

Pendampingan Penyusunan Peta Potensi Perikanan dan Valuasi Ekonominya di Kabupaten Buton Selatan

Miming Lestari¹, Muhammad Syarif²

^{1,2} Universitas Halu Oleo

*Corresponding author

E-mail: miminglestari@uho.ac.id*

Article History:

Received: Jan, 2026

Revised: Jan, 2026

Accepted: Jan, 2026

Abstract: Keterbatasan data spasial terintegrasi menjadi kendala utama pemerintah daerah dalam merumuskan kebijakan pengelolaan perikanan berkelanjutan. Kabupaten Buton Selatan, sebagai wilayah pesisir strategis di Sulawesi Tenggara, memerlukan peta potensi perikanan yang mampu mengaitkan kondisi oseanografi dengan nilai ekonomi wilayah laut. Kegiatan pengabdian ini bertujuan mendampingi Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah dalam penyusunan peta potensi perikanan beserta valuasi ekonominya sebagai dasar perencanaan pembangunan daerah. Metode pelaksanaan dilakukan melalui pelatihan dan pendampingan teknis pengolahan data oseanografi dan aktivitas kapal menggunakan Google Earth Engine, Python, dan QGIS, serta pemodelan Multi-Layer Perceptron untuk membangun peta sidik jari perairan. Data yang digunakan meliputi suhu permukaan laut, klorofil-a, arus, salinitas, ketinggian muka laut, topografi dasar laut, dan data Vessel Monitoring System. Hasil kegiatan menghasilkan peta potensi perikanan enam kelas dengan luas sekitar 15,8 juta hektar dan estimasi nilai ekonomi Rp1,18 triliun. Peta ini dimanfaatkan sebagai rujukan awal zonasi perikanan dan prioritas pembangunan sektor kelautan daerah.

Keywords:

Pengabdian Masyarakat, Valuasi Ekonomi, Pemetaan Perikanan, SIG, Machine Learning

Pendahuluan

Wilayah pesisir Sulawesi Tenggara merupakan salah satu pusat penting perikanan tangkap di Indonesia timur, dengan kontribusi sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan yang mencapai hampir seperempat Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) provinsi tersebut (Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Tenggara, 2025). Kabupaten Buton Selatan dan wilayah kepulauan di sekitarnya menjadi bagian dari dua Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP 713 dan 714) yang memiliki potensi sumber daya ikan tinggi sekaligus peran strategis bagi ketahanan

pangan dan perekonomian daerah. Namun, pemanfaatan sumber daya ini masih menghadapi tantangan serius berupa tekanan ekologis akibat intensitas penangkapan yang tinggi, tangkapan sampingan, serta penurunan keanekaragaman hayati laut yang berpotensi mengancam keberlanjutan jangka panjang (Budiman et al., 2023).

Salah satu permasalahan mendasar yang dihadapi pemerintah daerah dalam pengelolaan perikanan adalah keterbatasan informasi spasial yang terintegrasi dan mudah digunakan sebagai dasar kebijakan. Distribusi potensi perikanan bersifat heterogen, dipengaruhi oleh dinamika oseanografi seperti suhu permukaan laut, konsentrasi klorofil-a, arus, salinitas, dan karakteristik dasar laut. Tanpa pemetaan yang komprehensif, kebijakan penetapan zona penangkapan, konservasi, dan pengembangan ekonomi kelautan berisiko tidak tepat sasaran, sehingga berpotensi menurunkan efisiensi ekonomi sekaligus memperbesar tekanan ekologis. Dalam konteks ini, Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah (Balitbang/BRIDA) sebagai mitra pengabdian membutuhkan dukungan teknis dan ilmiah untuk menyusun peta potensi perikanan yang tidak hanya akurat secara spasial, tetapi juga relevan secara ekonomi dan kebijakan.

Perkembangan teknologi penginderaan jauh dan machine learning membuka peluang besar untuk menjawab kebutuhan tersebut. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa algoritma jaringan saraf tiruan, seperti Multi-Layer Perceptron (MLP) dan arsitektur deep learning lainnya, mampu mengenali pola non-linear kompleks antara variabel lingkungan laut dan keberadaan ikan, sehingga meningkatkan ketepatan pemetaan zona potensial penangkapan ikan (Sivasankari et al., 2022; Xie et al., 2024). Pendekatan ini juga telah berhasil diterapkan dalam konteks perairan tropis untuk memetakan potensi budidaya dan produktivitas laut, bahkan ketika kondisi lingkungan bersifat dinamis dan tidak pasti (Sarinah et al., 2019). Dengan memanfaatkan data satelit dan model oseanografi global, pemetaan berbasis machine learning dapat menghasilkan “sidik jari perairan” yang menggambarkan karakteristik unik setiap wilayah laut sebagai dasar penentuan zonasi dan pengelolaan berkelanjutan.

Di sisi lain, pemerintah daerah tidak hanya memerlukan peta biofisik, tetapi juga informasi nilai ekonomi dari setiap zona perairan. Valuasi ekonomi sumber daya perikanan penting untuk menentukan prioritas investasi, alokasi anggaran, serta kebijakan zonasi yang menyeimbangkan antara pemanfaatan dan konservasi. Tanpa estimasi nilai ekonomi yang jelas, potensi laut sering kali kurang terintegrasi dalam perencanaan pembangunan wilayah. Integrasi pemetaan potensi perikanan dengan valuasi ekonomi memungkinkan pemerintah daerah melihat hubungan antara

kondisi lingkungan, distribusi sumber daya ikan, dan manfaat ekonomi yang dapat dihasilkan, sehingga mendukung perumusan kebijakan berbasis bukti dan prinsip ekonomi biru.

Kegiatan pengabdian ini dirancang untuk menjawab kebutuhan tersebut melalui pendampingan teknis kepada Balitbang Kabupaten Buton Selatan dalam menyusun peta potensi perikanan dan valuasi ekonominya. Pendekatan yang digunakan memadukan pengolahan data oseanografi berbasis citra satelit melalui Google Earth Engine, analisis spasial menggunakan QGIS, serta pemodelan machine learning dengan algoritma Multi-Layer Perceptron yang telah terbukti andal dalam berbagai aplikasi lingkungan dan sumber daya alam (Heddam, 2016; Heimbach et al., 2025). Melalui proses pelatihan, pendampingan, dan produksi luaran berupa peta dan basis data, kegiatan ini bertujuan meningkatkan kapasitas pemerintah daerah dalam mengelola informasi spasial dan menggunakannya sebagai dasar perencanaan sektor kelautan dan perikanan.

Dengan demikian, pengabdian ini tidak hanya menghasilkan produk teknis berupa peta sidik jari perairan dan estimasi nilai ekonomi, tetapi juga memperkuat tata kelola pengetahuan di tingkat daerah. Luaran yang dihasilkan diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai rujukan awal dalam penyusunan zonasi perikanan, penetapan wilayah konservasi, serta prioritas pembangunan ekonomi pesisir. Pendekatan berbasis data dan machine learning ini sejalan dengan tren global dalam pengelolaan sumber daya laut yang menekankan integrasi sains, teknologi, dan kebijakan untuk mencapai keberlanjutan (Heimbach et al., 2025), sekaligus memberikan kontribusi nyata bagi peningkatan kualitas pengambilan keputusan di Kabupaten Buton Selatan dan Sulawesi Tenggara secara umum.

Metode

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan menggunakan pendekatan Community-Based Research (CBR), yaitu model pengabdian yang menempatkan mitra sebagai subjek aktif dalam keseluruhan proses kegiatan, mulai dari perumusan masalah, penyediaan data, hingga pemanfaatan hasil. Pendekatan ini dipilih karena permasalahan pengelolaan perikanan bersifat kontekstual, spesifik wilayah, dan sangat bergantung pada pengetahuan serta kebutuhan pengguna kebijakan di tingkat daerah. Mitra dalam kegiatan ini adalah Badan Penelitian dan Pengembangan Kabupaten Buton Selatan, sebagai lembaga yang memiliki mandat strategis dalam penyediaan basis data dan rekomendasi kebijakan pembangunan

sektor kelautan dan perikanan. Permasalahan utama yang dihadapi mitra adalah keterbatasan peta potensi perikanan yang terintegrasi dengan informasi nilai ekonomi wilayah laut, sehingga proses perencanaan pembangunan pesisir dan perumusan zonasi perikanan masih bergantung pada data parsial dan pendekatan sektoral.

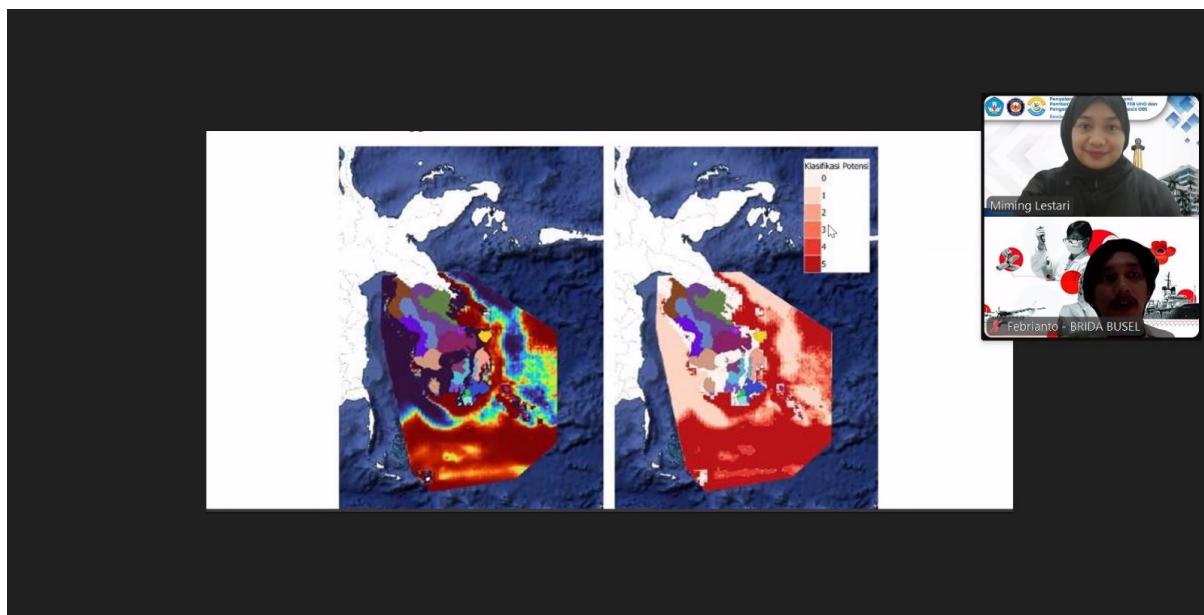
Tahap pertama kegiatan adalah identifikasi kebutuhan dan pemetaan masalah mitra, yang dilakukan melalui diskusi kelompok terarah, telaah dokumen perencanaan daerah, serta konsultasi teknis dengan tim Litbang dan OPD terkait. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa kegiatan pengabdian tidak hanya berorientasi pada keluaran teknis, tetapi benar-benar menjawab kebutuhan nyata dalam pengambilan keputusan pembangunan daerah. Pada tahap ini disepakati bahwa solusi yang paling dibutuhkan adalah penyusunan peta potensi perikanan yang dikaitkan dengan estimasi nilai ekonomi, sehingga wilayah laut dapat diprioritaskan secara lebih rasional dalam kebijakan zonasi, investasi, dan pengembangan ekonomi pesisir.

Tahap kedua adalah pengumpulan dan pengolahan data secara kolaboratif, di mana tim pengabdian dan mitra bersama-sama mengidentifikasi, mengakses, dan mengolah data lingkungan perairan dan aktivitas penangkapan ikan. Data oseanografi seperti suhu permukaan laut, klorofil-a, arus, salinitas, dan ketinggian muka laut diperoleh dari sumber data terbuka berbasis satelit melalui Google Earth Engine, sementara data aktivitas kapal diperoleh dari sistem pemantauan kapal (Vessel Monitoring System). Seluruh data tersebut kemudian diintegrasikan dan diolah menggunakan perangkat lunak Python dan QGIS untuk menghasilkan basis data spasial yang menggambarkan karakteristik dan produktivitas relatif setiap zona perairan. Pendekatan ini memungkinkan mitra tidak hanya menerima hasil akhir, tetapi juga memahami alur kerja dan logika pengolahan data yang digunakan.

Tahap ketiga adalah pendampingan teknis dan penguatan kapasitas sumber daya manusia, yang dilaksanakan dalam bentuk lokakarya, pelatihan nonformal, dan diskusi terfokus. Pada tahap ini, aparatur Litbang dan OPD terkait dilatih untuk membaca dan menginterpretasikan peta potensi perikanan, memahami klasifikasi zona, serta mengaitkan informasi spasial dengan nilai ekonomi wilayah laut. Bahasa yang digunakan adalah bahasa Indonesia teknis-terapan agar materi mudah dipahami dan dapat langsung diterapkan dalam konteks kerja birokrasi daerah. Pendampingan ini bertujuan untuk memastikan bahwa peta dan valuasi ekonomi yang dihasilkan tidak hanya menjadi dokumen teknis, tetapi benar-benar dapat digunakan sebagai alat bantu dalam penyusunan kebijakan, perencanaan anggaran, dan penentuan prioritas pembangunan sektor perikanan.

Tahap keempat adalah evaluasi partisipatif dan validasi hasil, yang dilakukan dengan membandingkan peta hasil pemodelan dengan data lapangan, pengalaman lokal nelayan, serta informasi yang dimiliki oleh mitra. Proses ini dilakukan melalui diskusi dan umpan balik bersama, sehingga potensi ketidaksesuaian antara hasil analisis dan realitas lapangan dapat diidentifikasi dan diperbaiki. Validasi ini juga memastikan bahwa peta yang dihasilkan memiliki tingkat kepercayaan yang memadai untuk digunakan dalam perencanaan zonasi perikanan, penetapan wilayah konservasi, serta pengembangan usaha perikanan berbasis potensi lokal.

Melalui rangkaian tahapan tersebut, kegiatan pengabdian ini tidak hanya menghasilkan produk berupa peta potensi perikanan dan estimasi nilai ekonomi wilayah laut, tetapi juga membangun kapasitas kelembagaan dan sumber daya manusia di lingkungan pemerintah daerah. Dengan demikian, teknologi geospasial dan data lingkungan tidak berhenti sebagai alat analisis, melainkan menjadi instrumen strategis untuk mendorong pengembangan ekonomi pesisir yang berdaya saing, inklusif, dan berwawasan lingkungan.



Gambar 1. Proses Penyusunan Peta Potensi Perikanan dan Valuasi Ekonominya

Hasil

A. Tersusunnya Peta Potensi Perikanan Berbasis Sidik Jari Perairan

Salah satu hasil utama kegiatan pengabdian ini adalah tersusunnya **peta potensi perikanan berbasis sidik jari perairan** yang menggambarkan variasi

produktivitas wilayah laut di Sulawesi Tenggara, khususnya di sekitar Kabupaten Buton Selatan dan gugusan Kepulauan Buton. Peta ini mengintegrasikan berbagai variabel lingkungan laut seperti suhu permukaan laut, klorofil-a, arus, salinitas, ketinggian muka laut, serta aktivitas kapal penangkap ikan, sehingga setiap zona perairan memiliki karakteristik ekologis dan ekonomi yang berbeda.

Hasil klasifikasi membagi wilayah perairan ke dalam **enam kelas potensi perikanan**, mulai dari potensi sangat rendah hingga sangat tinggi. Zona dengan potensi tertinggi terkonsentrasi di wilayah selatan dan tenggara Sulawesi Tenggara, terutama di sekitar Kepulauan Buton. Wilayah ini menunjukkan kombinasi kondisi oseanografi yang mendukung produktivitas tinggi, ditandai oleh konsentrasi klorofil-a yang relatif tinggi, arus laut yang mendukung akumulasi nutrien, serta topografi dasar laut yang sesuai bagi habitat ikan pelagis dan demersal.

Sebaliknya, zona dengan potensi rendah lebih banyak ditemukan di wilayah pesisir daratan utama Sulawesi Tenggara, yang secara ekologis lebih tertekan akibat aktivitas manusia, sedimentasi, dan intensitas penangkapan yang tinggi. Peta ini memberikan gambaran spasial yang sebelumnya belum tersedia secara terintegrasi di tingkat pemerintah daerah, sehingga dapat digunakan sebagai dasar awal penentuan zonasi perikanan dan wilayah prioritas pengelolaan.

B. Estimasi Luas Wilayah dan Nilai Ekonomi Potensi Perikanan

Selain peta potensi, kegiatan ini juga menghasilkan **estimasi luas wilayah dan nilai ekonomi perikanan** untuk setiap kelas potensi. Total wilayah perairan yang dianalisis mencapai sekitar **15,8 juta hektar**, dengan estimasi nilai ekonomi kumulatif sebesar **Rp 1,18 triliun**. Kelas potensi tertinggi (kelas 5) mencakup sekitar **44% dari total wilayah**, yang menunjukkan bahwa sebagian besar perairan Sulawesi Tenggara memiliki tingkat produktivitas yang relatif tinggi dan layak menjadi basis utama pengembangan perikanan tangkap.

Wilayah dengan potensi tinggi tersebut sebagian besar berada di sekitar Kepulauan Buton, yang selama ini memang dikenal sebagai salah satu sentra perikanan penting di Sulawesi Tenggara. Nilai ekonomi yang besar pada kelas potensi tinggi memperlihatkan bahwa wilayah ini bukan hanya penting secara ekologis, tetapi juga strategis dalam menopang perekonomian pesisir dan pendapatan daerah. Sebaliknya, wilayah dengan potensi lebih rendah tetap memiliki nilai ekonomi, namun memerlukan pendekatan pengelolaan yang lebih hati-hati, misalnya melalui pembatasan penangkapan atau pengalihan fungsi menjadi zona konservasi dan pemulihian stok ikan.

C. Peningkatan Kapasitas Mitra dalam Pemanfaatan Data Spasial

Hasil penting lainnya dari kegiatan ini adalah meningkatnya kapasitas teknis aparatur mitra, khususnya di lingkungan Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Kabupaten Buton Selatan. Melalui lokakarya dan pendampingan, mitra memperoleh keterampilan dalam membaca peta potensi perikanan, memahami klasifikasi zona, serta menginterpretasikan nilai ekonomi wilayah laut. Aparatur daerah yang sebelumnya hanya memiliki data sektoral kini mampu menggunakan peta sebagai alat bantu dalam menyusun rekomendasi kebijakan, perencanaan zonasi, dan prioritas pembangunan pesisir.

D. Relevansi Peta Sidik Jari Perairan bagi Pengelolaan Perikanan Daerah

Hasil pemetaan menunjukkan bahwa distribusi potensi perikanan di Sulawesi Tenggara bersifat heterogen dan sangat dipengaruhi oleh faktor oseanografi. Temuan ini sejalan dengan berbagai studi yang menegaskan bahwa variabel seperti suhu permukaan laut, klorofil-a, dan arus laut merupakan determinan utama produktivitas perairan dan distribusi ikan (Sivasankari et al., 2022; Xie et al., 2024). Dengan menyediakan peta sidik jari perairan, kegiatan pengabdian ini menjawab kebutuhan mitra akan alat yang mampu menerjemahkan kompleksitas lingkungan laut ke dalam informasi spasial yang mudah digunakan dalam pengambilan keputusan.

Dibandingkan pendekatan konvensional yang mengandalkan data tangkapan atau survei lapangan terbatas, peta berbasis data satelit dan machine learning memungkinkan cakupan wilayah yang lebih luas dan konsistensi temporal yang lebih baik. Heimbach et al. (2025) menegaskan bahwa integrasi machine learning dan data penginderaan jauh merupakan arah masa depan pengelolaan sumber daya laut berbasis bukti, karena mampu menangkap dinamika lingkungan yang cepat berubah.

E. Nilai Ekonomi sebagai Dasar Prioritas Kebijakan

Penggabungan peta potensi dengan valuasi ekonomi memberikan dimensi baru dalam perencanaan perikanan daerah. Wilayah dengan potensi tinggi dan nilai ekonomi besar, seperti di sekitar Kepulauan Buton, dapat diprioritaskan sebagai zona penangkapan utama dengan pengaturan berkelanjutan. Sementara itu, wilayah dengan potensi rendah namun tetap bernilai ekonomi dapat diarahkan sebagai zona konservasi atau pemulihan, sehingga fungsi ekologis tetap terjaga tanpa menghilangkan kontribusi ekonomi jangka panjang. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip ekonomi biru, yang menekankan keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi dan kelestarian lingkungan (Budiman et al., 2023).

F. Kontribusi terhadap Pengembangan SDM dan Tata Kelola Daerah

Dari perspektif pengabdian masyarakat, dampak terpenting dari kegiatan ini adalah penguatan kapasitas sumber daya manusia dan kelembagaan pemerintah daerah. Pendekatan CBR memungkinkan mitra tidak hanya menerima produk jadi, tetapi juga terlibat dalam proses pembuatannya. Hal ini sejalan dengan konsep community development yang menekankan pembelajaran bersama dan pemberdayaan institusi lokal (Sarinah et al., 2019). Aparatur daerah yang terlatih dalam membaca dan menggunakan peta potensi perikanan akan lebih siap menghadapi tantangan pengelolaan sumber daya laut di masa depan, terutama dalam konteks perubahan iklim dan tekanan eksploitasi.

Diskusi

Diskusi hasil pengabdian menunjukkan adanya perubahan signifikan pada cara mitra memahami dan memanfaatkan data spasial dalam perencanaan sektor perikanan. Melalui pendampingan berkelanjutan, pemerintah daerah tidak hanya memperoleh produk peta potensi perikanan dan valuasi ekonomi, tetapi juga mengalami peningkatan kapasitas analitis dalam membaca dinamika oseanografi dan aktivitas perikanan. Perubahan ini mencerminkan proses pembelajaran sosial, di mana pengetahuan teknis menjadi bagian dari praktik kelembagaan dan pengambilan keputusan (Reed et al., 2010).

Integrasi teknologi sistem informasi geografis dan machine learning mendorong pergeseran pendekatan kebijakan dari berbasis asumsi menuju berbasis bukti (evidence-based policy). Hal ini sejalan dengan perspektif governance adaptif yang menekankan pentingnya data, fleksibilitas, dan umpan balik dalam pengelolaan sumber daya alam (Folke et al., 2005). Pemanfaatan peta sebagai rujukan awal dalam penyusunan zonasi perikanan menunjukkan dampak sosial berupa peningkatan kepercayaan diri institusi daerah dalam merumuskan prioritas pembangunan kelautan secara lebih terarah dan berkelanjutan.

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian ini menunjukkan bahwa keterbatasan data spasial dan informasi nilai ekonomi yang sebelumnya dihadapi oleh Pemerintah Kabupaten Buton Selatan dapat diatasi melalui pendekatan pendampingan berbasis Community-Based Research (CBR) dan pemanfaatan teknologi geospasial. Penyusunan peta potensi perikanan yang terintegrasi dengan valuasi ekonomi wilayah laut tidak hanya

menghasilkan produk teknis, tetapi juga memberikan dasar rasional bagi pemerintah daerah dalam merumuskan kebijakan pengelolaan perikanan yang lebih terarah, efisien, dan berkelanjutan. Dengan tersedianya peta sidik jari perairan, wilayah laut yang memiliki potensi tinggi, sedang, dan rendah dapat dibedakan secara jelas, sehingga zonasi perikanan tidak lagi didasarkan pada perkiraan atau pengalaman semata, melainkan pada informasi berbasis data.

Dari sisi pembangunan manusia dan daya saing daerah, kegiatan ini memperlihatkan bahwa peningkatan kapasitas aparatur Litbang dan OPD terkait merupakan hasil yang sama pentingnya dengan produk peta itu sendiri. Proses pelatihan dan pendampingan telah memperkuat kemampuan mitra dalam memahami, menginterpretasikan, dan memanfaatkan informasi spasial dan ekonomi untuk mendukung perencanaan pembangunan pesisir dan sektor perikanan. Dengan demikian, teknologi tidak berhenti sebagai alat analisis, tetapi menjadi bagian dari sistem pengambilan keputusan di tingkat daerah.

Berdasarkan hasil dan pembahasan, disarankan agar pemerintah daerah menjadikan peta potensi perikanan dan valuasi ekonomi ini sebagai **rujukan awal dalam penyusunan zonasi perikanan, penetapan wilayah konservasi, serta prioritas investasi sektor kelautan**. Ke depan, pendekatan ini perlu dilanjutkan melalui pembaruan data secara berkala dan integrasi dengan informasi sosial-ekonomi nelayan agar kebijakan yang dihasilkan semakin adaptif dan inklusif. Bagi pengabdian selanjutnya, pendekatan serupa dapat dikembangkan ke tingkat desa pesisir dan kelompok usaha perikanan sehingga manfaat teknologi dan data tidak hanya dirasakan pada level kebijakan, tetapi juga langsung memperkuat kesejahteraan masyarakat pesisir.

Pengakuan/Acknowledgements

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Kabupaten Buton Selatan atas dukungan data, fasilitas, dan keterlibatan aktif dalam seluruh rangkaian kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Apresiasi juga disampaikan kepada jajaran pemerintah daerah dan perangkat teknis terkait yang telah memberikan masukan, informasi lapangan, serta dukungan selama proses pendampingan, pengolahan data, dan validasi hasil. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga kegiatan pengabdian ini dapat terlaksana dengan baik dan menghasilkan luaran yang bermanfaat bagi penguatan

perencanaan pembangunan sektor kelautan dan perikanan di Kabupaten Buton Selatan.

Daftar Referensi

- Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Tenggara menurut lapangan usaha 2020–2024. BPS Provinsi Sulawesi Tenggara.*
- Budiman, I., Wisudyawati, D., & Azzahra, A. (2023). Penyebab dan dampak ekologis dari susut hasil produksi ikan di Indonesia. Dalam *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan* (pp. 55–78). Penerbit BRIN.
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., & Norberg, J. (2005). Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 30, 441–473. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144511>
- Heddam, S. (2016). Multilayer perceptron neural network-based approach for modeling phycocyanin pigment concentrations: Case study from lower Charles River buoy, USA. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(17), 17210–17225. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6905-9>
- Heimbach, P., O'Donncha, F., Smith, T. A., García-Valdecasas, J. M., Arnaud, A., & Wan, L. (2025). Crafting the future: Machine learning for ocean forecasting. *State of the Planet*, 5, 1–9. <https://doi.org/10.5194/sp-5-opsr-22-2025>
- Reed, M. S., Evely, A. C., Cundill, G., Fazey, I., Glass, J., Laing, A., Newig, J., Parrish, B., Prell, C., Raymond, C., & Stringer, L. C. (2010). What is social learning? *Ecology and Society*, 15(4), Article 1. <https://doi.org/10.5751/ES-03564-150401>
- Sarinah, S., Maarif, S., Hardjomidjojo, H., & Adrianto, L. (2019). Potential area mapping for seaweed aquaculture based on interval type-2 fuzzy sets and multi-layer perceptron algorithm. *International Journal of Advanced Research*, 7(2), 1079–1089. <https://dx.doi.org/10.2147/IJAR01/8584>
- Sivasankari, S., Saravanan, R., Balamurugan, R., & Manjula, P. (2022). HE-DFNETS: Hybrid neural network architecture for efficient detection of potential fishing zones. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, 34(7), 4535–4549. <https://doi.org/10.1155/2022/5081541>
- Xie, M., Liu, B., & Chen, X. (2024). Deep learning-based fishing ground prediction with multiple environmental factors. *Marine Life Science & Technology*, 6(4), 736–749. <https://doi.org/10.1007/s42995-024-00222-4>