

## Strategi Kemandirian Pupuk Organik Cair Berbasis Limbah Kulit Singkong di Tingkat Masyarakat Lokal: Sebuah Studi Eksperimental

Terey Citha Siregar<sup>1</sup>, Oka Nelly Hutagaol<sup>2</sup>, Puput Gloria Zega<sup>3</sup>, Muhammad Rizky<sup>4</sup>,  
Rendy Marcel<sup>5</sup>, Elsa Kardiana<sup>6</sup>, Elfayetti<sup>7</sup>

Universitas Negeri Medan, Indonesia

Email: [tereyterey085@gmail.com](mailto:tereyterey085@gmail.com)

### ABSTRAK

Ketergantungan sektor pertanian terhadap pupuk kimia sintetis secara terus-menerus memicu degradasi kualitas lahan dan meningkatkan biaya produksi petani lokal. Penelitian ini bertujuan untuk menguji potensi valorisasi limbah padat berupa kulit singkong (*Manihot esculenta*) menjadi Pupuk Organik Cair (POC) sebagai alternatif pemenuhan hara tanaman yang ramah lingkungan dan ekonomis. Metode yang digunakan adalah eksperimental laboratorium dengan mengamati proses fermentasi anaerob menggunakan starter *Effective Microorganisms-4* (EM4) dan larutan molase selama 14 hari. Parameter yang diuji meliputi kadar Nitrogen (N), Fosfor ( $P_2O_5$ ), Kalium ( $K_2O$ ), dan derajat keasaman (pH). Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa POC kulit singkong memiliki kandungan unsur hara makro yang bervariasi, dengan kadar Nitrogen total sebesar 0,08%, Fosfor ( $P_2O_5$ ) sebesar 0,02%, dan akumulasi Kalium ( $K_2O$ ) yang signifikan mencapai 0,26%, serta tingkat keasaman (pH) berada pada angka 4,37. Meskipun kandungan Nitrogen dan Fosfor relatif rendah dibandingkan standar baku mutu pupuk cair komersial, tingginya konsentrasi Kalium alami memproyeksikan POC ini sangat potensial diorientasikan sebagai pupuk suplemen pada fase generatif tanaman. Pemanfaatan limbah ini diharapkan dapat menjadi strategi aplikatif bagi masyarakat lokal dalam mengurangi ketergantungan pupuk eksternal sekaligus mereduksi dampak lingkungan akibat limbah agroindustri.

Kata Kunci: Kulit Singkong, Pupuk Organik Cair, Fermentasi Anaerob, Unsur Hara NPK, Pertanian Berkelanjutan.

### ABSTRACT

*Continuous dependence on synthetic chemical fertilizers triggers the degradation of land quality and escalates production costs for local farmers. This study aims to examine the potential of valorizing solid waste in the form of cassava peels (*Manihot esculenta*) into Liquid Organic Fertilizer (LOF) as an eco-friendly and economical alternative for crop nutrient fulfillment. The method employed was an experimental laboratory approach, observing the anaerobic fermentation process utilizing standard local bio-activators for 10 days. The parameters evaluated included the concentrations of total Nitrogen (N), Phosphorus ( $P_2O_5$ ), Potassium ( $K_2O$ ), and the degree of acidity (pH). The laboratory analysis revealed that the cassava peel LOF contained distinct macro-nutrient profiles, with total Nitrogen at 0.08%, Phosphorus ( $P_2O_5$ ) at 0.02%, a significantly high accumulation of Potassium ( $K_2O$ ) reaching 0.26%, and a pH level of 5.27. Although the Nitrogen and Phosphorus contents are relatively low compared to commercial liquid fertilizer standards, the high concentration of natural Potassium projects this LOF as a highly potential supplement during the generative phase of plant growth. The utilization of this waste is expected to serve as an applicable strategy*

*for local communities to enhance fertilizer self-sufficiency while simultaneously reducing the environmental impacts of agro-industrial waste.*

*Keywords: Cassava Peels, Liquid Organic Fertilizer, Anaerobic Fermentation, NPK Nutrients, Sustainable Agriculture.*

## PENDAHULUAN

Sektor pertanian memegang peranan vital dalam struktur ekonomi perekonomian masyarakat lokal di Indonesia. Namun, keberlanjutan produktivitas pertanian saat ini dihadapkan pada tantangan besar, salah satunya adalah tingginya ketergantungan petani terhadap pupuk anorganik atau kimia sintetis. Penggunaan pupuk kimia secara masif dalam jangka panjang tidak hanya memicu pengerasan struktur tanah dan penurunan aktivitas mikroba tanah (degradasi lahan), tetapi juga membebani finansial petani akibat fluktuasi harga dan kelangkaan pasokan pupuk subsidi di pasaran. Oleh karena itu, diperlukan langkah strategis untuk mendorong kemandirian pupuk di tingkat masyarakat lokal melalui pemanfaatan biomassa atau limbah organik yang melimpah di lingkungan sekitar.

Salah satu potensi lokal yang belum dimanfaatkan secara optimal adalah limbah kulit singkong (*Manihot esculenta*). Sebagai salah satu komoditas umbi-umbian utama di Indonesia, pengolahan singkong (baik skala rumah tangga maupun industri tapioka) selalu menyisakan limbah padat berupa kulit singkong sekitar 10-15% dari bobot totalnya. Selama ini, limbah tersebut seringkali dibuang begitu saja tanpa penanganan khusus sehingga menimbulkan bau tidak sedap dan mencemari estetika lingkungan wilayah. Padahal, secara karakteristik kimiawi, kulit singkong masih mengandung senyawa organik, karbohidrat, selulosa, serta unsur hara esensial yang berpotensi dikonversi menjadi pupuk makro melalui proses dekomposisi yang tepat.

Pengembangan Pupuk Organik Cair (POC) berbasis kulit singkong menawarkan solusi ganda (*double-advantage*). Melalui metode fermentasi anaerob dengan bantuan biokatalis seperti *Effective Microorganisms-4* (EM4), senyawa kompleks pada limbah padat kulit singkong dapat dirombak menjadi unsur hara yang siap diserap oleh tanaman. Bentuk cair dari pupuk ini juga memberikan keunggulan berupa kemudahan aplikasi, penyerapan hara yang lebih cepat melalui stomata daun, serta risiko pencucian hara yang lebih minim dibandingkan pupuk padat.

Meskipun beberapa kajian mengenai biokonversi limbah pertanian telah banyak dilakukan, studi eksperimental yang secara spesifik menguji kelayakan parameter kuantitatif hara makro (NPK) dan pH dari POC kulit singkong hasil fermentasi lokal masih perlu diperluas guna meyakinkan masyarakat akan efektivitasnya. Penelitian ini bertujuan untuk memformulasikan pembuatan POC dari kulit singkong, menganalisis kualitas kandungan hara makronya melalui uji laboratorium yang valid, serta

merumuskan implikasinya sebagai strategi kemandirian input pertanian mandiri bagi komunitas petani lokal.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental laboratorium yang difokuskan pada biokonversi limbah padat pertanian menjadi input organik cair. Pelaksanaan pembuatan dan pemeliharaan inkubasi fisis Pupuk Organik Cair (POC) berbasis kulit singkong (*Manihot esculenta*) bertempat di Jalan Mesjid No. 10, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara pada pekan keempat bulan Februari 2026. Setelah fase inkubasi selesai, pengujian karakteristik kimiawi sampel POC dilaksanakan di Laboratorium Tanah, Tanaman, Pupuk, dan Air, Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian, Kota Medan, pada 21 April 2026.

Alat yang diaplikasikan dalam eksperimen ini mencakup botol polietilena (PET) sebagai bioreaktor anaerob murni, pisau pemotong, baskom pencampur, pengaduk konvensional, serta saringan mesh halus untuk separasi fase cair-padat. Adapun formulasi material yang digunakan terdiri dari 250 gram kulit singkong segar sebagai substrat utama karbon, 300 ml air cucian beras (kondisioner media), 1 sendok makan gula merah (sumber energi awal mikroba), dan ½ sendok teh penyedap rasa komersial sebagai stimulan pengaya hara tambahan.

Prosedur penyiapan sampel dirancang melalui beberapa tahapan sistematis:

1. Substrat kulit singkong dibersihkan dari pengotor tanah, direduksi ukurannya secara mekanis (dicacah), kemudian direbus selama 10 menit guna mendegradasi struktur dinding sel agar lebih lunak sekaligus mematikan mikroba kontaminan.
2. Substrat termodifikasi fisis tersebut dimasukkan ke dalam wadah bioreaktor PET yang telah diisi media cair berupa air cucian beras, larutan gula merah, dan penyedap rasa, lalu diaduk hingga homogen.
3. Reaktor ditutup secara rapat (kondisi anaerob) dan diinkubasi pada suhu ruang bebas paparan sinar matahari langsung selama 10 hari.
4. Pembuangan akumulasi emisi gas (CO<sub>2</sub>) dilakukan secara berkala setiap 24 jam dengan membuka katup reaktor sesaat.
5. Pada hari ke-10, suspensi didecantasi dan disaring untuk mengekstrak filtrat cair murni yang siap dianalisis.

Teknik pengumpulan data mengombinasikan observasi organoleptik harian (warna, densitas gas, dan perkembangan aroma) dengan uji kuantitatif laboratorium menggunakan metode standar analisis kimia untuk mengukur konsentrasi Nitrogen (N) total, Fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Kalium (K<sub>2</sub>O), serta derajat keasaman (pH). Data yang diperoleh selanjutnya ditelaah secara deskriptif komparatif terhadap standar baku mutu pupuk organik cair nasional.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Dinamika Fisik Selama Fase Fermentasi

Pengamatan organoleptik menunjukkan adanya aktivitas biokimia mikroorganisme yang konsisten di dalam bioreaktor. Pada fase awal (hari ke-1), karakteristik visual dan aroma campuran belum mengalami deviasi yang berarti. Memasuki hari ke-3, degradasi senyawa kompleks mulai terakselerasi ditandai dengan terbentuknya gelembung-gelembung gas mikro di permukaan cairan disertai munculnya aroma asam fermentasi intensitas ringan. Pada hari ke-7 hingga hari ke-10, degradasi hidrolitik pati dan selulosa mencapai titik optimal, memicu perubahan warna cairan menjadi lebih pekat serta memproduksi aroma asam menyengat khas cuka organik yang mengindikasikan keberhasilan metabolisme mikroba dekomposer.

### Karakteristik Kandungan Unsur Hara Kuantitatif

Berdasarkan hasil pengujian riil pada Laboratorium Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian Medan, profil kimiawi POC berbasis limbah kulit singkong tersaji pada :

Tabel 1. Hasil Uji Laboratorium Karakteristik Unsur Hara Kuantitatif POC Kulit Singkong

No	Parameter Uji	Konsentrasi (%) / Nilai	Status Kualitas
1	Nitrogen (N) Total	0,08%	Rendah
2	Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,02%	Rendah
3	Kalium (K <sub>2</sub> O)	0,26%	Tinggi (Dominan)
4	Derajat Keasaman (pH)	5,27	Agak Asam

(Data Primer Hasil Analisis Laboratorium, 2026)

Data kuantitatif pada Tabel 1 memperlihatkan variasi konsentrasi hara makro yang sangat spesifik. Unsur Kalium (K<sub>2</sub>O) mencatatkan akumulasi tertinggi mencapai 0,26%. Tingginya persentase kalium ini selaras dengan karakteristik bawaan fisis kulit singkong yang secara alamiah kaya akan kandungan mineral makro larut air. Kalium dalam jaringan tanaman bertindak sebagai aktivator enzimatis, regulator potensial osmotik sel, dan penguat mekanis dinding sel tumbuhan. Akumulasi kalium cair setinggi 0,26% ini mempertegas status POC kulit singkong sebagai agen suplemen nutrisi alami yang sangat prospektif dalam memicu fase generatif vegetasi (pembungaan dan pembuahan).

Sebaliknya, persentase Nitrogen total (0,08%) dan Fosfor (0,02%) terdeteksi dalam spektrum yang relatif rendah. Rendahnya kadar nitrogen berkorelasi dengan profil proksimat kulit singkong segar yang didominasi oleh makromolekul karbohidrat (pati/selulosa) melimpah, namun memiliki rasio ikatan gugus protein nabati yang sangat tipis. Selain itu, rendahnya pelepasan ion fosfat cair (0,02%) disinyalir merupakan

dampak dari pembatasan durasi fermentasi yang hanya dibatasi selama 10 hari. Keterbatasan waktu ini menyebabkan enzim fosfatase ekstraseluler belum mendepolimerisasi senyawa fosfat organik laten di dalam matriks kulit singkong secara sempurna.

Tingkat derajat keasaman (pH) POC terukur pada nilai 5,27, yang mengindikasikan sifat agak asam.

Fenomena penurunan nilai pH ini merupakan implikasi logis dari aktivitas respirasi anaerob mikroba. Selama mendegradasi glukosa, mikroba pengurai mengekskresikan produk sampingan berupa akumulasi asam-asam organik rantai pendek (seperti asam laktat, asam asetat, dan asam butirat) ke dalam media cair, sehingga menekan konsentrasi ion hidrogen bebas. Nilai pH 5,27 ini tergolong aman untuk diaplikasikan ke vegetasi pertanian, dengan catatan wajib melalui proses pengenceran pelarut hara (aquades/air bersih) terlebih dahulu guna mencegah risiko plasmolisis pada jaringan perakaran.

### **Evaluasi Potensi Implikasi Strategis Pemakaian POC**

Melalui analisis matriks kelebihan dan kekurangan, keunggulan operasional pupuk cair ini bertumpu pada aspek ekonomi-ekologisnya yang tinggi. Substitusi bahan baku menggunakan limbah padat lokal mengeliminasi biaya pengadaan material (*zero-cost raw material*), merealisasikan reduksi volume buangan agroindustri pedesaan, serta menawarkan skema manufaktur mandiri yang aplikatif bagi komunitas masyarakat tanpa memerlukan investasi instrumen teknologi modern.

Kendati demikian, kelemahan mendasar berupa defisit hara nitrogen dan fosfor mengharuskan adanya formula rekayasa pengayaan hara pasca-produksi (*enrichment strategy*). Untuk mengoptimalkan fungsinya sebagai pupuk majemuk seimbang, penelitian lanjutan dapat mengintegrasikan bahan organik komplementer eksternal, misalnya penambahan fraksi daun kelor (*Moringa oleifera*) atau urin kelinci yang secara ilmiah terbukti kaya akan fiksasi nitrogen makro alami.

### **KESIMPULAN**

Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) berbasis kulit singkong (*Manihot esculenta*) secara mandiri sukses diformulasikan melalui metode dekomposisi anaerob menggunakan media stimulan air cucian beras, gula merah, dan penyedap rasa dengan durasi inkubasi selama 10 hari. Keberhasilan fase fermentasi ini terkonfirmasi secara organoleptik melalui terjadinya perubahan fisik berupa penggelapan warna cairan, pembentukan emisi gas, serta timbulnya aroma tajam khas cuka organik murni. Berdasarkan hasil pengujian kuantitatif di laboratorium, produk POC yang dihasilkan memiliki karakteristik kimiawi spesifik dengan kadar Nitrogen (N) total sebesar 0,08%,

Fosfor ( $P_2O_5$ ) sebesar 0,02%, akumulasi Kalium ( $K_2O$ ) dominan tinggi mencapai 0,26%, serta indeks derajat keasaman (pH) bernilai 5,27. Meskipun secara umum kandungan nitrogen dan fosfor bawaannya masih tergolong rendah, tingginya konsentrasi kalium alami memproyeksikan POC kulit singkong ini sangat potensial dan bernilai strategis sebagai pupuk suplemen alternatif ramah lingkungan untuk mendukung kemandirian input sektor pertanian di tingkat masyarakat lokal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anisah, & Setyowati. (2021). Pemanfaatan limbah kulit singkong sebagai bahan baku pupuk organik cair. *Jurnal Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 45–52.
- Azis, A., & Sutapa, I. (2021). Pengaruh waktu fermentasi terhadap kualitas pupuk organik cair berbahan dasar kulit singkong. *Jurnal Akademika Kimia*, 10(2), 85–92. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/JAK/article/view/15671>
- Mardiah, A., dkk. (2022). Karakteristik proksimat dan potensi limbah kulit singkong (*Manihot esculenta*) industri rumahan. *Jurnal Sains dan Teknologi Pertanian*, 11(1), 23–31.
- Naim, M., & Harwani. (2021). Aplikasi bioaktivator dalam mempercepat proses dekomposisi dan fermentasi pupuk organik cair sisa tanaman. *Jurnal Agroteknologi*, 15(2), 102–110.
- Prakusya, G., & Astuti, P. (2025). Pengaruh faktor lingkungan fisik suhu dan kelembaban terhadap optimalisasi laju dekomposisi anaerob menggunakan EM4. *Jurnal Rekayasa Proses Lingkungan*, 6(1), 14–22.
- Pungut, S., dkk. (2025). Peranan input pupuk organik difermentasi dalam pemulihan struktur agregat biologi tanah pertanian berkelanjutan. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 27(1), 45–53.
- Putri, L., dkk. (2023). Analisis laboratorium kandungan mineral makro NPK sisa pemrosesan umbi singkong gajah. *Jurnal Agroristek*, 9(3), 115–123.
- Putri, R., dkk. (2024). Studi sinergisme konsorsium mikroorganisme fungsional *Lactobacillus sp.* dan *Saccharomyces sp.* dalam komersial starter EM4. *Jurnal Bioteknologi Pertanian*, 12(2), 89–97.
- Rahmat, H., & Hartati, S. (2020). Identifikasi unsur hara mikro fiksasi klorofil daun tanaman sayuran akibat aplikasi limbah agroindustri lokal. *Jurnal Fisiologi Tumbuhan*, 4(2), 77–84.
- Sari, D., Rahman, A., & Putri, L. (2019). Studi komparatif pembuatan pupuk organik cair dari tanaman singkong menggunakan ragi tape dan EM4. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 20(1), 45–53. <https://ejournal.bppt.go.id/index.php/JTL/article/view/3421>

- Setyorini, R., Harahap, M., & Nasution, F. (2022). Pemanfaatan limbah cair singkong sebagai pupuk organik cair melalui fermentasi anaerob. *AGROHITA: Jurnal Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan*, 7(2), 112–120. <https://jurnal.umts.ac.id/index.php/agro/article/view/2744>
- Sormin, R., dkk. (2024). Dinamika akumulasi asam organik rantai pendek hasil respirasi mikroba perombak limbah cair pertanian. *Jurnal Mikrobiologi Terapan Indonesia*, 3(1), 34–41.
- Suryani, E., dkk. (2021). Pengaruh kadar air substrat padat terhadap efisiensi hidrolisis bakteri selulolitik pada fermentasi wadah tertutup. *Jurnal Bioproses Indonesia*, 8(2), 61–69.
- Taufiq, A. (2023). *Unsur hara bagi tanaman kedelai dan pengelolaannya*. PT Penerbit Buku Ilmiah.
- Taufiq, A. (2024). *Unsur hara bagi tanaman kacang tanah dan pengelolaannya*. PT Penerbit Buku Ilmiah.
- Ubaidillah. (2021). *Buku ajar kesuburan tanah dan pemupukan*. CV Raden Publisher.
- Wahyudi, S., & Lestari, N. (2024). Detoksifikasi degradasi glikosida sianogenik (HCN) umbi jenuh melalui rekayasa fermentasi starter. *Jurnal Kimia dan Pangan*, 16(1), 12–20.
- Wahyuni, S., Putra, D., & Lestari, N. (2020). Eksperimen pembuatan pupuk organik cair (POC) dengan memanfaatkan limbah kulit singkong melalui proses fermentasi menggunakan bioaktivator EM4. *Jurnal Syntax Admiration*, 1(3), 211–220 . <https://www.jurnal.syntaxadmiration.pub/index.php/jurnal/article/view/113>
- Widowati, L. R., dkk. (2023). *Sumber hara tanaman berbahan baku lokal*. Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Press.
- Widyabudiningsih, D., et al. (2025). Analisis kinetika waktu fermentasi optimal terhadap stabilitas pelepasan hara makro cair. *Jurnal Sains Kimia Molekul*, 14(1), 55–63.
- Yusuf, M., dkk. (2023). Karakteristik konduktivitas elektrik (EC) dan kestabilan ion terlarut hasil ekstraksi cairan fermentasi pati singkong afkir. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 12(4), 310–318 .