

Penerapan Teknologi *Nanobubble* untuk Meningkatkan Kualitas Air dan Produktivitas Tambak Udang Vaname di Makassar

Suriyanto Bakri¹, Ika Reskiana Adriani², Muhammad Aqdar Fitrah³,
Hermin Hardyanti Utami^{4*}

^{1, 2} Institut Teknologi Bacharuddin Jusuf Habibie

^{3, 4} Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng

* herminutami@akom-bantaeng.ac.id

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan untuk menjawab permasalahan mitra, yaitu rendahnya kualitas pengelolaan tambak udang vaname akibat keterbatasan pengetahuan teknologi aerasi modern dan manajemen pemeliharaan. Program difokuskan pada penerapan teknologi *nanobubble* serta penguatan kapasitas sumber daya manusia melalui sosialisasi, pelatihan, praktik lapangan, dan pendampingan manajerial. Metode pelaksanaan meliputi observasi awal kondisi tambak, pengukuran kualitas air (DO, pH, amonia), pembuatan dan instalasi alat *nanobubble*, serta evaluasi melalui *pre-post test* dan monitoring pertumbuhan udang. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada pemahaman mitra, tercermin dari skor rata-rata *pre-test* yang rendah (1,92–1,98) menjadi lebih tinggi pada *post-test* (3,31–3,34). Secara teknis, penerapan *nanobubble* berhasil meningkatkan kualitas air dengan DO naik dari 2,2 menjadi 8,7 mg/L dan pH stabil pada 7,4. Dampak positif juga terlihat pada produktivitas tambak, dengan bobot rata-rata udang meningkat dari 12 gram menjadi 18 gram per ekor serta *survival rate* dari 65% menjadi 80%. Kesimpulan dari kegiatan ini adalah penerapan teknologi *nanobubble* terbukti efektif meningkatkan kualitas air, pertumbuhan udang, serta kapasitas manajemen mitra. Program ini tidak hanya memberikan dampak jangka pendek berupa peningkatan pengetahuan dan keterampilan, tetapi juga berpotensi mendorong kemandirian dan keberlanjutan usaha budidaya, serta dapat direplikasi pada kelompok masyarakat pesisir lainnya.

Kata Kunci: Kelompok Usaha Kallang Bayang, kualitas air, *nanobubble*, udang vaname, manajemen tambak.

Pendahuluan

Salah satu inovasi teknologi yang menjanjikan dalam menjawab persoalan budidaya udang vaname adalah penerapan sistem aerasi *nanobubble*. Teknologi ini mampu menghasilkan gelembung udara berukuran nano yang lebih stabil dan dapat meningkatkan kadar oksigen terlarut (DO) secara signifikan (Pal et al., 2025; Gobai et al., 2025). Dengan kadar DO yang optimal, pertumbuhan udang dapat lebih seragam, risiko penyakit menurun, serta tingkat kelangsungan hidup udang meningkat (Iber et al., 2025;

Primartono & Prasetyo, 2024). Selain itu, teknologi *nanobubble* juga efektif dalam menurunkan kadar amonia di tambak, sehingga kualitas air tetap terjaga (Mahasri et al., 2018).

Implementasi teknologi *nanobubble* perlu didukung dengan program pendampingan kepada mitra dalam bentuk sosialisasi, pelatihan, dan praktik langsung. Melalui pelatihan, anggota kelompok usaha dapat memahami cara instalasi, pengoperasian, dan pemeliharaan alat *nanobubble*. Selain itu, pembudidaya juga perlu dibekali dengan keterampilan manajemen operasional tambak, seperti pencatatan log harian, evaluasi kualitas air, serta pembagian tugas yang lebih terstruktur. Pendampingan berkelanjutan akan memastikan mitra tidak hanya mengadopsi teknologi, tetapi juga mampu memanfaatkannya secara optimal.

Solusi ini tidak hanya fokus pada aspek teknis produksi, melainkan juga pada penguatan manajemen SDM. Dengan adanya sistem pencatatan terstruktur dan pembagian tugas yang jelas, proses pengambilan keputusan dapat dilakukan berbasis data, bukan semata pengalaman. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi produksi, menurunkan biaya operasional, serta memperkuat keberlanjutan usaha kelompok mitra. Kombinasi antara penerapan teknologi *nanobubble* dan penguatan manajemen SDM akan menjadi strategi komprehensif dalam mengatasi permasalahan yang dihadapi kelompok usaha budidaya udang vaname.

Program pengabdian ini memiliki relevansi erat dengan upaya pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya SDG 2 (*Zero Hunger*) melalui peningkatan produktivitas pangan berbasis perikanan dan SDG 14 (*Life Below Water*) melalui perbaikan kualitas ekosistem perairan. Selain itu, kegiatan ini mendukung pencapaian Indikator Kinerja Utama (IKU) perguruan tinggi, karena hasil penelitian berupa teknologi *nanobubble* diimplementasikan langsung untuk memberdayakan masyarakat. Program ini juga selaras dengan kebijakan nasional seperti Asta Cita dan Rencana Induk Riset Nasional (RIRN) yang menekankan pengembangan teknologi tepat guna bagi kesejahteraan masyarakat pesisir, sehingga memiliki kontribusi baik pada skala lokal maupun nasional. Dengan demikian, program ini tidak hanya memberikan solusi teknis, tetapi juga mendorong kemandirian dan peningkatan kesejahteraan masyarakat pesisir secara berkelanjutan.

Metode Pelaksanaan

Waktu dan Tempat

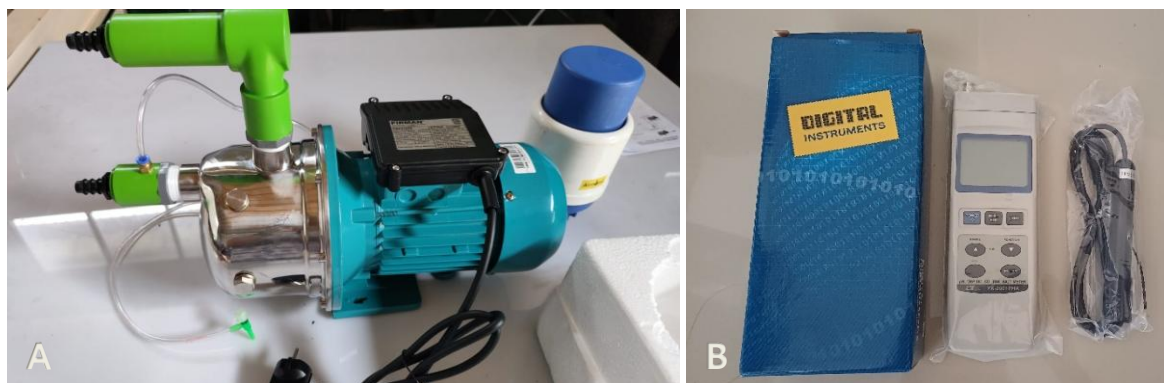
Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan selama delapan bulan, dimulai pada bulan Mei hingga Desember 2025. Seluruh rangkaian kegiatan berlokasi di tambak udang milik Kelompok Usaha Kallang Bayang, Kampung Lette, Kota Makassar (Gambar 1a). Lokasi ini dipilih karena memiliki potensi besar dalam pengembangan budidaya udang vaname, namun masih menghadapi kendala teknis maupun manajerial sehingga membutuhkan intervensi teknologi dan pendampingan. Selain pelaksanaan di lapangan, sebagian kegiatan juga dilakukan di Workshop Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng, khususnya untuk proses perancangan dan pembuatan alat *nanobubble*. Workshop ini berfungsi sebagai pusat rekayasa dan fabrikasi, tempat tim melakukan desain, perakitan, serta pengujian awal alat sebelum dipasang di tambak mitra.



Gambar 1. (a) Lokasi Mitra (Kelompok Usaha Kallang Bayang);
(b) Workshop Fabrikasi AK-Manufaktur Bantaeng

Alat dan Bahan

Alat utama yang digunakan dalam kegiatan ini adalah generator *nanobubble* dengan spesifikasi kapasitas 100–500 liter/jam, daya listrik 220V/150–500 Watt, dan berbahan *stainless steel* tahan korosi. Selain itu, tim juga menggunakan perangkat pendukung berupa multiparameter yang terdiri dari DO meter, pH meter untuk pemantauan kualitas air secara berkala. Peralatan tambahan seperti instalasi pipa distribusi udara, kabel, dan perlengkapan standar tambak digunakan sebagai penunjang penerapan teknologi di lapangan.

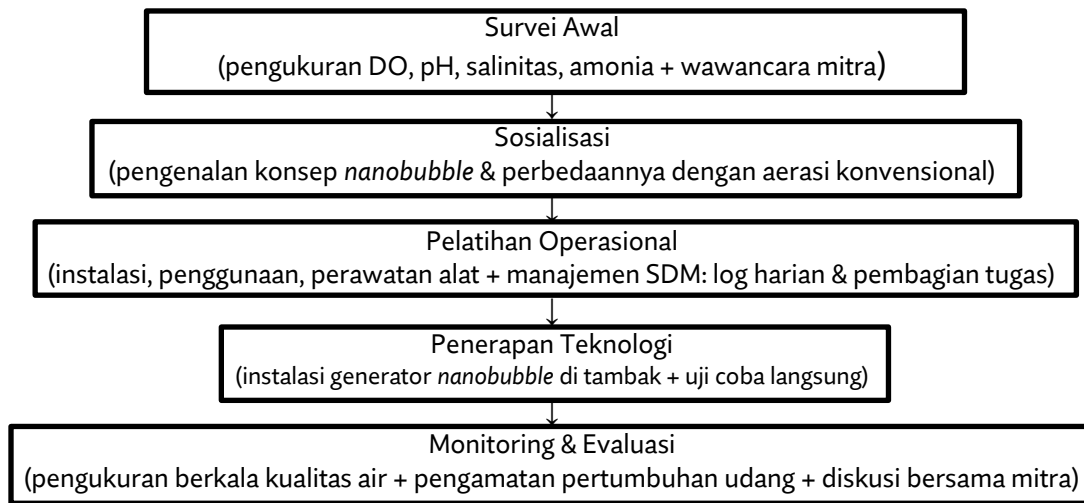


Gambar 2. Alat dan Bahan (a) Nanobubble; (b) Multiparameter (pH, DO, TDS, Salinitas, dll)

Tahapan Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan kegiatan dimulai dengan survei awal, yang meliputi pengukuran kondisi kualitas air tambak (DO, pH, salinitas, dan amonia) serta wawancara dengan mitra terkait permasalahan yang dihadapi. Setelah itu, dilakukan sosialisasi mengenai konsep teknologi *nanobubble*, manfaatnya bagi budidaya udang, dan perbedaan mendasar dengan metode aerasi konvensional. Selanjutnya, mitra diberikan pelatihan operasional yang mencakup instalasi, penggunaan, serta pemeliharaan alat *nanobubble*, disertai pembekalan mengenai manajemen SDM seperti pencatatan log harian dan pembagian tugas. Penerapan teknologi dilakukan dengan menginstal generator *nanobubble* di kolam

tambak mitra dan menjalankan uji coba langsung. Pada tahap akhir, monitoring dan evaluasi dilakukan secara berkala melalui pengukuran kualitas air, pengamatan pertumbuhan udang, dan diskusi bersama mitra untuk menilai efektivitas program.



Gambar 3. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif digunakan untuk membandingkan kondisi kualitas air sebelum dan sesudah penerapan teknologi *nanobubble*, serta mengevaluasi pertumbuhan udang vaname dalam satu siklus budidaya. Sementara itu, analisis kualitatif dilakukan untuk menilai tingkat pemahaman, keterampilan, dan respons mitra terhadap penerapan teknologi maupun manajemen SDM tambak. Hasil analisis dari kedua pendekatan ini menjadi dasar untuk menyimpulkan efektivitas kegiatan sekaligus menentukan tindak lanjut bagi keberlanjutan program.

Hasil dan Pembahasan

Observasi Awal

Observasi awal dilakukan untuk memperoleh gambaran kondisi nyata tambak udang mitra sebelum kegiatan pengabdian dimulai. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kualitas air tambak berada di bawah standar optimal. Nilai oksigen terlarut (DO) tercatat rata-rata hanya 2,2–2,9 mg/L, lebih rendah dari kisaran ideal yang direkomendasikan (>8 mg/L). Kondisi ini berpotensi menghambat pertumbuhan udang dan meningkatkan risiko kematian. Nilai pH air juga relatif rendah, yaitu sekitar 6,0–6,3, sehingga kurang mendukung metabolisme dan kesehatan udang vaname. Selain itu, hasil wawancara dengan mitra mengungkapkan bahwa pencatatan kualitas air, penggunaan alat ukur, serta sistem pembagian tugas di kelompok belum berjalan dengan baik.

Kegiatan ini juga memperlihatkan bahwa rata-rata bobot udang yang dipelihara mitra masih rendah dan pertumbuhannya tidak seragam. Tingkat kelangsungan hidup udang berada pada kisaran 60–65%, yang menunjukkan adanya permasalahan baik dari aspek kualitas air maupun manajemen pemeliharaan. Informasi ini memperkuat identifikasi

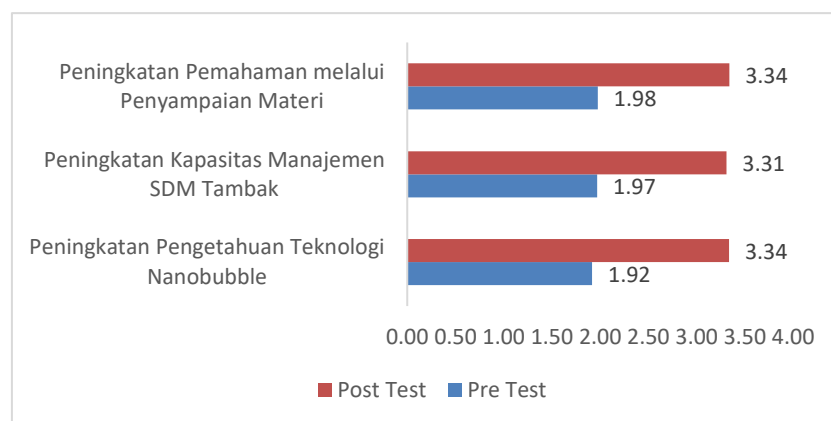
permasalahan mitra, serta menjadi dasar bagi perancangan intervensi berupa penerapan teknologi *nanobubble* dan penguatan kapasitas manajemen SDM tambak. Dengan demikian, survei awal tidak hanya memberikan data teknis, tetapi juga memvalidasi urgensi pelaksanaan kegiatan pengabdian ini.



Gambar 4. Observasi Awal

Peningkatan Pengetahuan dan Kapasitas Mitra

Evaluasi kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini difokuskan pada tiga aspek utama, yaitu peningkatan pengetahuan tentang teknologi *nanobubble*, peningkatan kapasitas manajemen SDM tambak, dan peningkatan pemahaman melalui penyampaian materi. Pengukuran dilakukan menggunakan instrumen pre-test sebelum kegiatan dimulai dan post-test setelah rangkaian sosialisasi, pelatihan, serta pendampingan dilaksanakan. Hasil rata-rata skor pre-test dan post-test pada ketiga aspek tersebut disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pre-test dan Post-test Tiga Aspek Utama (N=30)

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada ketiga aspek terjadi peningkatan skor yang signifikan dari pre-test ke post-test. Nilai rata-rata pre-test yang masih berada pada kisaran rendah (1,92–1,98) menegaskan keterbatasan awal mitra baik dari sisi teknis maupun manajerial. Namun, setelah dilakukan intervensi, skor rata-rata meningkat menjadi 3,31–3,34, yang mencerminkan peningkatan pemahaman dan keterampilan secara

substansial. Temuan ini menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian berhasil mencapai tujuannya, yakni meningkatkan kapasitas mitra melalui penerapan teknologi *nanobubble* dan penguatan manajemen budidaya berbasis data.

Kualitas Air dan Pertumbuhan Udang Vaname

Selain mengevaluasi aspek pengetahuan mitra, kegiatan ini juga menekankan pada hasil teknis terkait kualitas air tambak dan performa pertumbuhan udang vaname setelah penerapan teknologi *nanobubble*. Parameter yang diamati meliputi kadar oksigen terlarut (DO), pH, bobot rata-rata udang, serta tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*). Hasil perbandingan kondisi sebelum dan sesudah penerapan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Perbandingan Kualitas Air dan Pertumbuhan Udang Vaname Sebelum dan Sesudah Penerapan Nanobubble

Parameter	Sebelum	Sesudah	Keterangan
Dissolved Oxygen (DO, mg/L)	2,2	8,7	DO meningkat signifikan hingga di atas standar optimal (>6 mg/L).
pH Air Tambak	6,2	7,4	pH stabil dalam kisaran ideal (7–8) untuk budidaya udang vaname.
Bobot rata-rata udang (gram/ekor)	12	18	Pertumbuhan lebih cepat dan seragam.
Survival Rate (%)	65	80	Tingkat kelangsungan hidup meningkat, mortalitas udang berkurang.

Tabel 1 menunjukkan bahwa terjadi perbaikan signifikan pada seluruh parameter setelah penerapan teknologi *nanobubble*. Kadar DO meningkat dari 2,2 mg/L menjadi 8,7 mg/L, sementara pH yang semula rendah (6,2) naik menjadi 7,4 dan berada dalam rentang optimal bagi budidaya udang. Pertumbuhan udang juga lebih baik, dengan bobot rata-rata meningkat dari 12 gram menjadi 18 gram per ekor, serta *survival rate* naik dari 65% menjadi 80%. Perubahan ini selaras dengan teori yang menyatakan bahwa kualitas air yang stabil, khususnya DO di atas 8 mg/L dan pH dalam kisaran 7–8, sangat berpengaruh terhadap metabolisme, nafsu makan, dan laju pertumbuhan udang vaname. Dengan demikian, penerapan teknologi *nanobubble* terbukti tidak hanya memperbaiki kondisi perairan, tetapi juga memberikan dampak nyata pada produktivitas dan keberlanjutan budidaya.

Perbandingan dengan Kegiatan Pengabdian Sejenis

Hasil kegiatan ini relevan dengan beberapa laporan pengabdian sebelumnya yang juga menekankan pada peningkatan kapasitas mitra melalui penerapan teknologi tepat guna. Misalnya, pada program serupa di daerah pesisir Jawa, penerapan aerasi mekanis terbukti dapat meningkatkan kadar DO dan menurunkan angka mortalitas udang (Boyd & McNevin, 2020). Namun, hasil pengabdian di Makassar ini menunjukkan keunggulan karena teknologi *nanobubble* lebih efisien dalam meningkatkan DO hingga mencapai standar optimal >8 mg/L, sekaligus menekan kadar amonia pada perairan tambak.

Dari sisi manajerial, hasil ini juga konsisten dengan kegiatan penguatan kelembagaan kelompok budidaya di Sulawesi Selatan yang menekankan pentingnya pencatatan data harian dan pembagian tugas yang terstruktur. Namun, pendekatan PKM ini memiliki nilai lebih karena mengintegrasikan aspek teknis (*nanobubble*) dengan aspek manajerial (SDM

dan pencatatan log). Hal ini menjadikan program tidak hanya berfokus pada perbaikan teknologi, tetapi juga membangun kapasitas kelembagaan yang lebih berkelanjutan.

Tabel 2. Perbandingan Program PKM Nanobubble dengan Pengabdian Sejenis

Aspek	Pengabdian Sebelumnya (Aerasi Mekanis/Kelembagaan)	PKM Nanobubble (Makassar)
Teknologi	Aerasi konvensional (kincir, blower)	Nanobubble → DO naik signifikan, amonia menurun
Manajemen	Pencatatan data belum konsisten	Log harian + pembagian tugas lebih terstruktur
Dampak Produksi	DO naik terbatas, mortalitas masih tinggi	Pertumbuhan udang seragam, <i>survival rate</i> meningkat

Implikasi Program bagi Mitra dan Keberlanjutan

Dalam jangka pendek, program ini memberikan dampak nyata berupa peningkatan pengetahuan dan keterampilan mitra, terbukti dari skor post-test yang meningkat signifikan. Selain itu, kualitas air tambak yang membaik (DO naik dari 2,2 menjadi 8,7 mg/L, pH stabil pada 7,4) memberikan kondisi yang lebih mendukung bagi pertumbuhan udang. Mitra juga mulai terbiasa mencatat data harian, menggunakan alat ukur dengan benar, dan membagi tugas secara lebih rapi, yang sebelumnya belum pernah dilakukan. Hal ini menunjukkan bahwa program telah berhasil mendorong perubahan perilaku mitra dalam pengelolaan tambak.

Dalam jangka panjang, penerapan teknologi *nanobubble* berpotensi meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan usaha budidaya udang vaname. Peningkatan bobot rata-rata udang dari 12 gram menjadi 18 gram serta *survival rate* dari 65% menjadi 80% menunjukkan bahwa mitra dapat memperoleh hasil panen yang lebih baik. Dengan peningkatan kapasitas SDM, kelompok mitra lebih mandiri dalam mengelola tambak dan tidak hanya bergantung pada pendampingan. Keberhasilan ini juga berpotensi direplikasi pada kelompok masyarakat pesisir lainnya di Sulawesi Selatan maupun daerah lain di Indonesia yang menghadapi permasalahan serupa.

Tabel 3. Dampak Jangka Pendek dan Jangka Panjang Program PKM

Dampak	Uraian
Jangka Pendek	Pengetahuan mitra meningkat, DO optimal, pH stabil, manajemen lebih rapi
Jangka Panjang	Produktivitas udang meningkat, <i>survival rate</i> lebih tinggi, mitra mandiri, potensi replikasi ke kelompok lain

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui penerapan teknologi *nanobubble* di tambak udang vaname berhasil meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kapasitas mitra, terbukti dari kenaikan skor post-test pada tiga aspek utama, perbaikan kualitas air dengan DO meningkat dari 2,2 menjadi 8,7 mg/L serta pH stabil pada 7,4, dan dampak

positif terhadap produktivitas dengan bobot rata-rata udang naik dari 12 gram menjadi 18 gram serta *survival rate* dari 65% menjadi 80%. Selain itu, perubahan perilaku mitra dalam hal pencatatan data harian dan pembagian tugas yang lebih terstruktur menunjukkan tercapainya tujuan program, sekaligus membuka peluang replikasi pada kelompok masyarakat pesisir lain yang menghadapi permasalahan serupa.

Ucapan Terimakasih

Kegiatan pengabdian ini didanai melalui skema hibah Pengabdian kepada Masyarakat tahun anggaran 2025, di bawah Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi (Ditjen Dikti/ristek), Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Pendanaan diberikan berdasarkan Surat Keputusan nomor 0419/C3/DT.05.00/2025 dan perjanjian kontrak nomor 014/C3/DT.05.00/PL/2025, dengan turunan kontrak dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Bacharuddin Jusuf Habibie melalui kontrak nomor 031/IT13.D/KH-DPPMPKM/2025.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Bacharuddin Jusuf Habibie yang telah memberikan arahan dan dukungan dalam pelaksanaan kegiatan ini. Terima kasih juga ditujukan kepada Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng yang telah memfasilitasi pembuatan alat *nanobubble* di workshop, serta kepada Kelompok Usaha Kallang Bayang, Kampung Lette, Kota Makassar selaku mitra yang telah berpartisipasi aktif dalam setiap tahapan kegiatan.

Kami juga menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi melalui skema pendanaan Program Kemitraan Masyarakat (PKM) yang telah memberikan dukungan dana, fasilitas, serta bahan untuk kelancaran kegiatan ini.

Referensi

- Boyd, C., & McNevin, A. (2020). Aerator energy use in shrimp farming and means for improvement. *Journal of the World Aquaculture Society*, 52.
<https://doi.org/10.1111/jwas.12753>
- Gobai, J. A., Joni, I. M., Panatarani, C., & Faizal, F. (2025). A Critical review of Nanobubble flotation for seawater treatment process. *Water*, 17(7), 1054.
<https://doi.org/10.3390/w17071054>
- Iber, B. T., Benjamin, I. C., Nor, M. N. M., Abdullah, S. R. S., Shafie, M. S. B., Hidayah, M., Abdullah, M. I., & Kasan, N. A. (2025). Application of Biofloc technology in shrimp aquaculture: A review on current practices, challenges, and future perspectives. *Journal of Agriculture and Food Research*, 19, 101675.
<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101675>
- Mahasri, G., Saskia, A., Apandi, P. S., Dewi, N. N., Rozi, N., & Usuman, N. M. (2018). Development of an aquaculture system using nanobubble technology for the optimization of dissolved oxygen in culture media for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 137, 012046.

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/137/1/012046>

Pal, P., Kioka, A., Maurya, S., & Doong, R.-A. (2025). Innovative nanobubble technology: Fuelling the future of bioenergy and carbon mitigation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 209, 115118. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.115118](https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.115118)

Primartono, M., & Prasetyo, E. (2024). Overcoming Shrimp Farming Problems: Developing Effective Strategies for Boosting Business Competitiveness and Productivity - a Case Study of Company X Shrimp Farming Site, Lamongan. *Journal of World Science*, 3, 183–201. <https://doi.org/10.58344/jws.v3i2.543>