

Optimalisasi Proses Fermentasi Pupuk Organik Cair (POC) Dari Campuran Rumput Laut *Gracilaria Sp* Dan Limbah Udang Dengan Variasi Waktu Fermentasi

^{1*}Sostenes Marnes Parerung, ²A.Zulfikar Syaiful, ²M. Tang

¹Mahasiswa Prodi Teknik Kimia, Universitas Bosowa

²Dosen Prodi Teknik Kimia, Universitas Bosowa

*email: sostenesmarnes@gmail.com

Abstrak

Pertanian memiliki peranan strategis dalam mendukung ketahanan pangan dan ekonomi nasional, namun ketergantungan terhadap pupuk kimia berdampak negatif terhadap kesuburan tanah dan lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan proses fermentasi pupuk organik cair (POC) berbahan campuran rumput laut *Gracilaria sp.* dan limbah udang dengan variasi waktu fermentasi untuk meningkatkan kandungan unsur hara makro. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan dua perlakuan waktu fermentasi, yaitu 28 dan 40 hari. Parameter yang diamati meliputi pH serta kandungan nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Hasil menunjukkan bahwa peningkatan durasi fermentasi berpengaruh nyata terhadap peningkatan kandungan unsur hara dan kestabilan pH. Pada fermentasi 28 hari, pH cenderung asam dan kadar unsur hara masih rendah, sedangkan pada fermentasi 40 hari, pH mendekati netral dan kandungan N, P, serta K meningkat signifikan. Kondisi ini menunjukkan bahwa fermentasi 40 hari merupakan waktu optimal untuk menghasilkan POC berkualitas tinggi dengan kandungan nutrisi yang lebih lengkap serta manfaat agronomis yang lebih baik bagi tanaman. Temuan ini menegaskan potensi kombinasi rumput laut dan limbah udang sebagai bahan baku alternatif ramah lingkungan dalam mendukung sistem pertanian berkelanjutan.

Kata kunci: fermentasi, pupuk organik cair, *Gracilaria sp.*, limbah udang, unsur hara

Abstract

Agriculture plays a crucial role in supporting national food security and economic stability; however, excessive use of chemical fertilizers has led to declining soil fertility and environmental degradation. This study aims to optimize the fermentation process of liquid organic fertilizer (LOF) produced from a mixture of *Gracilaria sp.* seaweed and shrimp waste through variations in fermentation duration to enhance the availability of macronutrients. The experiment was conducted using two fermentation periods, 28 and 40 days, with parameters including pH, nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) contents. The results revealed that a longer fermentation period significantly improved nutrient concentration and pH stability. The 28-day fermentation produced a more acidic solution with lower nutrient content, whereas the 40-day fermentation achieved a near-neutral pH and considerably higher levels of N, P, and K. These findings indicate that a 40-day fermentation period provides optimal conditions for producing high-quality LOF with enhanced nutrient composition and greater agronomic benefits for plant growth. Overall, the combination of *Gracilaria sp.* and shrimp waste demonstrates strong potential as an eco-friendly raw material for sustainable agricultural practices.

Keywords: fermentation, liquid organic fertilizer, *Gracilaria sp.*, shrimp waste, nutrient content

1. PENDAHULUAN

Pertanian memiliki peranan penting dalam menjamin ketersediaan pangan serta menjadi salah satu pilar utama penopang perekonomian di berbagai negara, termasuk Indonesia. Namun, intensifikasi produksi pertanian umumnya disertai dengan peningkatan penggunaan pupuk kimia secara berlebihan. Penggunaan pupuk kimia dalam jangka panjang berpotensi menurunkan kesuburan tanah, mencemari lingkungan, serta menimbulkan dampak

negatif bagi kesehatan manusia. Seiring dengan meningkatnya kesadaran global akan pentingnya menjaga kelestarian lingkungan, diperlukan inovasi dalam praktik pertanian yang tidak hanya produktif tetapi juga ramah lingkungan dan berkelanjutan. Salah satu alternatif yang dinilai menjanjikan adalah pemanfaatan pupuk organik cair (POC) sebagai pengganti pupuk kimia sintetis.

Pupuk secara umum dapat dibedakan menjadi dua kategori utama, yakni pupuk

kimia dan pupuk organik. Pupuk kimia, atau yang dikenal juga sebagai pupuk anorganik, diproduksi melalui proses sintesis dan terbagi menjadi pupuk tunggal serta pupuk majemuk. Pupuk tunggal hanya mengandung satu unsur hara, contohnya urea ($(\text{CONH}_2)_2$) yang kaya nitrogen (N) serta KCl sebagai sumber kalium (K). Sementara itu, pupuk majemuk mengandung kombinasi beberapa unsur hara sekaligus, seperti NPK yang merupakan campuran nitrogen, fosfor, dan kalium. Beberapa jenis pupuk anorganik lain yang banyak digunakan antara lain amonium sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ sebagai sumber nitrogen, tripel superfosfat $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ sebagai sumber fosfor, serta dolomit yang kerap dijadikan bahan tambahan dalam pembuatan pupuk.

Berbeda dengan pupuk kimia, pupuk organik cair pada umumnya dibuat dari berbagai bahan limbah organik, baik yang berasal dari sektor pertanian, rumah tangga, maupun industri. Limbah tersebut dapat berupa kotoran ternak, sisa sayuran, buah-buahan, hingga residu hasil pengolahan pangan. Bahan baku dengan kadar air tinggi seperti kulit jeruk, kol, sawi, pisang, dan wortel sangat ideal digunakan dalam proses fermentasi POC. Selain itu, limbah dari sektor perikanan juga menjadi sumber potensial karena mengandung unsur hara makro seperti N, P, dan K, serta unsur mikro yang dibutuhkan tanaman, di antaranya Fe, Zn, Cu, Mn, Cl, B, dan Mo. Rumput laut pun terbukti memiliki potensi besar sebagai bahan baku POC karena selain kaya nutrisi, juga mengandung zat pengatur tumbuh alami seperti auksin, sitokinin, giberelin, asam absisat, dan etilen.

Secara umum, pupuk organik merupakan hasil dekomposisi bahan alami yang berasal dari tumbuhan, hewan, maupun aktivitas manusia. Berdasarkan bentuknya, pupuk organik terbagi menjadi dua, yakni padat dan cair. Pupuk organik padat biasanya berbentuk remah dengan kelarutan rendah, sedangkan POC lebih mudah larut dalam air, cepat diserap tanah maupun akar tanaman, serta aman digunakan secara berulang tanpa merusak tanah. Kelebihan ini menjadikan POC semakin relevan untuk dikembangkan sebagai alternatif pupuk ramah lingkungan dalam mendukung sistem pertanian berkelanjutan (Aisyah et al., 2024).

Salah satu bahan yang berpotensi besar untuk dimanfaatkan dalam pembuatan POC adalah kombinasi rumput laut dan limbah udang. Rumput laut kaya akan nutrisi makro (N, P, K) dan mikro (Ca, Mg) serta zat pengatur tumbuh alami yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Di sisi lain, limbah udang yang mencakup kepala, cangkang, dan ekor mengandung protein, kalsium, serta nitrogen yang dapat terurai menjadi senyawa nitrat dan fosfat yang bermanfaat bagi tanaman. Sayangnya, limbah udang seringkali hanya dibuang dan menimbulkan pencemaran lingkungan, padahal potensinya sangat tinggi untuk diolah menjadi pupuk bernilai tambah (Eva Prasetyono et al., 2022). Pemanfaatan kombinasi rumput laut dan limbah udang dalam pembuatan POC tidak hanya mampu memperkaya kandungan nutrisi pupuk, tetapi juga mendukung prinsip zero waste serta memberikan solusi terhadap permasalahan limbah pesisir. Dengan demikian, inovasi ini berkontribusi pada peningkatan produktivitas pertanian sekaligus menjaga keseimbangan ekosistem lingkungan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

a. Jenis Pupuk

Pupuk merupakan bahan penting dalam sistem pertanian untuk menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Berdasarkan sumbernya, pupuk dibedakan menjadi pupuk organik dan anorganik. Pupuk organik berasal dari bahan alami seperti sisa tanaman, kotoran hewan, dan limbah organik lainnya yang berfungsi memperbaiki struktur serta kesuburan tanah secara berkelanjutan. Sementara itu, pupuk anorganik berasal dari sintesis kimia dan bekerja lebih cepat, tetapi penggunaannya yang berlebihan dapat menurunkan kualitas tanah.

Pupuk organik cair (POC) merupakan salah satu bentuk inovatif dari pupuk organik yang memiliki keunggulan dalam hal kemudahan aplikasi dan kecepatan penyerapan unsur hara oleh tanaman. Kandungan hara pada pupuk cair bersifat homogen sehingga lebih mudah diserap melalui daun maupun akar. Selain itu, pupuk cair mengandung unsur makro dan mikro esensial seperti N, P, K, Ca, Mg, Fe, dan Mn yang penting bagi pertumbuhan tanaman (Desi Ramadani et al., 2023).

Penelitian menunjukkan bahwa POC berbahan dasar alami, seperti daun afrika dan rumput laut, dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman secara signifikan. Hasil studi (Ita Rizkiana et al., 2024) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk cair tersebut mampu meningkatkan tinggi tanaman selada romaine hingga 26,34% dibandingkan kontrol. Hal ini membuktikan bahwa pupuk organik cair efektif sebagai sumber nutrisi alternatif yang ramah lingkungan dan berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia sintetis.

Selain menyediakan unsur hara, pupuk organik cair juga berperan dalam memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, meningkatkan aktivitas mikroorganisme, serta memperbaiki porositas tanah. Penggunaan pupuk organik cair secara berkelanjutan dapat menjaga keseimbangan ekosistem tanah, mengurangi pencemaran lingkungan, dan mendukung pertanian yang berkelanjutan (Dedi Kurniawan et al., 2023).

b. Rumput Laut

Rumput laut mengandung berbagai senyawa penting seperti polisakarida, vitamin, mineral, serta senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi tanaman. Kandungan nutrisinya meliputi karbohidrat, protein, lemak, abu, vitamin (A, B1, B2, B6, B12), serta mineral penting seperti kalium (K), kalsium (Ca), natrium (Na), zat besi (Fe), dan iodium. Kandungan tersebut menjadikan rumput laut tidak hanya berfungsi sebagai bahan pangan, tetapi juga sebagai sumber nutrisi organik bagi tanaman (Waode Safia et al., 2020).

Pemanfaatan rumput laut sebagai bahan dasar pembuatan pupuk organik cair (POC) telah banyak dikembangkan sebagai alternatif ramah lingkungan untuk mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia. Salah satu aplikasi potensialnya adalah dalam sistem pertanian hidroponik, yang umumnya menggunakan larutan nutrisi sintetis AB Mix. Larutan AB Mix terdiri atas dua bagian, yaitu bagian A yang mengandung kalsium nitrat dan zat besi dalam bentuk kelat, serta bagian B yang mengandung magnesium sulfat, kalium fosfat, dan unsur mikro lainnya. Pemisahan kedua bagian ini bertujuan untuk menghindari reaksi kimia yang dapat

menyebabkan pengendapan antara kalsium dengan fosfat atau sulfat sehingga unsur hara tetap tersedia bagi tanaman (Jr, 2016). Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Darwin H. Pangaribuan et al., 2023), rumput laut memiliki kandungan hormon pertumbuhan alami seperti auksin, giberelin, dan sitokinin yang berperan penting dalam merangsang pertumbuhan tanaman.

Senyawa-senyawa tersebut mampu mempercepat pembelahan dan pemanjangan sel, meningkatkan pembentukan akar, serta memperkuat jaringan tanaman. Oleh karena itu, penggunaan ekstrak rumput laut sebagai bahan POC dinilai mampu mendukung pertumbuhan tanaman secara alami sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia sintetis. Pendekatan ini juga dianggap sebagai langkah strategis untuk menghadapi permasalahan kelangkaan pupuk di Indonesia, serta sebagai upaya menuju sistem pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan. Dengan demikian, inovasi pemanfaatan rumput laut sebagai pupuk organik cair tidak hanya memberikan nilai tambah ekonomi bagi sektor perikanan, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas pertanian nasional.

c. Limbah Udang

Pemanfaatan limbah udang di Indonesia masih tergolong rendah, padahal limbah tersebut memiliki potensi besar untuk diolah menjadi produk bernilai tambah, seperti pupuk organik cair (POC). Limbah udang yang meliputi bagian kepala, kulit, dan ekor mengandung kadar protein serta senyawa organik lain yang tinggi dan berpotensi mendukung pertumbuhan mikroorganisme bermanfaat bagi tanah. Kajian ini membahas potensi limbah udang sebagai bahan dasar pembuatan POC, perbandingan karakteristik antara udang rebon dan udang vaname, serta peranannya dalam pengembangan pertanian berkelanjutan. Pemanfaatan limbah udang sebagai pupuk organik cair tidak hanya membantu mengatasi masalah lingkungan, tetapi juga mendukung ketahanan pangan nasional melalui pengurangan ketergantungan pada pupuk kimia impor.

Pemanfaatan limbah udang sebagai bahan baku POC dapat memberikan

dampak positif bagi sektor pertanian, terutama di tengah meningkatnya harga pupuk kimia di pasar global. Ketergantungan pada pupuk anorganik membuat petani rentan terhadap fluktuasi harga dan pasokan, sehingga alternatif berbasis sumber daya lokal menjadi solusi strategis. Produksi pupuk cair dari limbah udang mampu menekan biaya, meningkatkan efisiensi pemupukan, serta memperkuat kemandirian petani.

Pendekatan ini juga mendukung konsep ekonomi sirkular, di mana limbah industri perikanan tidak lagi menjadi beban lingkungan, melainkan sumber daya bernilai. Dengan demikian, inovasi pengolahan limbah udang menjadi pupuk organik cair bukan hanya memberikan solusi terhadap keterbatasan pupuk, tetapi juga memperkuat fondasi pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan (Mustika Dewi et al., 2024)

d. Fermentasi

Pupuk organik cair (POC) yang dihasilkan melalui fermentasi berbagai sumber limbah organik, seperti limbah rumah tangga, pertanian, maupun hasil perikanan, memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman. Kandungan ini berperan penting dalam memperbaiki struktur tanah serta meningkatkan daya serap air. Salah satu mikroorganisme yang sering digunakan dalam proses fermentasi adalah *Lactobacillus spp.*, yang dikenal mampu mempercepat proses dekomposisi bahan organik melalui produksi enzim pengurai. Mikroba ini banyak ditemukan di alam dan umum dimanfaatkan dalam skala rumah tangga hingga industri untuk pembuatan pupuk cair alami.

Dalam konteks penelitian ini, kombinasi antara rumput laut dan limbah udang dianggap sebagai bahan baku potensial dalam pembuatan POC melalui proses fermentasi. Kedua bahan tersebut memiliki komposisi gizi yang tinggi, termasuk protein, mineral, serta senyawa bioaktif yang mampu mendukung pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme pengurai. Kandungan tersebut berperan dalam menghasilkan pupuk cair yang kaya akan unsur hara esensial bagi tanaman (Suwarsito et al., 2023)

Efisiensi proses fermentasi dapat

ditingkatkan dengan menambahkan bahan organik lain yang berfungsi sebagai sumber karbon dan nitrogen tambahan, seperti daun kering, jerami, rumput liar, buah yang telah matang, sisa ranting pohon, dan kotoran hewan. Keberadaan bahan-bahan ini membantu menciptakan keseimbangan nutrisi yang dibutuhkan mikroba dekomposer dalam mempercepat proses pelapukan. Mikroorganisme tersebut bekerja secara sinergis untuk mengubah bahan organik kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mudah diserap tanaman. Oleh sebab itu, penerapan teknologi fermentasi dengan bantuan mikroba pengurai menjadi alternatif yang ramah lingkungan sekaligus efisien dalam mengolah limbah organik menjadi pupuk bernilai guna tinggi (M. Istnaeny Hudha et al., 2022) Salah satu metode yang terbukti efektif dalam produksi POC adalah fermentasi menggunakan larutan *Effective Microorganisms 4* (EM4). Pupuk organik hasil fermentasi dengan EM4 terbukti memiliki kemampuan menahan air lebih lama, meningkatkan porositas tanah, serta memperbaiki sirkulasi udara di dalam tanah. Kondisi ini berpengaruh positif terhadap aktivitas respirasi tanah dan perkembangan akar tanaman. Selain itu, penggunaan POC juga dapat merangsang pertumbuhan mikroorganisme tanah yang menguntungkan seperti *Rhizobium*, fungi mikoriza, dan berbagai jenis bakteri dekomposer yang berperan dalam proses pelapukan bahan organik.

Larutan EM4 pertama kali dikembangkan oleh Prof. Dr. Teruo Higa dari Universitas Ryukyus, Jepang, sebagai kultur mikroba campuran yang dapat digunakan dalam bidang pertanian, peternakan, dan pengolahan limbah organik. EM4 terdiri atas lebih dari 80 genus mikroorganisme fermentasi yang bekerja secara sinergis untuk mengubah bahan organik menjadi senyawa sederhana yang bermanfaat bagi tanaman. Mikroorganisme tersebut juga berperan penting dalam meningkatkan aktivitas mikroba alami di tanah dan memperbaiki keseimbangan biologis ekosistem tanah. Dari seluruh jenis mikroorganisme yang terdapat dalam EM4, terdapat lima kelompok utama yang paling berperan, yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp.*, *Streptomyces sp.*, ragi

(yeast), dan *Actinomycetes*. Masing-masing kelompok memiliki fungsi berbeda dalam mempercepat proses fermentasi dan memperbaiki kualitas tanah. Inokulan EM4 berkontribusi dalam meningkatkan keanekaragaman mikroba tanah, mempercepat dekomposisi bahan organik, serta memperbaiki kapasitas tukar kation dan struktur tanah. Dengan demikian, penggunaan EM4 sebagai agen fermentasi dalam pembuatan pupuk organik cair tidak hanya mendukung prinsip pertanian berkelanjutan, tetapi juga menjadi langkah strategis untuk menjaga produktivitas lahan dan keberlanjutan lingkungan (Ponidi Anastas Rizaly, 2023)

3. METODE PENELITIAN

a. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kapasa Raya dan di laksanakan selama 40 Hari. Sedangkan analisis kandungan POC dilakukan di Laboratorium Penguji Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat (BBLK) Makassar.

b. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan : Timbangan digital, blender, jergen ukuran 5000ml, pengaduk, botol plastic, kertas Label, Pipet Tetes, Gelas ukur, Gelas Piala, Botol HDPE (High-Density Polyethylene untuk penyimpanan POC, Spektrofotometer (untuk analisis kandungan hara), Selang Bening (untuk ventilasi gas satu arah, Baskom, Perakat.

Bahan yang digunakan : Rumput laut segar (jenis *Gracilaria* sp.), Limbah udang (kepala, cangkang, dan ekor), Air bersih, Biofaktor EM4 Pertanian (Effective Microorganism, Molase).

c. Jenis Penelitian

Jenis penelitian kali ini merupakan jenis penelitian Eksperimen pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) yang dilakukan melalui beberapa tahapan utama, yaitu persiapan bahan baku, proses fermentasi, dan pengujian kualitas. Pada tahapan ini komposisi bahan disusun berdasarkan panduan dari EM4 Pertanian, dengan menggunakan variabel campuran tetap sebagai berikut (EM4-Pertanian, 2025)

1. 120 ml EM4
2. 120 ml Molase
3. 5760 ml Air

Dan menggunakan campuran bebas yaitu:

d. Prosedur Kerja

a) Tahap Persiapan

Tabel 1 Variasi Campuran Pembuatan POC

Perlakuan	Limbah Udang Vaname (g)	Rumput Laut <i>Gracilaria</i> sp. (g)	Campuran Aktifaktor
V1	160	240	2000 ml
V2	200	200	2000 ml
V3	240	160	2000 ml

Persiapan penelitian yang dilakukan meliputi persiapan alat dan bahan, penyediaan Rumput Laut yang diambil langsung dari Tambak Rumput Laut yang berada di Kecamatan Pattallassang Kabupaten Bone dan Limbah Udang yang diambil dari PT Prima Cold Storage yang berada dalam Kawasan Industri Makassar.

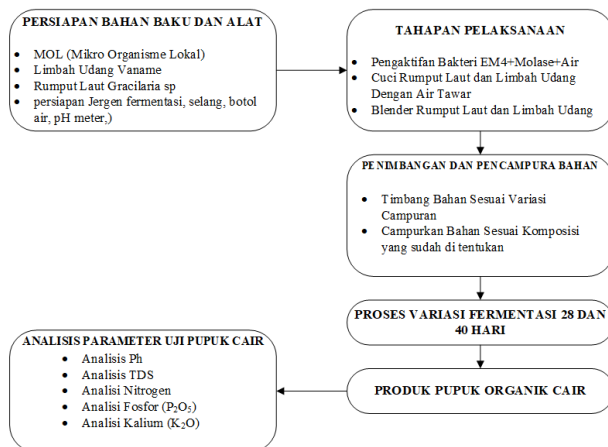
b) Tahap Pelaksanaan

- 1) Cuci rumput laut dan limbah udang dengan air tawar 2–3 kali untuk menghilangkan kotoran dan garam.
- 2) Blender bahan agar mudah terurai saat fermentasi.
- 3) Timbang bahan organik sesuai variasi perlakuan.
- 4) Larutan aktivator dipersiapkan dengan mencampurkan 120 ml EM4, 120 ml molase, dan 5.760 ml air ke dalam wadah tertutup. Campuran tersebut diaduk hingga homogen, kemudian didiamkan selama ± 24 jam pada suhu ruang. Proses pendiaman ini bertujuan untuk mengaktifkan mikroorganisme yang terkandung dalam EM4 sehingga dapat bekerja lebih optimal pada tahap fermentasi selanjutnya.
- 5) Campurkan bahan organik dengan Larutan Aktivator yang sudah di aktifkan
- 6) Pasang tutup rapat dan selang ke botol air (sistem ventilasi satu arah).
- 7) Letakkan wadah pada ruangan yang sejuk.
- 8) Biarkan proses fermentasi selama 28 Hari dan 40 Hari.
- 9) Setelah fermentasi selesai, saring larutan, dan simpan dalam botol tertutup.
- 10) Lakukan pengujian kandungan nutrisi (N, P, K) dan uji efektivitas



Gambar 1 Proses Fermentasi POC

e. Diagram Alir



Gambar 2 Diagram Alir

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pembuatan pupuk organik cair (POC) dari campuran rumput laut *Gracilaria* sp. dan limbah udang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap kualitas pupuk yang dihasilkan. Waktu fermentasi yang digunakan adalah 28 hari dan 40 hari.

Tabel 2 Data Hasil Uji Lab POC

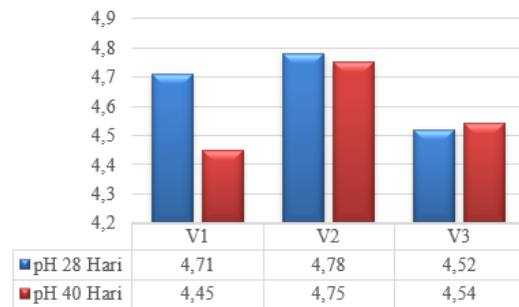
Hasil Pemeriksaan Sampel								
No	Parameter	Syarat Mutu	Fermentasi 28 Hari			Fermentasi 40 Hari		
			V1	V2	V3	V1	V2	V3
1	pH	4 - 9	4,71	4,78	4,52	4,45	4,75	4,54
2	Nitrogen (N)	Minimum 2-6	0,05	0,05	0,09	0,10	0,05	0,10
3	Posfor (P ₂ O ₅)	Minimum 2-6	0,093	0,091	0,117	0,032	0,049	0,030
4	Kalium (K ₂ O)	Minimum 2-6	0,06	0,06	0,05	0,37	0,16	0,16

Hasil analisis menunjukkan bahwa lamanya fermentasi berpengaruh nyata terhadap peningkatan kandungan unsur hara makro seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K). Kandungan unsur hara meningkat seiring bertambahnya waktu fermentasi hingga mencapai titik optimum, kemudian cenderung stabil.

a. Analysis pH

Nilai pH merupakan indikator tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan, dengan rentang 0–14 (Galuh Ayu Hapsari et al., 2024). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pH POC selama fermentasi berada pada kisaran 4–9, yang masih sesuai dengan standar pupuk cair organik.

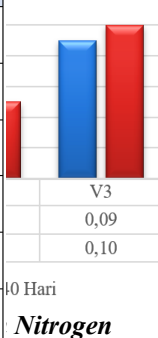
Hasil Pengukuran pH



Tabel 3 Karakteristik Fisik POC

	Sampel	Aroma	Warna
Fermentasi 28 Hari	V1	Menyengat seperti tape	Coklat
	V2	Menyengat seperti tape	Coklat
	V3	Menyengat seperti tape	Coklat
Fermentasi 40 Hari	V1	Menyengat seperti tape	Coklat
	V2	Menyengat seperti tape	Coklat
	V3	Menyengat seperti tape	Coklat

Nitrogen



Pada fermentasi 28 hari, pH cenderung lebih asam akibat aktivitas mikroorganisme yang menghasilkan asam organik selama proses dekomposisi. Sementara pada fermentasi 40 hari, nilai pH meningkat dan menjadi lebih stabil karena pembentukan senyawa basa dari hasil dekomposisi protein dan nitrogen. Dengan demikian, fermentasi selama 40 hari menghasilkan kondisi yang lebih seimbang dan ideal, di mana pH stabil menandakan bahwa proses fermentasi telah mencapai tahap akhir yang optimal.

b. Analysis Nitrogen

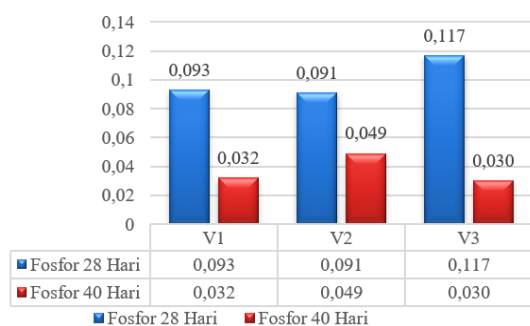
Nitrogen merupakan unsur penting dalam pembentukan protein, klorofil, dan hormon pertumbuhan tanaman (Ristina, 2022). Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi 28 hari sudah menghasilkan kadar nitrogen sesuai standar, tetapi belum maksimal. Ketika fermentasi diperpanjang hingga 40 hari, kandungan nitrogen meningkat secara signifikan.

Hal ini disebabkan oleh proses deaminasi protein yang semakin sempurna, menghasilkan senyawa nitrogen sederhana seperti amonia (NH_3), nitrit (NO_2^-), dan nitrat (NO_3^-) yang mudah diserap tanaman. Kandungan nitrogen yang tinggi meningkatkan pembentukan klorofil dan mempercepat pertumbuhan vegetatif tanaman. Oleh karena itu, fermentasi 40 hari dinilai paling optimal dalam menghasilkan POC dengan kadar nitrogen terbaik.

c. Analisis Fosfor (P_2O_5)

Fosfor merupakan unsur hara makro yang penting bagi pembentukan energi (ATP), pembelahan sel, dan pertumbuhan akar. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada fermentasi 28 hari, kandungan fosfor masih rendah karena dekomposisi senyawa organofosfat belum sempurna.

HASIL PENGUKURAN FOSFOR (P_2O_5)



Gambar 6 Hasil Pengukuran Fosfor P_2O_5

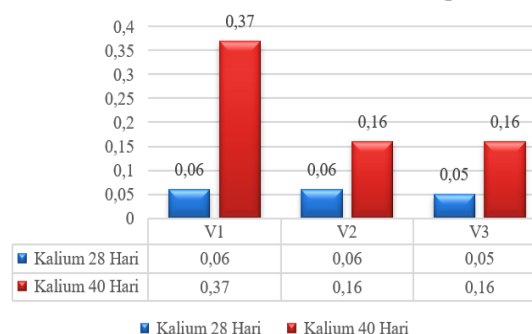
Pada fermentasi 40 hari, aktivitas mikroba pelarut fosfat meningkat sehingga senyawa kompleks terurai menjadi ortofosfat yang mudah diserap tanaman. Akibatnya, kadar fosfor pada POC meningkat dan memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan tanaman. Dengan demikian, fermentasi 40 hari dinilai lebih efektif dalam meningkatkan kandungan fosfor dan mutu pupuk organik cair.

d. Analisis Kalium (K_2O)

Kalium oksida (K_2O) merupakan senyawa ionik yang tersusun atas unsur kalium (K) dan oksigen (O). Senyawa ini tergolong sebagai bentuk oksida paling sederhana dari kalium, meskipun sangat jarang ditemukan secara alami karena sifatnya yang mudah bereaksi dengan air maupun senyawa lain di lingkungannya. Terbentuknya K_2O berawal dari interaksi ionik antara kalium yang bersifat sangat reaktif dan cenderung melepaskan elektron, dengan oksigen yang bersifat elektronegatif dan menerima elektron, sehingga

menghasilkan struktur kristal yang stabil.

HASIL PENGUKURAN KALIUM K_2O



Gambar 5 Hasil Pengukuran Kalium

Dalam penelitian ini, unsur kalium pada pupuk organik cair (POC) sebagian besar berasal dari biomassa rumput laut *Gracilaria* sp., yang dikenal kaya mineral, termasuk kalium. Pada fermentasi selama 28 hari, unsur tersebut sudah dapat terdeteksi dalam jumlah sesuai standar mutu, meski kadarnya masih relatif rendah karena proses pelepasan ion dari jaringan sel belum maksimal. Ketika waktu fermentasi diperpanjang hingga 40 hari, kadar kalium meningkat secara signifikan akibat proses dekomposisi yang lebih sempurna dan aktivitas mikroba yang semakin intensif dalam mengurai dinding sel. Ketersediaan kalium yang mencukupi sangat penting bagi metabolisme tanaman, sebab berperan dalam menjaga keseimbangan air, tekanan turgor, serta meningkatkan ketahanan terhadap stres lingkungan. Oleh karena itu, fermentasi selama 40 hari dinilai sebagai kondisi yang paling efektif untuk menghasilkan POC dengan kandungan kalium tinggi dan manfaat agronomis yang optimal.

5. KESIMPULAN

Hasil penelitian mengenai optimalisasi proses fermentasi pupuk organik cair (POC) berbahan campuran rumput laut *Gracilaria* sp. dan limbah udang dengan variasi waktu fermentasi menunjukkan bahwa durasi fermentasi berpengaruh signifikan terhadap kualitas dan kandungan unsur hara dalam produk akhir. Pada fermentasi selama 28 hari, pH POC cenderung lebih asam, sedangkan pada fermentasi 40 hari, pH menunjukkan kestabilan dan mendekati kondisi netral yang lebih mendukung mutu pupuk. Peningkatan kadar nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) juga teramati lebih optimal pada fermentasi selama 40

hari dibandingkan 28 hari. Hal ini mengindikasikan bahwa waktu fermentasi yang lebih panjang mampu mempercepat proses dekomposisi bahan organik serta meningkatkan efisiensi pelepasan unsur hara dari substrat fermentasi. Dengan demikian, periode fermentasi selama 40 hari dapat dikategorikan sebagai kondisi paling efektif untuk menghasilkan POC dengan kandungan nutrisi yang lebih tinggi dan manfaat agronomis yang maksimal bagi tanaman.

Dari sisi penerapan praktis, durasi fermentasi dapat disesuaikan dengan tujuan budidaya. Fermentasi 28 hari direkomendasikan apabila fokus utama adalah peningkatan fosfor, sedangkan fermentasi 40 hari lebih disarankan untuk menghasilkan pupuk dengan kadar nitrogen dan kalium yang lebih tinggi. POC hasil penelitian ini berpotensi digunakan sebagai pupuk tambahan untuk memperbaiki struktur dan kesuburan tanah serta mendukung pertumbuhan tanaman secara berkelanjutan.

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan melakukan variasi waktu fermentasi yang lebih luas, misalnya 21, 35, hingga 50 hari, agar titik optimum pelepasan masing-masing unsur hara dapat diidentifikasi secara lebih akurat. Uji lapangan secara langsung juga diperlukan untuk mengukur efektivitas POC terhadap pertumbuhan tanaman dan hasil panen. Selain itu, analisis terhadap unsur mikro seperti magnesium (Mg), besi (Fe), dan seng (Zn) perlu dilakukan untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai kualitas POC yang dihasilkan. Dari aspek teknis, stabilitas lingkungan fermentasi, seperti suhu, kelembapan, dan aerasi, perlu dijaga agar proses berlangsung optimal. Penambahan aktivator mikroba, seperti EM4, juga direkomendasikan untuk mempercepat proses fermentasi sekaligus meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam pupuk organik cair.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Ratriyanto, Susi Dwi Widyawati, Wara P.S. Suprayogi, Sigit Prastowo, N. W. (2019). Pembuatan Pupuk Organik dari Kotoran Ternak untuk Meningkatkan Produksi Pertanian. *Jurnal SEMAR*, 8(1), 9–13.
- Aisyah, P. Y., Fitriyanah, D. N., Patrialova, S. N., Pratama, I. P. E. W., Mujiyanti, S. F., Abdurrakhman, A., & Radhy, A. (2024). Pembuatan Mesin Fermentator Pupuk Organik Cair untuk Menunjang Efektifitas Produksi Kelompok Tani di Desa Gucialit, Kabupaten Lumajang, Jawa Timur. *Sewagati*, 8(2), 1466–1473. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v8i2.964>
- Darwin H. Pangaribuan, Setyo Widagdo, Yohannes C. Ginting, Intania Puput Saputri, M. F. (2023). Pengaruh POC Rumpun Laut sebagai Substitusi Nutrisi AB Mix pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) dengan Sistem Hidroponik. *Agro Bali : Agricultural Journal*, 6(3), 608–620. <https://doi.org/10.37637/ab.v6i3.1069>
- Dedi Kurniawan, Ahmad Nadhira, Razali, Octanina Sari Sijabat, Nina Unzila Angkat, R. R. (2023). Pembuatan POC (Pupuk Organik Cair) dengan Menggunakan Tanaman Kipahit. *Jurnal Abdimas Maduma*, 2(1), 42–46. <https://doi.org/10.52622/jam.v2i1.152>
- Desi Ramadani, Hermawati Harun, R. (2023). Pembuatan Pupuk Organik Cair Rumen Sapi dan Pemanfaatannya untuk Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal SAINTIS*, April, 22–27.
- EM4-Pertanian. (2025). *Petunjuk Pemakaian Em4 Untuk Tanaman*. https://em4.co.id/em4-pertanian/?utm_source=chatgpt.com
- Eva Prasetyono, Endang Bidayani, Robin, D. S. (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. <https://doi.org/10.14710/ijfst.18.2.73-79>
- Galuh Ayu Hapsari, Sri Mulyanto Herlambang, & Arleiny Arleiny. (2024). Prototype Monitoring Dan Kontrol Kualitas Nilai Ph Air Pada Kapal. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 3(2), 12–32. <https://doi.org/10.55606/juprit.v3i2.3712>
- Ita Rizkiana, Yohanes Cahya Ginting, Rugayah,

- S. W. et. a. (2024). Pengaruh Pupuk Cair Berbahan Baku Daun Afrika Dan Rumput Laut Terhadap Pertumbuhan Selada Romaine (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(1), 63–68. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JA>
- Jevika Dwitasari Rochminta, Yudhomenggolo Sastro Darmanto, R. (2021). Pengaruh Penambahan Limbah Pemindangan Berbagai Jenis Ikan Terhadap Kandungan Gizi Terasi Udang Rebon (*Acetes* sp.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan*, 3(2), 86–93.
- Jr, J. B. J. (2016). *Hydroponics A Practical Guide for the Soilless Grower Second Edition* (Vol. 4, Issue 1).
- M. Istnaeny Hudha, Rully Pandji Nata, Z. M. H. . (2022). Pembuatan Dekomposer Alami dengan Variasi Perbandingan Limbah Sumber Bakteri dan Waktu Fermentasi. *Prosiding SENIATI*, 6(2), 438–443. <https://doi.org/10.36040/seniati.v6i2.5039>
- Mustika Dewi, Mamat Kandar, N. R. (2024). Aplikasi Teknologi Pembuatan Pupuk Organik Dan Pupuk Hayati (Biofertilizer) Sebagai Upaya Pemanfaatan Limbah Dan Produksi Pertanian Yang Berkelanjutan. *Abdimas Indonesia*, 4(2), 215–222. <https://dmi-journals.org/jai/article/view/226>
- Ponidi Anastas Rizaly. (2023). Pengembangan Mikroba Em4 Untuk Fermentasi Pupuk Organik Di Desa Carang Wulung Wonosalam. *Jurnal Kreativitas Dan Inovasi*, 3(2), 76–80.
- Ririn Puspawati, Putranti Adirestuti, Mira Andam Dewi, dan A. A. T. (2020). Potensi *Pseudomonas fluorescens* dalam menghasilkan asam salisilat dengan menggunakan limbah udang sebagai substrat. *Riset Informasi Kesehatan*, 9(1), 92–97. <https://doi.org/10.30644/rik.v9i1.359>
- Ristina, C. (2022). Pengaruh Penambahan Pupuk Cair Rumput Laut *Gracilaria* Sp Terhadap Kandungan Npk Tanah Sawah Di Desa Cot Mancang Aceh Besar. 1–86.
- Suwarsito, Aman Suyadi, H. M. (2023). Upaya Pengembangan Pupuk Organik untuk Mendukung Pertanian Organik di Desa Tinggarjaya, Kecamatan Jatilawang, Kabupaten Banyumas. *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, 5, 265–270. <https://doi.org/10.30595/pspfs.v5i.732>
- Viona Liuprilita Budiman, Ibnu Dwi Buwono, Kiki Haetami, R. G., & Fisheries. (2024). Penggunaan Campuran Tepung Udang Rebon (*Acetes* Sp.) Dalam Pakan Komersil Terhadap Kecerahan Warna Ikan Komet (*Carassius Auratus*) Viona. *Fisheries Journal*, 14(3), 1715–1724.
- Waode Safia, Budiayanti, M. (2020). Kandungan Nutrisi dan Senyawa Bioaktif Rumput Laut (*Euchema cottonii*) yang Dibudidayakan dengan Teknik Rakit Gantung pada Kedalaman Berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(2), 261–271.
- Yudhi H. Bertham, Bambang Gonggo M., dan K. U. (2022). Peningkatan Pengetahuan Masyarakat Dalam Pemberian Pupuk Organik Dan Anorganik Untuk Produktivitas Tanaman. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 6(4), 2961–2972. <https://doi.org/10.31764/jmm.v6i4.9322>