

Estimasi Pengukuran Panjang Udang *Litopenaeus Vannamei* Menggunakan Algoritma Yolov8 Dan Perhitungan Jarak Euclidean

Erwin Adriono, Novita Auliya, Risma Septiana

Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia
Email: erwinadriono@ce.undip.ac.id

Abstract

Estimation of *Litopenaeus Vannamei* Shrimp Length Measurement Using YOLOv8 Algorithm and Euclidean Distance Calculation

Cultivation of *Litopenaeus vannamei* shrimp is an important fishery commodity in Indonesia. Providing the right amount of feed is crucial for optimal shrimp growth. The amount of feed given greatly depends on the measurement of shrimp length. The aim of this research is to develop an image processing-based program for measuring the length of *Litopenaeus vannamei* shrimp using the YOLOv8 algorithm through Euclidean distance calculation. YOLOv8 detects shrimp objects within a defined distance. The obtained images are used to estimate the length using Euclidean distance calculation. The results show that this program can detect and measure shrimp length with an accuracy of 96.8%. Based on the detected shrimp length, the program can calculate the Mean Body Weight (MBW) and Feeding Ratio (FR) with an average error below 5%.

Keywords: Image Processing, YOLOv8, *Litopenaeus Vannamei*, Shrimp Length

Abstrak

Budidaya udang *Litopenaeus Vannamei* merupakan komoditas perikanan yang penting di Indonesia. Pemberian pakan yang tepat jumlah sangat penting untuk pertumbuhan udang yang optimal. Jumlah pemberian pakan sangat bergantung pada pengukuran panjang udang. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sebuah program berbasis pengolahan citra panjang udang *Litopenaeus Vannamei* dengan algoritma YOLOv8 melalui perhitungan jarak Euclidean. YOLOv8 melakukan deteksi terhadap objek udang yang sudah dibatasi jarak. Gambar yang diperoleh akan dihitung estimasi panjangnya menggunakan perhitungan jarak euclidean. Hasil penelitian menunjukkan program ini dapat mendeteksi dan mengukur panjang udang dengan akurasi 96,8%. Berdasarkan panjang udang yang terdeteksi, program dapat menghitung nilai MBW (Mean Body Weight) dan FR (Feeding Ratio) dengan error rata-rata di bawah 5%.

Kata Kunci: Pengolahan Citra, YOLOv8, *Litopenaeus Vannamei*, Panjang Udang

PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri perikanan, khususnya budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) menjadi komoditas paling penting di Indonesia. Komoditas ini memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan menjadi komoditas ekspor unggulan. Budidaya udang vaname membutuhkan pengelolaan yang optimal untuk mencapai hasil yang maksimal. Pakan menjadi faktor penting dalam pertumbuhan udang, pemberian jumlah pakan harus sesuai dengan kebutuhan (Lusiana *et al.*, 2021). Oleh karena itu dibutuhkan manajemen pakan yang baik. Manajemen pakan ini dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan efisiensi pakan dan meminimalkan limbah pakan pada tambak (Choeronawati *et al.*, 2019).

Perhitungan jumlah pakan harus dilakukan dengan cermat dan tepat agar udang tidak mengalami kekurangan pakan (*underfeeding*) maupun kelebihan pakan (*overfeeding*). Pemberian pakan yang tidak tepat dapat menyebabkan masalah seperti pertumbuhan lambat dan tidak merata, kualitas air yang buruk yang menyebabkan udang mudah stress dan pertumbuhan terhambat. Penentuan jumlah pakan dapat dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya jumlah udang, umur, DO (*dissolved oxygen*), salinitas, alkalinitas, suhu, dan PH (Adriono *et al.*, 2022). Perhitungan jumlah pakan dapat dihitung secara matematis berdasarkan jumlah (biomassa) dan *feeding rate* (FR). *Feeding rate* / presentase kebutuhan pakan udang perhari didapatkan

berdasarkan MBW (*mean body weight*). Untuk mendapatkan nilai MBW ini dengan mengambil sample udang dan menghitungnya secara manual (Chirdchoo *et al.*, 2024; Dash *et al.*, 2023). Cara tersebut membutuhkan tenaga dan memakan waktu yang cukup lama.

Budidaya Udang vaname di keramba jaring apung laut menghasilkan berat dan panjang rata-rata udang vaname sebesar 19,3 gram dan panjang 12,3 cm. Pengamatan dilakukan pada udang dengan PI (*post larva*) 8 dengan berat awal 0,001 gram dan panjang 0,8 cm yang dipelihara selama 90 hari. Didapatkan rata – rata pertambahan berat 0,23g/hari dan rata – rata pertumbuhan panjang 0,15/hari (Witoko *et al.*, 2018). Rahmawati dkk, membahas tentang manajemen pemberian pakan pada udang vaname. Pada penelitian ini dosis pemberian pakan didasarkan pada umur dan MBW (*Mean Body Weight*) udang. Pemberian pakan menggunakan metode *blind feeding* hingga DOC (*Day of Culture*) udang 30 dan selanjutnya pemberian pakan disesuaikan dengan berat udang dan umur udang (Dash *et al.*, 2023; Rahmawati & Moulina, 2023; Setiawan *et al.*, 2022).

Penggunaan pengolahan citra sudah banyak dilakukan pada beberapa kasus antara lain penggunaan algoritma YOLOv8 untuk custom model deteksi udang dengan performa yang baik dalam mendeteksi (Saleh *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2022). YOLOv8 memiliki performa nilai *precision* sebesar 92,57%, nilai *recall* 88,2%, dan akurasi model mencapai 93,2% pada deteksi udang berdasarkan (Maulana & Noviana, 2023). Pada Penggunaan lainnya YOLOv8 mencapai akurasi klasifikasi 98,91% dan akurasi deteksi mencapai 80,45 % (Santos *et al.*, 2022). Namun pada penerapan objek deteksi menggunakan YOLO belum dapat untuk melakukan estimasi pengukuran objek (Aprianto *et al.*, 2023; Saleh *et al.*, 2024).

Pengukuran panjang udang melalui pengolahan citra memerlukan data jarak kamera pada suatu objek tersebut (Dash *et al.*, 2023). Ukuran suatu objek dapat dideteksi menggunakan metode pengukuran jarak yang sudah ditentukan. Pada Sistem *image processing* dengan metode *capture* gambar dari webcam dengan perlu untuk menentukan jarak tertentu (90 – 160 cm) dari objek yang dituju (Mulyawan *et al.*, 2011). Pada penelitian lainnya digunakan representasi *polygon* untuk merepresentasikan *instance mask* (Mohamed *et al.*, 2021). Dengan metode ini didapatkan *average precision* 78,16% akurasi meningkat 10% dibandingkan dengan *baseline*. Pengukuran panjang objek dapat menggunakan metode dengan mengukur panjang objek sesungguhnya secara manual, kemudian menghitung faktor konversi piksel ke cm dengan membagi panjang piksel dengan panjang sesungguhnya. Dari penelitian tersebut diperoleh kesalahan rata-rata sebesar 3,36% (Malallah & Aljawaryy, 2020). Pada Metode lainnya dengan menghitung jarak Euclidian dapat mengetahui panjang dan keliling suatu objek dengan error dibawah 5% (Amidon *et al.*, 2025).

Algoritma YOLO (*You Only Look Once*) sebagai salah satu algoritma yang populer dalam deteksi dengan performa yang baik pada pengenalan objek dalam *image processing* (Maulana & Noviana, 2023; Mohan Krishnan *et al.*, 2024; Xu *et al.*, 2024) Dengan mengkombinasikan metode pengolahan citra dan algoritma YOLO dapat dikembangkan sebuah program untuk menghitung jumlah pakan dengan mendeteksi udang dan diukur panjangnya. Dari nilai panjang tersebut akan diperkirakan umur dan MBW udang yang kemudian akan diketahui FR, sehingga akan didapatkan jumlah pakan yang tepat. Melalui program ini dapat membantu pembudidaya udang dalam menentukan jumlah pakan secara otomatis dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur performa algoritma YOLOv8 untuk mendeteksi panjang Udang *Litopenaeus Vannamei*.

MATER DAN METODE

Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan gambar udang vaname dengan berbagai ukuran dari berbagai sumber seperti internet dan pengambilan gambar secara langsung pada tambak udang Marine Science Techno Park (MSTP) UNDIP berlokasi di Teluk Awur Jepara. Mengumpulkan data parameter udang vaname, seperti panjang, umur, berat (MBW), *feed ratio*, dan rumus pemberian pakan. Pada tahap selanjutnya operasi pra-pemrosesan citra seperti penyesuaian kontras, penghilangan noise, dan segmentasi untuk mempersiapkan citra sebelum diproses lebih lanjut. Melakukan augmentasi data dengan menerapkan beberapa filter untuk meningkatkan jumlah data gambar dan meningkatkan ketahanan model terhadap variasi data.

Data selanjutnya digunakan sebagai dataset algoritma YOLOv8 untuk mendeteksi objek udang dalam citra. Melakukan pelatihan model deteksi objek menggunakan dataset yang telah disiapkan. Melakukan evaluasi kinerja model deteksi objek dengan metrik seperti presisi, recall, dan mAP (*mean Average Precision*). Algoritma dikembangkan untuk dapat menghitung panjang udang berdasarkan hasil deteksi objek dari algoritma YOLOv8. Memperhitungkan faktor-faktor seperti skala, orientasi, dan jarak kamera. Melakukan kalibrasi untuk memetakan ukuran piksel dengan ukuran panjang sebenarnya. Sistem ini terdiri dari dua komponen utama, yaitu model deteksi udang dan perhitungan jumlah pakan. Model deteksi udang dibangun dengan melatih algoritma YOLOv8 menggunakan dataset gambar udang yang telah dianotasi dengan teknik anotasi poligon.

Panjang udang diukur melalui pengukuran keliling poligon yang merepresentasikan kontur udang dalam satuan piksel, kemudian melakukan konversi ke satuan centimeter menggunakan faktor konversi yang diperoleh dari gambar referensi. Untuk mengukur panjang udang secara akurat, proses dimulai dengan menggunakan gambar udang yang sudah diketahui panjangnya dan di foto dari jarak 30 cm. pengambilan jarak yang tetap ini untuk memastikan konsistensi dalam pengukuran. Selanjutnya panjang antar titik-titik poligon dihitung secara berulang – ulang dengan menggunakan persamaan jarak Euclidian. Total keliling panjang udang diperoleh dengan menambahkan panjang antar titik – titik tersebut.

$$\text{Euclidean} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

Hasil dari penerapan rumus tersebut adalah total keliling panjang udang. Namun nilai panjang yang diperoleh masih dalam skala piksel. Selanjutnya dilakukan kalibrasi dari piksel ke cm sebagai nilai konversi dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Nilai konversi} = \frac{\text{Panjang dalam Piksel}}{\text{panjang sebenarnya}}$$

Nilai konversi tersebut akan digunakan dalam perhitungan pada program, tetapi karena hasil perhitungan adalah keliling dari udang, maka perlu dibagi dua untuk mendapatkan panjangnya dengan persamaan berikut:

$$\text{Panjang sebenarnya} = \left(\frac{\text{Panjang dalam Piksel}}{\text{Nilai konversi}} \right) / 2$$

Berdasarkan data panjang udang, Data pertumbuhan udang vaname untuk mengestimasi umur, dan MBW berdasarkan panjang dapat ditentukan. Menentukan *feed ratio* berdasarkan data dari tambak MSTP. Menetapkan nilai populasi dan menerapkan rumus untuk menentukan jumlah pemberian pakan. Pada tahap akhir pengujian sistem secara keseluruhan dengan dataset yang berbeda dari dataset pelatihan. Tingkat kesalahan sistem dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

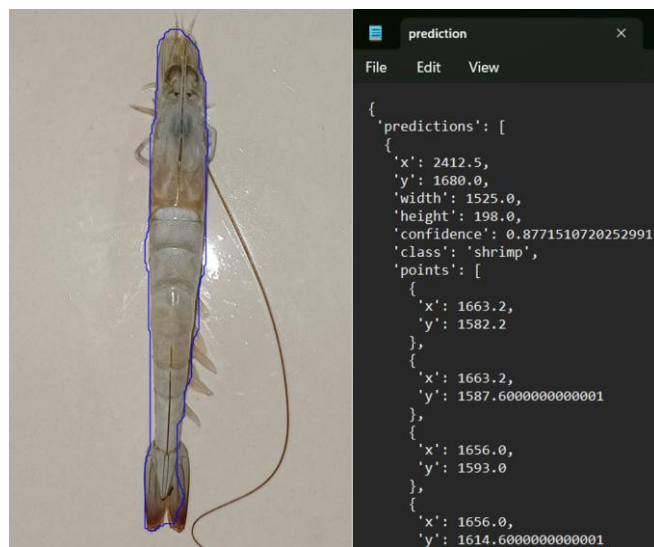
$$\text{Error} = \frac{(\text{Panjang ter deteksi} - \text{panjang asli})}{\text{panjang asli}} \times 100\%$$

Misalnya satu sampel yang memiliki panjang asli 12,9 cm dan pada panjang terdeteksi adalah 12,5 cm yang menghasilkan tingkat *error* 3,1%. Hal ini disebabkan karena perbedaan posisi udang yang diukur dengan sampel udang untuk penentuan nilai konversi. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 1 yang memuat panjang sebenarnya, panjang terdeteksi, dan tingkat *error*-nya. Rata – rata *error rate* pada 10 gambar yaitu 4,905%. Berdasarkan rata-rata hasil *error* sudah sesuai dengan penelitian terdahulu dan metode pengukuran menggunakan pengolahan citra sudah dapat diterapkan dengan baik.

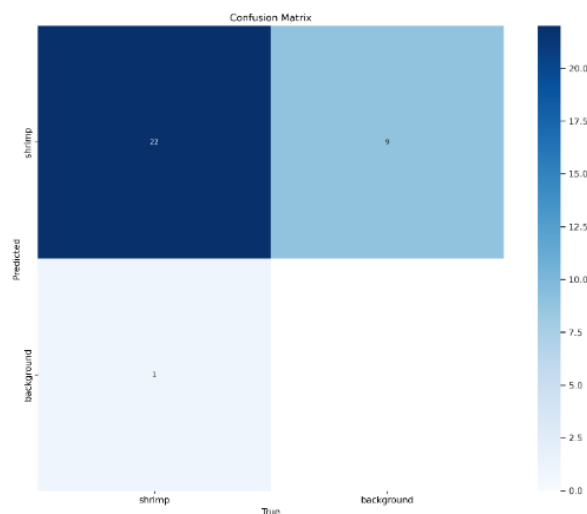
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran pendeteksian udang dapat dilihat pada Gambar 1. Menggunakan Algoritma YOLOv8 bentuk udang dapat diperoleh. Garis biru pada keliling udang menunjukkan algoritma sudah mampu mendeteksi objek berupa Udang berjenis *Litopenaeus Vannamei*. Garis biru yang sudah terbentuk nantinya akan digunakan sebagai perhitungan panjang udang menggunakan perhitungan jarak Euclidean.

Pengujian deteksi menggunakan model udang yang telah dilatih menggunakan *training* dataset dengan algoritma YOLOv8. Pengujian menggunakan *validation* dataset dengan total 20 gambar yang belum dikenali. Pengujian yang dilakukan pada *validation* dataset dihasilkan grafik *confusion matrix* seperti pada gambar 2. Hasil pelatihan menunjukkan performa yang baik, dengan akurasi mencapai 96,8%, presisi 70,1%, *recall* 95,6%, dan F1-score 80,1%. Nilai akurasi yang tinggi menunjukkan bahwa model mampu mendeteksi objek udang dengan sangat baik. Meskipun presisi relatif lebih rendah, yang mengindikasikan adanya *False Positive*, namun nilai *recall* yang tinggi menunjukkan hampir semua objek udang dapat dideteksi oleh model.



Gambar 1. Hasil deteksi Udang jenis *Litopenaeus Vannamei* menggunakan YOLOv8.



Gambar 2. Confusion Matrix pendeteksian Udang menggunakan algoritma YOLOv8

Gambar 3 adalah sampel udang yang telah diketahui panjangnya yaitu 13,5 cm. Gambar kemudian dideteksi dimasukkan ke program deteksi. Hasil prediksi koordinat titik-titik poligon objek akan dihitung dengan persamaan jarak Euclidean yang diimplementasikan dalam program python. Hasil panjang pixel yaitu 2995,2 pixel dan nilai konversi dihitung Kembali dan diperoleh 110,94. Faktor konversi merupakan nilai yang digunakan untuk mengkonversi pengukuran panjang udang dalam satuan piksel menjadi satuan centimeter.

Gambar 4 menunjukkan sampel perhitungan pada hasil pendeteksian algoritma YOLOv8. Menggunakan sampel 10 gambar ini kemudian dapat digunakan untuk rujukan perhitungan panjang udang. Berdasarkan gambar tersebut diperoleh algoritma YOLOv8 sudah mampu mendeteksi gambar tersebut dengan akurasi mencapai 100%. Hal ini sudah membuktikan algoritma YOLOv8 sudah mampu untuk mendeteksi udang dan kontur sebagai dasar perhitungan panjang udang (Dharshana et al., 2023; Hou et al., 2025; Liu et al., 2019; Xu et al., 2024). Tabel 5 menunjukkan hasil pengukuran dan error yang diperoleh dari penelitian dengan rata-rata error mencapai 4,905% hal ini sesuai dengan performa dari YOLOv8 dimana diperoleh rata-rata error dibawah 5% (Saleh et al., 2024; Setiawan et al., 2022).

Panjang udang yang terukur selanjutnya digunakan untuk mengestimasi umur udang, Mean Body Weight (MBW), dan Feed Ratio (FR) dengan merujuk pada data pertumbuhan udang vaname di tambak udang MSTP Undip. Setelah nilai FR diperoleh, jumlah pakan yang optimal dapat dihitung dengan mengalikan FR dengan biomassa udang dalam satu kolam atau petakan. Dalam penelitian ini, biomassa dihitung dengan mengasumsikan populasi udang tidak pernah berkurang sebanyak 55.000 ekor, sesuai dengan kondisi di tambak MSTP. Seluruh data hasil pengolahan, termasuk panjang udang, umur, MBW, FR, jumlah pakan, dan URL gambar, disimpan dalam basis data Firebase untuk memastikan penyimpanan yang terstruktur dan aman. Integrasi dengan Firebase memungkinkan akses dan analisis data secara mudah di masa mendatang.



Gambar 3. Sampel Panjang Udang *Litopenaeus Vannamei*

Tabel. 5. Hasil pengujian 10 sampel udang menggunakan algoritma YOLOv8

No	Panjang Asli	Panjang Terdeteksi	Selisih	Error
1	11,0 cm	11,9 cm	0,9 cm	8,1%
2	10,8 cm	11,9 cm	0,3 cm	2,7%
3	10,8 cm	11,2 cm	0,4 cm	3,7%
4	14,8 cm	14,6 cm	0,2 cm	1,3%
5	13,2 cm	13,3 cm	0,1 cm	0,75%
6	12,9 cm	12,5 cm	0,4 cm	3,1%
7	14,0 cm	14,9 cm	0,9 cm	6,4%
8	12,0 cm	12,3 cm	0,3 cm	2,3%
9	14,0 cm	15,6 cm	1,6 cm	11,4%
10	12,8 cm	14,0 cm	1,2 cm	9,3%



Gambar 4. Gambar Sampel perhitungan Panjang Udang

KESIMPULAN

Sistem deteksi panjang udang untuk penentuan jumlah pakan udang vaname menggunakan algoritma YOLOv8 telah berhasil dikembangkan dan diimplementasikan dengan baik. Kinerja model deteksi baik dengan akurasi mencapai 96,8%, presisi 70,1%, *recall* 95,6%, dan F1-score 80,1%. Sementara perhitungan panjang udang memberikan hasil yang akurat dengan rata-rata tingkat kesalahan (*error rate*) sebesar 4,905%. Seluruh data hasil pengolahan, termasuk panjang udang, umur, MBW, FR, jumlah pakan, dan URL gambar, disimpan dalam basis data Firebase untuk memastikan penyimpanan yang terstruktur dan aman. Integrasi dengan Firebase memungkinkan akses dan analisis data secara mudah di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriono, E., Somantri, M., & Suryono, C.A. (2022). Model Prediksi Jumlah Pakan menggunakan Algoritma Evolusi Pikiran - Jaringan Syaraf Tiruan Rambat Balik untuk Budidaya Udang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(2), 266–278. doi: 10.14710/jkt.v25i2.14256
- Amidon, A.F.M., Yusoff, Z.M., Ismail, N., Almisreb, A.A., & Taib, M.N. (2025). KNN Euclidean Distance Model Performance on *Aquilaria Malaccensis* Oil Qualities. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 48(2), 16–28. doi: 10.37934/araset.48.2.1628
- Aprianto, G.N.P., Jaya, I., & Iqbal, M. (2023). Measurement of live shrimp carapace length and its swimming speed in the cage culture using Multiple Object Tracking. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1251(1). doi: 10.1088/1755-1315/1251/1/012058
- Chirdchoo, N., Mukviboonchai, S., & Cheunta, W. (2024). A deep learning model for estimating body weight of live pacific white shrimp in a clay pond shrimp aquaculture. *Intelligent Systems with Applications*, 24, 200434. doi: 10.1016/j.iswa.2024.200434
- Choeronawati, A.I., Prayitno, S. B., & Haeruddin, . (2019). Studi Kelayakan Budidaya Tambak Di Lahan Pesisir Kabupaten Purworejo. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(1), 191–204. doi: 10.29244/jitkt.v11i1.22522
- Dash, G., Sen, S., Pradhan, R. K., Ghosh, S., & Jose, J. (2023). Application of information theory-based decision support system for high precision modeling of the length-weight relationship (LWR) for five marine shrimps from the northwestern Bay of Bengal. *Regional Studies in Marine Science*, 66, 103140. doi: 10.1016/j.rsma.2023.103140
- Dharshana, D., Natarajan, B., Bhuvaneswari, R., & Husain, S. S. (2023). A Novel Approach for Detection and Classification of Fish Species. *2023 2nd International Conference on Electrical, Electronics, Information and Communication Technologies*, 2023, 1-7. doi: 10.1109/ICEEICT56924.2023.10157155
- Hou, M., Zhong, X., Zheng, O., Sun, Q., Liu, S., & Liu, M. (2025). Innovations in seafood freshness quality: Non-destructive detection of freshness in *Litopenaeus vannamei* using the YOLO-shrimp model. *Food Chemistry*, 463, 141192. doi: 10.1016/j.foodchem.2024.141192

- Liu, Z., Jia, X., & Xu, X. (2019). Study of shrimp recognition methods using smart networks. *Computers and Electronics in Agriculture*, 165, 104926. doi: 10.1016/j.compag.2019.104926
- Lusiana, R., Sudrajat, M.A., & Arifin, M.Z. (2021). Manajemen Pakan Pada Pembesaran Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Di Tambak Intensif Cv. Bilangan Sejahtera Bersama, 6(2), 220–226.
- Malallah, F.L., & Aljawaryy, Z.A. (2020). Object Real Length Measurement inside Image as Computer Metrology Object Real Length Measurement inside Image as Computer Metrology. June.
- Maulana, M.I., & Noviana, R. (2023). Training Custom Model Deteksi Udang menggunakan YOLOv8. *Training Custom Model Deteksi Udang Menggunakan YOLOv8*, 22, 505–514.
- Mohamed, E., Shaker, A., El-Sallab, A., & Hadhoud, M. (2021). INSTA-YOLO: Real-Time Instance Segmentation. <https://arxiv.org/abs/2102.06777>
- Mohan Krishnan, O., Kalyan, P.R., Ilamughi, M., & Antony Seba, P. (2024). Enhanced Shrimp Disease Classification through YOLO and Data Augmentation. *2024 5th International Conference on Innovative Trends in Information Technology, 2024*. doi: 10.1109/ICITIT61487.2024.10580051
- Mulyawan, H., Samsono, M.Z.H., & Setiawardhana. (2011). Identifikasi Dan Tracking Objek Berbasis Image Processing Secara Real Time. *EEPIS Repository*, p.1–5.
- Rahmawati, A., & Moulina, I.E. (2023). Tata Kelola Pemberian Pakan Pada Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Di Tambak Udang Cv. Putra Cumi-Cumi. *Biology Natural Resources Journal*, 2(2), 80–84. doi: 10.55719/binar.v2i2.739
- Saleh, A., Hasan, M. M., Raadsma, H. W., Khatkar, M. S., Jerry, D. R., & Rahimi Azghadi, M. (2024). Prawn morphometrics and weight estimation from images using deep learning for landmark localization. *Aquacultural Engineering*, 106, 102391. doi: 10.1016/j.aquaeng.2024.102391
- Santos, C., Aguiar, M., Welfer, D., & Belloni, B. (2022). A New Approach for Detecting Fundus Lesions Using Image Processing and Deep Neural Network Architecture Based on YOLO Model. *Sensors*, 22(17), 6441. doi: 10.3390/s22176441
- Setiawan, A., Hadiyanto, H., & Widodo, C. E. (2022). Shrimp Body Weight Estimation in Aquaculture Ponds Using Morphometric Features Based on Underwater Image Analysis and Machine Learning Approach. *Revue d'Intelligence Artificielle*, 36(6), 905–912. doi: 10.18280/ria.360611
- Witoko, P., Purbosari, N., Mahmudah Noor, N., Hartono, D.P., Barades, E., Rietje, D., & Bokau, J. (2018). Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Keramba Jaring Apung Laut. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung 08 Oktober 2018*, p.410–418.
- Xu, R., Wang, Y., Ding, W., Yu, J., Yan, M., & Chen, C. (2024). Shrimp Diseases Detection Method Based on Improved YOLOv8 and Multiple Features | 基于改进 YOLOv8 和多元特征的对虾发病检测方法. *Smart Agriculture*, 6(2), 62–71. doi: 10.12133/j.smartag.SA201311014
- Zhang, L., Zhou, X., Li, B., Zhang, H., & Duan, Q. (2022). Automatic shrimp counting method using local images and lightweight YOLOv4. *Biosystems Engineering*, 220, 39–54. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2022.05.011