

Pemanfaatan Limbah Tambak Udang sebagai Pupuk Cair Untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan di Pesisir Kebumen UGGp

Shrimp Farm Waste as Liquid Fertilizer to Support Sustainable Agriculture in the Kebumen UGGp Coastal Area

Agustina Puspa Mentari^{1) a)*}, Pandu Ardyaninggar^{2) b)}

¹⁾ Kebumen Geopark Youth Forum

^{a)} Jl. Lintas Selatan, Desa Surejan, Kecamatan Puring, Kabupaten Kebumen 54383

²⁾ Kebumen Geopark Youth Forum

^{b)} Jalan Krama Leksana 002/008, Kelurahan Selang, Kecamatan Kebumen, Kabupaten Kebumen 54314

*Email: agustinapuspa_30@student.uns.ac.id

Naskah Masuk: 24 Mei 2026 Naskah Revisi: 27 Juni 2026 Naskah Diterima: 28 Juni 2026

ABSTRACT

Shrimp farming on the southern coast of Kebumen, specifically in Surejan Village, has expanded rapidly but faces significant challenges regarding suboptimal waste management. This study aims to analyze pond waste management conditions and explore its potential as liquid organic fertilizer to support sustainable agriculture within the Kebumen UNESCO Global Geopark (UGGp) area. Employing a qualitative descriptive approach through in-depth interviews, field observations, and literature reviews, the study reveals that most farm owners have not implemented Wastewater Treatment Plants (IPAL) due to high operational costs and low environmental awareness. This neglect leads to lagoon pollution and soil degradation, threatening long-term productivity. Conversely, shrimp waste is rich in essential nutrients (N, P, K) suitable for liquid organic fertilizer. Literature indicates that waste fermented with EM4 bioactivators meets Permentan 261/2019 standards and significantly enhances plant growth. The study concludes that optimizing waste management through innovative, integrative approaches based on pentahelix collaboration offers a sustainable solution aligned with Sustainable Development Goals (SDGs) and UGGp standards.

Keywords: communal farming, liquid organic fertilizer, shrimp farming, Kebumen UGGp

ABSTRAK

Budidaya udang di pesisir selatan Kebumen, khususnya Desa Surejan, berkembang pesat namun menghadapi tantangan pengelolaan limbah yang belum optimal. Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi pengelolaan limbah tambak serta mengeksplorasi potensi pemanfaatannya sebagai pupuk cair organik guna mendukung pertanian berkelanjutan di kawasan Kebumen UNESCO Global Geopark (UGGp). Menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif melalui wawancara mendalam, observasi, dan studi literatur, penelitian menemukan bahwa sebagian besar pengusaha belum menerapkan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) karena kendala biaya operasional dan rendahnya kesadaran lingkungan. Dampaknya berupa pencemaran laguna dan penurunan kualitas tanah yang mengancam produktivitas. Namun, limbah tersebut kaya akan unsur hara (N, P, K) yang berpotensi diolah menjadi pupuk cair organik. Berdasarkan studi literatur, fermentasi limbah dengan bioaktivator EM4 memenuhi standar Permentan 261/2019 dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman secara signifikan. Penelitian menyimpulkan bahwa optimalisasi pengelolaan limbah melalui pendekatan inovatif berbasis kolaborasi pentahelix merupakan solusi berkelanjutan yang selaras dengan target SDGs dan standar UNESCO Global Geopark.

Kata Kunci: pertanian komunal, pupuk cair organik, tambak udang, Kebumen UGGp

PENDAHULUAN

Sektor budidaya tambak udang di pesisir selatan Kebumen, khususnya di pesisir Desa Surejan dan Desa Waluyorejo, Kecamatan Puring hingga Desa Jogosimo, Kecamatan Klirong telah mengalami pertumbuhan yang sangat pesat dalam beberapa tahun terakhir. Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia (KKP), kawasan tambak udang di Kebumen mencakup luas 60 hektar dengan 149 petak tambak, menjadikannya salah satu kawasan budidaya terbesar di Jawa Tengah (KKP, 2022). Perkembangan ini turut mendorong peningkatan kesejahteraan ekonomi masyarakat pesisir secara signifikan, bahkan memunculkan banyak kelompok masyarakat dengan peningkatan status ekonomi secara pesat di wilayah Puring (Kebumen Ekspres, 2016). Di Desa Surejan sendiri, jumlah petak tambak meningkat drastis dari 18 petak pada tahun 2014 menjadi 160 petak pada tahun 2016, dengan kapasitas produksi sekitar 2,5 ton udang per petak setiap tiga bulan dan pendapatan kotor mencapai Rp 96 miliar per tahun (Kebumen Ekspres, 2016). Jenis udang yang dibudidayakan adalah udang vaname (*Litopenaeus vannamei*), yang dipilih karena pertumbuhannya cepat, toleran terhadap perubahan kualitas air, mudah dirawat, serta memiliki pasar domestik yang terus berkembang (Hidayat dkk., 2015).

Namun, di balik keuntungan ekonomi yang menjanjikan tersebut, terdapat permasalahan lingkungan yang belum tertangani secara optimal. Limbah yang dihasilkan dari aktivitas budidaya tambak udang meliputi sisa pakan, kotoran udang, serta bahan organik lainnya yang berpotensi mencemari lingkungan sekitar apabila tidak dikelola dengan benar (Hidayat dkk., 2015). Dampak negatif yang telah teramati mencakup peningkatan kadar amonia, eutrofikasi, serta pertumbuhan alga yang berlebihan di permukaan perairan laguna sekitar kawasan tambak (Prasetyono dkk., 2022). Selain dampak terhadap perairan, akumulasi bahan kimia dari aktivitas budidaya juga menyebabkan perubahan sifat fisik tanah di sekitar lokasi pembuangan limbah, yang ditandai dengan perubahan warna tanah menjadi keperakan (Sintawati dkk., 2024). Lebih jauh, bau tidak sedap akibat penguraian limbah organik menjadi keluhan utama masyarakat

sekitar serta berpotensi menjadi media penularan penyakit melalui serangga (Sintawati dkk., 2024).

Kondisi pencemaran perairan laguna semakin diperparah oleh dinamika musiman. Saat musim hujan, laguna yang tidak mampu menampung peningkatan volume air kerap meluap dan mencampurkan limbah tambak dengan air laut. Air laut yang telah terkontaminasi tersebut kemudian kembali digunakan dalam proses budidaya, sehingga menciptakan siklus pencemaran yang berkelanjutan (Wahyu dkk., 2024). Dari sisi regulasi dan implementasi, terdapat kesenjangan yang nyata antara kebijakan yang berlaku dengan praktik di lapangan. Berdasarkan hasil wawancara terhadap empat pengusaha tambak udang di Desa Waluyorejo, tiga di antaranya tidak melakukan pengelolaan limbah sesuai regulasi yang berlaku (Utami dkk., 2024). Hanya satu pengusaha yang telah membangun Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sederhana, itupun diakui belum sepenuhnya memenuhi standar yang ditetapkan.

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji aspek-aspek dari permasalahan ini. Utami dkk. (2024) fokus pada pemberdayaan kelompok tani melalui pembuatan kompos dari limbah udang, namun tidak menyentuh integrasi sistem IPAL dan produksi pupuk cair. Septarini dkk. (2025) memformulasikan pupuk organik cair dari limbah air tambak udang berbasis *eco-enzyme*, tetapi tidak menganalisis konteks implementasi di kawasan geopark dan strategi kolaborasi multipihak. Airawati dkk. (2023) menganalisis kebijakan keberlanjutan budidaya udang vaname secara umum, namun tidak secara spesifik mengangkat potensi circular economy melalui pemanfaatan limbah. Dengan demikian, terdapat gap penelitian berupa belum adanya kajian yang secara integratif menghubungkan antara: (1) kondisi pengelolaan limbah tambak, (2) potensi transformasi limbah menjadi pupuk cair organik, dan (3) strategi implementasi berbasis pentahelix dalam konteks kawasan UNESCO Global Geopark.

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pendekatannya yang integratif: menggabungkan analisis kondisi lapangan pengelolaan limbah, kajian potensi pemanfaatan limbah sebagai pupuk cair organik berbasis literatur ilmiah terkini, serta perancangan strategi implementasi yang disesuaikan dengan

karakteristik Kawasan Kebumen UNESCO Global Geopark. Pendekatan ini mengisi celah penelitian sebelumnya yang bersifat parsial dan tidak kontekstual terhadap tantangan spesifik kawasan geopark.

Padahal, potensi pemanfaatan limbah tambak udang sesungguhnya sangat besar dan belum banyak dilirik. Limbah padat tambak udang super intensif diketahui mengandung nutrisi penting seperti nitrogen total 0,67%, fosfat (P_2O_5) 4,78%, kalium (K_2O) 1%, dan karbon organik 17,84% (Mollah dkk., 2020). Kandungan tersebut menjadikan limbah tambak berpotensi diolah menjadi pupuk cair organik yang bernilai tinggi. Mengingat lokasi tambak yang berdekatan dengan lahan pertanian, pemanfaatan limbah sebagai pupuk cair merupakan solusi berkelanjutan yang dapat mengurangi pencemaran sekaligus meningkatkan produktivitas pertanian pesisir. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pupuk cair berbasis limbah tambak udang yang difermentasi dengan bioaktivator EM4 dapat memenuhi standar pupuk organik cair dan meningkatkan pertumbuhan tanaman secara signifikan dibandingkan kontrol (Septarini dkk., 2025).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini berangkat dari urgensi untuk mengoptimalkan pengelolaan limbah tambak udang di Desa Surejan sebagai bagian dari kawasan Kebumen UNESCO Global Geopark. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis kondisi pengelolaan limbah tambak di Desa Surejan, (2) mengeksplorasi potensi limbah tambak sebagai bahan baku pupuk cair organik, dan (3) merancang strategi implementasi pemanfaatan limbah berbasis kolaborasi pentahelix yang selaras dengan SDGs dan standar UNESCO Global Geopark. Dengan pendekatan yang lebih inovatif dan integratif, diharapkan sektor tambak udang dapat terus berkembang tanpa mengorbankan keseimbangan ekosistem dan kesejahteraan masyarakat sekitar.

TINJAUAN PUSTAKA

Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di kawasan pesisir memberikan kontribusi ekonomi besar, tetapi memicu degradasi lingkungan akibat limbah organik yang tidak terkelola (Hidayat dkk., 2015). Akumulasi sisa pakan dan kotoran udang menyebabkan peningkatan amonia, eutrofikasi,

hingga perubahan sifat fisik tanah (Prasetyono dkk., 2022). Fenomena ini diperparah oleh dinamika musiman di wilayah laguna yang menciptakan siklus pencemaran berkelanjutan (Wahyu dkk., 2024). Rendahnya implementasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) oleh pelaku usaha mempertegas urgensi solusi inovatif berbasis ekonomi sirkular (Utami dkk., 2024).

Limbah tambak udang memiliki potensi tinggi sebagai bahan baku Pupuk Organik Cair (POC) karena mengandung unsur hara esensial seperti Nitrogen (0,67%), Fosfat (4,78%), dan Kalium (1%) (Mollah dkk., 2020). Proses fermentasi menggunakan bioaktivator *Effective Microorganism 4* (EM4) terbukti mampu menghasilkan POC yang efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman dan memenuhi standar teknis minimal sesuai Permentan No. 261/2019 (Septarini dkk., 2025). Pemanfaatan ini tidak hanya mereduksi beban pencemar tetapi juga mendukung produktivitas pertanian pesisir secara berkelanjutan.

Dalam konteks Kebumen UNESCO Global Geopark (UGGp), pengelolaan limbah yang integratif merupakan manifestasi dari pilar konservasi dan pembangunan ekonomi lokal (BRIN, 2023). Strategi implementasi pemanfaatan limbah ini memerlukan kolaborasi pentahelix yang melibatkan akademisi, bisnis, pemerintah, komunitas, dan media untuk menjamin keberlanjutan program. Sinergi ini selaras dengan target *Sustainable Development Goals* (SDGs) dalam menciptakan ekosistem pesisir yang tangguh dan produktif (UNESCO, 2021).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk menganalisis kondisi pengelolaan limbah tambak udang dan mengeksplorasi potensi pemanfaatannya sebagai pupuk cair organik (POC). Pendekatan kualitatif dipilih karena tujuan penelitian bersifat eksploratif dan interpretatif, yaitu memahami fenomena pengelolaan limbah dari perspektif para pelaku usaha tambak di lapangan serta mengintegrasikannya dengan kajian ilmiah berbasis literatur.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di kawasan tambak udang pesisir selatan Kecamatan Puring,

Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah, dengan fokus utama di Desa Surorejan dan Desa Waluyorejo. Kedua desa ini dipilih karena merupakan episentrum perkembangan budidaya tambak udang vannamei di kawasan Kebumen UNESCO Global Geopark dan mewakili permasalahan pengelolaan limbah yang representatif. Penelitian dilaksanakan pada periode September–Desember 2025, meliputi tahap persiapan, pengumpulan data lapangan, analisis, dan penyusunan laporan.

Subjek Penelitian dan Teknik Sampling

Subjek penelitian terdiri dari empat pengusaha tambak udang vannamei di Desa Waluyorejo Kecamatan Puring yang dipilih

menggunakan teknik *purposive sampling*, dengan kriteria: (1) telah menjalankan usaha tambak minimal dua tahun, (2) memiliki pengetahuan langsung tentang praktik pengelolaan limbah, dan (3) bersedia memberikan informasi secara terbuka. Keempat informan dipandang representatif untuk menggambarkan variasi praktik pengelolaan limbah di kawasan tersebut, mengingat keterbatasan jumlah pelaku usaha yang memenuhi kriteria. Selain pengusaha tambak, observasi lapangan juga dilakukan terhadap kondisi fisik lingkungan sekitar kawasan tambak, perairan laguna, dan lahan pertanian di sekitarnya.

Tabel 1.
Karakteristik Informan Penelitian

Kode Informan	Status	Lama Usaha	Jumlah Petak	Status IPAL
I-1	Pengusaha tambak	± 8 tahun	14 petak	Memiliki IPAL sederhana (belum memenuhi standar teknis)
I-2	Pengusaha tambak	± 5 tahun	1-3 petak	Tidak memiliki IPAL
I-3	Pengusaha tambak	± 6 tahun	1-3 petak	Tidak memiliki IPAL
I-4	Pengusaha tambak	± 4 tahun	1-3 petak	Tidak memiliki IPAL

Sumber: Data primer, wawancara lapangan (2023)

Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui tiga teknik yang saling melengkapi: (1) Wawancara mendalam (*in-depth interview*) kepada empat informan menggunakan panduan wawancara semi-terstruktur yang mencakup topik: praktik pembuangan limbah, keberadaan dan kondisi IPAL, kendala kepatuhan regulasi, serta persepsi terhadap pemanfaatan limbah sebagai pupuk; (2) Observasi lapangan terhadap kondisi fisik tambak, sistem drainase, kondisi laguna, dan lahan pertanian di sekitar kawasan; (3) Studi dokumentasi dan kajian literatur terhadap regulasi terkait (PERMEN-KP No.75/2016 tentang Pedoman Umum Pembesaran Udang Windu (*Penaeus monodon*) dan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*), dan Permen LH No.1/2025 yang menjadi panduan atau kriteria spesifik pelaksanaan kegiatan lingkungan serta hasil penelitian ilmiah tentang kandungan nutrisi limbah tambak dan efektivitas POC, serta data statistik perikanan dari KKP.

Teknik Analisis Data

Data kualitatif dianalisis secara deskriptif melalui tahapan: (1) reduksi data, yaitu memilah

dan merangkum informasi yang relevan; (2) penyajian data dalam bentuk narasi deskriptif, tabel perbandingan, dan kutipan wawancara; dan (3) penarikan kesimpulan berdasarkan pola temuan lintas sumber. Validitas data dijamin melalui teknik triangulasi sumber, yaitu mencocokkan informasi dari wawancara, observasi lapangan, dan studi literatur/dokumentasi untuk memastikan konsistensi temuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Permasalahan Pengelolaan Limbah Tambak

Profil Kawasan Tambak

Kawasan pesisir selatan Kecamatan Puring, Kabupaten Kebumen, dicirikan oleh topografi landai dengan keberadaan sistem laguna yang memisahkan daratan dari perairan Samudra Hindia. Laguna ini secara ekologis berfungsi sebagai zona penyangga antara ekosistem darat dan laut, sekaligus menjadi sumber air utama dalam operasional budidaya tambak.



Gambar 1.

Tambak Udang Vannamei
Sumber: *Lintas Kebumen*

Karakteristik tanah berpasir dengan permeabilitas tinggi di kawasan ini memudahkan penyerapan bahan kimia dari limbah tambak ke lapisan tanah, sehingga menjadikan kawasan ini secara inheren rentan terhadap kontaminasi. Desa Surejan merupakan episentrum perkembangan tambak udang di kawasan ini. Jumlah petak tambak di desa tersebut melonjak dari 18 petak pada 2014 menjadi 160 petak pada 2016, dengan kapasitas produksi sekitar 2,5 ton udang per petak setiap tiga bulan (Kebumen Ekspres, 2016). Secara keseluruhan, kawasan tambak yang membentang dari Desa Surejan, Waluyorejo, hingga Jogosimo mencakup 60 hektar dengan 149 petak tambak aktif, menjadikannya salah satu kawasan budidaya udang terbesar di Jawa Tengah (KKP, 2022). Seluruh kawasan ini berada dalam delineasi UGGp Kebumen, yang secara resmi memperoleh status UNESCO setelah melalui proses validasi lapangan internasional yang ketat.

Praktik Pengelolaan Limbah: Temuan Lapangan

Berdasarkan wawancara mendalam dengan empat pengusaha tambak di Desa Waluyorejo, ditemukan pola yang konsisten: tiga

dari empat informan (I-2, I-3, I-4) tidak menerapkan sistem pengelolaan limbah apa pun yang sesuai regulasi. Hanya informan I-1 yang memiliki IPAL sederhana, namun diakui sendiri bahwa sistem tersebut belum memenuhi standar teknis yang diwajibkan regulasi. Berikut kutipan representatif dari hasil wawancara yang mencerminkan temuan ini:

“Saya tau harusnya ada IPAL, tapi biayanya mahal. Kalau dipaksain bangun IPAL yang beneran, bisa rugi. Air limbahnya ya langsung dibuang ke saluran saja, nanti larinya ke laguna.” — Informan I-3, pengusaha tambak, Desa Waluyorejo Kecamatan Puring

“Sudah ada bak pengendapan kecil, tapi itu bukan IPAL yang sesungguhnya. Tidak ada aerasi, tidak ada biofilter. Yang penting tidak langsung buang ke kali.” — Informan I-1, pengusaha tambak, Desa Waluyorejo Kecamatan Puring

Dalam praktik keseharian, sebagian besar pengusaha masih mengalirkan air limbah dari siklus pemeliharaan maupun panen langsung ke saluran drainase yang bermuara ke laguna. Praktik ini berulang setiap siklus panen, yakni sekitar empat kali per tahun, sehingga beban pencemar bersifat kontinu dan kumulatif. Observasi lapangan di kawasan tambak Desa Surejan pada Maret 2024 mengonfirmasi temuan wawancara: tidak ditemukan unit IPAL yang memenuhi standar teknis. Drainase tambak mengalir langsung ke saluran terbuka menuju laguna, dan terdapat indikasi visual pencemaran berupa perubahan warna air laguna dan bau tidak sedap di sekitar area pembuangan.

Tabel 2 menggambarkan kesenjangan regulasi dengan kondisi lapangan mengenai pengelolaan limbah tambak udang di Desa Surejan dan Desa Waluyorejo pada aspek kewajiban IPAL, standar teknis IPAL, baku mutu efluen, pemantauan berkala. Pemanfaatan lumpur, serta sanksi pelanggaran.

Tabel 2.
Kesenjangan Regulasi dan Implementasi Pengelolaan Limbah Tambak Udang di Kawasan Pesisir Kebumen

Aspek	Ketentuan Regulasi	Kondisi Lapangan (Surorejan-Waluyorejo)
Kewajiban IPAL	Wajib bagi setiap pelaku usaha (PERMEN-KP 75/2016; Permen LH 1/2025)	Hanya 1 dari 4 pengusaha yang diwawancarai memiliki IPAL sederhana
Standar Teknis IPAL	Unit pengendapan, oksigenasi, biokonversi, dan penampungan; kapasitas ~50% volume tambak (KKP, 2022)	Tidak ada unit pengolahan lengkap; lumpur dan efluen dibuang langsung ke saluran drainase/laguna
Baku Mutu Efluen	BOD ≤50 mg/L, fosfat ≤0,5 mg/L, amonia ≤5 mg/L, TSS ≤100 mg/L (Permen LH 1/2025)	Tidak dilakukan pengujian maupun pemantauan kualitas efluen secara berkala
Pemantauan Berkala	Wajib dilakukan dan dilaporkan kepada instansi berwenang	Tidak ada mekanisme pelaporan atau pemantauan mandiri
Pemanfaatan Lumpur	Lumpur kering dari drying bed dapat diolah menjadi kompos/pupuk organik (PERMEN-KP 75/2016)	Potensi belum dimanfaatkan; lumpur dibuang atau dibiarkan mengendap di kolam tanpa penanganan
Sanksi Pelanggaran	Sanksi administratif hingga pencabutan izin usaha pasca Maret 2026 (Permen LH 1/2025)	Penegakan hukum belum konsisten; tidak ada sanksi yang diterapkan terhadap pelanggar di lapangan

Sumber: Hasil analisis berdasarkan Permen LH 1/2025, PERMEN-KP 75/2016, KKP (2022) dan data primer wawancara (2025)

Dampak Pencemaran Limbah terhadap Lingkungan dan Status UNESCO Global Geopark

Limbah yang dihasilkan dari kegiatan budidaya tambak udang vanamei terdiri atas sisa pakan yang tidak termakan, feses, urine, serta produk sampingan metabolisme udang lainnya. Ketika limbah ini dibuang langsung ke perairan tanpa melalui proses pengolahan yang memadai, sejumlah parameter kualitas air mengalami degradasi yang signifikan. Sintawati dkk. (2024) menegaskan bahwa limbah tambak yang tidak diolah dapat menyebabkan kerusakan ekosistem yang berdampak pada perubahan nilai pH, salinitas, TSS, BOD, nitrit, dan kadar amonia di perairan sekitarnya. Prasetyono dkk. (2022) menjelaskan bahwa amonia serta senyawa nitrogen lainnya merupakan pemicu utama eutrofikasi hingga blooming alga di wilayah perairan muara dan laut.

Sementara itu, tanah di sekitar lokasi tambak turut mengalami degradasi akibat akumulasi limbah organik dan residu bahan kimia. Berdasarkan observasi lapangan di Desa Surorejan, akumulasi bahan kimia dari aktivitas budidaya menyebabkan perubahan sifat fisik tanah yang ditandai dengan perubahan warna

tanah menjadi keperakan (Sintawati dkk., 2024). Kondisi ini juga selaras dengan temuan informan I-2: "Tanah di sekitar kolam sudah berubah warna, putih keperakan. Kata orang itu karena kimia dari pakan udang". Selain itu, pencemaran limbah tambak yang terus berlangsung mengancam integritas kawasan UNESCO Global Geopark Kebumen, yang mensyaratkan standar pengelolaan lingkungan, pelestarian geodiversitas, dan keberlanjutan ekosistem (Wahyu dkk., 2024).

Perancangan Pupuk Organik Cair Berbasis Limbah Tambak

Kandungan Nutrisi Limbah Tambak sebagai Bahan Baku POC

Limbah tambak udang, baik dalam bentuk padatan maupun cairan, mengandung sejumlah unsur hara makro dan mikro yang esensial bagi pertumbuhan tanaman. Unsur makro yang terkandung meliputi nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan belerang (S), sementara unsur mikro mencakup tembaga (Cu), seng (Zn), mangan (Mn), dan besi (Fe) (Mollah dkk., 2020).

Tabel 3.
 Kandungan Unsur Hara Limbah Tambak Udang dan Fungsinya bagi Tanaman

Unsur Hara	Jenis	Kandungan pada Kulit Udang (%)	Fungsi bagi Tanaman
Nitrogen	Makro	9,54	Pembentukan klorofil dan sintesis protein
Fosfor	Makro	1,09	Perkembangan akar dan percepatan pembungaan
Kalium	Makro	0,52	Integritas dinding sel dan efisiensi penggunaan air
Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Belerang (S)	Makro	Tersedia	Struktur sel, klorofil, dan metabolisme enzim
Cu, Zn, Mn, Fe	Mikro	Tersedia (jumlah kecil)	Katalis metabolisme tanaman

Sumber: Diadaptasi dari Mollah dkk. (2020) dan Syofia (2020 dalam Agroindustri)

Kandungan amonia tinggi yang menjadi penyebab pencemaran ketika limbah dibuang langsung ke perairan justru dapat bertransformasi menjadi sumber nitrogen tersedia bagi tanaman apabila distabilkan melalui proses nitrifikasi atau fermentasi anaerob. Dengan demikian, transformasi limbah tambak menjadi POC merupakan strategi *waste-to-resource* yang selaras dengan prinsip ekonomi sirkular.

Pemilihan EM4 dan Molase (Tetes Tebu) dalam Proses Fermentasi Pupuk Organik Cair



Gambar 2.

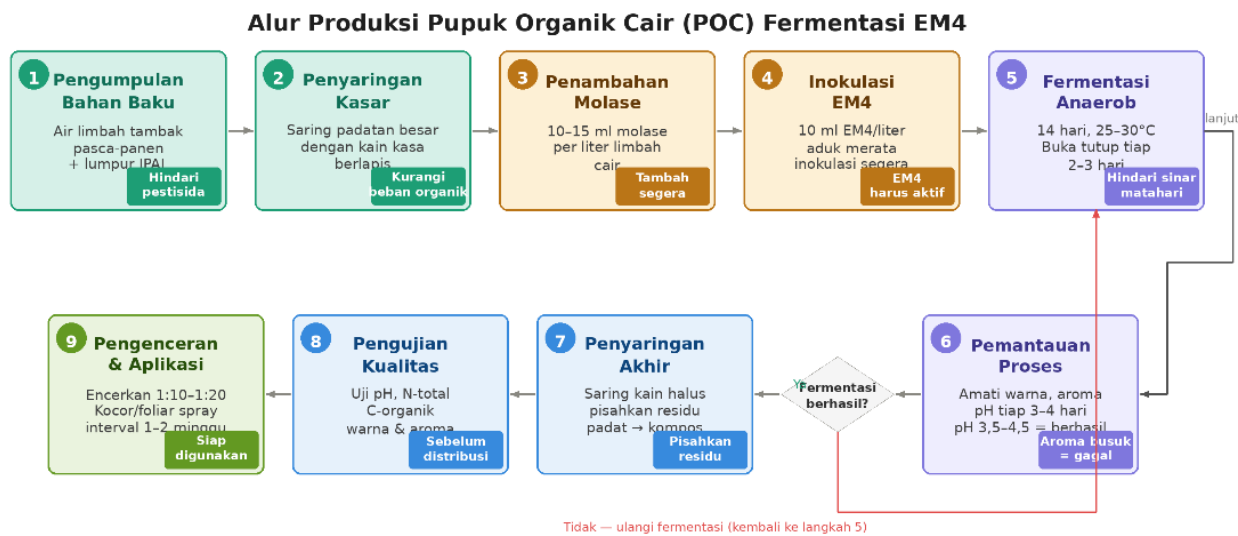
Bioaktivator EM 4 dan Molase (Tetes Tebu)
 Sumber: EM 4 Indonesia; Tokopedia

EM4 (*Effective Microorganism 4*) dipilih sebagai bioaktivator utama dalam proses pembuatan POC karena mengandung konsorsium mikroorganisme yang bekerja secara sinergis, meliputi *Lactobacillus* sp. (bakteri asam laktat), *Rhodopseudomonas* sp. (bakteri fotosintetik), dan khamir/ragi. Konsorsium ini mampu mendegradasi bahan organik kompleks, termasuk protein udang,

chitin cangkang, dan senyawa nitrogen dalam limbah menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mudah diserap tanaman. Dalam proses fermentasi, penambahan molase (tetes tebu) digunakan sebagai sumber karbon sederhana yang berfungsi sebagai nutrisi bagi mikroorganisme. Kandungan gula dalam molase mampu mempercepat pertumbuhan dan aktivitas mikroba, sehingga proses dekomposisi bahan organik berlangsung lebih optimal. Selain itu, molase juga membantu meningkatkan efisiensi fermentasi serta kualitas hasil POC yang dihasilkan, terutama dalam hal kandungan unsur hara dan kestabilan produk. Penelitian Farizki (2020) dari Universitas Bosowa Makassar menunjukkan bahwa proses fermentasi limbah kepala udang vanamei dengan EM4 menghasilkan POC dengan C-organik sebesar 3,585%, melampaui batas minimum yang dipersyaratkan Permentan 261/2019.

Prosedur Pembuatan POC

Berdasarkan sintesis dari berbagai penelitian terkait dan disesuaikan dengan kondisi operasional tambak di kawasan Puring, berikut dirancang prosedur pembuatan POC dari limbah tambak udang menggunakan bioaktivator EM4. Prosedur ini dirancang dengan prinsip aksesibilitas sehingga dapat dilakukan dengan peralatan sederhana, biaya terjangkau, dan tanpa keahlian teknis khusus.



Gambar 3.

Alur Produksi Pupuk Organik Cair menggunakan Fermentasi EM4

Aspek kritis yang perlu diperhatikan adalah konsistensi kondisi anaerob selama fermentasi. Keberhasilan fermentasi dapat diidentifikasi dari perubahan aroma dari bau amonia mentah menjadi aroma asam segar yang khas, serta perubahan warna cairan menjadi kecokelatan.

Integrasi POC dengan Sistem IPAL Minimalis Komunal

Perancangan POC tidak boleh berdiri sendiri melainkan harus diintegrasikan dengan sistem IPAL komunal sebagai satu rantai nilai yang utuh. IPAL Minimalis Komunal merupakan model yang paling realistis untuk kawasan Kecamatan Puring yang didominasi petambak skala menengah ke bawah. Di Vietnam, klaster petambak kecil di Delta Mekong berhasil mempertahankan akses ke pasar ekspor Eropa dan Amerika berkat sistem pengolahan limbah kolektif yang terstandar (Suhana, 2025). Secara teknis, IPAL Komunal terdiri dari kolam pengendapan primer, kolam biofiltrasi aerob,

dan kolam penampungan akhir dengan kapasitas tampung idealnya sekitar 50% dari volume air tambak (KKP, 2022). Output IPAL bukan sekadar waste disposal, melainkan sumber bahan baku produktif yang menciptakan rantai nilai *waste-to-fertilizer*.

Analisis Kelayakan dan Efektivitas Produk Kelayakan Kimiawi POC Limbah Tambak Udang

Analisis kelayakan kimiawi POC berbasis limbah tambak udang mengacu pada Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal (PTM) Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah. Berdasarkan temuan Septarini dkk. (2025), formulasi POC berbasis limbah air tambak udang yang dimodifikasi dengan eco-enzyme menghasilkan kandungan nitrogen total 2,23% dan C-organik 3,13%, memenuhi ambang batas persyaratan pupuk organik cair komersial.

Tabel 4.

Perbandingan Kandungan POC Limbah Tambak dengan Standar Permentan 261/2019			
Parameter	Standar Permentan 261/2019	Septarini dkk. (2025)	Farizki (2020)
C-Organik	Minimal 3%	3,13% (Memenuhi)	3,585% (Memenuhi)
N-total	Minimal 2%	2,23% (Memenuhi)	-
pH	4-8	Sesuai rentang (Memenuhi)	Sesuai rentang (Memenuhi)

Sumber: Septarini dkk. (2025), Farizki (2020), Permentan 261/KPTS/SR.310/M/4/2019

Efektivitas pada Tanaman

Uji aplikasi POC berbasis limbah tambak pada tanaman cabai yang dilakukan Septarini dkk. (2025) menunjukkan peningkatan pertumbuhan yang signifikan dibandingkan kontrol, terutama pada perlakuan dengan komposisi optimal. Penelitian Dewanti dkk. (2023) pada lahan pesisir dengan karakteristik serupa dengan Kebumen menunjukkan bahwa pemberian POC dari limbah udang yang dikombinasikan dengan kotoran ayam secara nyata meningkatkan pH tanah, N-total, jumlah daun, berat basah, dan berat kering tanaman sawi, serta meningkatkan kadar C-organik, N-

tersedia, P-tersedia, dan K-tersedia dalam tanah. Penting untuk dicatat bahwa peningkatan produktivitas tanaman ini didasarkan pada hasil penelitian ilmiah di lokasi dengan kondisi serupa, bukan dari uji lapangan langsung yang dilakukan dalam penelitian ini.

Analisis Komparatif: POC Limbah Tambak dengan Pupuk Kimia Konvensional

Tabel 5 memperlihatkan perbandingan antara POC limbah tambak dengan pupuk kimia konvensional mulai dari aspek ketersediaan hara, dampak jangka panjang pada tanah, biaya produksi, dampak lingkungan, dan keberlanjutannya.

Tabel 5.

Perbandingan Keunggulan POC Limbah Tambak dengan Pupuk Kimia Konvensional

Aspek	POC Limbah Tambak	Pupuk Kimia Konvensional
Ketersediaan hara	Bertahap dan berkelanjutan	Langsung tersedia, jangka pendek
Dampak jangka panjang pada tanah	Meningkatkan C-organik, memperbaiki struktur tanah	Degradasi tanah, ketidakseimbangan hara jangka panjang (Airawati dkk., 2023)
Biaya produksi	Rendah, memanfaatkan limbah yang sudah tersedia	Tinggi dan sangat fluktuatif
Dampak lingkungan	Mengurangi pencemaran perairan dan laguna	Potensi run-off dan eutrofikasi perairan
Keberlanjutan	Selaras dengan prinsip ekonomi sirkular dan pilar geopark	Bergantung bahan baku non-terbarukan

Sumber: Diadaptasi dari Dewanti dkk. (2023) dan Airawati dkk. (2023)

Relevansi terhadap SDGs dan Kebumen UNESCO Global Geopark

Pemanfaatan limbah tambak sebagai pupuk organik cair (POC) memiliki relevansi kuat terhadap beberapa target Sustainable Development Goals (SDGs). Pada SDG 2 (*Zero Hunger*), penggunaan POC sebagai substitusi pupuk kimia dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan mendukung ketahanan pangan, khususnya bagi petani kecil. Pada SDG 6 (*Clean Water and Sanitation*), pengolahan limbah tambak sebelum dibuang mampu mengurangi pencemaran perairan, terutama melalui penerapan IPAL komunal. Selanjutnya, pada SDG 12 (*Responsible Consumption and Production*), transformasi limbah menjadi POC

mencerminkan prinsip ekonomi sirkular yang menciptakan nilai tambah dari limbah. Sementara itu, pada SDG 14 (*Life Below Water*), pengurangan beban pencemar berkontribusi pada perlindungan ekosistem perairan pesisir, sejalan dengan upaya pelestarian lingkungan di kawasan Kebumen UGGp.

Strategi Implementasi dan Kolaborasi Pentahelix

Transformasi pengelolaan limbah tambak menuju sistem yang berkelanjutan memerlukan kolaborasi lintas aktor yang terstruktur dalam kerangka Pentahelix, yang mengintegrasikan lima pilar: Pemerintah, Akademisi, Pelaku Usaha, Komunitas, dan Pemuda (KGYF).

Tabel 6.

Peran Aktor Pentahelix dalam Implementasi Pengelolaan Limbah Tambak Berbasis POC

No.	Aktor Pentahelix	Peran yang Dapat Dilakukan
1	Pemerintah Daerah (Pemkab Kebumen & Dinas Kelautan dan Perikanan)	a. Menerapkan perizinan berbasis kepatuhan lingkungan b. Menyediakan desain prototipe IPAL Komunal c. Mengalokasikan DAK untuk infrastruktur limbah d. Memfasilitasi skema green financing e. Memastikan pengelolaan kawasan selaras dengan standar UNESCO.
2	Akademisi (Perguruan Tinggi & Lembaga Riset)	a. Menghasilkan formula POC terstandar b. Mendampingi uji lapangan c. Menyediakan data ilmiah sebagai dasar kebijakan berbasis bukti d. Mengembangkan teknologi fermentasi yang dapat direplikasi petambak skala kecil.
3	Pelaku Usaha (Koperasi & Industri)	a. Membentuk koperasi limbah yang mengelola pengolahan dan distribusi POC b. Memasarkan POC kepada petani c. Berinvestasi dalam infrastruktur IPAL komunal.
4	Komunitas (Petani & Masyarakat Pesisir)	a. Menjadi pengguna utama POC b. Berperan sebagai pengawas sosial c. Berpartisipasi aktif dalam pelatihan pembuatan POC d. Membentuk kelompok tani berbasis POC.
5	KGYF (Kebumen Geopark Youth Forum)	a. Kampanye kesadaran dampak pencemaran b. Menjadi jembatan komunikasi antara petambak, pemerintah, dan akademisi c. Mendampingi petambak dalam transisi menuju IPAL komunal dan produksi POC d. Memperkuat posisi UGGp Kebumen dalam evaluasi UNESCO.

Sumber: Analisis penulis (2026)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan tiga temuan utama yang saling berkaitan. Pertama, kondisi pengelolaan limbah tambak di Desa Surejan dan Waluyorejo masih jauh dari standar regulasi: tiga dari empat pengusaha tambak yang diwawancarai tidak memiliki sistem pengelolaan limbah apa pun, sementara satu pengusaha yang memiliki IPAL sederhana pun mengakui belum memenuhi standar teknis yang ditetapkan Permen LH 1/2025. Pencemaran yang dihasilkan bersifat kontinu, kumulatif, dan mengancam tidak hanya ekosistem laguna setempat, tetapi juga integritas kawasan Kebumen UNESCO Global Geopark.

Kedua, limbah tambak udang memiliki potensi besar sebagai bahan baku pupuk cair organik (POC). Kajian ilmiah menunjukkan bahwa POC berbasis limbah tambak yang difermentasi dengan bioaktivator EM4 selama 14 hari menghasilkan produk yang memenuhi standar Permentan 261/2019 (N-total $\geq 2\%$, C-organik $\geq 3\%$), dan terbukti meningkatkan pertumbuhan serta kualitas tanah pada tanaman

sayuran di lahan pesisir. Transformasi limbah menjadi POC merupakan strategi waste-to-resource yang selaras dengan prinsip ekonomi sirkular.

Ketiga, implementasi solusi ini mensyaratkan kolaborasi lintas sektor melalui kerangka pentahelix yang mencakup pemerintah, akademisi, pelaku usaha, komunitas, dan pemuda. Pendekatan integratif ini menggabungkan pembangunan IPAL komunal, produksi POC, dan kolaborasi multipihak sehingga berpotensi mentransformasi kawasan pesisir Kebumen menjadi model pembangunan berkelanjutan yang menyeimbangkan konservasi lingkungan dan kesejahteraan ekonomi, sekaligus berkontribusi pada pencapaian SDG 2, 6, 12, dan 14.

Saran

Implikasi penelitian ini adalah perlunya revisi kebijakan insentif bagi petambak yang menerapkan IPAL dan memproduksi POC, serta perlunya program pendampingan teknis oleh perguruan tinggi. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan uji lapangan

langsung terhadap efektivitas POC berbasis limbah tambak Kebumen pada komoditas pertanian pesisir, serta mengembangkan model kelembagaan koperasi limbah yang layak secara finansial.

DAFTAR PUSTAKA

- Airawati, M. N., Fauzi, I., Mardiatno, D., & Khakhim, N. (2023). Analisis kebijakan keberlanjutan budidaya udang vaname di Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. *Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 13(2). <https://doi.org/10.15578/jksekp.v13i2.12487>
- BRIN. (2023). Menyingkap Geopark Kebumen, The Mother Earth of Java. <https://www.brin.go.id/news/113064/menyingkap-geopark-kebumen-the-mother-earth-of-java>
- Dewanti, R., Amiadji, E., & Wijaya, Y. (2023). Pengaruh pemberian pupuk organik cair limbah udang dan kotoran ayam terhadap N, P, K, permeabilitas dan pertumbuhan sawi (*Brassica juncea* L.) pada tanah entisol. *Jurnal Tanah dan Air*.
- Farizki, M. R. R. (2020). Pembuatan pupuk organik cair dari limbah kepala udang vanamei dengan bioaktivator effective microorganism 4 (EM4) perikanan [Skripsi, Universitas Bosowa]. Repository Universitas Bosowa.
- Hidayat, S. S., Nirmala, K., Djokosetiyanto, D., & Mulyaningrum, S. R. H. (2015). Faktor dominan yang berpengaruh pada tingkat konsumsi oksigen sedimen di tambak intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). 7(2), 639–654.
- Kebumen Ekspres. (2016, Oktober 12). Gara-gara tambak udang, banyak "orang kaya baru" di Puring. <https://www.kebumenekspres.com/2016/10/gara-gara-tambak-udang-banyak-orang.html>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2022). Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2022 tentang pedoman umum pengembangan budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) berbasis kawasan. Kementerian Kelautan dan Perikanan RI. <https://kkp.go.id/download-pdf/Materi%20-%20keputusan-menteri-kelautan-dan-perikanan-republik-indonesia-nomor-15-tahun-2022-tentang-pedoman-umum-pengembangan-budidaya-udang-vaname-litopenaeus-vannamei-berbasis-kawasan66c2be96a23ee.pdf>
- Mollah, A., Hasbianto, M. Y., Saputra, R. H., & Ashan, M. A. (2020). Analisis kompos limbah padat tambak udang super intensif hasil biotransformasi dalam diversifikasi. *Jurnal Ecosolum*, 9(2).
- Prasetyono, E., Bidayani, E., Robin, R., & Syaputra, D. (2022). Analisis kandungan nitrat dan fosfat pada lokasi buangan limbah tambak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Kabupaten Bangka Tengah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 18(2), 73–79.
- Septarini, S., Darmawan, M. I., Amni, Z., & Afriani, B. N. (2025). Formulasi pupuk organik cair berkelanjutan dari limbah air tambak udang dengan modifikasi eco-enzyme untuk optimasi pertumbuhan tanaman cabai. *Agroteknika*, 8(2), 315–326.
- Sintawati, D., Zuhairo, H., Nisrina, N., & Rahayu, R. (2024). Analisis dampak tambak udang pada ekosistem laut di Kebumen. *Jurnal Ekologi, Masyarakat dan Sains*, 5(1), 109–113. <https://doi.org/10.55448/cqjbhv46>
- Suhana. (2025). Strategi petambak udang hadapi aturan limbah. *Literasi Ekonomi Kelautan*. <https://suhana.web.id/2025/12/18/maret-2026-strategi-petambak-udang-hadapi-aturan-limbah/>
- Utami, A., Ningrum, K., Fitri, F., & Yusuf, M. (2024). Pemberdayaan kelompok tani Ngudi Rahayu Desa Surejan melalui pembuatan kompos limbah udang. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa (SEMNASMAWA)*, 1(1), 1–10.
- UNESCO. (2021). UNESCO Global Geoparks on the forefront of climate change action. <https://www.unesco.org/en/articles/une>

sco-global-geoparks-forefront-climate-
change-action

Wahyu, F., Hasan, Z., Andriani, Y., & Mulyani, Y.
(2024). Pengaruh dosis pupuk organik dari
limbah tambak super intensif pada
pendederan ikan nila (*Oreochromis
niloticus*). OCTOPUS: Jurnal Ilmu
Perikanan, 13(1).
[https://journal.unismuh.ac.id/index.php/
octopus/article/view/15241](https://journal.unismuh.ac.id/index.php/octopus/article/view/15241)

BIODATA PENULIS

Agustina Puspa Mentari lahir pada tanggal 30
Agustus 2003 di Kabupaten Kebumen. Sarjana
Pendidikan dari Universitas Sebelas Maret
Surakarta. Staf Bidang Edukasi Kebumen
Geopark Youth Forum periode 2021- 2023.

Pandu Ardyaninggar lahir pada tanggal 10 Juli
2003 di Kabupaten Kebumen. Sarjana Hukum
dari Universitas Islam Negeri Walisongo
Semarang. Staf Bidang Konservasi Kebumen
Geopark Youth Forum periode 2021-2023.