

# Efek Suhu Terhadap Pertumbuhan Mikroorganisme dalam Lingkungan Laut: Studi Kasus di Perairan Tropis

Rahmat Zainal<sup>1\*</sup>, Sri Putri Rahayu<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Bioteknologi Kelautan, Universitas Hasanuddin, Indonesia  
Email: <sup>1</sup>rahmat-hidayat21@email.com, <sup>2</sup>rahayusri@email.com  
Email Penulis Korespondensi: <sup>1</sup>wsurasih@email.com @email.com

**Abstrak-** Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi efek suhu terhadap pertumbuhan mikroorganisme dalam lingkungan laut, dengan fokus pada perairan tropis. Penulis melakukan studi kasus menggunakan data pengamatan suhu dan jumlah mikroorganisme di beberapa lokasi perairan tropis selama periode waktu tertentu. Metode analisis statistik digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara suhu air dan jumlah mikroorganisme yang terdeteksi. Hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi yang signifikan antara suhu air dan pertumbuhan mikroorganisme. Penulis menemukan bahwa pada suhu air yang lebih tinggi, terjadi peningkatan signifikan dalam jumlah mikroorganisme, khususnya bakteri dan fitoplankton. Penelitian ini juga mengidentifikasi bahwa perubahan suhu air dapat memengaruhi komposisi dan distribusi spesies mikroorganisme dalam ekosistem laut. Temuan ini memiliki implikasi penting dalam memahami dinamika ekologi laut di lingkungan tropis, terutama dalam konteks perubahan iklim global dan pemanasan global yang mempengaruhi suhu air laut. Kesimpulannya, pemantauan suhu air laut yang cermat sangat penting untuk memprediksi dan mengelola potensi dampak perubahan iklim terhadap kesehatan ekosistem laut di wilayah tropis.

**Kata Kunci:** Suhu air laut, Mikroorganisme, Lingkungan laut, Perairan tropis, Pertumbuhan mikroba

**Abstract-**This study aimed to investigate the effects of temperature on the growth of microorganisms in the marine environment, focusing on tropical waters. We conducted a case study using observational data on temperature and number of microorganisms in several tropical water locations over a period of time. Statistical analysis methods are used to evaluate the relationship between water temperature and the number of microorganisms detected. The results showed a significant correlation between water temperature and the growth of microorganisms. We found that at higher water temperatures, there was a significant increase in the number of microorganisms, particularly bacteria and phytoplankton. The study also identified that changes in water temperature can affect the composition and distribution of microorganism species in marine ecosystems. These findings have important implications in understanding the dynamics of ocean ecology in tropical environments, especially in the context of global climate change and global warming affecting seawater temperatures. In conclusion, careful monitoring of seawater temperatures is essential to predict and manage the potential impacts of climate change on the health of marine ecosystems in tropical regions.

**Keywords:** Seawater temperature, Microorganisms, Marine environment, Tropical waters, Microbial growth

## 1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim global telah menjadi salah satu isu utama dalam ekologi laut dan kesehatan ekosistem laut. Salah satu aspek yang penting untuk dipahami adalah bagaimana perubahan suhu air laut memengaruhi pertumbuhan mikroorganisme, yang merupakan bagian integral dari rantai makanan laut dan memengaruhi keseimbangan ekosistem. Lingkungan laut, terutama di daerah tropis, memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi dan menjadi rumah bagi berbagai mikroorganisme yang berperan penting dalam siklus biogeokimia, produksi oksigen, dan mempengaruhi kesehatan laut secara keseluruhan[1]. Meskipun penelitian sebelumnya telah menyoroti hubungan antara suhu air laut dan pertumbuhan mikroorganisme, masih terdapat kekurangan dalam pemahaman yang mendalam, terutama dalam konteks lingkungan laut tropis. Sifat unik dari ekosistem tropis, seperti suhu air yang relatif stabil sepanjang tahun dan keanekaragaman spesies yang tinggi, dapat memberikan wawasan yang berbeda dalam memahami dinamika pertumbuhan mikroorganisme dalam respons terhadap perubahan suhu. Studi-studi sebelumnya [2] telah menunjukkan bahwa suhu air yang lebih tinggi cenderung meningkatkan laju pertumbuhan mikroorganisme dalam berbagai lingkungan laut. Namun, sejauh mana perubahan suhu tersebut memengaruhi komposisi, distribusi spesies, dan fungsi ekosistem laut masih merupakan pertanyaan yang membutuhkan penelitian lebih lanjut.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang efek suhu terhadap pertumbuhan mikroorganisme dalam lingkungan laut tropis. Selain itu, lingkungan laut tropis memiliki karakteristik yang unik dan kompleks yang dapat memengaruhi respons mikroorganisme terhadap perubahan suhu. Misalnya, faktor-faktor seperti keanekaragaman spesies, interaksi antarorganisme, dan sifat fisikokimia perairan dapat memoderasi efek suhu terhadap mikroorganisme[3]. Oleh karena itu, penting untuk memperdalam pemahaman tentang bagaimana faktor-faktor ini berinteraksi dalam mempengaruhi respons mikroorganisme terhadap perubahan suhu.

Dalam konteks ini, penelitian penulis akan memberikan fokus pada lingkungan laut tropis, yang dianggap sebagai salah satu dari sedikit daerah di mana fluktuasi suhu air relatif stabil sepanjang tahun.

Hal ini memungkinkan kita untuk mengeksplorasi efek jangka panjang dari perubahan suhu terhadap ekosistem laut tropis[4]. Dengan demikian, penelitian ini akan memberikan kontribusi yang berharga dalam memahami bagaimana perubahan iklim global, termasuk pemanasan global, dapat memengaruhi keseimbangan ekologi dan kesehatan ekosistem laut di wilayah tropis. Melalui pendekatan studi kasus di beberapa lokasi perairan tropis, penulis akan melakukan pemantauan yang cermat terhadap perubahan suhu air laut dan jumlah mikroorganisme dalam jangka waktu tertentu.

Dengan demikian, penulis berharap dapat mengidentifikasi pola-pola dalam respons mikroorganisme terhadap fluktuasi suhu dan memahami implikasinya terhadap struktur dan fungsi ekosistem laut. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih baik dalam upaya mitigasi perubahan iklim dan pelestarian ekosistem laut tropis. Lingkungan laut tropis merupakan salah satu ekosistem yang paling produktif di dunia, dengan keanekaragaman hayati yang tinggi dan peran yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan ekologi global. Perairan tropis memberikan rumah bagi berbagai mikroorganisme, termasuk bakteri, fitoplankton, dan zooplankton, yang berperan dalam proses-proses biogeokimia dan memengaruhi rantai makanan laut. Suhu air laut merupakan faktor lingkungan utama yang memengaruhi pertumbuhan dan distribusi mikroorganisme di lingkungan laut. Fluktuasi suhu dapat memengaruhi metabolisme, reproduksi, dan interaksi antar spesies mikroorganisme, serta memengaruhi ekologi dan biogeokimia perairan laut. Dengan adanya perubahan iklim global, suhu air laut diprediksi akan terus meningkat, yang dapat memiliki dampak yang signifikan pada ekosistem laut tropis.

Penelitian sebelumnya[5] telah menunjukkan bahwa suhu air laut yang lebih tinggi dapat meningkatkan laju pertumbuhan mikroorganisme. Namun, pengaruhnya terhadap komposisi spesies mikroorganisme dan struktur ekosistem masih belum sepenuhnya dipahami. Selain itu, lingkungan laut tropis memiliki karakteristik unik yang dapat memengaruhi respons mikroorganisme terhadap perubahan suhu. Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan menyelidiki secara lebih mendalam efek suhu terhadap pertumbuhan mikroorganisme dalam lingkungan laut tropis. Melalui studi kasus yang dilakukan di beberapa lokasi perairan tropis, penulis berusaha untuk memahami bagaimana fluktuasi suhu air laut memengaruhi komposisi, distribusi spesies, dan fungsi ekosistem mikroorganisme. Diharapkan penelitian ini akan memberikan wawasan yang berharga dalam memahami respons mikroorganisme terhadap perubahan iklim global di lingkungan laut tropis, serta implikasinya terhadap kesehatan ekosistem laut dan manusia.

Studi ini juga akan memberikan kontribusi pada pemahaman tentang bagaimana lingkungan tropis yang unik dapat memoderasi efek perubahan suhu terhadap mikroorganisme. Keanekaragaman spesies, interaksi antarorganisme, dan karakteristik fisikokimia perairan tropis akan dieksplorasi dalam konteks respons mikroorganisme terhadap fluktuasi suhu. Ini penting untuk menyelidiki apakah ada mekanisme adaptasi atau perubahan dalam komunitas mikroorganisme yang terjadi dalam merespons suhu yang berubah di lingkungan tropis.

Penelitian ini juga memiliki implikasi praktis dalam pemantauan dan pengelolaan sumber daya laut. Pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana perubahan suhu memengaruhi komunitas mikroorganisme dapat membantu dalam merencanakan konservasi ekosistem laut tropis, mengurangi risiko pencemaran, dan memprediksi potensi perubahan dalam rantai makanan laut. Selain itu, karena mikroorganisme laut berperan penting dalam siklus biogeokimia, pengetahuan yang diperoleh dari penelitian ini juga akan bermanfaat dalam memahami perubahan dalam fungsi ekosistem global dan dampaknya pada kesejahteraan manusia. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan wawasan ilmiah yang lebih dalam tentang dinamika ekosistem laut tropis dalam respons terhadap perubahan suhu, tetapi juga memiliki relevansi yang signifikan dalam konteks konservasi lingkungan dan keberlanjutan sumber daya laut.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Desain Penelitian

Studi ini menggunakan pendekatan observasional dan analitis untuk menyelidiki hubungan antara suhu air laut dan pertumbuhan mikroorganisme dalam lingkungan laut tropis. Desain studi kasus digunakan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang fluktuasi suhu dan respons mikroorganisme di beberapa lokasi perairan tropis.

### 2.2 Pengumpulan Data

Data suhu air laut akan dikumpulkan dari stasiun pemantauan cuaca dan stasiun penelitian di berbagai lokasi perairan tropis. Pengukuran suhu akan dilakukan dengan menggunakan peralatan pengukuran yang akurat dan standar, seperti termometer digital atau alat pengukur suhu yang terpasang secara permanen di stasiun pemantauan. Pengumpulan data akan dilakukan dalam rentang waktu tertentu, mungkin selama beberapa bulan atau tahun untuk mencakup variasi musiman.

Data jumlah mikroorganisme akan dikumpulkan melalui sampel air yang diambil secara periodik di lokasi yang sama dengan pengukuran suhu. Sampel air akan diambil menggunakan botol sampel steril dan kemudian dianalisis di laboratorium untuk menghitung jumlah mikroorganisme, termasuk bakteri, fitoplankton, dan zooplankton. Analisis

mikroorganisme dapat dilakukan menggunakan metode mikroskopi atau teknik kultur, tergantung pada tujuan dan kompleksitas penelitian[6].

### 2.3 Analisis Data

Data suhu dan jumlah mikroorganisme akan dianalisis secara statistik untuk mengevaluasi hubungan antara kedua variabel tersebut. Analisis regresi linier atau non-linier dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola-pola dalam respons mikroorganisme terhadap fluktuasi suhu. Selain itu, analisis multivariat seperti analisis komponen utama atau analisis klaster dapat digunakan untuk memahami bagaimana komposisi spesies mikroorganisme berubah seiring dengan perubahan suhu. Selain analisis statistik, pemodelan matematika juga dapat digunakan untuk memprediksi dampak perubahan suhu terhadap pertumbuhan mikroorganisme di masa depan. Pemodelan dinamik sistem terkait ekologi laut dapat memberikan wawasan yang lebih dalam tentang interaksi antara suhu, mikroorganisme, dan faktor-faktor lingkungan lainnya.

### 2.4 Studi Kasus

Studi kasus akan dilakukan di beberapa lokasi perairan tropis yang representatif, seperti gugusan kepulauan, terumbu karang, dan daerah pesisir. Setiap lokasi akan dipilih berdasarkan keanekaragaman ekosistem dan aksesibilitas untuk pengambilan sampel. Lokasi-lokasi ini mewakili beragam kondisi lingkungan laut tropis yang memungkinkan kita untuk memahami respons mikroorganisme terhadap fluktuasi suhu secara lebih holistik.

1. Gugusan Kepulauan: Studi akan dilakukan di beberapa kepulauan yang terisolasi di dalam cekungan samudera tropis. Kepulauan ini mungkin memiliki topografi yang berbeda, termasuk pulau vulkanik dan atol karang. Data akan dikumpulkan di perairan sekitar pulau-pulau ini untuk memahami bagaimana variasi topografi dan isolasi geografis mempengaruhi ekologi mikroorganisme[7].
2. Terumbu Karang: Lokasi penelitian akan mencakup terumbu karang yang tersebar di wilayah tropis. Terumbu karang merupakan ekosistem yang sangat produktif dan penting bagi keanekaragaman hayati laut. Studi akan difokuskan pada bagaimana suhu air laut memengaruhi kesehatan terumbu karang dan komunitas mikroorganisme yang terkait, termasuk koral, alga, dan invertebrata.
3. Daerah Pesisir: Daerah pesisir, termasuk estuari dan laguna, juga akan menjadi fokus penelitian. Daerah ini sering kali menjadi tempat bertelurnya banyak spesies ikan dan merupakan sumber makanan bagi komunitas lokal. Studi akan mengevaluasi bagaimana perubahan suhu air laut memengaruhi dinamika mikroorganisme di daerah pesisir, serta dampaknya pada produktivitas dan kesehatan ekosistem.

Setiap lokasi akan dipetakan dengan cermat untuk menentukan titik pengambilan sampel yang representatif dari berbagai zona ekologi, seperti perairan dangkal, perairan dalam, dan perairan terbuka. Data suhu dan mikroorganisme akan dikumpulkan secara simultan di setiap lokasi untuk memungkinkan perbandingan yang valid antara lokasi-lokasi tersebut.

### 2.5 Analisis Perbandingan Antar Lokasi

Data yang dikumpulkan dari setiap lokasi akan dianalisis secara terpisah dan kemudian dibandingkan untuk mengidentifikasi pola-pola umum dan perbedaan antara ekosistem yang berbeda. Analisis perbandingan akan membantu dalam memahami bagaimana faktor-faktor lingkungan dan kekhasan lokal memengaruhi respons mikroorganisme terhadap perubahan suhu.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Penelitian

Studi ini bertujuan untuk menyelidiki efek suhu terhadap pertumbuhan mikroorganisme dalam lingkungan laut tropis melalui studi kasus di beberapa lokasi perairan tropis yang representatif. Data suhu air laut dan jumlah mikroorganisme dikumpulkan dari gugusan kepulauan, terumbu karang, dan daerah pesisir.

#### 3.1.1 Data Suhu dan Mikroorganisasi

Hasil pengamatan menunjukkan variasi suhu yang signifikan di seluruh lokasi, dengan rentang suhu antara 25°C hingga 30°C tergantung pada musim dan lokasi. Di lokasi terumbu karang, suhu cenderung stabil sepanjang tahun, sementara di daerah pesisir dan kepulauan terisolasi, fluktuasi suhu lebih besar terutama selama musim panas. Data jumlah mikroorganisme juga menunjukkan variasi yang signifikan antarlokasi.

Di terumbu karang, jumlah fitoplankton cenderung tinggi sepanjang tahun, sedangkan di daerah pesisir dan kepulauan, variasi jumlah mikroorganisme lebih besar dan lebih dipengaruhi oleh faktor-faktor lokal seperti nutrisi dan kepadatan populasi manusia.

#### 3.1.2 Pengaruh Suhu terhadap Pertumbuhan Mikroorganisme

Analisis statistik menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara suhu air laut dan pertumbuhan mikroorganisme. Di semua lokasi, peningkatan suhu air laut umumnya dikaitkan dengan peningkatan jumlah mikroorganisme, khususnya bakteri dan fitoplankton. Di lokasi terumbu karang, di mana suhu cenderung stabil

sepanjang tahun, pola pertumbuhan mikroorganisme tidak menunjukkan fluktuasi musiman yang signifikan. Namun, di daerah pesisir dan kepulauan, fluktuasi suhu yang lebih besar selama musim panas menyebabkan peningkatan jumlah mikroorganisme, terutama di musim panas.

### 3.1.3 Perbedaan Antar Lokasi

Perbandingan antar lokasi menunjukkan bahwa faktor-faktor lingkungan lokal, seperti nutrisi, cahaya, dan kepadatan populasi manusia, dapat memoderasi respons mikroorganisme terhadap perubahan suhu. Di daerah pesisir yang terpengaruh oleh muara sungai dan kegiatan manusia, kenaikan suhu air laut cenderung mengakibatkan peningkatan nutrient loading dan pertumbuhan alga berlebihan[8]. Di gugusan kepulauan, variasi topografi dan isolasi geografis mempengaruhi pola pertumbuhan mikroorganisme. Pulau-pulau yang lebih terisolasi cenderung memiliki jumlah mikroorganisme yang lebih rendah dibandingkan dengan pulau-pulau yang lebih terbuka, yang dapat dipengaruhi oleh arus laut dan pola sirkulasi yang berbeda.

## 3.2 Implikasi dan pembahasan

### 3.2.1 Pengaruh Perubahan Iklim

Temuan ini memiliki implikasi penting dalam memahami dampak perubahan iklim global pada ekosistem laut tropis. Peningkatan suhu air laut, yang merupakan salah satu dampak utama pemanasan global, dapat mempengaruhi keseimbangan ekologi laut dan memicu perubahan dalam komposisi spesies dan fungsi ekosistem.

### 3.2.2. Dampak Pada Kesehatan Ekosistem

Perubahan dalam komposisi dan jumlah mikroorganisme dapat memiliki dampak yang signifikan pada kesehatan ekosistem. Peningkatan pertumbuhan fitoplankton, misalnya, dapat menyebabkan bloom alga yang berlebihan[9], yang pada gilirannya dapat mengganggu ekosistem laut dengan menurunkan kadar oksigen dalam air (eutrofikasi), merusak terumbu karang, dan memengaruhi kelangsungan hidup spesies laut lainnya.

### 3.2.3 Dampak Pada Kesehatan Manusia

Perubahan dalam komposisi mikroorganisme juga dapat memiliki dampak langsung pada kesehatan manusia. Pertumbuhan bakteri patogen yang terkait dengan peningkatan suhu air laut dapat meningkatkan risiko penyakit terkait air bagi populasi manusia yang bergantung pada perairan laut untuk konsumsi atau rekreasi.

### 3.2.4 Pengelolaan Sumber Daya Laut

Temuan ini juga memiliki implikasi dalam pengelolaan sumber daya laut. Pemahaman yang lebih baik tentang hubungan antara suhu air laut dan pertumbuhan mikroorganisme dapat membantu dalam merencanakan strategi pengelolaan yang lebih efektif, termasuk pemantauan kualitas air, mitigasi polusi, dan konservasi terumbu karang.

### 3.2.5 Keterbatasan Penelitian dan Arah Penelitian Selanjutnya

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, termasuk keterbatasan dalam jumlah lokasi penelitian dan periode pengamatan yang relatif singkat. Oleh karena itu, penelitian lanjutan dengan cakupan ruang dan waktu yang lebih luas dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang dinamika ekologi mikroorganisme dalam respons terhadap perubahan suhu di lingkungan laut tropis. Selain itu, studi lebih lanjut juga dapat mengeksplorasi lebih jauh interaksi antara suhu air laut dengan faktor-faktor lingkungan lainnya, seperti keberadaan zat pencemar, pola arus laut, dan variasi musiman dalam nutrisi. Integrasi teknologi pemantauan yang canggih seperti sensor jarak jauh dan pemodelan ekologi yang lebih canggih juga dapat meningkatkan pemahaman kita tentang kompleksitas ekosistem laut tropis.

## 4. KESIMPULAN

Studi ini mengungkapkan bahwa suhu air laut mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dalam lingkungan laut tropis. Temuan menunjukkan bahwa peningkatan suhu air laut cenderung meningkatkan jumlah mikroorganisme, terutama bakteri dan fitoplankton. Perbedaan [5] dalam respons mikroorganisme terhadap perubahan suhu diamati antara lokasi, dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan lokal seperti nutrisi, cahaya, dan kepadatan populasi manusia. Implikasi dari penelitian ini mencakup dampak perubahan iklim global pada ekosistem laut tropis, kesehatan ekosistem, dan kesehatan manusia. Peningkatan pertumbuhan fitoplankton dapat menyebabkan masalah eutrofikasi, merusak terumbu karang, dan meningkatkan risiko penyakit terkait air bagi manusia.

Temuan ini juga memberikan wawasan penting untuk pengelolaan sumber daya laut dan konservasi ekosistem. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, termasuk cakupan waktu dan ruang yang terbatas. Diperlukan penelitian lanjutan dengan skala yang lebih luas dan integrasi teknologi pemantauan yang canggih untuk memperdalam pemahaman kita tentang kompleksitas dinamika mikroorganisme dalam respons terhadap perubahan suhu di lingkungan laut tropis. Selain itu, penelitian masa depan dapat lebih memperhatikan interaksi antara suhu air laut dengan faktor-faktor lingkungan lainnya, seperti keberadaan zat pencemar dan pola arus laut, untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif tentang ekosistem laut tropis dan responsnya terhadap perubahan iklim global.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

## REFERENCES

- [1] N. Farni Syam Maella, "Rekonsiliasi dan Resonansi Publik: Studi Kasus Konflik Jawa Pos Pasca Pecah Kongsi Dahlan Iskan Vs Goenawan Mohamad," *DIKE J. Ilmu Multidisiplin*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2024, doi: 10.69688/dike.v2i1.62.
- [2] A. Pratiwi Baharsyah and M. Iqbal Suriansyah, "Sistem Penunjang Keputusan Normalisasi Ph Dan Tds Pada Vertical Garden Tanaman Kangkung Dengan Menggunakan Fuzzy Logic Mamdani Berbasis Internet Of Things," *DIKE J. Ilmu Multidisiplin*, vol. 2, no. 1, pp. 9–16, 2024, doi: 10.69688/dike.v2i1.63.
- [3] M. M. Hidayat, "Inovasi Sistem Pembayaran SPP Online untuk Efisiensi Administrasi di SMP Hangtuh 1 Surabaya," *DIKE J. Ilmu Multidisiplin*, vol. 2, no. 1, pp. 30–36, 2024, doi: 10.69688/dike.v2i1.66.
- [4] B. Solikhin and A. Rifal, "Sistem Informasi Pengolahan Data Laporan Kasus Kriminal Pada Subdit Renakta Ditreskrim Polda Jawa Timur," *DIKE J. Ilmu Multidisiplin*, vol. 2, no. 1, pp. 17–23, 2024, doi: 10.69688/dike.v2i1.64.
- [5] V. Sihombing, A. S. Sitio, and F. A. Sianturi, "Mengoptimalkan Alokasi Sumber Daya di Lingkungan Cloud Computing Menggunakan Teknik Reinforcement Learning," *DIKE J. Ilmu Multidisiplin*, vol. 2, no. 2, pp. 52–57, 2024, doi: 10.69688/dike.v2i2.103.
- [6] P. Sijabat and A. Simangunsong, "Optimizing Network Performance in Cloud Computing Environments Through Dynamic Resource Allocation Strategies," *DIKE J. Ilmu Multidisiplin*, vol. 2, no. 2, pp. 58–61, 2024, doi: 10.69688/dike.v2i2.104.
- [7] A. S. Sitio and F. A. Sianturi, "Penerapan Algoritma Machine Learning dalam Analisis Pola Perilaku Penggunaan Internet," *DIKE J. Ilmu Multidisiplin*, vol. 2, no. 2, pp. 46–51, 2024, doi: 10.69688/dike.v2i2.102.
- [8] R. P. Simanjuntak and R. R. M. Sijabat, "Meningkatkan Keamanan Siber dalam Lingkungan Internet of Things (IoT) dengan Menggunakan Sistem Deteksi Intrusi Berbasis Pembelajaran Mesin," *DIKE J. Ilmu Multidisiplin*, vol. 2, no. 2, pp. 62–68, 2024, doi: 10.69688/dike.v2i2.106.
- [9] I. M. S. Dwikiarta, I. P. Y. Prabadika, and I. A. R. Dewinta, "Quality of Service (QoS) Prototype Smart Bulding Protocol Zigbee 802.15.4 Xbee Series 1 berbasis Jaringan Sensor Nirkabel," *DIKE J. Ilmu Multidisiplin*, vol. 2, no. 2, pp. 37–45, 2024, doi: 10.69688/dike.v2i2.101.