelitian tersebut didapatkan kematian sebanyak 0% pada kontrol negatif.

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada hitungan seluruh mortalitas larva selama 24 jam pasca kontak, ekstrak metanol daun kayu putih P1 dapat membunuh larva sebanyak 19%, P2 membunuh larva sebanyak 24%, dan P3 membunuh larva sebanyak 37%. Penelitian yang dilakukan oleh Bestari, Felina, et al. (2020) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka kematian larva juga semakin tinggi. Dari hasil tersebut dinyatakan bahwa ekstrak metanol daun kayu putih tidak efektif sebagai larvasida

karena hanya mampu membunuh larva sebanyak 37% dalam waktu 24 jam pasca kontak. Larvasida dikatakan efektif apabila dapat membunuh >80% larva dalam waktu 24 jam pasca kontak (WHO, 1999).

Penelitian yang dilakukan oleh Kaihena & Ukratolo (2021) menunjukkan bahwa pada konsentrasi ekstrak etanol daun kayu putih 0,5% bisa mematikan 100% larva pada jam ke-18 setelah pemaparan. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Porusia dan Septiyana (2021) dimana pada ekstrak daun kayu putih konsentrasi 0,04%; 0,1%; 0,16%; dan 0,2% kematian larva yang diamati kurang dari 3%. Kematian yang lebih tinggi (>25%) diamati pada konsentrasi 1%, 2%, 3% dengan kematian tertinggi (47,5%) diamati pada konsentrasi 4%. Kematian larva diakibatkan oleh senyawa metabolit yang ada pada kandungan ekstrak. Senyawa yang ada pada kandungan ekstrak daun kayu putih yaitu saponin, flavonoid, tanin, serta minyak atsiri. Saponin dapat menurunkan aktivitas enzim pencernaan, mempengaruhi proses pencernaan usus larva dengan membentuk kompleks bersama enzim pencernaan, dan dapat membelah lapisan dalam sel mukosa usus (Afifah & Listiana, 2019; Kaihena & Ukratolo, 2021; Zaynab *et al.*, 2021). Tanin bisa mengikat protein pada sistem pencernaan dengan demikian tahapan-tahapan penyerapan protein menjadi terhalang, tanin juga dapat membuat iritasi lambung, memiliki rasa tajam dan pahit apabila dimakan. Flavonoid dapat menyebabkan kerusakan sistem pernapasan dengan demikian larva tidak dapat melakukan napas serta kemudian mati (Apriyanto *et al.*, 2022; Kaihena & Ukratolo, 2021; Shofiyanta & Sadiyah, 2021; Waskito & Cahyati, 2018).

Minyak atsiri daun kayu putih telah terindikasi mengandung 104 komponen. Senyawa sineol, terpineol, terpinene, dan limonene yang terkandung dalam daun kayu putih diduga bermanfaat sebagai repelan dan insektisida sehingga daun ini memiliki potensi menjadi

larvasida nabati (An *et al.*, 2020; Porusia & Septiyana, 2021). Ekstraksi minyak atsiri melalui proses hidrodistilasi diduga lebih efektif dibandingkan dengan menggunakan proses maserasi (Porusia & Septiyana, 2021). Pada penelitian ini, ekstraksi memakai tahapan-tahapan maserasi dengan pelarut metanol menghasilkan efek yang kurang toksik.

KESIMPULAN

Ekstrak metanol daun kayu putih (*Melaleuca leucadendron* L) memiliki pengaruh terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti*. Konsentrasi 0,8% menyebabkan kematian larva *Aedes aegypti* paling tinggi yaitu dengan persentase sebesar 37%. Ekstrak metanol daun kayu putih (*Melaleuca leucadendron* L) dengan konsentrasi 0,2%, 0,4%, serta 0,8% tidak efektif sebagai larvasida karena mortalitas larvasida dari masing-masing konsentrasi <80%. Perlu penambahan konsentrasi pada ekstrak metanol daun kayu putih (*Melaleuca leucadendron* L) guna mengetahui efektivitas larvasida.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, R., & Listiana, L. (2019). Uji Pemberian Ekstrak Daun Kenikir (*Cosmos caudatus*) Terhadap Aktivitas Kecoa Amerika (*Periplaneta americana*). *Pedago Biologi: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 7(1), 23-33.
- Aminu, N. R., Pali, A., & Hartini, S. (2020). Potensi kenikir (*Cosmos caudatus*) sebagai larvasida nyamuk *Aedes aegypti* instar IV. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(1), 16-21.
- An, N. T. G., Huong, L. T., Satyal, P., Tai, T. A., Dai, D. N., Hung, N. H., Ngoc, N. T. B., & Setzer, W. N. (2020). Mosquito Larvicidal Activity, Antimicrobial Activity, And Chemical Compositions of Essential Oils From Four Species of Myrtaceae From Central Vietnam. *Plants*, 9(4), 544.
- Apriyanto, A., Balaka, K. I., & Zulkarnain, R. A. (2022). Uji Efektivitas Ekstrak Daun

- Tembelekan (*Lantana camara* Linn) Dalam Bentuk Granul Pada Bunga Pink Terhadap Kematian Larva *Aedes* sp. *JURNAL ANALIS KESEHATAN KENDARI*, 4(2), 29-36.
- Bestari, R. S., Budi, F. S., Rosyidah, D. U., & Cahyo, F. D. (2020). Uji Efektivitas Ekstrak Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti*. *MED-ART*, 2(2).
- Bestari, R. S., Felina, S., Hidayatullah, M. I., & Nurhayani, R. A. (2020). Perbedaan Uji Efektivitas Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) dan Daun Ketapang (*Terminalia catappa* L.) dalam Membunuh Larva *Aedes aegypti*. Prosiding University Research Colloquium,
- Dewi, M. C., Kusumaningtyas, N. M., & Kurniawan, K. (2021). Studi Pengaruh Variasi Konsentrasi Pelarut Maserasi terhadap Kadar Senyawa Flavonoid Teh Hijau (*Camelia sinensis*). *Pharmasipha: Pharmaceutical Journal of Islamic Pharmacy*, 5(1), 67-72.
- Kaihena, M., & Ukratalo, A. M. (2021). Daun Kayu Putih (*Melaleuca leucadendra* L) Sebagai Pengendali Larva *Aedes aegypti* Dalam Upaya Pencegahan Demam Berdarah Dengue (DBD) Di Kota Ambon. *Biofaal Journal*, 2(1), 28-34.
- Kemendes. (2016). Demam Berdarah. Kementerian Kesehatan. Retrieved 19 Maret 2023 from <https://promkes.kemkes.go.id/?p=7443>
- Kemendes. (2022). Informasi Ringkas Dengue 2022. Kementerian Kesehatan. Retrieved 14 Juli 2023 from <https://p2pm.kemkes.go.id/publikasi/infografis/situasi-dengue-di-indonesia-pada-minggu-ke-48-tahun-2022>
- Kemendes. (2023). *Informasi DBD hingga minggu ke-26*. Kementerian Kesehatan. Retrieved 14 Juli 2023 from <https://p2pm.kemkes.go.id/publikasi/infografis/info-dbd-hingga-minggu-ke-26>
- Pane, E. R. (2013). Uji Aktivitas Senyawa Antioksidan Dari Ekstrak Metanol Kulit Pisang Raja (*Musa paradisiaca sapientum*). *Valensi*, 3(2), 75-80.
- Porusia, M., & Septiyana, D. (2021). Larvicidal Activity of *Melaleuca leucadendra* leaves Extract Against *Aedes aegypti*. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 19(2), 277-285.
- Shofiyanta, M., & Sadiyah, E. R. (2021). Penelusuran Pustaka Senyawa yang Berpotensi Aktivitas Larvasida dari Tanaman Suku Rutaceae terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Riset Farmasi*, 81-88.
- Suparyati, S. (2020). Uji Daya Bunuh Abate Berdasarkan Dosis Dan Waktu Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Aedes sp* Dan *Culex sp*. *Pena: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 34(2), 1-9.
- Susilawati, S., & Hermansyah, H. (2015). Aktivitas Larvasida Ekstrak Metanol Buah Pare (*Momordica charantia* L.) Terhadap Larva *Aedes aegypti*. *Molekul*, 10(1), 33-37.
- Waskito, P. E., & Cahyati, W. H. (2018). Efektivitas Granul Daun Salam (*Eugenia polyantha* Wight) Sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti*. *Spirakel*, 10(1), 12-20.
- WHO. (1999). Environmental Health Criteria 217: Microbial Pest Control Agent *Bacillus thuringiensis*. World Health Organization. Retrieved 18 Januari 2024 from https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/42242/WHO_EHC_217.pdf?sequence=1
- WHO. (2005). Guidelines for Laboratory And Field Testing of Mosquito Larvicides. World Health Organization. Retrieved 15 Juli 2023 from <https://www.who.int/publications/item/WHO-CDS-WHOPES-GCDPP-2005.13>
- Wilapangga, A., & Sari, L. P. (2018). Analisis Fitokimia Dan Antioksidan

- Metode Dpph Ekstrak Metanol Daun Salam (*Eugenia polyantha*). *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 2(1).
- Yuliana, A., Rinaldi, R. A., Rahayuningsih, N., & Gustaman, F. (2021). Efektivitas Larvasida Granul Ekstrak Etanol Daun Pisang Nangka (*Musa x paradisiaca* L.) terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *ASPIRATOR-Journal of Vector-borne Disease Studies*, 13(1), 69-78.
- Zaynab, M., Sharif, Y., Abbas, S., Afzal, M. Z., Qasim, M., Khalofah, A., Ansari, M. J., Khan, K. A., Tao, L., & Li, S. (2021). Saponin Toxicity as Key Player in Plant Defense Against Pathogens. *Toxicon*, 193, 21-27.