

# Hubungan antara Kerapatan Indeks Vegetasi NDVI dan Curah Hujan dengan Sebaran Habitat Akuatik Nyamuk *Anopheles* sp. di Distrik Muara Tami Kota Jayapura

Noper Tulak<sup>1\*</sup>, Zakaria Victor Kareth<sup>1</sup>, dan Harold Wilson Tapadkeding<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Geofisika, Universitas Cenderawasih, Papua, Indonesia; e-mail: [noper.tulak@gmail.com](mailto:noper.tulak@gmail.com)

## ABSTRAK

Peningkatan penularan malaria di daerah endemis sangat terkait dengan kondisi iklim, ketinggian tempat, penggunaan lahan, penutupan lahan, dan lingkungan akuatik sebagai habitat perkembangbiakan vektor malaria. Iklim dapat mengurangi maupun meningkatkan kepadatan populasi nyamuk *Anopheles* sp. Sementara itu faktor topografi, penutupan lahan dan penggunaan lahan mempengaruhi distribusi tempat perindukan nyamuk, kepadatan larva dan vektor. Setiap jenis nyamuk *Anopheles* sp. memiliki karakteristik habitat perkembangbiakan yang berbeda-beda dan spesifik pada setiap wilayah geografis. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan distribusi spasial habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sp. berdasarkan kerapatan indeks vegetasi NDVI dan curah hujan. Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif yang dianalisis secara kuantitatif menggunakan data sekunder citra satelit lansat 8 tahun 2023 dan data primer curah hujan serta titik koordinat habitat akuatik yang ditampilkan dalam tabel, grafik dan peta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sp. di Distrik Muara Tami memiliki hubungan linear positif dengan indeks vegetasi NDVI dengan koefisien korelasi sebesar  $r=0,34$ . Sebaran habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sp. dominan ditemukan pada daerah yang memiliki tutupan vegetasi jarang hingga sedang. Sementara itu, pada daerah yang tidak bervegetasi maupun daerah yang bervegetasi rapat sangat jarang terdapat habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sp. Selain indeks vegetasi NDVI, curah hujan juga berhubungan linear dengan jumlah habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sp. Koefisien korelasi antara jumlah curah hujan dasarian dengan habitat akuatik permanen sebesar  $r=-0,76$  sedangkan pada habitat temporer sebesar  $r=-0,83$ . Adapun jumlah habitat akuatik permanen dipengaruhi oleh curah hujan sebesar 58% ( $R^2=0,58$ ) sedangkan jumlah habitat akuatik temporer dipengaruhi curah hujan dasarian sebesar 70% ( $R^2=0,70$ ).

**Kata kunci:** indeks vegetasi, curah hujan, habitat akuatik, nyamuk *Anopheles* sp, distribusi spasial

## ABSTRACT

The increase in malaria transmission in endemic areas is closely related to climate conditions, altitude, land use, land cover, and aquatic environments as habitats for malaria vector breeding. Climate can reduce or increase the population density of *Anopheles* sp. Meanwhile, topographic factors, land cover and land use affect the distribution of mosquito breeding sites, larval and vector densities. Each type of *Anopheles* sp. mosquito has different and specific breeding habitat characteristics in each geographic area. This study aims to determine the spatial distribution of aquatic habitats of *Anopheles* sp. mosquitoes based on the density of the NDVI vegetation index and rainfall. This study uses a descriptive research method that is analyzed quantitatively using secondary data from the 2023 Landsat 8 satellite imagery and primary data on rainfall and the coordinates of aquatic habitats displayed in tables, graphs and maps. The results of the study indicate that the distribution of aquatic habitats of *Anopheles* sp. mosquitoes in Muara Tami District has a positive linear relationship with the NDVI vegetation index with a correlation coefficient of  $r = 0.34$ . The distribution of aquatic habitats of *Anopheles* sp. mosquitoes is predominantly found in areas with sparse to moderate vegetation cover. Meanwhile, in areas without vegetation or areas with dense vegetation, aquatic habitats of *Anopheles* sp. mosquitoes are very rare. In addition to the NDVI vegetation index, rainfall is also linearly related to the number of aquatic habitats of *Anopheles* mosquitoes. The correlation coefficient between the amount of decadal rainfall and permanent aquatic habitat is  $r = -0.76$  while in temporary habitat it is  $r = -0.83$ . The number of permanent aquatic habitats is influenced by rainfall by 58% ( $R^2 = 0.58$ ) while the number of temporary aquatic habitats is influenced by decadal rainfall by 70% ( $R^2 = 0.70$ ).

**Keywords:** vegetation index, rainfall, aquatic habitat, *Anopheles* sp mosquitoes, spatial distribution

**Citation:** Tulak, N., Kareth, Z. V., dan Tapadkeding, H. W. (2025). Hubungan antara Kerapatan Indeks Vegetasi NDVI dan Curah Hujan dengan Sebaran Habitat Akuatik Nyamuk *Anopheles* sp. di Distrik Muara Tami Kota Jayapura. Jurnal Ilmu Lingkungan, 23(3), 776-783, doi:10.14710/jil.23.3.776-783

## 1. PENDAHULUAN

Penyakit malaria ditularkan oleh nyamuk *Anopheles* sp. betina yang infeksi dengan melibatkan beberapa faktor yaitu penderita sebagai sumber infeksi, parasit *Plasmodium* sp. sebagai patogen penyakit dan nyamuk *Anopheles* sp. sebagai vektor, serta keadaan lingkungan yang pengaruhnya bersifat lokal spesifik. Peningkatan penularan malaria juga terkait dengan kondisi iklim, letak geografis, dan topografi wilayah. Menurut Arsin (2012) suatu wilayah yang kemungkinan berpotensi sebagai tempat perkembangbiakan nyamuk *Anopheles* sp. dapat diinterpretasi berdasarkan jenis serta tipe perairan, posisi geografis, kondisi meteorologi dan iklim. Selain itu, Breeding site nyamuk dipengaruhi juga oleh kemiringan lereng, tutupan lahan dan penggunaan lahan.

Nungraheni et al (2023) menguraikan bahwa tutupan lahan dan penggunaan lahan seperti hutan bakau, hutan campuran, perkebunan hingga permukiman berdampak pada jumlah kasus penularan malaria. Sementara itu Yunicho (2020) mengungkapkan bahwa perbedaan geografis dalam satu wilayah akan berpengaruh pada sebaran habitat dan jumlah habitat larva nyamuk *Anopheles* sp. Hal tersebut berkaitan dengan perbedaan karakteristik habitat akuatik sebagai tempat perkembangbiakan nyamuk pradewasa pada masing-masing wilayah geografis (Conde et al, 2015). Karakteristik habitat akuatik akan berdampak pada kemampuan nyamuk untuk beradaptasi terhadap lingkungan fisika-kimia dan biologi perairan terutama ketersediaan makanan bagi nyamuk *Anopheles* sp. pradewasa.

Kasus malaria pada suatu wilayah cenderung dipengaruhi oleh karakteristik lokal wilayah tersebut, diantaranya perilaku manusia, jenis nyamuk *Anopheles* serta lingkungan. Hidayati et al (2023) mengungkapkan bahwa lingkungan fisik maupun biologi mempunyai peran yang besar dalam peningkatan prevalensi malaria. Kondisi lingkungan yang sesuai dengan habitat perkembangbiakannya akan meningkatkan jumlah populasi dan kepadatan nyamuk *Anopheles* sp. Sementara itu, perilaku manusia seperti migrasi penduduk dari daerah rawan penyakit menular ke wilayah yang telah bebas dari penyakit, akan memungkinkan terjadinya penularan baru di wilayah tersebut.

Kota Jayapura merupakan salah satu daerah endemis malaria di Provinsi Papua. Sebagai ibu kota Provinsi, Kota Jayapura menjadi sentra ekonomi, sehingga mobilitas penduduk yang melakukan migrasi masuk maupun keluar dari kota tersebut relatif tinggi. Hal ini memungkinkan peluang penularan malaria menjadi lebih besar, baik bagi masyarakat yang tinggal di dalam kota maupun masyarakat yang keluar dari kota Jayapura. Menurut data kementerian kesehatan, Kota Jayapura masuk dalam daftar sembilan kabupaten/kota yang masih tinggi kasus malaria di Provinsi Papua (Kemenkes, 2023).

Insiden malaria yang masih tinggi di Kota Jayapura didukung oleh letak geografis, kondisi iklim dan lingkungan habitat akuatik. Secara umum topografi Kota Jayapura cukup beragam, mulai dari daerah pesisir pantai hingga perbukitan dengan ketinggian mencapai 700 meter dari permukaan laut. Kota Jayapura beriklim tropis basah yang memiliki tipe hujan monsunial. Pola musim hujan dan kemarau sering bergantian secara tidak teratur dengan curah hujan berkisar antara 1500 sampai 2500 mm/tahun. Kondisi iklim demikian mendukung kelangsungan hidup nyamuk. Iklim akan mempengaruhi setiap tahapan siklus hidup nyamuk *Anopheles* sp. sehingga berdampak pada kepadatan vektor dan peluang kontak vektor dengan manusia.

Salah satu unsur iklim yang berperan penting dalam penyebaran penyakit malaria di daerah endemik adalah curah hujan karena berpengaruh langsung pada sebaran dan jumlah habitat akuatik. Naswir et al (2024) mengungkapkan bahwa pada musim hujan populasi nyamuk akan meningkat secara signifikan karena melimpahnya genangan air sebagai habitat larva. Selain meningkatkan jumlah habitat akuatik, curah hujan juga menjadi penentu kepadatan vektor yang kontak dengan manusia. Jumlah nyamuk *Anopheles* sp. yang kontak dengan manusia akan meningkat jika tidak terjadi hujan dan akan menurun jika terjadi hujan. Menurut Pahlepi et al (2022), curah hujan lebat yang disertai angin kencang akan merusak sayap nyamuk sehingga menghalangi nyamuk untuk mencari sumber darah sebagai asupan makanannya.

Hujan yang terjadi hampir setiap bulan di Kota Jayapura akan menimbulkan genangan baru dan memperluas sebaran habitat akuatik. Sementara itu faktor topografi, penutupan lahan dan penggunaan lahan mempengaruhi distribusi habitat tempat perkembangbiakan nyamuk. Pada umumnya sebaran habitat perkembangbiakan nyamuk *Anopheles* sp. dominan di daerah dataran rendah dengan tutupan lahan yang alami. Oleh karena itu, penyakit malaria lebih umum ditemukan pada daerah dataran rendah (Asnifatima, 2017).

Mengingat faktor tutupan lahan dan penggunaan lahan serta iklim mempengaruhi sebaran habitat perkembangbiakan nyamuk *Anopheles* sp. yang secara tidak langsung mempengaruhi kasus malaria, maka perlu dilakukan pemetaan wilayah sebaran habitat perkembangbiakan nyamuk *Anopheles* sp. berdasarkan indeks vegetasi atau *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) menggunakan sistem informasi geografis. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan sebaran habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sp. berdasarkan indeks vegetasi NDVI dan curah hujan. Penelitian ini berbasis sistem informasi geografis sehingga dapat dimanfaatkan sebagai salah satu acuan dalam melakukan pengendalian vektor malaria karena petugas lebih mudah mengetahui wilayah sebaran dan posisi habitat nyamuk *Anopheles* sp. pradewasa. Disamping itu, pengendalian berbasis habitat dapat

direncanakan sesuai dengan informasi curah hujan dari dinas terkait. Menurut Naswir et al (2024), strategi pengendalian berbasis habitat dapat dilakukan dengan cara pengeringan genangan air, pengelolaan vegetasi, dan aplikasi larvasida.

Kelas tutupan lahan yang digunakan sebagai acuan dalam menentukan distribusi spasial habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sp, dibatasi pada tingkat kehijauan lahan berdasarkan indeks vegetasi NDVI menggunakan data citra satelit landsat 8 tahun 2023. Sementara itu, data curah hujan dibatasi pada data dasarian selama empat bulan yang pengukurannya dilakukan setiap hari selama empat bulan.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama empat bulan mulai dari bulan Juni 2023 hingga bulan Oktober 2023 di Laboratorium Geofisika Jurusan Fisika Uncen. Wilayah kajian terletak di wilayah administrasi Distrik Muara Tami Kota Jayapura yang meliputi Kelurahan Koya Barat, Koya Timur dan Kampung Holtekamp.

Data yang digunakan pada penelitian ini ada dua jenis yaitu data primer dan data sekunder. Data sekunder terdiri dari data indeks vegetasi NDVI yang diperoleh dari citra satelit landsat 8 dan peta administrasi Kota Jayapura. Adapun data primer diperoleh dari hasil survei lapangan yaitu titik koordinat habitat akuatik perkembangbiakan nyamuk *Anopheles* sp. menggunakan GPS. Data primer berikutnya yaitu data curah hujan harian selama empat bulan mulai dari bulan Juli sampai Oktober 2023 yang disusun dalam data dasarian.

Analisis kelas tutupan lahan berdasarkan nilai indeks vegetasi NDVI dilakukan dengan menginterpretasi citra satelit landsat 8 tahun 2023. Pemilihan citra satelit didasarkan pada tingkat kecerahan dengan tutupan awan minimum. Indeks vegetasi NDVI diperoleh melalui perhitungan dari dua kanal citra yaitu kanal 4 (Red) dan kanal 5 (NIR) menggunakan persamaan 1.

$$NDVI = \frac{NIR-Red}{NIR+Red} \quad (1)$$

dengan *NIR* adalah spektrum radiasi infra merah dekat dan *Red* adalah spektrum radiasi cahaya merah.

NDVI yang diperoleh pada persamaan 1 ditampilkan dalam bentuk citra spasial, kemudian dikoreksi radiometrik untuk mengurangi bias akibat pengaruh atmosfer pada saat perekaman. Berikutnya membuat kelas kerapatan indeks vegetasi NDVI menggunakan metode klasifikasi tidak terbimbing. Cara kerja metode ini yaitu dengan mengelompokkan objek berdasarkan sifat spektral yang sama ke dalam kelas atau kategori tertentu. Peta raster NDVI yang telah diperoleh selanjutnya dipotong menggunakan peta administrasi wilayah kajian.

Adapun data sebaran habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sp. pra dewasa diperoleh dengan cara melakukan penandaan titik koordinat geografis

menggunakan GPS. Titik koordinat yang diambil hanya pada habitat akuatik yang memiliki jentik (larva) nyamuk *Anopheles* sp. Secara visual, larva nyamuk *Anopheles* sp. dapat dibedakan dari larva nyamuk lain berdasarkan posisinya yang sejajar dengan permukaan air (Mulyawati dkk, 2022). Pengambilan data titik koordinat geografis dilakukan setiap 10 hari selama empat bulan sesuai dengan curah hujan dasarian. Data yang diperoleh kemudian dikelompokkan berdasarkan jenis habitat yaitu habitat akuatik permanen dan temporer. Selanjutnya dianalisis sesuai dengan kelas tutupan lahan. Adapun data curah hujan diukur selama empat bulan kemudian dikelompokkan menjadi data dasarian. Curah hujan diukur menggunakan ombrometer yang dipasang di lokasi penelitian. Air hujan yang tertampung di dalam ombrometer diukur setiap hari pada pukul 06:00 WIT. Kemudian data curah hujan harian disusun dalam bentuk data dasarian sesuai dengan siklus hidup fase akuatik nyamuk *Anopheles* sp. yang berlangsung rata-rata sepuluh hari tergantung kondisi lingkungan.

Data curah hujan dasarian digunakan untuk menganalisis jumlah habitat positif larva nyamuk *Anopheles* sp. Kaitan antara NDVI dan curah hujan dengan habitat positif larva nyamuk *Anopheles* sp dianalisis menggunakan korelasi pearson. Adapun pengaruh curah hujan terhadap jumlah habitat akuatik positif larva dianalisis menggunakan regresi linear dengan curah hujan sebagai variabel independen dan habitat akuatik positif larva sebagai variabel dependen yang dikelompokkan menjadi habitat permanen dan habitat temporal.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Kerapatan Indeks Vegetasi NDVI

Tingkat kehijauan suatu wilayah sangat dipengaruhi oleh distribusi jenis tutupan lahan yang terkait dengan penggunaan lahan, seperti pembangunan gedung untuk kemajuan kota dan perluasan lahan pemukiman. Aktivitas pembangunan kota lambat laun akan mengurangi lahan bervegetasi sehingga berdampak terhadap kerentanan lingkungan yang ditandai dengan menurunnya tingkat kehijauan suatu wilayah.

Tingkat kehijauan dapat ditentukan berdasarkan nilai indeks vegetasi atau NDVI, yaitu indeks yang dapat digunakan untuk mendeskripsikan kehijauan, kerapatan dan kesehatan vegetasi. Nilai NDVI berdasarkan pada perbedaan nilai pantulan antara saluran infra merah dekat dengan saluran sinar merah. Secara umum, vegetasi akan menyerap spektrum gelombang merah untuk kebutuhan proses foto sintesis dan merefleksikan spektrum gelombang infra merah dekat. NDVI mampu merepresentasikan kerapatan kanopi vegetasi sehingga dapat mengindikasikan ada tidaknya atau rapat tidaknya vegetasi yang ada.

Berdasarkan hasil analisis data citra satelit landsat 8 yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa kerapatan indeks vegetasi cukup bervariasi di wilayah

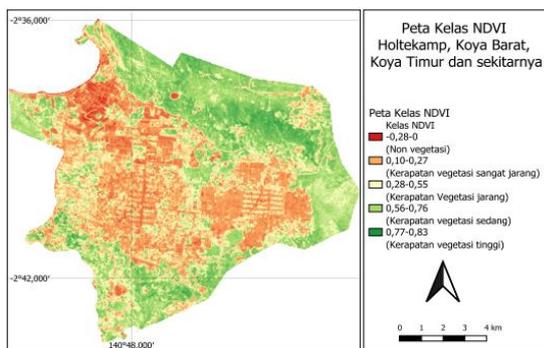
kajian. Variasi nilai NDVI ini merepresentasikan adanya lahan dengan tingkat kehijauan sangat rendah, lahan dengan tingkat kehijauan rendah, lahan dengan tingkat kehijauan sedang dan lahan dengan tingkat kehijauan tinggi. Lahan dengan tingkat kehijauan rendah hingga sangat rendah menunjukkan bahwa vegetasi pada lahan tersebut sangat jarang yang disebabkan oleh adanya aktivitas pembangunan maupun bentuk alih fungsi lahan lainnya.

Rentang nilai indeks vegetasi sebagai indikator tingkat kehijauan lahan di Distrik Muara Tami Kota Jayapura pada tahun 2023 berkisar antara -0.28 hingga 0.83 yang diklasifikasikan menjadi empat kelas seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Rentang Kelas NDVI Wilayah Kajian

Kelas NDVI	Keterangan
-0,28 - 0,00	Lahan tidak bervegetasi
0,10 - 0,27	Kerapatan vegetasi sangat jarang
0,28 - 0,55	Kerapatan vegetasi jarang
0,56 - 0,76	Kerapatan vegetasi sedang
0,76 - 0,83	Kerapatan vegetasi tinggi

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat variasi tutupan vegetasi mulai dari lahan yang tidak bervegetasi hingga tutupan lahan dengan kerapatan vegetasi tinggi atau rapat. Adapun distrisbusi spasial tingkat kehijauan lahan berdasarkan kerapatan indeks vegetasi NDVI di wilayah kajian pada tahun 2023 dapat cermati pada Gambar 1.



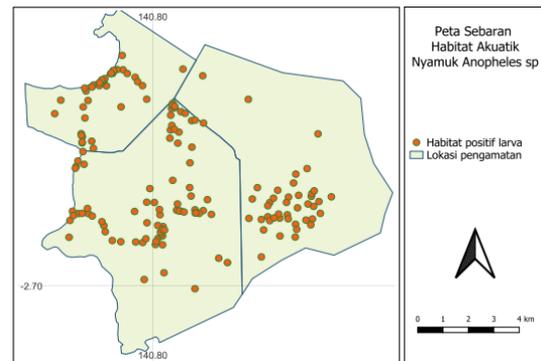
**Gambar 1.** Distribusi Spasial NDVI di Holtekamp, Koya Barat, Koya Timur dan Sekitarnya

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa kehijauan tutupan lahan di distrik Muara Tami cukup bervariasi dan didominasi oleh tingkat kehijauan tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa vegetasi yang ada di wilayah Distrik Muara tami sebagian besar masih cukup rapat. Tingkat kehijauan vegetasi sangat rendah hingga sedang hanya terdeteksi di sekitar wilayah Holtekamp, Koya Barat, Koya Timur dan Koya Tengah. Wilayah-wilayah tersebut merupakan lokasi tambak, perkebunan dan permukiman serta perluasan untuk pembangunan lainnya.

### 3.2. Sebaran Habitat Akuatik Nyamuk *Anopheles* sp.

Distrik Muara Tami merupakan distrik yang memiliki wilayah yang paling luas di Kota Jayapura. Secara administrasi, Distrik Muara Tami dibagi ke

dalam 2 kelurahan dan 5 kampung. Mengingat cakupan wilayahnya yang luas dengan sumberdaya yang terbatas, maka pengamatan dan pemetaan habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sp. hanya dilakukan pada tiga lokasi, yaitu Kampung Holtekamp, Kelurahan Koya barat dan Koya Timur dengan ketinggian 1-16 mdpl. Habitat akuatik pada tiga wilayah tersebut ditemukan di pantai, area tambak, lahan kosong, kebun dan permukiman. Sebaran habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sp. di wilayah kajian dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Sebaran Habitat Akuatik Nyamuk *Anopheles* sp.

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan, terdapat sebanyak 191 habitat akuatik permanen dan temporal yang positif memiliki larva nyamuk *Anopheles* sp. Jumlah habitat larva yang ditemukan setiap kali pengamatan fluktuatif mengikuti jumlah curah hujan. Hasil survei yang dilakukan sejalan dengan penelitian Laumalay et al., (2019) yang menyatakan larva nyamuk *Anopheles* sp. dapat ditemukan pada habitat akuatik temporer maupun permanen. Habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sp. di Kampung Holtekamp tersebar di sekitar pantai, permukiman, areal tambak dan lahan kosong. Ada delapan jenis habitat larva yang terdapat di wilayah ini yaitu kobakan, kubangan, parit, kolam, rawa-rawa, bekas tambak, lagun dan bekas pijakan ban. Jenis habitat larva nyamuk *Anopheles* sp. yang terdapat di pantai yaitu bekas pijakan ban, rawa-rawa dan lagun. Adapun habitat positif larva di sekitar permukiman, terdiri dari parit dan kolam. Sementara itu, pada areal tambak terdapat habitat bekas tambak, kobakan dan parit. Selanjutnya, di sekitar lahan kosong terdapat habitat positif larva yang terdiri dari kobakan, parit, kolam kangkung dan kubangan.

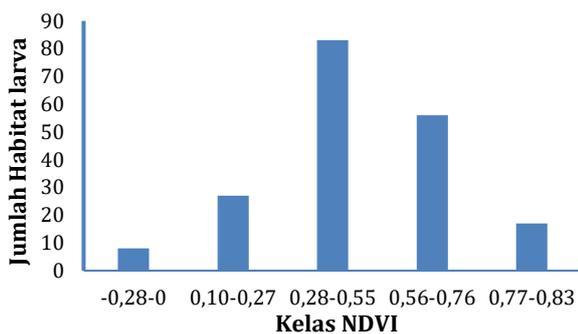
Adapun habitat positif larva nyamuk *Anopheles* sp. di Kelurahan Koya Barat ada 4 jenis yaitu kubangan, parit, sumur dan kolam. Habitat tersebut ditemukan di sekitar permukiman, lahan kosong dan perkebunan. Ada dua jenis habitat positif larva yang terdapat di permukiman yaitu, parit dan kolam, sedangkan di sekitar lahan kosong terdapat habitat kolam, kubangan dan parit. Berikutnya, di sekitar areal kebun ditemukan habitat parit dan sumur.

Selanjutnya, di Kelurahan Koya Timur terdapat empat jenis habitat positif larva nyamuk *Anopheles* sp.

yang tersebar di area permukiman dan lahan terbuka. Jenis habitat tersebut terdiri dari kobakan, kubangan, parit dan kolam. Di areal permukiman terdapat habitat parit dan kolam sedangkan di sekitar lahan kosong terdapat kobakan, kubangan, parit dan kolam.

Berdasarkan hasil analisis antara indeks vegetasi NDVI dengan jumlah habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sp., diketahui bahwa terdapat hubungan linear antara indeks vegetasi NDVI dengan jumlah habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sp. yang ditandai dengan koefisien korelasi  $r=0,34$ . Nilai koefisien ini menunjukkan hubungan yang lemah (cukup kecil) antara jumlah habitat posistif larva dengan NDVI. Hal ini disebabkan karena sebaran nilai NDVI dan habitat posistif larva yang dianalisis tidak dikelompokkan berdasarkan jenis tutupan lahan atau penggunaan lahan. Rentang nilai NDVI yang digunakan dalam penelitian ini berkisara antara -0,28 hingga 0,83 yang menggambarkan nilai NDVI secara keseluruhan di lokasi penelitian. Hasil tinjauan Ronaldo dan Zakianis (2023) mengungkapkan bawah NDVI yang optimal untuk perkembangbiakan dan hunian nyamuk di wilayah tropis berkisar antara 0,3 hingga 0,4. Sementara itu, Lopes et al (2005) mengelompokkan nilai NDVI berdasarkan jenis penggunaan lahan dan menemukan bahwa jenis penggunaan lahan yang sama pada wilayah yang berbeda menghasilkan nilai korelasi yang berbeda.

Pada penelitian ini, habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sp. dominan terdistribusi pada wilayah yang memiliki tutupan vegetasi jarang hingga sedang dengan jumlah habitat berkisar antara 57 hingga 93 habitat. Sedangkan pada tutupan vegetasi sangat jarang dan tutupan vegetasi tinggi, jumlah habitat akuatik yang ditemukan hanya berkisar antara 14 hingga 27 habitat. Hubungan antara indeks vegetasi NDVI dengan jumlah habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sp. dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Hubungan NDVI dengan Jumlah Habitat Akuatik Positif Larva Nyamuk *Anopheles* sp.

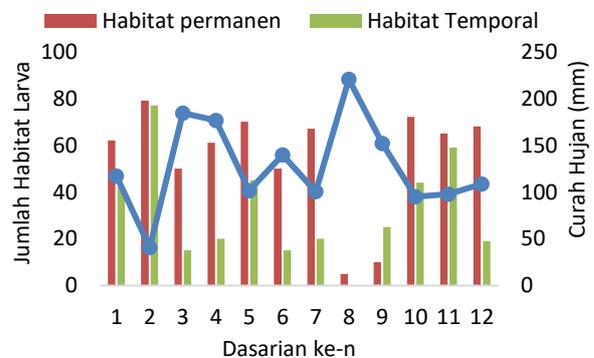
Rendahnya jumlah habitat akuatik yang positif larva nyamuk *Anopheles* sp yang ditemukan pada tutupan vegetasi yang kerapatannya sangat jarang disebabkan oleh penerimaan radiasi matahari yang tinggi. Radiasi matahari yang tinggi akan meningkatkan suhu air sehingga menyebabkan larva *Anopheles* sp. tidak dapat bertahan hidup khususnya pada perairan dangkal. Sebaliknya, pada tutupan

vegetasi yang tinggi (vegetasi rapat) penerimaan radiasi pada perairan sangat rendah sehingga telur nyamuk *Anopheles* membutuhkan waktu yang lama untuk menetas bahkan tidak dapat menetas. Dengan demikian pada saat melakukan survei, tidak ada larva nyamuk yang tertangkap.

Adapun pada tutupan vegetasi yang jarang hingga sedang, radiasi matahari yang diterima cukup optimal sehingga mendukung siklus akutik nyamuk *Anopheles* sp. mulai dari telur, larva hingga pupa (Ndiki et al., 2020). Akibatnya pada wilayah tersebut banyak terdapat habitat yang positif larva *Anopheles* sp. Menurut Hilma et al (2023), perkembangan siklus akuatik nyamuk *Anopheles* sp. membutuhkan suhu air yang berkisar antara 26°C-30°C. Selain vaktor radiasi matahari, ada beberapa faktor lingkungan lainnya yang dapat mempengaruhi keberadaan larva nyamuk *Anopheles* sp. pada habitat akuatik misalnya pH air, predator dan salinitas.

### 3.3. Kaitan antara Curah Hujan dengan Habitat Akuatik Nyamuk *Anopheles* sp.

Sebaran dan jumlah habitat akuatik positif larva nyamuk *Anopheles* sp. yang terdeteksi pada tiga lokasi pengamatan ditengarai menjadi faktor penyebab masih tingginya penyakit malaria di wilayah tersebut. Menurut Wibowo (2017), insiden malaria berkaitan dengan genangan air sebagai habitat akuatik *Anopheles* sp. pradewasa khususnya di daerah endemik. Ketersediaan habitat akuatik dapat meningkatkan populasi nyamuk dewasa apabila didukung oleh karakteristik lingkungan serta unsur iklim terutama curah hujan. Fluktuasi curah hujan berkaitan erat dengan kondisi hidrologi permukaan yang berdampak langsung pada kelangsungan hidup nyamuk pradewasa. Berdasarkan hasil pengamatan, curah hujan tertinggi di lokasi penelitian selama empat bulan sebesar 95, 6 mm/hari dengan jumlah hari hujan sebanyak 108 hari. Keterkaitan antara jumlah curah hujan dasarian dengan jumlah habitat akuatik positif larva nyamuk *Anopheles* sp. ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Hubungan antara Curah Hujan dengan Jumlah Habitat Akuatik Positif Larva Nyamuk *Anopheles* sp.

Gambar 4 menunjukkan bahwa ada perbedaan jumlah habitat akuatik yang positif larva antara

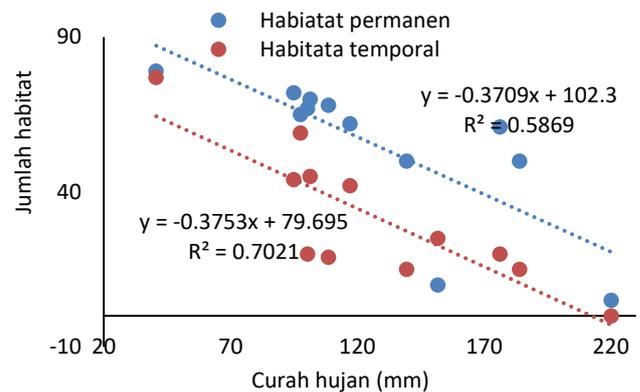
habitat temporer dengan habitat akuatik yang permanen. Pada kondisi curah hujan yang sama, jumlah habitat akuatik semi permanen yang memiliki larva nyamuk *Anopheles* sp. cenderung lebih sedikit dibandingkan dengan habitat akuatik permanen. Umumnya habitat akuatik semi permanen memiliki genangan air yang dangkal sehingga lebih cepat mengalami kekeringan ketika tidak mendapatkan suplai air hujan dalam selang waktu tertentu dan lebih sering meluap sehingga membilas jentik meskipun curah hujan tidak terlalu tinggi. Oleh karena itu curah hujan berperan penting dalam mendukung keberhasilan nyamuk *Anopheles* sp. menyelesaikan tahapan siklus hidup pada habitat akuatik semi permanen. Habitat semi permanen sebagai tempat perkembangbiakan nyamuk *Anopheles* sp. yang ditemukan di lokasi pengamatan terdiri dari kobakan, bekas pijakan ban dan kubangan dangkal.

Agak berbeda dengan habitat akuatik permanen yang tetap tergenang air meskipun tidak mendapatkan suplai air hujan dalam waktu yang lama. Genangan air yang selalu tersedia pada habitat jenis ini memungkinkan nyamuk *Anopheles* sp. dapat meletakkan telurnya setiap waktu hingga menetas dan menyelesaikan siklus hidup menjadi nyamuk dewasa. Namun ada kalanya, ketika curah hujan tinggi habitat permanen akan meluap atau mengalami limpasan sehingga menghanyutkan nyamuk pradewasa. Akibatnya kepadatan larva akan berkurang bahkan tidak ditemukan adanya jentik saat melakukan survei. Habitat permanen yang diamati di lokasi penelitian terdiri dari kolam ikan, kolam kangkung dan kubangan yang dalam serta lagun dengan karakteristik habitat yang berbeda-beda.

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa jumlah habitat posistif larva nyamuk *Anopheles* sp. berkorelasi kuat dengan curah hujan namun berlawanan arah. Koefisien korelasi hubungan antara curah hujan dengan habitat akuatik permanen sebesar  $r = -0,76$  sedangkan untuk habitat akuatik temporer sebesar  $r = -0,83$ . Kedua nilai koefisien ini menunjukkan bahwa jika terjadi curah hujan tinggi, maka habitat akuatik yang posistif larva akan berkurang. Sebaliknya, jika curah hujan rendah maka jumlah habitat permanen yang posistif larva akan bertambah sedangkan jumlah habitat temporer akan berkurang.

Curah hujan yang tinggi dapat menghanyutkan jentik nyamuk pada habitat akutik sedangkan pada saat terjadi curah hujan yang sangat rendah, sebagian habitat temporer akan mengalami kekeringan sehingga mengurangi habitat nyamuk *Anopheles* pradewasa. Mardiana dan Perwitasari (2014) mengungkapkan bahwa curah hujan yang tinggi dapat mempengaruhi lingkungan habitat akuatik sehingga nyamuk tidak dapat berkembang biak secara sempurna. Hal senada juga diungkapkan oleh Kumar et al., (2017) bahwa pada kondisi tertentu, curah hujan dapat mempengaruhi keberadaan dan jumlah populasi larva nyamuk *Anopheles* sp pada habitat akuatik permanen maupun semi permanen.

Pengaruh curah hujan terhadap jumlah habitat akuatik posistif larva nyamuk *Anopheles* sp di daerah penelitian berkisar antara 58 % hingga 70%. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Tulak et al., (2018) yang juga mendapatkan adanya pengaruh curah hujan dasarian terhadap jumlah habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sebesar 11% hingga 77% di Distrik Heram Kota Jayapura. Pengaruh curah hujan terhadap jumlah habitat akuatik posistif larva nyamuk *Anopheles* sp pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Pengaruh Curah Hujan terhadap Jumlah Habitat Akuatik Nyamuk *Anopheles* sp.

Berdasarkan nilai koefisien determinan model regresi linear, diketahui bahwa ada perbedaan pengaruh curah hujan terhadap jenis habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sp. Pengaruh curah hujan terhadap sebaran habitat akuatik temporer lebih besar dibandingkan dengan habitat permanen. Perbedaan ini disebabkan oleh kedalaman dan luas habitat akuatik. Habitat temporer pada umumnya dangkal sehingga lebih mudah terbilas air hujan. Selain perbedaan nilai koefisien determinan, model regresi pada Gambar 5 juga memperlihatkan perbedaan nilai konstanta regresi pada kondisi yang sama yaitu tidak terjadi hujan. Perbedaan nilai konstanta tersebut menunjukkan adanya perbedaan jumlah habitat posistif larva pada kondisi yang sama (tidak hujan). Pada kondisi tidak hujan, habitat permanen tetap tergenang air dengan estimasi terdapat 102 habitat posistif larva sedangkan habitat temporal sebagian mengalami kekeringan dengan estimasi terdapat 79 habitat posistif larva.

Secara teoritis, curah hujan merupakan unsur iklim yang paling besar pengaruhnya terhadap penularan penyakit malaria di daerah endemis karena menyediakan genangan air sebagai habitat perkembangan nyamuk *Anopheles* sp. Menurut Zhou et al., (2004) curah hujan berdampak pada jumlah dan sebaran habitat akuatik serta kepadatan jentik. Kontribusi unsur iklim ini terkait dengan intensitas, tinggi curah hujan dan jumlah hari hujan serta karakteristik fisik habitat akuatik. Disisi lain, penelitian Hakim et al., (2007) mengungkapkan bahwa kepadatan nyamuk *Anopheles* cenderung lebih

tinggi pada musim hujan. Hal ini berkaitan dengan ketersediaan habitat akuatik, khususnya pada curah hujan yang moderat.

Terkait dengan karakteristik lingkungan habitat akuatik, umumnya larva nyamuk *Anopheles* sp menyukai habitat yang bervegetasi, air yang tidak mengalir dengan genangan yang tidak terlalu dalam. Meskipun habitat perindukan nyamuk *Anopheles* sp di lokasi penelitian tersebar pada wilayah-wilayah tertentu, namun jarak terbang nyamuk yang relatif jauh memungkinkan wilayah yang tidak memiliki habitat larva tetap terjangkau oleh nyamuk saat mencari makanan (darah). Oleh karena itu penularan malaria tetap terjadi di wilayah yang cukup jauh dari habitat larva. Menurut Kazwaini dan Martini (2015), risiko penularan penyakit malaria dapat terjadi pada jarak 1000 meter dari habitat akuatik. Walau demikian, habitat nyamuk *Anopheles* yang dekat dengan permukaan berpeluang besar meningkatkan kepadatan vektor dan penularan penyakit malaria (Nababan et al, 2018).

Upaya yang perlu dilakukan untuk mengantisipasi pekembangan nyamuk sebagai vektor malaria terkait dengan curah hujan adalah mengalirkan air yang tergenang di parit, memberikan larvasida pada habitat permanen maupun pada genangan air temporer yang berpotensi menjadi habitat perkembangbiakan nyamuk *Anopheles* sp. Interfensi terhadap habitat perkembangbiakan nyamuk dapat mengurangi populasi larva dan kepadatan nyamuk *Anopheles* sp dewasa sehingga menekan laju penularan malaria.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sebaran habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sp di Distrik Muara Tami memiliki hubungan linear positif dengan indeks vegetasi NDVI dengan koefisien korelasi sebesar  $r=0,3$ . Sebaran habitat akuatik nyamuk *Anopheles* sp. dominan ditemukan pada daerah yang memiliki tutupan vegetasi jarang hingga sedang. Sementara itu pada daerah yang tidak bervegetasi maupun daerah yang bervegetasi rapat, sangat jarang terdapat habitat akuatik nyamuk *Anopheles*. Selain indeks vegetasi NDVI, curah hujan juga berhubungan linear dengan jumlah habitat akuatik positif larva nyamuk *Anopheles* sp. Koefisien korelasi antara jumlah curah hujan dasarian dengan habitat akuatik permanen sebesar  $r=-0,76$  sedangkan pada habitat temporer sebesar  $r=-0,83$ . Adapun jumlah habitat akuatik permanen dipengaruhi oleh curah hujan sebesar 58% ( $R^2=0,58$ ) sedangkan jumlah habitat akuatik temporer dipengaruhi curah hujan dasarian sebesar 70% ( $R^2=0,70$ ).

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini tim penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Cenderawasih yang telah

memberikan bantuan penelitian melalui dana PNPB DIPA Fakultas MIPA tahun 2023.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arsin, A.A. 2012. *Malaria di Indonesia: Tinjauan aspek epidemiologi*. Makassar (ID). Masagena Press.
- Asnifatima, A., (2017), Pola kecenderungan Spasial Kejadian Malaria (Studi kasus; Di kabupaten kepulauan Selayar Tahun 2011-2013), HEARTY: Jurnal Kesehatan Masyarakat, 5(1), 1-12.
- Conde M, Pareja PX, Orjuela LI, Ahumada ML, Durán S, Jara JA, et al. 2015. Larval habitat characteristics of the main malaria vectors in the most endemic regions of Colombia: Potential implications for larval control. *Malaria Jornal*. 14(1) 1-14
- Hakim, L., Ipa, M. 2007. Sistem Kewaspadaan Dini KLB Malaria Berdasarkan Curah Hujan, Kepadatan Vektor dan Kesakitan Malaria di Kabupaten Sukabumi. *Media Litbang Kesehatan*. XVII (2) 34-40.
- Hidayati, F., Raharjo, M., Martini, M., Wahyuningsih, N. E., Setiani, O. 2023. Hubungan Kualitas Lingkungan dengan Kejadian Malaria (Wilayah Endemis Malaria, Lingkup Kerja Puskesmas Kaligesing, Kabupaten Purworejo Tahun 2022). *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 22(1) 21-27.
- Hilma, S.I., Ardillah, Y., Sunarsih, E. 2023. Identifikasi spesies larva *Anopheles* pada genangan air: Survey habitat alami di Kecamatan Gunung Megang, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 18 (2) 1-8.
- Kazwaini, M dan Martini, S. 2015. Tempat perindukan vektor *Anopheles* dan Pengaruh Jarak Tempat Perindukan Vektor terhadap Kejadian Malaria pada Balita. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2 (2) 173-183. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2023. Laporan Kasus Malaria di Indonesia: Tahun 2012- 2022.
- Kumar, B., Singh, N. and Dhiman, R.C. 2017. Impact of Rainfall on Larval Density of Malaria vectors in District Baghpat, Uttar Pradesh. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 8(4) 664.
- Laumalay HM, Satoto TBT, Fuad A. 2019. Analisis Spasial Karakteristik Habitat Perkembangbiakan *Anopheles* Spp di Desa Lifuleo Kecamatan Kupang Barat. *Buletin Penelitian Kesehatan* 47(3) 207-216.
- Lopes, P., Lourenco, P., Seixas, J., Sousa, C., Novo, T., Rodrigues, J., Almeida A.P.G. 2005. Modelling patterns of mosquito density based on remote sensing images. *Proceedings of the Second International Conference and Exhibition on Geographic Information*. Estoril, Portugal. 251-258
- Mardiana, Permatasari, D. 2014. Insiden Malaria dan Pola Iklim di Kabupaten Kapuas Propinsi Kalimantan Tengah dan Kabupaten Sumba Barat Propinsi Nusa Tenggara Timur, Indonesia Tahun 2005-2009. *Jurnal Ekologi Kesehatan*. 13(1) 59-70.
- Mulyawati, A., Sukesu, T.W., Mulasari, S.A., Setiawan, D., Yuliani, Y., Patmasari, Y., Girsang, T.A., Damayanti, I.L. 2022. Analisis Situasi Luas Wilayah Reseptif Malaria di Kabupaten Gunungkidul Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2021. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 15(1) 47-60.
- Nababan, R, dan Sitti R.U. 2018. Faktor Lingkungan dan Malaria yang Memengaruhi Kasus Malaria di Daerah Endemis Tertinggi di Jawa Tengah: Analisis Sistem

- Tulak, N., Kareth, Z. V., dan Tapatkeding, H. W. (2025). Hubungan antara Kerapatan Indeks Vegetasi NDVI dan Curah Hujan dengan Sebaran Habitat Akuatik Nyamuk *Anopheles* sp. di Distrik Muara Tami Kota Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(3), 776-783, doi:10.14710/jil.23.3.776-783
- Informasi Geografis. *Berita Kedokteran Masyarakat* vol. 34(1):11-18. doi:10.22146/bkm.26941.
- Naswir, N., Nurhayati, N., Syukur, M., Saleh, M., (2024), Dinamika Habitat dan Aktivitas Nyamuk *Anopheles* Selama Musim Kemarau di Desa Inalipue Kecamatan Tanasitolo Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan, *HIGIENE Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(3), 103-110.
- Naswir, N., Hamzah, E., Syukur, M., & Saleh, M. (2024). Survey of Malaria Vectors in the Rainy Season in Inalipue Village, Wajo District, South Sulawesi. *Sociality: Journal of Public Health Service*, 3(2), 113-121.
- Ndiki H, Adu AA, Limbu R. 2020. Survei Jentik Nyamuk *Anopheles* di Desa Maukeli Kecamatan Mauponggo. *Media Kesehatan Masyarakat*. 2(1) 10-7.
- Nugraheni, IL., Usman, M., Sutarto. (2023). Pemetaan Persebaran Penyakit Malaria di Kecamatan Punduh Pidada, Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. *Spaisal: Wahana Komunikasi dan Informasi Geografi*. 23 (1) 85-94.
- Pahlepi, RI., Santoso, Taviv, Y., Riandi, MU., Febriyanto, Mahdalena, V., Permadi, IGW., Komaria, RH., Asyati, D., Setiawan, A., Emawati, Anggraini. 2023. Bionomik *Anopheles* spp. di Kecamatan Sindang Beliti Ulu Kabupaten Rejang Lebong Provinsi Bengkulu Tahun 2021. *ASPIRATOR: Journal of Vector-Borne Diseases Studies*. 14(2) 133-144.
- Ronaldo dan Zakianis. 2023. Hubungan Antara Nilai Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Dengan Insiden Malari: Tinjauan Sistematis dan Meta-Analisis. *Jurnal Kesehatan Tambusai* 4 (2) 2358-2368.
- Tulak, N., Handoko, H., Hidayati, R., Hadi, U.K., Hakim, L. (2018). Karakteristik dan Distribusi Spasial Habitat Positif Larva Nyamuk *Anopheles* spp. Berdasarkan Curah Hujan. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 14(3) 285-296.
- Yunicho. 2020. Spasial Kasus Malaria Dan Sebaran Spesies Larva *Anopheles* di Wilayah Endemis Malaria Kabupaten Bulukumba. *Afiasi: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(1) 1-10.
- Zhou, G., Minakawa, N., Githeko A.K., Yan, G. 2004. Association between Climate Variability and Malaria Epidemics in the East African Highlands. *Proc Natl Acad Sci*. 101(8):2375-2380.