

INOVASI TEMAN MANGROVE (SISTEM AQUAPONIK MANGROVE): PEMANFAATAN LIMBAH PAKAN DAN ESKRESI IKAN BANDENG SEBAGAI NUTRISI ALAMI UNTUK OPTIMALISASI PERTUMBUHAN MANGROVE DI AREA KONSERVASI MANGROVE PT PERTAMINA PATRA NIAGA DI DESA SEDARI, CIBUAYA, KARAWANG

Taufik Ismail¹, Jauhari Ali², Cita Insaniah M³, Arizky Rachmad S⁴, M. Zakky A. M⁵,
Wandi Adiansah⁶

^{1,2,3,4,5}PT Pertamina Patra Niaga Fuel Terminal Cikampek, Karawang, Indonesia

⁶Departemen Kesejahteraan Sosial FISIP Universitas Padjadjaran, Sumedang, Indonesia

E-mail : ^{1,2,3,4,5}sekr.cikampek@pertamina.com, ⁶wandi.adiansah@unpad.ac.id

Submitted: 21-09-2025; Accepted: 03-10-2025; Published : 03-10-2025

ABSTRAK

Ekosistem mangrove berperan sebagai benteng alami pesisir, namun diperlukan optimalisasi pertumbuhannya dengan melakukan integrasi terhadap potensi yang terdapat pada sekitarnya. Studi ini menguji hasil inovasi Teman Mangrove (Sistem Aquaponik Mangrove) yang memanfaatkan sedimen limbah pakan dan ekskresi ikan bandeng dari tambak sebagai sumber nutrisi alami bagi *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* pada area konservasi mangrove 2 PT Pertamina Patra Niaga. Metode yang digunakan adalah *Before-After* dengan pembandingan literatur. Lokasi penelitian berada di Dusun Karangsari, Desa Sedari, Cibuaya, Karawang, mencakup tambak bandeng 1 ha dan Area Konservasi Mangrove 2 yang telah tertanami >8.000 tanaman mangrove. Waktu pengamatan berlangsung Agustus 2024–Januari 2025. Hasil menunjukkan perbaikan performa budidaya ikan bandeng, produksi panen ikan bandeng meningkat dari 989,75 kg menjadi 1.207,3 kg per siklus (21,98%), yang pada harga jual Rp23.000/kg meningkatkan pendapatan petani Rp5.003.650. Dampak terhadap tanaman mangrove, selama periode pengamatan tidak ditemukan kematian, indikator pertumbuhan (jumlah daun, pembesaran batang, dan penambahan tinggi) tanaman mangrove meningkat. Analisis pemanfaatan nutrisi dari limbah organik tambak mengindikasikan potensi suplai tahunan dari tambak sebesar 124,84 kg N dan 60,96 kg P (dua siklus panen dalam setahun). Kebutuhan ekuivalen pupuk NPK untuk pertumbuhan optimal tanaman mangrove 96 kg NPK/tahun (12 g/tanaman/tahun), sehingga berpotensi menghasilkan penghematan Rp2.400.000/tahun.

Kata kunci: aquaponik mangrove, limbah nitrogen, *Chanos chanos*, *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, kualitas air tambak, rehabilitasi pesisir.

ABSTRACT

Mangrove ecosystems serve as natural coastal barriers; however, their growth requires optimization through integration with surrounding potentials. This study examines the innovation of Teman Mangrove (Mangrove Aquaponics System), which utilizes sediment waste from milkfish (*Chanos chanos*) feed and excretion in ponds as a natural nutrient source for *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata* in the Mangrove Conservation Area 2 of PT Pertamina Patra Niaga. The method employed is *Before-After* with literature comparison. The research site is located in Karangsari Hamlet, Sedari Village, Cibuaya, Karawang, covering a 1-hectare milkfish pond and Mangrove Conservation Area 2, which has been planted with >8,000 mangrove trees. The observation period took place from August 2024 to January 2025. Results show improvements in milkfish cultivation performance, with production increasing from 989.75 kg to 1,207.3 kg per cycle (21.98%), which at a selling price of IDR 23,000/kg increased farmers' income by IDR 5,003,650. Regarding mangrove plants, no mortality was observed during the study period; growth indicators (leaf count, stem diameter, and height increment) showed improvement. Analysis of nutrient utilization from pond organic waste indicates an annual potential supply of 124.84 kg N and 60.96 kg P (two harvest cycles per year). The equivalent fertilizer requirement for optimal mangrove growth is 96 kg NPK/year (12 g/plant/year), thus potentially generating savings of IDR

2,400,000/year.

Key word: *mangrove aquaponics, nitrogen waste, Chanos chanos, Avicennia marina, Rhizophora mucronata, pond water quality, coastal rehabilitation.*

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan salah satu benteng alami terpenting di wilayah pesisir. Menurut (Utomo et al., 2024), mangrove dengan akar yang kuat dan sistem penyerap air yang efisien, membantu menahan erosi pantai serta memperkuat struktur pesisir. Selain itu, ekosistem mangrove memberikan manfaat tambahan seperti meningkatkan biodiversitas, menyimpan karbon, dan memulihkan lahan terdegradasi. Dengan perlindungan alami yang disediakan oleh mangrove, risiko abrasi pantai dapat dikurangi, infrastruktur pesisir dapat dipertahankan, dan keberlanjutan ekosistem pesisir dapat dipertahankan.

Desa Sedari, Kecamatan Cibuaya, Kabupaten Karawang merupakan wilayah pesisir yang memerlukan ekosistem mangrove untuk menangani masalah abrasi. Abrasi di Desa Sedari menyebabkan berbagai kerugian yang berdampak terhadap keberlangsungan hidup masyarakatnya. Upaya konservasi melalui penanaman mangrove sebagai solusi jangka panjang dalam menghadapi permasalahan tersebut. Penanaman mangrove dilakukan di area konservasi yang telah ditetapkan terdapat kendala yang dihadapi dalam mengoptimalkan mangrove sebagai benteng alami yaitu pertumbuhan yang kurang optimal dan tingginya tingkat kematian bibit akibat kondisi substrat yang miskin nutrisi dan salinitas yang fluktuatif. Lisdayanti et al., 2024 dalam penelitiannya menjelaskan bahwa pertumbuhan bibit mangrove dapat terganggu secara signifikan dalam kondisi salinitas yang fluktuatif dan substrat yang miskin nutrisi, seperti ditemukan pada jenis mangrove *R. mucronata* di Pantai Peunaga Cut Ujong, Aceh, di mana survival rate menurun hingga 78% dalam satu tahun karena kombinasi salinitas yang tidak stabil dan media tumbuh pasir dengan nutrisi rendah.

Area konservasi mangrove yang ditetapkan di Desa Sedari khususnya di wilayah Dusun Karangsari berdekatan dengan area tambak budidaya ikan bandeng yang luasnya mencapai puluhan hektar. Potensi yang dapat dimanfaatkan untuk menjawab kendala pemenuhan nutrisi tanaman mangrove yaitu dengan pemanfaatan limbah pakan dan ekskresi ikan yang mengendap pada lapisan dasar tambak yang dapat menciptakan manfaat ekonomis dan ekologis. Berdasarkan penelitian Ichdayati et al., 2012, setiap hektar tambak bandeng dengan pola budidaya monokultur dihasilkan polutan berupa nitrogen sebanyak 62,42 kg/ 6,24 ppm dan phosphor sebanyak 30,48 kg / 3,05 ppm. Analisis korelasi antara polutan dengan output dan input usaha tambak bernilai tidak

nol, menunjukkan bahwa polutan tambak dapat mempengaruhi produksi bandeng. Pengaruh polutan melalui input *detrimental* menunjukkan bahwa hanya polutan nitrogen saja yang berdampak terhadap penurunan efisiensi produksi tambak. Sedangkan polutan fosfor masih dapat ditoleransi oleh bandeng dan bahan organik BOD masih berada dibawah ambang batas pencemaran.

Limbah N (nitrogen) organik dari pakan yang masuk perairan tersebut berupa sisa pakan dan partikel terlarut dalam air yang dapat mencapai 15% serta feses ikan sekitar 20% (Montoya & Velasco, 2000). Hal ini merupakan penyebab rendahnya efisiensi protein dan tingginya limbah N dari kegiatan budidaya intensif. Limbah NH_3 dan turunannya NO_2 memiliki sifat yang sangat toksik terhadap kehidupan ikan budidaya (Wedemeyer, 1996), sehingga harus diupayakan agar senyawa ini selalu dalam konsentrasi rendah yang tidak membahayakan kehidupan ikan budidaya. Oleh karena itu, perlu dicari upaya yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan protein pakan dan menurunkan beban limbah dari kegiatan budidaya ikan secara intensif, agar didapatkan kegiatan budidaya ikan dengan produktivitas tinggi dan berkesinambungan (Midelan & Redding, 2000). Agar limbah N ini tidak menjadi beban bagi lingkungan sekitarnya dan tidak mengganggu kehidupan ikan bandeng itu sendiri, maka perlu limbah ini dikelola dengan baik. Bahkan harus diupayakan agar limbah tersebut dapat dikonversi (Usman et al., 2010).

PT Pertamina Patra Niaga sebagai perusahaan yang memiliki komitmen pada program tanggung jawab sosial dan lingkungan serta pelaksanaan program perlindungan keanekaragaman hayati melalui program konservasi mangrove dan pemberdayaan masyarakat. Inovasi *Teman Mangrove* dimplementasikan untuk menciptakan dampak ekologis dan ekonomis melalui skema *circular* penyelesaian masalah dampak kurang optimalnya produksi panen tambak bandeng karena faktor polutan nitrogen yang bersumber dari limbah pakan dan ekresi ikan bandeng yang terintegrasi upaya peningkatan nutrisi pada area tanam mangrove khususnya pada area konservasi 2. Implementasi inovasi diharapkan mampu memberikan manfaat ganda dalam mengatasi perihail tersebut dan dapat meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat, serta mendukung pembangunan pesisir yang berkelanjutan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji dampak penerapan inovasi Teman Mangrove (Sistem Aquaponik Mangrove) dengan memanfaatkan limbah

pakan dan ekskresi ikan bandeng sebagai nutrisi alami untuk meningkatkan pertumbuhan mangrove. serta di area konservasi mangrove PT Pertamina Patra Niaga di Desa Sedari, Cibuaya. Karawang.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen lapangan dengan rancangan komparatif *Before-After Control Impact* yang dimodifikasi. Pendekatan ini dipilih untuk mengevaluasi dampak penerapan Inovasi Teman Mangrove (Sistem Aquaponik Mangrove) terhadap optimalisasi pertumbuhan mangrove dan peningkatan hasil budidaya ikan bandeng. Pendekatan ini dipilih untuk mengetahui dampak penerapan inovasi. Analisa data kuantitatif dan kualitatif yang digunakan mulai dari pengumpulan data, penyajian data, perhitungan/pengukuran dampak, analisis data dan penarikan kesimpulan. Data yang dikumpulkan berupa data primer yang didapat langsung dari lapangan serta pengamatan langsung pada objek penelitian dan data sekunder yang di dapat dari berbagai literature penunjang yang relevan.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada 2 lokasi yaitu sebagai berikut:

1. Lokasi tambak bandeng di Dusun Karangsari, Desa Sedari, Kecamatan Cibuaya, Kabupaten Karawang.
2. Area konservasi mangrove 2 milik PT Pertamina Patra Niaga yang berdekatan dengan tambak.

Gambar 1 berikut ini merupakan peta lokasi penelitian.

Gambar 1
Peta Lokasi Penelitian



Sumber: Dokumentasi PT Pertamina Patra Niaga Fuel Terminal Cikampek, 2025

Sementara itu, untuk waktu penelitian dilakukan pada dua siklus budidaya bandeng (Agustus 2024 – Januari 2025) agar hasil yang

diperoleh lebih representatif.

Populasi dan Sampel

- Populasi penelitian: Luas 1 Ha area tambak budidaya ikan abndeng dan tanaman mangrove di area konservasi mangrove 2 PT Pertamina Patra Niaga
- Area tambak: Luas 1 Ha tambak bandeng dengan padat tebar ± 5.950 benih.
- Area konservasi mangrove: mangrove jenis *Avicennia marina* dan *Rhizophora* dengan populasi ± 8.000 tanaman.

Variabel Penelitian

- Variabel bebas (X): penerapan sistem aquaponik dengan memanfaatkan limbah pakan dan ekskresi bandeng yang tersidimentasi pada dasar tambak dan kandungannya pada air tambak.
- Variabel terikat (Y) didasarkan atas penelitian oleh Ichdayati et al., (2012), dengan judul Pengaruh polutan tambak terhadap efisiensi teknis produksi bandeng di Kabupaten Karawang. Variable data yang diambil yaitu Jumlah polutan tambak yang terdiri dari nitrogen (N) dan phosphor (P) serta pola budidaya dan produktivitas tambak (jumlah benih dan berat panen)
- Variabel terikat (Y) lainnya didasarkan atas penelitian hasil penelitian Trisnawati et al., (2017), dengan judul Pertumbuhan Bibit Mangrove (*Rhizophora* SP.) Pada Medium Hidraquent Yang Diberi Beberapa Dosis Npk. Variable data yang diambil yaitu Jumlah pupuk per tahun/tanaman mangrove yang paling optimal untuk pertumbuhan mangrove.

Prosedur Penelitian

1. Tahap Pra-Intervensi (*Before*) dan pengumpulan data dengan sumber data variabel terikat (Y).
 - Hasil pengukuran jenis polutan N dan P
 - Jumlah benih dan hasil panen
 - Jumlah pemberian pupuk NPK untuk tanaman mangrove
2. Tahap Intervensi (*After*):
 - Menerapkan *inovasi* Teman Mangrove dengan menyedot sedimen limbah tambak (N dan P) melalui pipa yang dialirkan ke area konservasi mangrove.
 - Pemeliharaan sistem dilakukan secara rutin (pengecekan pompa, pipa, dan debit aliran).
3. Tahap Monitoring:
 - Pengukuran dampak dengan menghitung jumlah panen hasil budidaya ikan bandneg
 - Pengamatan dan pencatatan kondisi tanaman mangrove.

4. Tahap Pengumpulan dan Analisis Data :

- Perhitungan dan analisis terhadap dampak budidaya ikan bandeng dengan menghitung peningkatan jumlah panen dan jumlah pendapatan dengan harga update pada Januari 2025
- Perhitungan dan analisis terhadap dampak pertumbuhan mangrove dengan menghitung kematian tanaman mangrove dan pengamatan pertumbuhan mangrove
- Perhitungan dan analisis terhadap penghematan yang dihasilkan dari penerapan inovasi dengan variable data kebutuhan jumlah N dan P setiap tahun dikalikan dengan harga NPK merk Mutiara 16-16-16 dengan harga acuan Januari 2025.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dampak Inovasi Terhadap Tambak Budidaya Ikan Bandeng

Gambar 2
Tambak Budidaya Ikan Bandeng



Sumber: Dokumentasi PT Pertamina Patra Niaga Fuel Terminal Cikampek, 2025

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya oleh Ichdayati et al., 2012 dengan judul Pengaruh Polutan Tambak Terhadap Efisiensi Teknis Produksi Bandeng di Kabupaten Karawang dijelaskan bahwa budidaya ikan bandeng dengan pola budidaya monokultur di Kabupaten Karawang, dalam setiap 1 hektar luasan tambak bandeng oleh petani ditebar 5.950 benih ikan bandeng hingga masa panen dibutuhkan jumlah pakan sebesar 702,12 kg yang menghasilkan jumlah panen sebanyak 989,75 kg dengan total polutan yang dihasilkan berupa nitrogen 62,42 kg/ 6,24 ppm.

Berdasarkan standart budidaya air payau BPBAPL (Balai Pengembangan Budidaya Air Payau Dan Laut) Kabupaten Karawang ambang batas/ baku mutu polutan jenis Nitrogen (N) yaitu ≤ 1.0 . Hasil penelitian tersebut jika dibandingkan dengan standar budidaya air payau menunjukkan bahwa adanya

kelebihan limbah N organik yang melebihi ambang batas. Limbah N organik dihasilkan dari limbah pakan dan ekskresi ikan bandeng.

Limbah N organik yang tinggi tersebut, jika mengacu pada hasil panen yang dihasilkan dari 5.950 benih ikan bandeng sebanyak 989,75 kg menunjukkan bahwa limbah N menyebabkan kurang optimalnya hasil panen. Menurut SNI 8005-2014 target produksi minimum ikan bandeng adalah 1.600 kg/ha atau 1,6 ton/ha.

Faktor penting dalam budidaya ikan bandeng secara intensif yaitu persiapan tambak, sortir dan penebaran benur, manajemen kualitas air, pengelolaan pakan, pengendalian penyakit serta panen. Manajemen kualitas air pada budidaya harus sesuai dengan kebutuhan ikan karena air merupakan tempat hidup bagi ikan yang sangat mempengaruhi perkembangan ikan (Djumanto *et al.*, 2017). Kualitas air harus serius untuk diperhatikan apabila ingin siklus produksi budidaya ikan berlangsung stabil. Kualitas air memainkan peran penting dalam kegiatan budidaya akuakultur (Ariadi et al, 2019). Karena, air sebagai media budiaya merupakan tempat hidup biota yang status ekologisnya harus selalu memenuhi status baku mutu kelayakan budidaya (Ariadi et al, 2021).

Penerapan inovasi Teman Mangrove (Sistem Aquaponik Mangrove) dengan skema kerja menyedot sedimen limbah nitrogen yang kemudian mengalirkannya pada area konservasi tanaman mangrove memberikan dampak pengurangan limbah nitrogen pada tambak budidaya ikan bandeng sehingga mempengaruhi kualitas air sebagai media hidup ikan bandeng.

Berdasarkan *logbook* hasil panen petani tambak bandeng menunjukkan bahwa dampak penerapan inovasi meningkatkan hasil panen menjadi 1207,3 kg ikan bandeng. Jika dikonversi dengan harga jual ikan bandeng pada periode Januari 2025 di tengkulak ikan bandeng Desa Sedari sebesar Rp 23.000/kg pendapatan petani meningkat dari sebelumnya Rp 22.764.250 (hasil panen 989,75 kg) menjadi Rp 27.767.900. Peningkatan penghasilan sebesar Rp 5.003.650 (21,98%).

Gambar 3
Aktivitas Panen Ikan Bandeng



Sumber: Dokumentasi PT Pertamina Patra Niaga Fuel Terminal Cikampek, 2025

Menurut Marlina dan Rakhmawati (2016) media akuaponik memanfaatkan nitrogen hasil buangan dari organisme peliharaan yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman yang dipelihara sehingga mampu mengurangi kandungan amonia di perairan. Semakin menurun kandungan amonia pada media sistem akuaponik, semakin tinggi tingkat kelangsungan hidup ikan. Hal ini dikarenakan kondisi lingkungan yang baik mampu meningkatkan nafsu makan dan mengurangi kondisi stress pada ikan.

Dampak Inovasi Terhadap Tanaman Mangrove

Area konservasi mangrove 2 di Dusun Karangsari, Desa Sedari sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1, ditujukan secara jangka panjang untuk menjadi area vegetasi dan benteng alami untuk melindungi fasilitas publik dan aset masyarakat berupa sekolah dasar, paud, pemukiman, tempat ibadah, dan tambak budidaya ikan bandeng. Semakin optimal pertumbuhan mangrove yang telah ditanam di lokasi tersebut semakin berperan mangrove sebagai benteng alami yang mampu melindungi aset masyarakat.

Secara umum wilayah pesisir di Karawang, dahulu merupakan pesisir yang bagus dan asri. Karawang juga memiliki wilayah pesisir yang penduduknya produktif, yaitu bekerja aktif di bidang perikanan, baik perikanan tangkap maupun budidaya, dengan produksi cukup tinggi pada tahun 2021 mencapai 69.340ton dengan nilai Rp. 1.248.526.123.000,-. Selain itu, Karawang merupakan kawasan wisata bagi penduduk lokal karena pesona pantainya yang indah (DPK Karawang, 2021).

Karena dinamika wilayah pesisir di Karawang, telah menyebabkan banyak perubahan garis pantai. Gelombang laut dari arah utara pulau Jawa telah menjadi penyebab perubahan tersebut. Abrasi pantai terjadi dominan di sepanjang pesisir, sementara itu tidak terlalu terlihat erosi tanah dari hulu. Penyebab utama terjadinya abrasi adalah gelombang laut yang datang dari arah Timur Laut (Haryani et al., 2021). Gelombang laut menyebabkan aliran energi sepanjang pantai dan tegak lurus pantai, yang membawa pasir ke arah laut sebagai material pantai, sehingga penipisan material terjadi di daerah pantai yang menjadi penyebab disekitar pantai terjadi abrasi (Masselink, 2021).

Perubahan garis pantai di wilayah pesisir Kabupaten Karawang hampir mencapai 50% dari panjang garis pantai yang ada saat ini. Rata-rata abrasi dari tahun 1990-2018 di pesisir Kabupaten Karawang mencapai 101,28 m dengan laju 3,64 m/tahun. Sedangkan, untuk akresi, yang merupakan perubahan garis pantai menuju laut lepas karena adanya proses sedimentasi dari daratan atau sungai menuju arah laut, adalah mencapai 195,63 m dengan

laju 7,04 m/tahun (Akhmad et al., 2018).

Berdasarkan konsep neraca sendimen Bird dalam (Ramadhani, 2020), terjadi abrasi pantai akibat tidak seimbangnya masuk dan hilangnya material pada lokasi tersebut. karena itu penting untuk di lakukan pencegahan dini terhadap abrasi pantai yang sering menjadi permasalahan utama disekitar kawasan pesisir pantai. Upaya yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan penanaman bibit mangrove untuk menjaga kelestarian ekosistem mangrove. Hal ini senada dengan Irawan et al. (2020), bahwa hutan mangrove berperan sebagai pencegah abrasi atau pengikisan kawasan pesisir pantai oleh pasang surut air laut.

Haryati et al., (2020) menjelaskan bahwa pengaruh kelestarian ekosistem mangrove akan memberikan pengaruhnya seperti proteksi terhadap abrasi, pengendalian intrusi air laut, mengurangi tiupan angin, mencegah tinggi dan kecepatan arus laut dan pembersihan air dari polutan. Oleh karena itu, kelestarian ekosistem pesisir akan berpengaruh bagi kelestarian kawasan pemukiman masyarakat serta fasilitas publik di sekitar pesisir pantai. Sehingga, perlu ada perbaikan ekosistem pesisir dengan penanaman mangrove untuk mendukung kawasan pesisir yang terus mengalami kemunduran garis pantai dengan tingkat abrasi yang tinggi (Kandari et al., 2021).

Alwidakdo et al., (2014) menyatakan bahwa upaya dalam menambah luasan hutan mangrove di wilayah sempadan pantai seringkali mengalami kendala. Banyak bibit mangrove yang akhirnya mati setelah ditanam dimana kegagalan tersebut masih terus saja berulang ketika dilakukan penyulaman guna menggantikan anakan-anakan mangrove yang sudah mati. beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan mangrove di suatu lokasi adalah: fisiografi pantai (topografi), pasang (lama, durasi, rentang), gelombang dan arus, iklim (cahaya, curah hujan, suhu, angin), salinitas, oksigen terlarut, tanah, dan hara.

Upaya untuk mengoptimalkan pertumbuhan mangrove di area konservasi mangrove 2 PT Pertamina Patra Niaga dalam menjawab kendala sebagaimana dinyatakan dalam penelitian Alwidakdo et al., (2014) telah di mitigasi dengan berbagai inovasi yang dilaksanakan PT Pertamina Patra Niaga bersama masyarakat binaan yang tergabung dalam kelompok Lembaga Masyarakat Desa Hutan dan Orang Tua Asuh Pohon Mangrove Desa Sedari. Pada tahun 2023 & 2024 Inovasi Waver Mangrove (*Water Level Control*) ditujukan untuk mengatasi masalah pengaruh gelombang laut/pasang yang membuat area penanaman menjadi tergenang air berlebihan dan pasir hingga sendimen lumpur yang tinggi sehingga mempengaruhi pertumbuhan mangrove. Inovasi Waver Mangrove tersebut bekerja mengatur volume air, pasir, serta lumpur berlebihan yang berdampak terhadap kurang optimalnya pertumbuhan mangrove.

Hasil inovasi tersebut berhasil dalam mengoptimalkan pertumbuhan mangrove dengan hasil pengukuran *survival rate* dan tingkat persentase kesehatan tanaman mencapai 97,65%.

Gambar 4
Inovasi Waver Mangrove



Sumber: Dokumentasi PT Pertamina Patra Niaga
Fuel Terminal Cikampek, 2025

Pada tahun 2024-2025 sebagai upaya untuk lebih mengoptimalkan pertumbuhan mangrove diperlukan nutrisi dan unsur hara. Potensi yang dapat dimanfaatkan yaitu dari keberadaan tambak budidaya ikan bandeng yang memiliki limbah dari pakan dan ekskresi ikan yang belum termanfaatkan. Sistem aquaponik menjadi sistem saling menguntungkan secara ekologis dan ekonomis karena limbah tambak tersebut yang menjadi permasalahan petani termanfaatkan untuk peningkatan optimalisasi pertumbuhan mangrove sebagai sumber nutrisi dan unsur hara untuk pertumbuhan mangrove.

Gambar 5
Skema Skema Inovasi Teman Mangrove dan Pipa Distribusi Limbah Organik Tambak Ke Area Konservasi Teman Mangrove



Sumber: Dokumentasi PT Pertamina Patra Niaga
Fuel Terminal Cikampek, 2025

Berdasarkan penelitian Ichdayati et al., (2012), setiap hektar tambak bandeng dengan pola budidaya monokultur dihasilkan polutan berupa nitrogen sebanyak 62,42 kg/ 6,24 ppm dan phosphor sebanyak 30,48 kg / 3,05 ppm. Menurut Miah & Moula (2019) ketersediaan hara terutama nitrogen

dan fosfor menjadi faktor penting pada pertumbuhan tanaman mangrove.

Pertumbuhan daun pada *Rhizophora* dapat berjalan dengan baik karena adanya unsur nitrogen pada NPK (Hastuti et al., 2016). Pemberian nitrogen dengan konsentrasi yang tepat dapat meningkatkan tingkat fotosintesis sehingga berpengaruh dalam mempercepat proses pembentukan daun dan menghasilkan jumlah daun yang lebih banyak (Hanafiah, 2010). Hal tersebut terjadi karena jika pasokan nitrogen tercukupi maka daun tanaman akan tumbuh besar dan memperluas permukaannya untuk melakukan fotosintesis, dimana laju fotosintesis yang meningkat akan menghasilkan fotosintesis dalam jumlah besar dan menyebabkan peningkatan pertumbuhan daun (Trisnawati et al., 2017). Kandungan Fosfor (P) yang diperoleh dari pupuk NPK dapat membantu merangsang pembentukan akar baru pada tanaman mangrove dan memperkuat cabang perakaran yang lebih banyak (Shelby et al., 2019). Jumlah akar sangat erat kaitannya dengan keberhasilan penyerapan nutrisi sehingga akan mempengaruhi percepatan pertumbuhan tanaman secara umum (Mustika et al., 2014).

Limbah tambak budidaya ikan bandeng yang tersedimentasi berupa nitrogen dan phosphor dengan skema kerja inovasi Teman Mangrove (Sistem Aquaponik Mangrove) dialirkan ke area konservasi mangrove dengan menggunakan pipa yang dibantu oleh pompa yang kemudian menjadi unsur hara dan nutrisi yang diserap oleh tanaman mangrove.

Mengacu pada hasil penelitian Trisnawati et al., (2017), dimana pemberian NPK sebesar 12 gr berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi bibit, jumlah daun, dan volume akar *Rhizophora sp.*

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran di area konservasi tidak ditemukan kematian tanaman dan hasil pertumbuhannya jika dibandingkan pada periode sebelumnya terdapat pertumbuhan yang lebih optimal dengan indikator daun yang lebih lebat, batang yang lebih besar, dan tanaman mangrove yang lebih tinggi. Jika dikonversi dengan mengacu pada penelitian Ichdayati et al., (2012), setiap hektar tambak bandeng dalam 1 kali periode budidaya dengan pola budidaya monokultur dihasilkan polutan berupa nitrogen (N) sebanyak 62,42 kg/ 6,24 ppm dan phosphor (P) sebanyak 30,48 kg / 3,05 ppm.

Berdasarkan penelitian diatas jika dikonversi dalam 1 tahun (1 tahun 2 kali periode budidaya) total N yang dihasilkan sebesar 124,84 kg dan total P yang dihasilkan sebesar 60,96. Penelitian Trisnawati et al., (2017), mengungkapkan bahwa kebutuhan nutrisi NPK tanaman mangrove untuk tumbuh optimal yaitu 12 g per tanaman, maka jika total tanaman mangrove yang tertanam di area konservasi 2 sebanyak > 8.000 tanaman maka diperlukan 96 kg pupuk NPK per tahun. Perhitungan

penghematan dari pemanfaatan limbah pakan ternak dan ekskresi ikan bandeng jika konversi dengan kebutuhan NPK diatas dikalikan dengan harga pupuk NPK Rp 25.000/kg (merek mutiara 16-1616 harga bulan januari 2025) yaitu senilai Rp 2.400.000.

Gambar 6
Pebandingan Kondisi Awal Sebelum Inovasi
dengan Kondisi Setelah Inovasi



Kondisi Awal Sebelum
Inovasi

Kondisi Setelah
Inovasi

Sumber: Dokumentasi PT Pertamina Patra Niaga
Fuel Terminal Cikampek, 2025

KESIMPULAN

Inovasi Teman Mangrove (Sistem Aquaponik Mangrove) yang memanfaatkan sedimen limbah pakan dan ekskresi ikan bandeng dari tambak (1 ha) untuk didistribusikan melalui pipa dengan bantuan tenaga pompa, ke area konservasi mangrove terbukti menciptakan *circular* ekologis dan ekonomis hara, menurunkan beban N dan P pada kualitas tambak budidaya ikan bandeng. Pada tambak budidaya ikan bandeng, penerapan sistem ini berdampak terhadap peningkatan hasil panen dari 989,75 kg menjadi 1.207,3 kg per siklus (21,98%), yang pada harga jual Rp23.000/kg meningkatkan pendapatan petani sekitar Rp5.003.650. Peningkatan produksi ini mengindikasikan beban N dan P lebih terkelola, sejalan dengan prinsip akuaponik yang menekan amonia di perairan budidaya. Pada area konservasi mangrove, suplai nutrisi dari limbah pakan ikan dan ekskresi ikan bandeng yang mengandung unsur N dan P memperlihatkan pertumbuhan lebih optimal (daun lebih lebat, batang membesar, tinggi meningkat) tanpa kematian tanaman selama periode pengamatan. Output per tahun (dua siklus panen) N = 124,84 kg dan P = 60,96 kg/ha dari tambak dapat memenuhi kebutuhan pemupukan setara 96 kg NPK/tahun untuk >8.000 tanaman mangrove (12 g/tanaman/tahun). Artinya, limbah tambak mampu mensubstitusi sehingga menghasilkan penghematan Rp2.400.000/tahun.

DAFTAR PUSTAKA

Akhmad R. Setiabudi, Thonas I. & Maryanto.

- (2018). Deteksi Perubahan Garis Pantai di Pesisir Kabupaten Karawang dengan Aplikasi Digital Shoreline Analysis System (DSAS). Jurnal Reka Geomatika. Institut Teknologi Nasional No.2, Vol. 2018, pp. 42-50.
- Alwidakdo, A., Azham, Z., & Kamarubayana, L. (2014). Studi Pertumbuhan Mangrove Pada Kegiatan Rehabilitasi Hutan Mangrove Kabupaten Kutai Kartanegara. AGRIFOR, XIII, pp. 11-18.
- Ariadi H. (2019) Financial feasibility analysis of shrimp vannamei (*Litopenaeus vannamei*) culture in intensive aquaculture system with low salinity, salinity. ECSOFIM (Economic and Social of Fisheries and Marine Journal), vol. 7, no. 1, 95-108 pp.
- Ariadi H. (2021) Perbandingan Pola Kelayakan Ekologis Dan Finansial Usaha Pada Kegiatan Budidaya Udang Vaname (*L.vannamei*). Fish Scientiae Journal, vol. 11, no. 2, pp. 125-138.
- [DPK] Dinas Perikanan Kabupaten Karawang. (2021). Potensi dan Produksi Perikanan dan Kelautan Tahun 2021. Dinas Perikanan Kabupaten Karawang.
- Djumanto, N., Pranoto, B. E., Diani, V. S., dan Setyobudi, E. (2017). Makanan dan pertumbuhan ikanbandeng, *Chanos chanos*(Forsskal, 1775) tebaran di Waduk Sermo, Kulon Progo. Jurnal Iktiologi Indonesia, 17(1), pp. 83.
- Hanafiah, A. K. (2010). Dasar-dasar Ilmu Tanah, Jakarta. Rajawali Pers. Jakarta.
- Haryani, E.B.S., Roberto Pasaribu, Liliek Soeprijadi, Anthon Anthonny Djari, Chrisoetanto P. Pattirane. (2021). Development of Coastal Protection Structure in Karawang Coastal Area of Indonesia. International Journal of Research and Innovation in Applied Science (IJRIAS) vol.6, issue 11, 14-22 pp.
- Haryati, Purba, A., Kesumawati, D., Rahmayanti, T., Zuliani, U. S., & Parinduri, W. M. (2020). Pengelolaan ekosistem hutan mangrove dengan memperhatikan kualitas air ditinjau dari sifat. 1(2), pp. 54-59.
- Hastuti, W., Prihastanti, E., Haryanti, S., & Subagyo, A. (2016). Pemberian Kombinasi Pupuk Daun Gandasil D dengan Pupuk Nano-silika terhadap Pertumbuhan Bibit Mangrove (*Bruguiera gymnorrhiza*). Jurnal Akademika Biologi, 5(2), pp. 38-48.
- Ichdayati, L. I., Hartoyo, S., Syaikat, Y., & Kuntjoro, S. U. (2013). Pengaruh polutan tambak terhadap efisiensi teknis produksi bandeng di Kabupaten Karawang. Jurnal Agribisnis Indonesia, 1(2), pp.107–124.
- Irawan, D., dan Handayani, L.(2020). Studi kesesuaian kualitas perairan t ambak ikan

- bandeng (*Chanos chanos*) di kawasan ekowisata mangrove sungai Tatah. *E Journal Budidaya Perairan* ,vol. 9 No 1, pp. 10-18.
- Kandari, aminudin mane, Kasim, S., & Siwi, L. ode. (2021). Perbaikan lingkungan dengan penanaman mangrove berbasis masyarakat untuk mendukung wisata pesisir desa tapulaga. *Aksiologi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), pp. 88-103.
- Lisdayanti, E., Najmi, N., Rahmawati, & Hermawan, E. P. D. (2024). Growth pattern and survival of mangrove seedlings on the coast of Peunaga Cut Ujong, West Aceh. *Jurnal Sylva Lestari*, 12(3), pp.634–647.
- Marlina, E & R. Rakhmawati. 2016. Kajian Kandungan Amonia Pada Budidaya Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) Menggunakan Teknologi Akuaponik Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*) Prosiding Seminar Nasional Tahunan Ke-V Hasil-Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan, pp. 181-187.
- Masselink, G. (2021). Sandy Beach Morphodynamics. *Journal of Coastal Research*, (2021), 37(2) pp.
- Miah, M. A. Q., & Moula, M. G. (2019). Effect of NPK fertilizers on seedling growth of mangrove species. *Journal of Bioscience and Agriculture Research*, 20(1), 1687-1693 pp.
- Midelan, A., & Redding, T. 2000. *Environmental Management for Aquaculture*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 223 pp.
- Montoya, R., & Velasco, M. 2000. Role of bacteria on nutritional and management strategies in aquaculture systems. *Global Aquaculture Advocate*, 3(2): 35-36 pp.
- Mustika, D. I., Rusdiana, O., & Suk endro, A. (2014). Pertumbuhan Bakau Minyak (*Rhizophora apiculata*) di Persemaian Mangrove Desa Muara Teluk Naga, Tangerang, Banten. *Jurnal Bonorowo Wetlands*, 4(2), pp. 108-116.
- Ramadhani, S. (2020). Pencegahan abrasi pantai timur surabaya melalui desain ekowisata hutan mangrove wonorejo surabaya. Prosiding: seminar teknologi kebumihan dan kelautan (SEMITAN II), 2(1), pp.535-541.
- Trisnawati, T., Wardati, W., & Yulia, A. E. (2017). Pertumbuhan Bibit Mangrove (*Rhizophora* SP.) Pada Medium Hidraquent Yang Diberi Beberapa Dosis Npk (Doctoral dissertation, Riau University).
- Utomo, A. P., Haerani, J. O., Ferdian, R. N., Paradise, R. & Radianto, D. O., 2024. Pemaksimalan fungsi penanaman mangrove di daerah rawan abrasi Jakarta. *Jurnal Ilmiah Nusantara (JINU)*, 1(3), pp.12–22.
- Usman, U., Palinggi, N. N., Harris, E., Jusadi, D., Supriyono, E., & Yuhana, M. (2010). Analisis tingkat pencernaan pakan dan limbah nitrogen (N) budidaya ikan bandeng serta kebutuhan penambahan C-organik untuk penumbuhan bakteri heterotrof (bioflok). *Jurnal Riset Akuakultur*, 5(3), pp. 481–490.
- Wedemeyer, G.A. 1996. *Physiology of fish in intensive culture systems*. Chapman & Hall. New York, 277 pp