

Penerapan Model Rekayasa Lingkungan Dalam Upaya Pencegahan Malaria di ARSO 8 Kabupaten Keerom

Frans Manangsang^{1*}, Ester Rumaseb², Ellen R.V.Purba³

^{1,2,3}Program Studi Keperawatan, Politeknik Kesehatan Kemenkes Jayapura

*Email: fransmanangsang01@gmail.com

*Penulis korespondensi : Padang Bulan No.2, RW.2, Hedam, Kec. Heram, Kota Jayapura, Papua, Indonesia

INFO ARTIKEL

Riwayat Naskah

Dikirim (19 November 2024)

Direvisi (14 April 2025)

Diterima (28 Mei 2025)

Kata Kunci :

Malaria

Papua

Endemis

ABSTRAK

Latar Belakang: Malaria menyebabkan kematian pada 31 negara dan tertinggi di Nigeria 23%. Prevalensi malaria di Papua Nugini 20-115 per 1000 penduduk Papua adalah provinsi dengan jumlah penderita malaria tertinggi di Indonesia. Rekayasa lingkungan menjadi faktor penting dalam Upaya penurunan kasus malaria dan Upaya kuratif terus dilaksanakan untuk menekan angka penularan malaria.

Metode: Penelitian dengan pendekatan deskriptif - analitik dengan pendekatan kuantitatif. Populasi: Semua rumah tangga di Arso 8 yang terpapar risiko malaria. Sampel sebanyak 150 rumah tangga akan dipilih secara purposive untuk diobservasi. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan dan survei masyarakat lokal. Penelitian akan dilaksanakan di Arso 8, Kabupaten Keerom, Papua, selama periode empat bulan dari September hingga Desember 2024. Pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap kondisi rumah dan lingkungan (ventilasi, drainase, struktur rumah). Data dianalisis deskriptif, analisis korelasi.

Hasil: Terdapat perbedaan signifikan pada penurunan kepadatan nyamuk setelah di berikannya intervensi rekayasa lingkungan dengan cara mengelola air, menggunakan kasa nyamuk, merekayasa kandang ternak, menanam tanaman pengusir nyamuk dan memelihara ikan pemakan jentik p value variabel *Man Biting Rate* dan *Man Hour Density* sebesar 0,000 ($p < 0,05$). Analisis juga menunjukkan terjadi penurunan kepadatan nyamuk setelah intervensi yang dimana sebelum intervensi rata-rata terjadi 22,55 angka gigitan nyamuk per orang per malam dan rata-rata 2,75 nyamuk yang hinggap per orang per jamnya yang turn menjadi rata-rata 6,39 angka gigitan nyamuk per orang per malam dan rata-rata 0,98 atau 1 nyamuk yang hinggap per orang per jamnya.

Kesimpulan: intervensi rekayasa lingkungan efektif dalam menurunkan kepadatan nyamuk secara signifikan. Sebelum intervensi, tingkat kepadatan nyamuk diukur menggunakan man biting rate (MBR) dan man hour density (MHD), masing-masing dengan rata-rata 22,55 gigitan nyamuk per orang per malam dan 2,75 nyamuk yang hinggap per orang per jam. Terdapat penurunan yang signifikan rerata angka gigitan nyamuk per orang per malam menurun menjadi 6,39, dan rata-rata nyamuk yang hinggap per orang per jam turun menjadi 0,98 $p < 0,000$.

PENDAHULUAN

Malaria menyebabkan kematian pada 31 negara dan tertinggi di Nigeria 23% (1). Prevalensi malaria di Papua Nugini 20-115 per 1000 penduduk Papua adalah provinsi dengan jumlah penderita malaria tertinggi di Indonesia. Salah satu daerah dengan prevalensi malaria tinggi adalah

Kabupaten Keerom, khususnya wilayah Arso 8. Penyakit malaria yang ditularkan oleh nyamuk *Anopheles* merupakan masalah kesehatan yang sangat serius, terutama di daerah endemik seperti Papua.(2). Kementerian Kesehatan tahun 2022 *Annual Parasite Incidence* (API) < 1/1000 sebesar 89% bebas malaria, sedangkan 11% daerah endemis malaria. Ada 8 provinsi dengan API > 1/1000 penduduk termasuk tiga teratas adalah Papua, Papua Barat dan NTT. Kejadian malaria pada kehamilan menyebabkan terjadinya penurunan kadar hemoglobin ibu hamil yang berdampak pada perdarahan (3). Faktor utama penyebaran malaria di Arso 8 terkait erat dengan kondisi lingkungan dan perumahan. Rumah yang tidak memiliki ventilasi yang memadai atau dinding yang tidak rapat menjadi sarang bagi nyamuk *Anopheles*. Berdasarkan penelitian di tahun 2023, kepadatan nyamuk dalam rumah dan lingkungan sangat memengaruhi angka kejadian malaria. Model rekayasa lingkungan, seperti pengelolaan ventilasi dan drainase, diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif untuk menurunkan risiko malaria di wilayah tersebut(4).

Penularan malaria disebabkan oleh vektor nyamuk *anopheles*. Peningkatan vektor nyamuk *anopheles* menggigit disebabkan oleh berbagai faktor seperti perilaku manusia dan kondisi lingkungan. Penelitian sebelumnya (5) didapatkan hasil bahwa penggunaan kelambu signifikan menurunkan risiko malaria $p = 0,004$. Tidak menggunakan repellent signifikan terhadap infeksi malaria $P = 0,006$ (6). Penelitian etiopia (7) status gizi mempengaruhi perkembangan parasite malaria. Penelitian di brazil bahwa terdapat perbedaan signifikan peternak ikan dan tidak terhadap insiden larva *anopheles* $p = 0,002$ (8). Penggunaan insektisida tidak signifikan terhadap kasus malaria $p = 0.071$ (9). Penelitian (10) bahwa daerah non-endemis dibanding dengan daerah endemis signifikan perbedaan tingkat pengetahuan malaria. Penelitian (11) menyebutkan bahwa Pengetahuan signifikan malaria di wilayah endemis $P < 0.001$.

Rekayasa lingkungan menjadi faktor penting dalam Upaya penurunan kasus malaria dan Upaya kuratif terus dilaksanakan untuk menekan angka penularan malaria. Penelitian (12) pengobatan kemoprofilaksis wilayah endemis malaria sudah sesuai. Penelitian (13) vektor kontrol merupakan strategi pencegahan penyakit malaria. Penelitian (14) keberhasilan pencegahan pada Masyarakat peningkatan pengetahuan. Penelitian (15) implementasi tentang Pedoman Nasional Pengobatan Malaria. Penelitian (16) perilaku pencegahan buruk pada masyarakat pedesaan yang tinggal didaerah dengan endemic ($p < 0,05$). Penelitian (17) ketidaktahuan tentang penularan malaria seperti tingkat Pendidikan, dan status sosial ekonomi.

Kepadatan nyamuk yang tinggi disebabkan oleh beberapa faktor lingkungan yang mendukung berkembangnya nyamuk (18). Air yang tergenang di sekitar pemukiman dan kurangnya pengelolaan yang baik menjadi tempat ideal bagi nyamuk untuk bertelur (19,20). Keberadaan kandang ternak yang tidak dikelola dengan baik juga berpotensi menjadi tempat persembunyian dan berkembang biaknya nyamuk. Kurangnya pencegahan seperti pemasangan kasa nyamuk di rumah-rumah penduduk memperbesar peluang nyamuk masuk dan menggigit manusia (21). Tingginya angka gigitan dan kepadatan nyamuk menunjukkan bahwa lingkungan di sekitar pemukiman sangat mendukung kehidupan nyamuk dan perlu dilakukan tindakan pengendalian yang efektif.

Rekayasa lingkungan menjadi salah satu langkah yang dapat diterapkan untuk mencegah penyebaran malaria dengan mengurangi habitat nyamuk di sekitar pemukiman. Penerapan model ini telah terbukti efektif di berbagai daerah endemik malaria lainnya, dan diharapkan mampu memberikan hasil serupa di Kabupaten Keerom. Tujuan penelitian untuk mengetahui efektivitas rekayasa lingkungan di Kabupaten Keerom.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif - analitik dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian akan menganalisis hubungan antara kondisi perumahan dan lingkungan dengan insidensi malaria di Arso 8, Keerom. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan dan survei masyarakat lokal. Penelitian akan dilaksanakan di Arso 8, Kabupaten Keerom, Papua, selama periode empat bulan dari September hingga Desember 2024. Populasi pada penelitian adalah semua rumah tangga di Arso 8 yang terpapar risiko malaria. Sampel sebanyak 150 rumah tangga akan dipilih secara purposive untuk diobservasi. Pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap kondisi rumah dan lingkungan (ventilasi, drainase, struktur rumah). Instrumen yang digunakan meliputi kuesioner untuk mengukur pengetahuan masyarakat tentang malaria dan lembar observasi untuk mencatat kondisi lingkungan rumah. Data dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif untuk mengidentifikasi antara kondisi lingkungan dan insidensi malaria. Analisis korelasi dilakukan untuk menguji kekuatan hubungan antara variabel-variabel tersebut.

HASIL

Berdasarkan hasil pengumpulan data yang dilakukan terhadap 150 responden yang meliputi jenis kelamin, usia, pendidikan dan pendapatan. Pada Tabel 1 diketahui bahwa, mayoritas responden penelitian berjenis kelamin laki-laki yaitu sebanyak 84 responden (56%) dan sebagian besar berusia dewasa yaitu 26-45 tahun sebanyak 67 responden (44,7%), dengan pendidikan terbanyak adalah SMA yaitu sebanyak 50 responden (33,3%). Responden juga bekerja sebagai PNS (30%) dan non PNS (29,3%) dengan mayoritas pendapatan lebih dari Rp. 3.516.700 (59,3%). Pada Tabel 2 di atas diketahui bahwa sebelum diberikannya intervensi rekayasa lingkungan dengan cara mengelola air, menggunakan kasa nyamuk, merekayasa kandang ternak, menanam tanaman pengusir nyamuk dan memelihara ikan pemakan jentik didapatkan kepadatan nyamuk berdasarkan *man biting rate* menunjukkan rata-rata terjadi 22,55 Angka gigitan nyamuk per orang per malam dengan nilai minimum angka gigitan nyamuk adalah 20 dan maksimum gigitan adalah 25 serta variabel *man hour density* menunjukkan rata-rata 2,75 nyamuk yang hinggap per orang per jamnya. Pada Tabel 3 di atas diketahui bahwa sebelum diberikannya intervensi rekayasa lingkungan dengan cara mengelola air, menggunakan kasa nyamuk, merekayasa kandang ternak, menanam tanaman pengusir nyamuk dan memelihara ikan pemakan jentik didapatkan kepadatan nyamuk berdasarkan *man biting rate* menunjukkan rata-rata terjadi 6,39 Angka gigitan nyamuk per orang per malam dengan nilai minimum angka gigitan nyamuk adalah 2,26 dan

maksimum gigitan adalah 4 serta variabel *man hour density* menunjukkan rata-rata 0,98 atau 1 nyamuk yang hinggap per orang per jamnya.

Tabel 1 Karakteristik Responden Penelitian di Kabupaten Keerom Provinsi Papua (n=150)

Karakteristik	f	%
Jenis Kelamin		
Laki-Laki	84	56,0
Perempuan	66	44,0
Usia		
Balita 0-5 thn	6	4,0
Kanak-Kanak 6-11 thn	19	12,7
Remaja 12-25 thn	34	22,7
Dewasa 26-45 thn	67	44,7
Lansia 46-65 thn	24	16,0
Pendidikan		
Tidak sekolah	1	0,7
Belum Sekolah	6	4,0
TK	9	6,0
SD	21	14,0
SMP	14	9,3
SMA	50	33,3
PT	49	32,7
Pekerjaan		
Tidak Bekerja	61	40,7
Non PNS	44	29,3
PNS	45	30,0
Pendapatan		
< Rp. 3.516.700	61	40,7
>= Rp. 3.516.700	89	59,3
Total	150	100

Tabel 2 Data Deskriptif Kepadatan Nyamuk Yang Diukur Dengan MBR dan MHD Sebelum Diberikannya Rekayasa Lingkungan di Kabupaten Keerom Provinsi (n=150)

No	Variabel	Mean	Standar Deviasi	Minimum	Maximum
1	<i>Man Biting Rate</i>	22,55	2,077	20,00	25,00
2	<i>Man Hour Density</i>	2,74	0,185	2,57	2,99

Tabel 3 Data Deskriptif Kepadatan Nyamuk Yang Diukur Dengan MBR dan MHD Setelah Diberikannya Rekayasa Lingkungan di Kabupaten Keerom Provinsi (n=150)

No	Variabel	Mean	Standar Deviasi	Minimum	Maximum
----	----------	------	-----------------	---------	---------

1	<i>Man Biting Rate</i>	6,39	2,265	4,00	9,50
2	<i>Man Hour Density</i>	0,98	0,209	0,72	1,22

Analisis bivariat uji beda pada kelompok berpasangan digunakan untuk mengetahui perbedaan nilai variabel sebelum dan setelah diberikannya intervensi atau perlakuan yaitu intervensi rekayasa lingkungan dengan cara mengelola air, menggunakan kasa nyamuk, merekayasa kandang ternak, menanam tanaman pengusir nyamuk dan memelihara ikan pemakan jentik. Pada analisis ini digunakan uji statistik *Paired Sample T-Test*. Berdasarkan bantuan analisis program komputer SPSS ver. 25.0 maka diperoleh hasil yang disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4 Perbedaan Nilai Rerata Kepadatan Nyamuk Sebelum dan Sesudah Intervensi Rekayasa Lingkungan di Kabupaten Keerom Provinsi (n=150)

Variabel	Pengukuran	N	Min	Max	Mean	P Value
Man Biting Rate	Pre	150	20,00	25,00	22,55	0,026**
	Post	150	4,00	9,50	6,39	
Man Hour Density	Pre	150	2,57	2,99	2,99	0,019**
	Post	150	0,72	1,22	0,98	

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada terdapat perbedaan signifikan pada penurunan kepadatan nyamuk setelah di berikannya intervensi rekayasa lingkungan dengan cara mengelola air, menggunakan kasa nyamuk, merekayasa kandang ternak, menanam tanaman pengusir nyamuk dan memelihara ikan pemakan jentik yang di tunjukan oleh nilai p value variabel *Man Biting Rate* dan *Man Hour Density* sebesar 0,000 ($p < 0,05$). Analisis juga menunjukkan terjadi penurunan kepadatan nyamuk setelah intervensi yang dimana sebelum intervensi rata-rata terjadi 22,55 angka gigitan nyamuk per orang per malam dan rata-rata 2,75 nyamuk yang hinggap per orang per jamnya yang turn menjadi rata-rata 6,39 angka gigitan nyamuk per orang per malam dan rata-rata 0,98 atau 1 nyamuk yang hinggap per orang per jamnya.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan dengan 150 responden di Kabupaten Keerom Provinsi Papua khususnya wilayah Distrik Arso, Arso Barat dan Arso Timur, didapatkan bahwa variabel karakteristik jenis kelamin tidak berhubungan signifikan dengan kepadatan nyamuk di wilayah tersebut. Hasil analisis menunjukan bahwa tidak ada perbedaan *man biting rate* dan *man hour density* pada kelompok laki-laki dan perempuan yang menjelaskan bahwa rata rata terjadi 22 Angka gigitan nyamuk per orang per malam dengan angka rata-rata 3 nyamuk yang hinggap per orang per

jamnya. berbeda dengan hasil penelitian Frans yang menjelaskan bahwa laki-laki lebih memungkinkan berisiko terkena malaria sebab aktivitasnya berhubungan dengan lingkungan, bertani, beternak, mengelola tambak yang merupakan habitat dari nyamuk vektor (Manangsang et al., 2021).

Hasil analisis juga menunjukan bahwa ada hubungan antara usia dengan *man biting rate* ($p=0,001$) dan *man hour density* ($p=0,043$). Hasil tersebut menjelaskan bahwa adanya perbedaan angka gigitan nyamuk per orang per malam dan angka nyamuk yang hinggap per orang per jamnya berdasarkan kelompok usia. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa arah korelasi positif pada kedua variabel tersebut yang dimana semakin tinggi usia responden maka akan semakin tinggi pula angka gigitan nyamuk dan angka hinggapnya nyamuk pada responden. Sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan Alex K. Musiime yang menjelaskan bahwa responden yang memiliki usia dewasa lebih banyak melakukan aktifitas diluar rumah dan terpapar langsung dengan lingkungan vektor sehingga meningkatkan risiko di gigit oleh nyamuk (23). Peneliti berpendapat bahwa banyak nya responden yang memiliki pekerjaan non PNS seperti petani, berkebun dan lainnya dapat meningkatkan risiko di gigit oleh nyamuk karna melakukan aktivitas di luar rumah. Hal tersebut di dukung oleh penelitian yang di lakukan Lepa Syahrani yang menunjukan bahwa angka gigitan nyamuk jenis anopheles lebih tinggi terjadi di luar ruangan dari pada di dalam ruangan dengan angka 10,551 gigitan per orang permalam (MBR) (24). Sesuai dengan perilaku nyamuk yang bersifat eksofilik yaitu kebiasaan hinggap di luar rumah dan eksofagik yaitu kebiasaan menggigit di luar rumah (25).

Hasil penelitian juga menunjukan bahwa variabel karakteristik pendidikan berhubungan signifikan dengan kepadatan nyamuk di wilayah Kabupaten Kerom ($p=0,000$ dan $0,001$). Hasil analisis menunjukan bahwa ada perbedaan *man biting rate* dan *man hour density* berdasarkan Pendidikan yang di miliki responden. Hasil analisis menunjukan bahwa sebagian besar responden memiliki Pendidikan terakhir SMA (33,3%) dan perguruan tinggi (32,7%). Pendidikan yang dimiliki responden selaras dengan pekerjaan yang dapatkan oleh responden yang dimana semakin tinggi pendidikan maka peluang untuk mendapatkan pekerjaan semakin tinggi pula, sehingga akan terjadi peningkatan risiko responden beraktivitas di luar rumah dan terpapar dengan nyamuk atau vektor malaria. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan Mara Ipa menjelaskan bahwa pendidikan yang dimiliki responden berkaitan dengan pengetahuan tentang pencegahan penyakit malaria atau gigitan nyamuk (26). Responden dengan Pendidikan tinggi lebih mudah menghindari suatu penyakit khususnya malaria dikarenakan mereka lebih memahami informasi tentang malaria yang didapatkan dari media leaflet, poster dan penyuluhan langsung dari petugas kesehatan.

Hasil analisis pada variabel karakteristik pekerjaan dan pendapatan tidak berhubungan signifikan dengan kepadatan nyamuk di wilayah Kabupaten Keerom. Hasil analisis pekerjaan di dapatkan bahwa mayoritas responden tidak bekerja atau bekerja sebagai ibu rumah tangga dan masih anak-anak (40,7%) dengan pendapatan kurang dari Rp. 3.516.700. Hasil analisis tersebut

menjelaskan bahwa tidak ada perbedaan antara kelompok pekerja dan tidak bekerja terhadap angka gigitan nyamuk (MBR) dan angka hinggap nyamuk pada responden (MHD). Responden yang bekerja sebagai PNS dan Non PNS mendapatkan *man biting rate* 22 kali dan *man hour density* sebanyak 3 nyamuk yang hinggap per orang per jamnya.

Hasil penelitian yang dilakukan terhadap 150 responden di Kabupaten Keerom Provinsi Papua khususnya wilayah Distrik Arso, Arso Barat dan Arso Timur, menunjukkan bahwa kepadatan nyamuk sebelum dilakukannya intervensi rekayasa lingkungan dengan cara mengelola air, menggunakan kasa nyamuk, rekayasa kandang ternak, menanam tanaman pengusir nyamuk dan memelihara ikan pemakan jentik di dapatkan bahwa tingkat kepadatan nyamuk yang diukur menggunakan *man biting rate* (MBR) dan *man hour density* (MHD) berada pada level yang berisiko tinggi. MBR menunjukkan rata-rata 22,55 gigitan nyamuk per orang per malam, dengan nilai minimum gigitan sebesar 20 dan maksimum 25 gigitan. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa masyarakat di wilayah tersebut sering mengalami gigitan nyamuk, dengan meningkatnya risiko penyebaran penyakit seperti malaria (22). Hasil analisis MHD memperlihatkan rata-rata 2,75 nyamuk yang hinggap per orang per jamnya, menunjukkan tingginya frekuensi kontak antara nyamuk dan manusia.

Kepadatan nyamuk yang tinggi disebabkan oleh beberapa faktor lingkungan yang mendukung berkembangnya nyamuk. Air yang tergenang di sekitar pemukiman dan kurangnya pengelolaan yang baik menjadi tempat ideal bagi nyamuk untuk bertelur (19,20). Selain itu, keberadaan kandang ternak yang tidak dikelola dengan baik juga berpotensi menjadi tempat persembunyian dan berkembang biaknya nyamuk. Kurangnya pencegahan seperti pemasangan kasa nyamuk di rumah-rumah penduduk memperbesar peluang nyamuk masuk dan menggigit manusia (21). Tingginya angka gigitan dan kepadatan nyamuk menunjukkan bahwa lingkungan di sekitar pemukiman sangat mendukung kehidupan nyamuk dan perlu dilakukan tindakan pengendalian yang efektif.

Peneliti berpendapat bahwa tingginya angka kepadatan nyamuk berdasarkan MBR dan MHD membutuhkan intervensi yang tepat. Beberapa strategi yang bisa diterapkan antara lain adalah pengelolaan air yang baik untuk mencegah genangan, penggunaan kasa nyamuk di rumah-rumah, serta rekayasa kandang ternak agar tidak menjadi tempat persembunyian nyamuk. Selain itu, penanaman tanaman pengusir nyamuk seperti serai wangi, lavender, atau tanaman lainnya juga dapat menjadi langkah yang efektif dalam menurunkan populasi nyamuk di sekitar pemukiman. Pemeliharaan ikan pemakan jentik di sumber-sumber air juga dapat membantu mengurangi populasi larva nyamuk sebelum mereka berkembang menjadi nyamuk dewasa. Hal ini menekankan pentingnya implementasi pengendalian nyamuk yang efektif dan berkelanjutan untuk menurunkan risiko penularan penyakit yang ditularkan oleh nyamuk. Dengan melakukan intervensi yang tepat dan melibatkan partisipasi aktif dari masyarakat, diharapkan angka gigitan nyamuk per orang per malam dapat berkurang, serta frekuensi kontak antara manusia dan nyamuk dapat diminimalkan, sehingga menciptakan lingkungan yang lebih aman dan sehat.

Hasil penelitian yang dilakukan di Kabupaten Keerom Provinsi Papua khususnya wilayah Distrik Arso, Arso Barat dan Arso Timur, menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada penurunan kepadatan nyamuk setelah diterapkannya intervensi yang meliputi pengelolaan air, penggunaan kasa nyamuk, rekayasa kandang ternak, penanaman tanaman pengusir nyamuk, dan pemeliharaan ikan pemakan jentik. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa nilai *p-value* dari variabel *man biting rate* (MBR) dan *man hour density* (MHD) adalah 0,000 ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara kondisi sebelum dan sesudah intervensi. Hal tersebut menunjukkan bahwa intervensi yang dilakukan berhasil menurunkan kepadatan nyamuk secara signifikan.

Sebelum intervensi, data penelitian menunjukkan bahwa rata-rata jumlah gigitan nyamuk per orang per malam adalah 22,55, dan rata-rata jumlah nyamuk yang hinggap per orang per jamnya adalah 2,75 yang menunjukkan tingkat kepadatan nyamuk yang tinggi, yang meningkatkan risiko penularan penyakit yang dibawa oleh nyamuk seperti malaria. Setelah dilakukan intervensi, terjadi penurunan yang signifikan pada kedua variabel tersebut dimana rata-rata jumlah gigitan nyamuk menurun menjadi 6,39 per orang per malam, sementara rata-rata jumlah nyamuk yang hinggap per orang per jam turun menjadi 0,98 atau sekitar 1 nyamuk. Penurunan ini mencerminkan keberhasilan intervensi dalam mengurangi interaksi antara manusia dan nyamuk (20).

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan Haidah yang menjelaskan bahwa intervensi rekayasa lingkungan dengan cara pengelolaan air merupakan langkah penting yang dilakukan untuk mengurangi tempat-tempat perindukan nyamuk dengan menghilangkan genangan air atau memperbaiki drainase (20). Penggunaan kasa nyamuk di jendela dan pintu rumah juga berperan penting dalam mencegah nyamuk masuk ke dalam rumah dan menggigit penghuninya (21). Rekayasa kandang ternak yaitu pengalihan nyamuk malaria dengan hewan ternak dengan cara memanfaatkan preferensi nyamuk *Anopheles* terhadap ternak sebagai sumber makanan. Dengan menempatkan ternak di lokasi tertentu, nyamuk dapat diarahkan untuk menggigit ternak daripada manusia, yang secara efektif mengurangi insiden malaria pada populasi manusia (27,28).

Hasil penelitian ini juga di dukung oleh penelitian yang dilakukan Halim menjelaskan bahwa penanaman tanaman pengusir nyamuk seperti serai wangi dan lavender membantu mengusir nyamuk dari area sekitar rumah, serta pemeliharaan ikan pemakan jentik di kolam atau wadah air yang terbukti efektif dalam mengendalikan populasi larva nyamuk sebelum berkembang menjadi nyamuk dewasa (29–31). Kombinasi dari intervensi ini secara kolektif mengurangi sumber daya yang tersedia bagi nyamuk untuk berkembang biak dan bertahan hidup, yang pada akhirnya menurunkan kepadatan nyamuk secara signifikan. Peneliti berpendapat bahwa pentingnya dilakukan intervensi rekayasa lingkungan yang holistik dalam pengendalian nyamuk, khususnya di daerah dengan tingkat kepadatan nyamuk yang tinggi. Keberhasilan intervensi didukung oleh partisipasi aktif masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan dan menerapkan praktik-praktik pengendalian nyamuk yang dianjurkan. Partisipasi aktif dari masyarakat, didukung oleh kebijakan

kesehatan yang tepat, dapat membantu menciptakan lingkungan yang lebih aman dan sehat, bebas dari risiko penyakit yang ditularkan oleh nyamuk.

KESIMPULAN

Intervensi rekayasa lingkungan efektif dalam menurunkan kepadatan nyamuk secara signifikan. Sebelum intervensi, tingkat kepadatan nyamuk diukur menggunakan man biting rate (MBR) dan man hour density (MHD), masing-masing dengan rata-rata 22,55 gigitan nyamuk per orang per malam dan 2,75 nyamuk yang hinggap per orang per jam. Terdapat penurunan yang signifikan rerata angka gigitan nyamuk per orang per malam menurun menjadi 6,39, dan rata-rata nyamuk yang hinggap per orang per jam turun menjadi 0,98 $p < 0,000$

DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization. World malaria report. Geneva; 2020.
2. Rodriguez R, Rodriguez DR, Maraga S, Lorry L, Robinson LJ, Siba PM, et al. Repeated mosquito net distributions , improved treatment , and trends in malaria cases in sentinel health facilities in Papua New Guinea. *Malar J* [Internet]. 2019;1–13. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12936-019-2993-6>
3. Susanto N, Hidayani WR, Apriyan N. The differences historical abortion and hemoglobin between hazard volcano eruption. *Int J Public Heal Sci*. 2024;13(4):1609.
4. P2PM. Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit. Kemkes [Internet]. 2022;1–114. Available from: <https://e-renggar.kemkes.go.id/file2018/e-performance/1-465827-3tahunan-768.pdf>
5. Hasyim H, Ihram MA, Fakhriyatiningrum, Misnaniarti, Idris H, Liberty IA, et al. Environmental determinants and risk behaviour in the case of indigenous malaria in Muara Enim Regency, Indonesia: A casecontrol design. *PLoS One* [Internet]. 2023;18(8 August):1–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0289354>
6. Chin AZ, Avoi R, Atil A, Lukman KA, Rahim SSSA, Ibrahim MY, et al. Risk factor of plasmodium knowlesi infection in Sabah Borneo Malaysia, 2020: A population-based case-control study. *PLoS One* [Internet]. 2021;16(9 September):1–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0257104>
7. Ayele S, Wegayehu T, Eligo N, Tamiru G, Lindtjörn B, Massebo F. Maize pollen diet enhances malaria mosquito longevity and infectivity to Plasmodium parasites in Ethiopia. *Sci Rep* [Internet]. 2023;13(1):1–10. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41826-7>
8. Rufalco-Moutinho P, Kadri SM, Alonso DP, Moreno M, Carrasco-Escobar G, Prussing C, et al. Ecology and larval population dynamics of the primary malaria vector Nyssorhynchus darlingi in a high transmission setting dominated by fish farming in western Amazonian Brazil. *PLoS One* [Internet]. 2021;16(4 April):1–22. Available from:

- <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0246215>
9. Okyere CY. Evaluation of alternative mosquito control measures on malaria in Southern Ghana. *Sci African* [Internet]. 2021;13:e00866. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00866>
 10. Dole R, Id G, Kingsley J, Islam FMA. Malaria awareness of adults in high , moderate and low transmission settings : A cross-sectional study in rural East Nusa Tenggara Province , Indonesia. *PLoS One* [Internet]. 2021;16(11):1–18. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0259950>
 11. Ranjha R, Yadav CP, Chourasia MK. Knowledge Attitude and Practices of Mitanin ' s (Community Health Workers) in Chhattisgarh : Malaria Elimination Perspective. *Front Public Heal*. 2022;9(March):1–8.
 12. Baird JK, Warsame M. Survey and Analysis of Chemoprophylaxis Policies for Domestic Travel in Malaria-Endemic Countries. *Trop Med Infect Dis*. 2022;7(121).
 13. Feng X, Feng J, Zhang L, Tu H, Xia Z. Vector control in China , from malaria endemic to elimination and challenges ahead. *Infect Dis Poverty* [Internet]. 2022;1–11. Available from: <https://doi.org/10.1186/s40249-022-00971-3>
 14. Bahk YY, Cho SH, Park S, Kwon J, Kan H, Kim M, et al. Knowledge, Attitudes and Perceptions Regarding Endemic Vivax Malaria in Inhabitants and Patients in Two Cities of Northern Gyeonggi-do, Korea, 2020. *Korean J Parasitol*. 2021;59(6):595–605.
 15. Blanco M, Suárez-Sánchez P, García B, Nzang J, Ncogo P, Riloha M, et al. Knowledge and practices regarding malaria and the National Treatment Guidelines among public health workers in Equatorial Guinea. *Malar J* [Internet]. 2021;20(1):1–9. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12936-020-03528-7>
 16. Aung PL, Win KM, Pumpaibool T. Malaria Preventive Practices among People Residing in Different Malaria-Endemic Settings in a Township of Myanmar: A Mixed-Methods Study. *Trop Med Infect Dis*. 2022;7(11).
 17. Desita MY, Riwu YR, Limbu R. Evaluasi Pelaksanaan Kegiatan Surveilans Malaria dalam Mendukung Eliminasi Penyakit Malaria di Kabupaten Kupang. *Media Kesehat Masy*. 2021;3(2):165–74.
 18. Susanto N, Lanni F, Pascawati N. Variasi Upaya Pencegahan Malaria Oleh Penduduk Berdasarkan Endemisitas. *J Kesehat Masy Indones* [Internet]. 2023;18(4):6–11. Available from: <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/jkmi,jkmi@unimus.ac.id>
 19. Madayanti S, Raharjo M, Purwanto H. Faktor Risiko Yang Mempengaruhi Kejadian Malaria di Wilayah Distrik Jayapura Selatan Kota Jayapura. *J Kesehat Lingkung Indones*. 2022;21(3):358–65.
 20. Haidah N, Juherah, Sulasmi, Kasim, Haerani. Pengendalian Vektor Melalui Inovasi dan Rekayasa Sanitasi. *Nas Media Pustaka*; 2024.
 21. Edgar D. Faktor Kondisi Fisik Rumah Yang Berhubungan Dengan Kejadian Malaria. *J Penelit Perawat Prof*. 2022;4(2715–6885):150–1.

22. Manangsang F, Ganing A, Purba ER V, Rumaseb E, Sarwadhamana RJ. Analysis of Environmental Risk Factors Against Malaria Events in Kerom Province District Papua. *Indones J Hosp Adm.* 2021;4(2):37–42.
23. Musiime AK, Smith DL, Kilama M, Rek J, Arinaitwe E, Nankabirwa JI, et al. Impact of vector control interventions on malaria transmission intensity, outdoor vector biting rates and Anopheles mosquito species composition in Tororo, Uganda. *Malar J.* 2019;18(1):1–9.
24. Syahrani L, Permana DH, Syafruddin D, Zubaidah S, Asih PBS, Rozi IE, et al. An inventory of human night-biting mosquitoes and their bionomics in Sumba, Indonesia. *PLoS Negl Trop Dis.* 2022;16(3):1–16.
25. Endah Setyaningrum. *Mengenal Malaria dan Vektornya.* Vol. 53, Bandarlampung, Maret 2020. 2020. 13 p.
26. Ipa M, Widawati M, Laksono AD, Kusriani I, Dhewantara PW. Variation of preventive practices and its association with malaria infection in eastern Indonesia: Findings from community-based survey. *PLoS One.* 2020;15(5):1–18.
27. Sougoufara S, Ottih EC, Tripet F. The need for new vector control approaches targeting outdoor biting Anopheline malaria vector communities. *Parasites and Vectors.* 2020;13(1):1–15.
28. Nisrina H, Sumanto D, Widodo S. Pengasapan Kandang Ternak: Perilaku Potensial Peningkatan Risiko Gigitan Anopheles pada Penduduk Daerah Endemik Malaria. *J Kesehat Masy Indones.* 2020;15(1):35.
29. Halim R, Fitri A. Aktivitas Minyak Sereh Wangi Sebagai Anti Nyamuk. *J Kesmas Jambi.* 2020;4(1):28–34.
30. Al Fatina A, Alifia Rochma N, Salsabilah N, Fauzy Eprilyanto A, Sandy Siswanto A, Eko Prabowo E, et al. Pembuatan Minyak Sereh Dan Lilin Aromaterapi Sebagai Anti Nyamuk. *DedikasiMU J Community Serv.* 2021;3(2):837–47.
31. Hamsir Ahmad, Nurbaeti. Analisis Kemampuan Ikan Hias Maanvis (*Pterophyllum Altum*) Dan Ikan Hias Cuppang (*Bettasplandens Crow Tail*) Sebagai Predator Jentik Nyamuk. *J Sulolipu Media Komun Sivitas Akad dan Masy.* 2019;06(1):68–72.