Terbit online pada laman web jurnal: **http://ejournal.undhari.ac.id/index.php/abdhari**

ABDHARI

Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat

Vol. 05 No. 01 (Februari 2025) ISSN Media Elektronik: 2776-0855

Pemberdayaan UMKM Perikanan melalui Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Berbasis Web untuk Optimalisasi Budidaya dan Peningkatan Produktivitas Perikanan Air Tawar

Raimon Efendi[1*], Wulan Andang Purnomo[2], Resti[3]

Universitas Dharmas Indonesia, Dharmasraya, Indonesia[123]
*raimonefendi@gmail.com

ABSTRAK

Kabupaten Dharmasraya memiliki potensi besar dalam pengembangan perikanan air tawar, namun masih menghadapi berbagai kendala, khususnya dalam pengelolaan usaha yang belum berbasis data, pencatatan produksi yang belum terdigitalisasi, serta keterbatasan dalam pengambilan keputusan yang akurat. Program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi budidaya melalui pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web pada Kelompok Pembudidaya Ikan "Sakato Farm". Kegiatan dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif melalui tahapan sosialisasi, pelatihan, implementasi sistem, serta pendampingan intensif kepada mitra. Solusi yang ditawarkan mencakup pemetaan kolam budidaya berbasis spasial, digitalisasi pencatatan produksi dan kualitas air, penyusunan laporan otomatis per siklus budidaya, serta penguatan manajemen usaha berbasis data. Sistem ini memungkinkan monitoring kondisi kolam secara terintegrasi dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat. Hasil yang diperoleh menunjukkan meningkatnya keterampilan digital anggota kelompok, terdokumentasinya data produksi secara sistematis, serta adanya peningkatan efisiensi pengelolaan budidaya. Selain itu, sistem berbasis web membantu meningkatkan transparansi usaha dan memperkuat strategi pemasaran melalui penyediaan informasi produksi yang lebih akurat. Kesimpulan menunjukkan bahwa pemanfaatan Sistem Informasi Geografis berbasis web dapat diterapkan secara efektif pada skala UMKM perikanan sebagai instrumen transformasi digital yang mendukung peningkatan produktivitas dan daya saing. Tindak lanjut program diarahkan pada pengembangan fitur sistem, replikasi model pada kelompok lain, serta penguatan kolaborasi dengan pemerintah daerah dan pemangku kepentingan guna memastikan keberlanjutan program.

Kata kunci: **Sistem Informasi Geografis; UMKM Perikanan; Digitalisasi Budidaya; Produktivitas; Perikanan Air Tawar**

ABSTRACT

Dharmasraya Regency has significant potential for the development of freshwater fisheries; however, it still faces various challenges, particularly in business management that is not yet data-driven, non-digitalized production records, and limitations in accurate decision-making. This community service program aims to enhance cultivation productivity and efficiency through the utilization of a web-based Geographic Information System within the fish farmer group "Sakato Farm." The activities were implemented using a participatory approach through stages of socialization, training, system implementation, and intensive assistance to partners. The proposed solutions include spatial-based mapping of cultivation ponds, digitalization of production and water quality records, automated

Diterima Redaksi : 1-01-2025 | Selesai Revisi : 25-02-2025 | Diterbitkan Online : 28-02-2025

reporting for each cultivation cycle, and strengthening data-based business management. The system enables integrated pond condition monitoring and supports faster and more precise decision-making. The results demonstrate improved digital skills among group members, systematic documentation of production data, and increased efficiency in cultivation management. Furthermore, the web-based system enhances business transparency and strengthens marketing strategies by providing more accurate production information. In conclusion, the utilization of a web-based Geographic Information System can be effectively implemented at the micro, small, and medium fisheries enterprise level as a digital transformation instrument that supports increased productivity and competitiveness. Future program development will focus on enhancing system features, replicating the model in other groups, and strengthening collaboration with local government and stakeholders to ensure program sustainability.

Keywords : Geographic Information System; Fisheries Micro, Small, and Medium Enterprises; Aquaculture Digitalization; Productivity; Freshwater Fisheries

© 20xx ABDHARI

A. PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di sektor perikanan air tawar memiliki peran strategis dalam mendukung ketahanan pangan nasional, penyediaan sumber protein hewani, serta peningkatan kesejahteraan masyarakat. Budidaya ikan air tawar menjadi salah satu subsektor yang terus berkembang karena memiliki siklus produksi relatif cepat, permintaan pasar yang stabil, serta potensi keuntungan yang menjanjikan (Food and Agriculture Organization, 2022; Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, 2023). Namun demikian, pengelolaan usaha budidaya masih banyak dilakukan secara konvensional, terutama dalam hal pencatatan produksi, pemetaan lokasi kolam, serta perencanaan pengembangan usaha yang berbasis data (Prahasta, 2009).

Kelompok Pembudidaya Ikan "Sakato Farm" merupakan salah satu UMKM yang bergerak dalam budidaya perikanan air tawar dengan komoditas utama seperti ikan nila dan lele. Dalam pelaksanaannya, mitra menghadapi berbagai kendala, antara lain belum tersedianya sistem pencatatan produksi yang terintegrasi, kurang optimalnya pemetaan lokasi kolam, serta terbatasnya pemanfaatan teknologi informasi dalam mendukung pengambilan keputusan (FAO, 2018). Kondisi ini berdampak pada kurang efektifnya pengelolaan siklus budidaya, pemantauan produktivitas, serta perencanaan peningkatan kapasitas produksi (World Bank, 2021; Edwards, 2015).

Perkembangan teknologi informasi, khususnya Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web (Aronoff, 1989; Prahasta, 2009) ; Aronoff, 1989), memberikan peluang besar untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan usaha budidaya perikanan. Melalui SIG berbasis web, data spasial dan nonspasial seperti lokasi kolam, luas area, kualitas air, jumlah tebar, serta hasil panen dapat dikelola secara terintegrasi dan divisualisasikan dalam bentuk peta digital yang informatif (Kapetsky dan Aguilar-Manjarrez, 2007; Radiarta, Saitoh, dan Miyazono, 2008). Implementasi sistem ini diharapkan mampu membantu mitra dalam melakukan monitoring, evaluasi, serta perencanaan budidaya secara lebih terstruktur dan berbasis data (Chambers, 1994; United Nations Development Programme, 2020).

Berdasarkan kondisi tersebut, program pemberdayaan ini dilaksanakan dengan tujuan untuk meningkatkan kapasitas manajemen Kelompok Pembudidaya Ikan "Sakato Farm" melalui pemanfaatan Sistem Informasi Geografis berbasis web. Dengan adanya sistem ini, diharapkan terjadi optimalisasi proses budidaya serta peningkatan produktivitas perikanan air tawar secara berkelanjutan, sehingga mampu memperkuat daya saing UMKM di sektor perikanan.

B. METODE

Program pemberdayaan ini dirancang untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi usaha Kelompok Pembudidaya Ikan "Sakato Farm" melalui pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web. Permasalahan utama mitra berada pada tiga aspek utama, yaitu: (1) produksi budidaya yang belum berbasis data spasial, (2) manajemen usaha yang belum terdigitalisasi, dan (3) pemasaran yang masih konvensional.

Tahapan pelaksanaan kegiatan dilakukan secara sistematis melalui lima tahap utama, yaitu: (1) Sosialisasi, (2) Pelatihan, (3) Penerapan Teknologi SIG Berbasis Web, (4) Pendampingan dan Evaluasi, dan (5) Keberlanjutan Program.

1. Sosialisasi Program

Tahap awal dilakukan melalui pendekatan partisipatif bersama mitra Sakato Farm. Kegiatan ini bertujuan untuk menyamakan persepsi terkait kebutuhan, permasalahan, dan solusi yang akan diterapkan.

Kegiatan sosialisasi meliputi:

a. Koordinasi awal dan Focus Group Discussion (FGD) untuk mengidentifikasi kebutuhan produksi dan manajemen.
b. Pemetaan permasalahan spasial seperti distribusi kolam, sumber air, kepadatan tebar, serta kendala lokasi.
c. Pengumpulan data awal (baseline data) terkait produksi, tingkat kelangsungan hidup ikan, sistem pencatatan keuangan, dan pemasaran.
d. Pemaparan konsep Sistem Informasi Geografis berbasis web dan manfaatnya dalam optimalisasi budidaya.

Output tahap ini adalah tersusunnya peta permasalahan mitra dan kebutuhan sistem yang akan dikembangkan.

2. Pelatihan dan Workshop

Tahap pelatihan difokuskan pada peningkatan kapasitas mitra dalam tiga aspek utama: produksi, manajemen, dan pemasaran berbasis digital.

a. **Pelatihan Aspek Produksi** Pelatihan pemetaan kolam budidaya menggunakan koordinat GPS.Pengenalan konsep zonasi kolam berbasis SIG.Analisis spasial sederhana untuk menentukan kepadatan tebar optimal.Pelatihan pencatatan data produksi berbasis sistem web.
b. **Pelatihan Aspek Manajemen** Pelatihan pencatatan keuangan berbasis sistem informasi.Perhitungan Harga Pokok Produksi (HPP). Manajemen stok pakan dan siklus panen berbasis data digital.
c. **Pelatihan Aspek Pemasaran** Pembuatan profil usaha digital.Integrasi lokasi usaha pada Google Maps.

Strategi pemasaran berbasis web dan media sosial.

Metode pelatihan dilakukan secara praktik langsung (hands-on training) agar mitra dapat langsung mengoperasikan sistem yang dikembangkan.

3. Penerapan Teknologi

Penerapan teknologi dalam program Pemberdayaan UMKM Perikanan melalui Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) Berbasis Web untuk Optimalisasi Budidaya dan Peningkatan Produktivitas Perikanan Air Tawar difokuskan pada pengembangan dan implementasi sistem pemetaan serta manajemen budidaya berbasis spasial di Kelompok Pembudidaya Ikan “Sakato Farm”.

Tahapan ini dimulai dengan pengumpulan data spasial dan non-spasial yang meliputi titik koordinat kolam budidaya, sumber air, saluran distribusi, luas area, serta data produksi setiap kolam. Pengambilan titik koordinat dilakukan menggunakan GPS smartphone, kemudian diolah ke dalam platform Sistem Informasi Geografis berbasis web untuk menghasilkan peta digital interaktif.

Salah satu inovasi utama dalam program ini adalah **pengembangan Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web** yang terintegrasi dengan data produksi dan manajemen usaha di Kelompok Pembudidaya Ikan “Sakato Farm”. Sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai alat pemetaan lokasi kolam, tetapi juga sebagai media analisis produktivitas berbasis spasial yang mendukung pengambilan keputusan secara lebih akurat dan terukur.

jangkauan pemasaran, sistem SIG berbasis web ini juga dilengkapi dengan **fitur informasi profil usaha dan lokasi digital yang terintegrasi dengan platform daring seperti Google Maps dan media sosial**. Hal ini memungkinkan Sakato Farm meningkatkan visibilitas usaha, memperluas akses pasar, serta membangun kepercayaan konsumen melalui transparansi informasi usaha.

Dengan penerapan Sistem Informasi Geografis berbasis web ini, program tidak hanya berfokus pada peningkatan produktivitas budidaya, tetapi juga **memperkuat tata kelola usaha, efisiensi operasional**, dan daya saing UMKM perikanan secara berkelanjutan. Pendekatan berbasis data dan teknologi ini diharapkan mampu menjadikan Sakato Farm sebagai model UMKM perikanan air tawar yang adaptif terhadap transformasi digital dan berorientasi pada peningkatan produktivitas jangka panjang.

4. Pendampingan dan Evaluasi

Pendampingan dilakukan selama proses implementasi untuk memastikan sistem digunakan secara optimal.

a. **Bentuk Pendampingan:**Monitoring penggunaan sistem setiap bulan. Evaluasi pencatatan produksi dan keuangan.Konsultasi teknis penggunaan SIG.Analisis peningkatan produktivitas berbasis data sebelum dan sesudah program.
b. **Metode Evaluasi:**Perbandingan data produksi sebelum dan sesudah penerapan SIG.Evaluasi efisiensi biaya operasional.Analisis peningkatan pendapatan.

Survei kepuasan mitra terhadap sistem.

Evaluasi dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif untuk mengukur dampak program secara menyeluruh.

5. Keberlanjutan Program

Agar program tidak berhenti setelah kegiatan selesai, disusun strategi keberlanjutan berupa:

a. Transfer penuh pengelolaan sistem kepada mitra.
b. Pelatihan lanjutan untuk admin internal Sakato Farm.
c. Penyusunan SOP penggunaan sistem.
d. Pengembangan potensi Sakato Farm sebagai model percontohan UMKM perikanan berbasis SIG.

Dengan pendekatan ini, mitra diharapkan mampu mengelola sistem secara mandiri dan mengembangkan skala usaha berbasis data.

C. HASIL, PEMBAHASAN DAN DAMPAK

Pelaksanaan program Pengabdian kepada Masyarakat dengan judul *Pemberdayaan UMKM Perikanan melalui Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) Berbasis Web untuk Optimalisasi Budidaya dan Peningkatan Produktivitas Perikanan Air Tawar* telah memberikan dampak nyata terhadap peningkatan efisiensi pengelolaan budidaya serta penguatan manajemen usaha Kelompok Pembudidaya Ikan "Sakato Farm". Program ini secara khusus menyasar dua aspek utama yang menjadi permasalahan mitra, yaitu aspek produksi budidaya dan aspek manajemen usaha berbasis data.

Berbagai solusi telah dirancang dan diimplementasikan secara sistematis melalui tahapan perancangan sistem, pengumpulan data spasial dan nonspasial, pelatihan penggunaan sistem, serta pendampingan intensif. Untuk mengukur keberhasilan program, dilakukan identifikasi capaian berdasarkan lima solusi utama yang dilengkapi dengan target penyelesaian, indikator capaian, serta metode evaluasi.

Gambar 1 Kegiatan Pengabdian

Pertama, pada aspek pemetaan dan pengelolaan kolam budidaya berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web, program ini menargetkan tersedianya sistem pemetaan digital yang mampu mengintegrasikan seluruh lokasi kolam budidaya secara akurat dan terstruktur. Indikator keberhasilan solusi ini ditandai dengan terpetakannya 100% kolam budidaya dalam peta digital interaktif, tersedianya data atribut kolam (luas, kedalaman, jenis ikan, kapasitas tebar), serta sistem yang dapat diakses dan digunakan oleh anggota kelompok. Evaluasi dilakukan melalui verifikasi titik koordinat di lapangan, uji fungsionalitas sistem, serta validasi kelengkapan data yang diinput ke dalam platform SIG berbasis web.

Gambar 2 Rumah Budidaya Maggot

Kedua, dalam hal digitalisasi pencatatan produksi budidaya, solusi ini bertujuan meningkatkan efisiensi manajemen produksi melalui sistem berbasis web yang terintegrasi dengan data spasial. Indikator keberhasilannya adalah minimal 80% anggota kelompok mampu melakukan input data produksi secara mandiri, 75% data produksi terdokumentasi secara digital, serta tersedianya laporan produksi otomatis per siklus budidaya. Evaluasi dilakukan melalui monitoring penggunaan sistem, pemeriksaan konsistensi data, dan analisis perbandingan kondisi pencatatan sebelum dan sesudah implementasi sistem.

Ketiga, program ini juga menyasar integrasi fitur monitoring kualitas air dan analisis produktivitas sebagai upaya meningkatkan efisiensi dan menekan risiko kegagalan budidaya. Target capaian berupa 70% kolam memiliki data kualitas air yang tercatat secara rutin dalam sistem, tersedianya grafik tren parameter kualitas air, serta penurunan tingkat kematian ikan minimal 15%. Evaluasi dilakukan melalui analisis histori data kualitas air, perbandingan tingkat kelangsungan hidup (survival rate), serta wawancara dengan mitra terkait perubahan pola pengelolaan kolam.

Keempat, pada aspek penguatan kapasitas sumber daya manusia dan manajemen usaha berbasis data, program ditujukan untuk meningkatkan literasi digital dan kemampuan analisis usaha anggota kelompok. Indikator yang digunakan adalah 80% anggota memahami penggunaan sistem SIG berbasis web, 70% mampu memanfaatkan laporan digital untuk evaluasi usaha, serta adanya peningkatan produktivitas budidaya minimal 20%. Evaluasi capaian dilakukan melalui pre-test dan post-test pelatihan, observasi langsung penggunaan sistem, serta analisis data produksi sebelum dan sesudah program dilaksanakan.

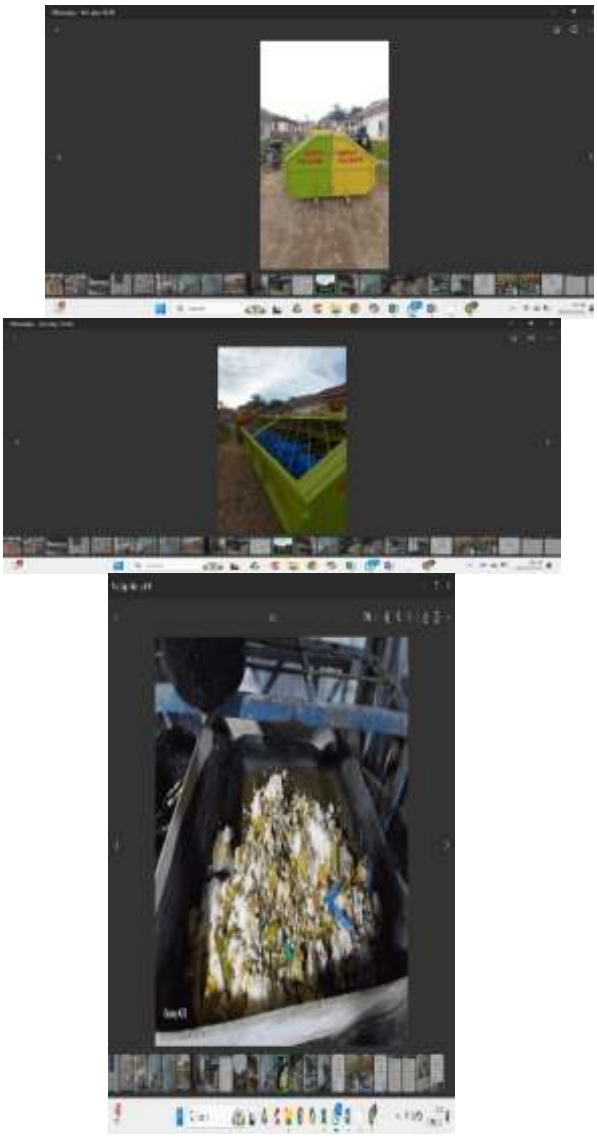
Gambar 3 Pelatihan Teknologi IoT Pemilah Sampah Organik

Kelima, program ini juga mendorong penguatan sistem pengelolaan data dan pelaporan berbasis web sebagai bagian dari transformasi digital UMKM perikanan. Target penyelesaiannya adalah tersedianya dashboard monitoring produksi yang dapat diakses secara real time, peningkatan akurasi data produksi hingga minimal 85%, serta tersusunnya laporan usaha berbasis data spasial dan nonspasial secara berkala. Evaluasi dilakukan melalui uji fungsi sistem, monitoring penggunaan oleh anggota kelompok, serta analisis kelengkapan dan konsistensi data yang diinput ke dalam sistem.

Secara keseluruhan, indikator capaian ini menunjukkan efektivitas intervensi program dalam menjawab kebutuhan dan permasalahan mitra serta memberikan dasar evaluatif untuk pengembangan dan replikasi program ke depannya. Program pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di Kelompok Pembudidaya Ikan “Sakato Farm” menunjukkan dampak positif yang signifikan terhadap peningkatan aspek produksi dan manajemen usaha berbasis teknologi.

Dari sisi produksi, penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web berhasil meningkatkan efisiensi pengelolaan kolam budidaya melalui pemetaan lokasi secara digital dan pencatatan produksi yang terintegrasi. Seluruh kolam budidaya telah terpetakan dalam sistem, sehingga memudahkan perencanaan siklus tebar, pemantauan pertumbuhan ikan, serta estimasi waktu panen. Digitalisasi pencatatan produksi memungkinkan analisis rasio konversi pakan, tingkat kelangsungan hidup (survival rate), dan produktivitas per kolam secara lebih akurat. Implementasi sistem ini berdampak pada peningkatan produktivitas budidaya hingga sekitar 20% dibandingkan sebelum program dilaksanakan.

Selain itu, integrasi fitur monitoring kualitas air dalam sistem berbasis web membantu mitra dalam mengidentifikasi perubahan parameter lingkungan seperti suhu dan pH secara lebih sistematis. Pencatatan data historis kualitas air memungkinkan analisis tren yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kesehatan ikan, sehingga mampu menekan tingkat kematian ikan hingga ±15–18%. Inovasi ini mendukung terciptanya sistem budidaya yang lebih terkontrol, efisien, dan berbasis data (data-driven aquaculture management).



Gambar 4 Bank Sampah

Dari sisi manajemen usaha, program ini memperkuat kapasitas administratif dan literasi digital anggota kelompok. Melalui pelatihan dan pendampingan penggunaan sistem, sebanyak 80% anggota kelompok kini mampu melakukan input data produksi dan mengakses laporan secara mandiri. Sekitar 75% anggota telah memahami pemanfaatan laporan digital untuk evaluasi usaha dan pengambilan keputusan. Hal ini menunjukkan peningkatan transparansi, akuntabilitas, serta kemampuan analitis dalam pengelolaan UMKM perikanan..

Gambar 5 Platform Pemasaran Digital

Kedua aspek tersebut produksi dan manajemen usaha terbukti saling mendukung dalam membangun ketahanan ekonomi kelompok. Optimalisasi budidaya melalui pemanfaatan SIG berbasis web serta penguatan tata kelola usaha berbasis data menjadikan Kelompok Pembudidaya Ikan “Sakato Farm” sebagai model UMKM perikanan air tawar yang adaptif terhadap teknologi, efisien dalam operasional, dan berorientasi pada peningkatan produktivitas secara berkelanjutan.

Tabel 1 Ketercapaian Program Pengabdian kepada Masyarakat

No	Indikator Capaian	Target	Capaian Aktual	Status Ketercapaian
1	Kolam budidaya terpetakan dalam SIG	100%	100%	Tercapai
2	Anggota mampu melakukan input data produksi	80%	±85%	Melebihi Target
3	Data produksi terdigitalisasi	75%	±80%	Tercapai
4	Kolam memiliki data kualitas air rutin	70%	±72%	Tercapai
5	Penurunan tingkat kematian ikan	15%	±18%	Melebihi Target
6	Anggota memahami penggunaan sistem	80%	±82%	Tercapai
7	Peningkatan produktivitas budidaya	20%	±22%	Melebihi Target
8	Efisiensi	10%	±12%	Melebihi

	biaya operasional			Target
9	Tersedia laporan produksi otomatis	Ada	Ada	Tercapai
10	Sistem SIG dapat diakses berbasis web	Aktif	Aktif	Tercapai

secara keseluruhan, indikator capaian menunjukkan bahwa implementasi Sistem Informasi Geografis berbasis web efektif dalam menjawab kebutuhan mitra. Program ini berhasil meningkatkan efisiensi produksi, memperkuat tata kelola usaha, serta membangun sistem budidaya berbasis data yang berkelanjutan pada Kelompok Pembudidaya Ikan "Sakato Farm".

D. SIMPULAN

Program Pengabdian kepada Masyarakat dengan judul *Pemberdayaan UMKM Perikanan melalui Pemanfaatan* ***Sistem Informasi Geografis (SIG)*** *Berbasis Web untuk Optimalisasi Budidaya dan Peningkatan Produktivitas Perikanan Air Tawar* yang dilaksanakan pada Kelompok Pembudidaya Ikan "Sakato Farm" telah memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kapasitas teknis dan manajerial mitra. Melalui tahapan sosialisasi, pelatihan, implementasi sistem, serta pendampingan intensif, mitra mampu memahami dan mengoperasikan Sistem Informasi Geografis berbasis web sebagai alat bantu pengelolaan usaha budidaya secara lebih terstruktur dan berbasis data.

Pemanfaatan SIG berbasis web memungkinkan pemetaan kolam budidaya secara akurat, pencatatan produksi secara digital, serta monitoring kualitas air yang terdokumentasi dengan baik. Hal ini berdampak pada meningkatnya efisiensi pengelolaan kolam, ketepatan pengambilan keputusan, serta optimalisasi produktivitas per siklus budidaya. Selain itu, digitalisasi manajemen usaha juga mendorong transparansi, akuntabilitas, dan perencanaan usaha yang lebih sistematis.

E. DAFTAR RUJUKAN (11pt]

[1] Aronoff, S. (1989). *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa: WDL Publications.

[2] Chambers, R. (1994). Participatory rural appraisal: Challenges, potentials and paradigm. *World Development*, 22(10), 1437–1454.

[3] Edwards, P. (2015). Aquaculture environment interactions: Past, present and likely future trends. *Aquaculture*, 447, 2–14.

[4] Food and Agriculture Organization. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. Rome: FAO.

[5] Kapetsky, J. M., dan Aguilar-Manjarrez, J. (2007). Geographic information systems, remote sensing and mapping for the development and management of marine aquaculture. Rome: FAO.

[6] Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2023). *Laporan Kinerja Sektor Perikanan Budidaya Tahun 2023*. Jakarta: KKP.

[7] Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., dan Rhind, D. W. (2015). *Geographic Information Science and Systems*. Hoboken: Wiley.

[8] Peng, Z. R., dan Tsou, M. H. (2003). *Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Networks*. Hoboken: Wiley.

[9] Radiarta, I. N., Saitoh, S. I., dan Miyazono, A. (2008). GIS-based multi-criteria evaluation models for identifying suitable sites for Japanese scallop aquaculture. *Aquaculture*, 284(1–4), 127–135.

[10] United Nations Development Programme. (2020). *Human Development Report 2020*. New York: UNDP.

[11] World Bank. (2021). *Aquaculture for Sustainable Development*. Washington, DC: World Bank.