

PENELITIAN ASLI

PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR DARI LIMBAH KULIT NANAS DENGAN PROSES FERMENTASI

Maria Peratenta Sembiring^{1*}, Desi Heltina¹, Ayu Azhari¹, Afragenia Zelfira¹,
Melisa Phebeyola E. Tarigan²

¹Fakultas Teknik, Universitas Riau, Kota Pekanbaru, Riau 28293, Indonesia

²Sekolah Bisnis dan Manajemen, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesa No.10, Lb. Siliwangi, Kota Bandung, Jawa Barat 40132, Indonesia

Info Artikel

Riwayat Artikel:
Diterima: 11 Des 2024
Direvisi: 13 Des 2024
Diterima: 14 Des 2024
Diterbitkan: 23 Des 2024

Kata kunci: *EM-4; fermentasi padat-cair; rasio C/N; unsur hara; variasi medium*

Penulis Korespondensi:

Maria Peratenta Sembiring
Email: maria.peratenta@lecturer.unri.ac.id

Abstrak

Peningkatan produksi nanas di Indonesia menghasilkan limbah kulit nanas yang melimpah, namun belum dimanfaatkan secara optimal. Sementara itu, kebutuhan akan pupuk organik yang ramah lingkungan terus meningkat seiring dengan tren pertanian berkelanjutan. Penelitian ini mengkaji pembuatan pupuk organik cair berkualitas tinggi dari limbah kulit nanas melalui proses fermentasi. Tujuannya adalah mengevaluasi kualitas pupuk berdasarkan rasio C/N dan menganalisis pengaruh variasi nutrisi, konsentrasi EM-4, serta waktu fermentasi terhadap kandungan unsur hara. Metode yang digunakan melibatkan fermentasi 100 gram kulit nanas dalam 200 ml akuades dengan variasi rasio EM-4 (4, 8, 12 ml), jenis nutrisi (kombinasi gula merah, air kelapa, air cucian beras), dan waktu fermentasi (5, 10, 15, 20 hari). Hasil terbaik diperoleh pada kombinasi nutrisi gula merah:air kelapa:air cucian beras, konsentrasi EM-4 12%, dan waktu fermentasi 20 hari. Pupuk ini mengandung 0,28% nitrogen, 0,14% fosfor, 0,2% kalium, rasio C/N 1:10,06, 13,7 ppm besi, dan 8,71 ppm boron. Penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan waktu fermentasi dan konsentrasi EM-4 mengoptimalkan dekomposisi, menghasilkan pupuk organik cair dengan kandungan nutrisi yang lebih baik. Temuan ini membuka peluang pemanfaatan limbah kulit nanas sebagai sumber pupuk organik cair yang efektif dan ramah lingkungan, sekaligus menawarkan solusi untuk mengurangi limbah pertanian.

Jurnal Kimia Saintek dan Pendidikan
E.ISSN: 2615-3378
Vol. 8 No. 2 Desember 2024 (Hal 90-99)

Homepage: <https://e-journal.sari-mutiara.ac.id/index.php/KIMIA>
DOI: <https://doi.org/10.51544/kimia.v9i2.5574>

How to cite: M. P. Sembiring, D. Heltina, A. Azhari, A. Zelfira, and M. P. E. Tarigan, "Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Kulit Nanas Dengan Proses Fermentasi," *J. Kim. Saintek dan Pendidik.*, vol. 9, no. 2, pp. 90–99, 2024, doi: <https://doi.org/10.51544/kimia.v9i2.5574>.



1. Pendahuluan

Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) merupakan salah satu tanaman buah yang banyak dibudidayakan di daerah tropis dan umumnya disukai oleh masyarakat Indonesia. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia, produksi nanas pada tahun 2023 mencapai 1,79 juta ton, dengan Provinsi Riau sebagai salah satu sentra produksi utama. Pada tahun 2022, produksi nanas di Provinsi Riau mencapai 79.327 ton, dengan Kota Dumai sebagai kontributor terbesar, menyumbang 27,27% dari total produksi provinsi.

Peningkatan produksi nanas ini menghasilkan limbah kulit nanas yang melimpah. Wahyuni et al. (2016) menyatakan bahwa 47% dari buah nanas menjadi limbah, sementara Nurhayati et al. (2014) menambahkan bahwa 25-35% dari buah nanas berupa kulit, tergantung pada jenis, tingkat kematangan, dan teknik pengupasan. Di Desa Kualu Nanas, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar, dihasilkan sekitar 4.024 ton limbah kulit nanas setiap tahunnya yang umumnya dibuang begitu saja.

Limbah kulit nanas yang tidak dikelola dengan baik berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan, seperti bau tidak sedap dan menjadi sarang penyakit. Namun, kulit nanas sebenarnya memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan. Menurut Susi et al. (2018), kulit nanas mengandung berbagai nutrisi penting, termasuk air (81,72%), serat kasar (20,87%), karbohidrat (17,53%), protein (4,41%), dan unsur hara seperti C, N, Na, dan S.

Salah satu cara pemanfaatan limbah kulit nanas yang menjanjikan adalah pengolahan menjadi pupuk organik cair. Pupuk organik cair merupakan hasil penguraian bahan organik yang kaya akan unsur hara. Rasmito et al. (2019) menegaskan bahwa penggunaan pupuk organik memiliki keuntungan dalam memperbaiki struktur dan kualitas tanah tanpa merusak lingkungan.

Dalam upaya mengoptimalkan proses pembuatan pupuk organik cair dari kulit nanas, beberapa inovasi dapat diterapkan. Suriyadi (2021) mengusulkan penggunaan air kelapa dan gula merah sebagai pencampur kulit nanas untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Selain itu, penggunaan *Effective Microorganism-4* (EM-4) dapat mempercepat proses pengomposan dan meningkatkan keragaman serta populasi mikroorganisme.

Penelitian sebelumnya oleh Susi et al. (2018) telah menunjukkan potensi pembuatan pupuk organik cair dari limbah kulit nanas. Dengan formulasi yang tepat dan waktu fermentasi selama 2 minggu, mereka berhasil menghasilkan pupuk dengan kandungan unsur hara makro dan mikro yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode produksi pupuk organik cair berkualitas tinggi dari limbah kulit nanas. Dengan mengoptimalkan formulasi, menggunakan EM-4, dan memvariasikan waktu fermentasi, diharapkan dapat dihasilkan pupuk organik cair yang tidak hanya mengatasi masalah limbah pertanian, tetapi juga mendukung pertanian berkelanjutan dengan menyediakan alternatif pupuk organik yang kaya nutrisi dan ramah lingkungan.

2. Metode

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat – alat sebagai berikut: timbangan analitik,

blender, saringan 60 mesh, pH meter, gelas ukur, labu ukur, labu kjaidahl, erlenmeyer, pemanas listrik, buret, alat distilasi, spektrofotometer UV-Vis dan serapan atom. Sementara itu, bahan-bahan yang digunakan antara lain: kulit nanas, EM-4, nutrisi (air kelapa; gula merah; air cucian beras) dan akuade.

Prosedur Penelitian

Persiapan Kulit Nanas

Ekstrak daun jambu biji dibuat menggunakan modifikasi penelitian Saputra, dkk. (2020) Proses persiapan kulit nanas meliputi pencucian, penjemuran singkat, pemotongan menjadi ukuran 1x1 cm, dan penghalusan. Sebanyak 100 g kulit nanas dicampur dengan 200 mL akuades, diblender, lalu disaring menggunakan saringan 60 mesh.

Pengaktifan Larutan EM-4

Pengaktifan EM-4 dilakukan dengan mencampur EM-4 dan nutrisi hingga 100 mL, diaduk homogen, lalu didiamkan 24 jam pada suhu ruang untuk mengaktifkan mikroorganisme sebelum dicampurkan dengan limbah kulit nanas.

Pembuatan Pupuk Organik Cair

Pembuatan pupuk organik cair (POC) diawali dengan mencampurkan ekstrak kulit nanas dan larutan EM-4 yang telah diaktifkan, beserta nutrisi sesuai variasi percobaan. Campuran ini difermentasi selama 5, 10, 15, atau 20 hari, dengan pemantauan suhu setiap 3 hari untuk memastikan tidak melebihi 50°C. Setelah fermentasi, mikroorganisme dipisahkan dari larutan menggunakan sentrifugasi. POC murni yang dihasilkan kemudian diuji pH, kandungan makro (N, P, K), dan mikro (B, Fe). Proses ini diulang dengan variasi konsentrasi EM-4 (4%, 8%, 12%) dan jenis nutrisi untuk mengoptimalkan hasil.

Analisis Kadar C-organik

Pengukuran kadar C-Organik menggunakan metode Walkley dan Black (BPT, 2005). Sampel ditakar hingga 5 mL dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 100 ml. kemudian ditambahkan 10 ml K₂Cr₂O₇ 1 N dan dikocok, ditambahkan 20 ml H₂SO₄ pekat dan dikocok kembali. Larutan didiamkan selama 30 menit dengan sesekali digoyang. Sampel kemudian dicampur dengan 100 akuades, 5 ml H₃PO₄ dan 1 ml indikator diphenylamine. Selanjutnya lakukan titrasi sampel dengan larutan FeSO₄ 1 N sampai warna berubah menjadi hijau. Volume titran dicatat. Kadar C organik dihitung dengan rumus.

$$C = \frac{(N_{K_2Cr_2O_7} \cdot V_{K_2Cr_2O_7}) - (N_{FeSO_4} \cdot V_{FeSO_4})}{\text{berat sampel} \times 0,77 \times 0,33} [1]$$

Analisis Kadar Nitrogen

Pengukuran kadar nitrogen dilakukan dengan metode Kjeldahl. Pertama, 50 ml sampel dicampur dengan selenium dan H₂SO₄ pekat, lalu didestruksi secara bertahap hingga 350°C selama 3-3,5 jam. Kedua, sampel yang telah diencerkan didestilasi dengan penambahan NaOH 40% ke dalam larutan penampung yang berisi asam borat 1% dan indikator Conway. Terakhir, destilat dititrasi dengan H₂SO₄ 0,05 N hingga terjadi perubahan warna dari hijau ke merah muda, menandakan titik akhir titrasi.

Analisis Kadar Fosfor

Pengukuran kadar fosfor dilakukan menggunakan metode spektrofotometer UV-Vis. Proses dimulai dengan mencampurkan 50 mL sampel dengan HNO₃ 65% dan HClO₄ 70%, yang dibiarkan semalam sebelum dipanaskan secara bertahap dari 100°C hingga 350°C. Setelah destruksi, sampel didinginkan dan diencerkan hingga 50 mL, kemudian dibiarkan semalam atau disaring untuk mendapatkan ekstrak jernih. Kemudian, dilakukan pengukuran konsentrasi fosfor dengan pengukuran larutan standar sebagai kalibrasi sebelum menganalisis sampel.

Analisis Kadar Kalium

Pengukuran kadar fosfor dilakukan menggunakan metode spektrofotometer serapan atom. Awalnya, 50 mL sampel dicampur dengan HNO₃ 65% dan HClO₄ 70%, lalu didiamkan semalam. Campuran ini kemudian dipanaskan secara bertahap dari 100°C hingga 200°C dalam block digester sampai tersisa sekitar 0,5 ml cairan. Setelah didinginkan, sampel diencerkan hingga 50 mL dan disaring untuk mendapatkan ekstrak jernih. Kemudian, dilakukan pengukuran konsentrasi kalium dengan pengukuran larutan standar sebagai kalibrasi sebelum menganalisis sampel.

3. Hasil

Penelitian ini menggunakan variabel bebas berupa jenis nutrisi, yaitu kombinasi gula merah:air kelapa (N1), air cucian beras (N2), dan campuran gula merah:air kelapa:air cucian beras (N3), dengan variasi waktu fermentasi selama 5 dan 20 hari, serta konsentrasi effective microorganism (EM-4) sebesar 0% (P0) dan 12% (P3).

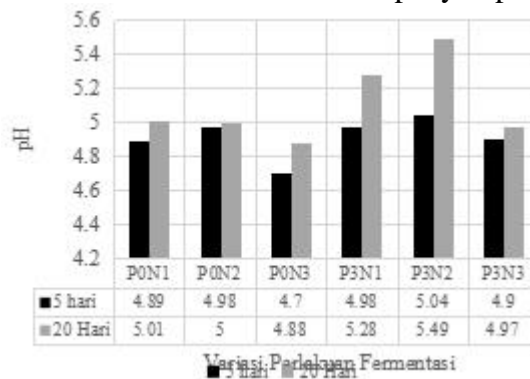
Tren derajat keasaman

Proses fermentasi dalam pembuatan pupuk organik cair (POC) dari limbah kulit nanas sangat dipengaruhi oleh nilai pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH POC yang dihasilkan berkisar antara 4,5 sampai 5,5, yang masih memenuhi persyaratan teknis menurut Peraturan Menteri Pertanian No.261/KPTS/SR.310/M/4/2019, yaitu pH 4-9 ([Permentan, 2019](#)). Nilai pH tertinggi sebesar 5,28 diperoleh dengan penggunaan nutrisi air cucian beras, penambahan EM-4 12%, dan waktu fermentasi 20 hari. Sebaliknya, nilai pH terendah sebesar 4,7 didapatkan dengan penggunaan campuran nutrisi gula merah, air kelapa, dan air cucian beras tanpa penambahan EM-4 selama 5 hari fermentasi.

Peningkatan nilai pH selama proses fermentasi disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang mengkonversi asam-asam organik menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti metana, amoniak, dan karbondioksida (Kurniawan et al., 2022). Namun, hubungan antara lama fermentasi dan nilai pH tidak selalu linear. Hal ini terkait dengan total asam yang dihasilkan oleh mikroba selama proses metabolisme. Semakin lama fermentasi, mikroba semakin banyak memanfaatkan karbohidrat, yang dapat menyebabkan penurunan pH akibat peningkatan produksi asam laktat (Kusumadewi et al., 2019).

Penggunaan EM-4 dalam proses fermentasi terbukti meningkatkan efektivitas penguraian bahan organik. Penelitian menunjukkan bahwa penambahan EM-4 dapat mempercepat proses fermentasi dan meningkatkan kandungan hara dalam POC (Meriatna et al., 2019, Rukmayanti et al., 2019). Meskipun hasil penelitian menunjukkan bahwa POC yang dihasilkan memenuhi standar pH yang ditetapkan, perlu diperhatikan bahwa pH yang cenderung asam dapat mempengaruhi ketersediaan nutrisi

bagi tanaman. Oleh karena itu, penggunaan POC ini perlu disesuaikan dengan jenis tanah dan tanaman target untuk memastikan efektivitas penyerapan nutrisi.



Gambar 1. Tren derajat keasaman

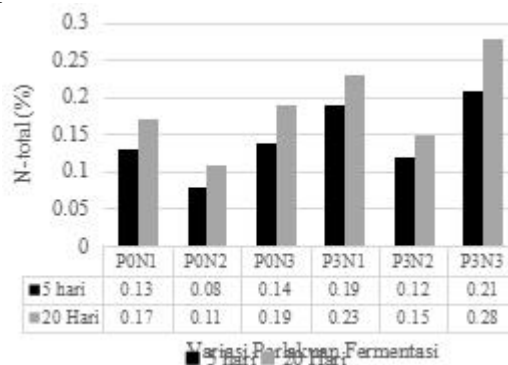
Pengaruh kondisi fermentasi terhadap kadar nitrogen

Kondisi fermentasi memiliki pengaruh signifikan terhadap kadar nitrogen dalam POC dari limbah kulit nanas. Kadar nitrogen tertinggi (0,28%) diperoleh dengan kombinasi nutrisi gula merah, air kelapa, dan air cucian beras, penambahan EM-4 12%, dan waktu fermentasi 20 hari. Peningkatan ini disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme dan proses amonifikasi selama fermentasi, sejalan dengan temuan Karthikeyan dan Sivakumar (2019) yang melaporkan peningkatan nitrogen hingga 30% dengan penggunaan EM-4 dalam pembuatan kompos.

Waktu fermentasi yang lebih lama (20 hari) menghasilkan kadar nitrogen lebih tinggi dibandingkan 5 hari, karena aktivitas bakteri nitrifikasi yang optimal (Malis, 2022). Jenis nutrisi juga berpengaruh, dengan kombinasi gula merah, air kelapa, dan air cucian beras memberikan hasil terbaik, sesuai dengan penelitian Susi et al. (2018).

Nitrogen berkontribusi signifikan pada pertumbuhan vegetatif, termasuk perkembangan akar, batang, dan daun. Selain itu, nitrogen merupakan komponen esensial dalam proses sintesis protein. Dalam konteks pupuk organik cair (POC), kandungan nitrogen juga berperan penting dalam pembentukan klorofil, yang pada gilirannya mempengaruhi pigmentasi daun (Karthikeyan dan Sivakumar (2019).

Meskipun terjadi peningkatan, kadar nitrogen tertinggi (0,28%) masih di bawah standar Peraturan Menteri Pertanian (2-4%). Untuk optimalisasi, strategi seperti penambahan bahan kaya nitrogen (Lim et al., 2017) atau penggunaan teknik fermentasi bertahap (Chen et al., 2020) dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan efisiensi konversi nitrogen dalam pembuatan POC dari limbah kulit nanas.

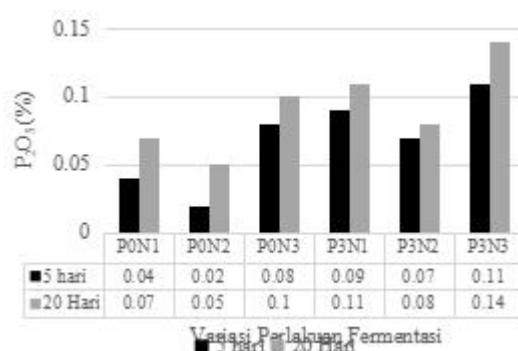


Gambar 2. Tren kadar N-total

Pengaruh kondisi fermentasi terhadap kadar fosfor

Kadar fosfor tertinggi (0,14%) diperoleh dengan kombinasi nutrisi gula merah, air kelapa, dan air cucian beras, penambahan EM-4 12%, dan waktu fermentasi 20 hari. Peningkatan ini disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme, terutama bakteri pelarut fosfat dalam EM-4, yang menguraikan fosfor-organik (Aini et al., 2023).

Waktu fermentasi yang lebih lama (20 hari) menghasilkan kadar fosfor lebih tinggi dibandingkan 5 hari, karena aktivitas bakteri pelarut fosfat sudah optimal, menghasilkan enzim fosfatase yang melarutkan fosfat dalam substrat (Nafis et al., 2023). Jenis nutrisi juga berpengaruh, dengan kombinasi gula merah, air kelapa, dan air cucian beras memberikan hasil terbaik (Sutikarini et al., 2023).



Gambar 3. Tren kadar fosfor

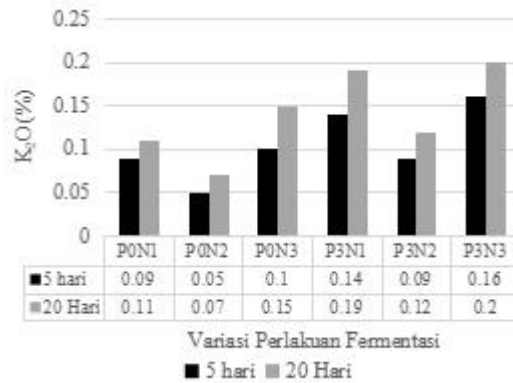
Fosfor memainkan peran penting dalam pertumbuhan tanaman. Menurut Aini et al., fosfor membantu mempercepat pembelahan sel dan pembesaran tanaman, serta berperan dalam metabolisme karbohidrat, lemak, dan respirasi (Aini et al., 2023). Selain itu, fosfor juga merangsang proses metabolik yang memfasilitasi produksi klorofil dan fotosintesis, serta mendorong pertumbuhan cabang melalui peningkatan aktivitas mikroba (Syamsia, 2024).

Meskipun terjadi peningkatan, kadar fosfor tertinggi (0,14%) masih di bawah standar Peraturan Menteri Pertanian (2-4%). Untuk optimalisasi, strategi seperti penambahan bahan kaya fosfor atau penggunaan teknik fermentasi bertahap dapat dipertimbangkan. Penelitian oleh Karthikeyan dan Sivakumar (2019) menunjukkan bahwa penggunaan EM-4 dalam pembuatan kompos dapat meningkatkan kandungan fosfor secara signifikan.

Pengaruh kondisi fermentasi terhadap kadar kalium

Kadar kalium tertinggi (0,2%) diperoleh dengan kombinasi nutrisi gula merah, air kelapa, dan air cucian beras, penambahan EM-4 12%, dan waktu fermentasi 20 hari. Peningkatan ini disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme dalam EM-4 yang menguraikan bahan organik dan menggunakan ion K⁺ untuk metabolisme mereka, sejalan dengan temuan Pradiksa et al. (2022).

Waktu fermentasi yang lebih lama (20 hari) menghasilkan kadar kalium lebih tinggi, yang dijelaskan oleh Wardah et al. (2021) sebagai akibat dari pembentukan asam organik yang meningkatkan daya larut unsur K. Meskipun kadar kalium meningkat, nilai tertinggi (0,2%) masih di bawah standar regulasi (2-4%).



Gambar 4. Tren kadar kalium

Untuk meningkatkan kadar kalium dalam pupuk organik cair, beberapa strategi dapat dipertimbangkan. Misalnya, Yadav et al. (2020) melaporkan bahwa penambahan bahan kaya kalium seperti abu sekam padi dapat meningkatkan kandungan kalium dalam kompos hingga 30%. Selain itu, optimalisasi rasio C/N dan penggunaan konsorsium mikroba yang efisien dalam melepaskan kalium dari bahan organik juga dapat menjadi pendekatan yang menjanjikan.

Kalium berperan penting dalam berbagai proses fisiologis tanaman, termasuk fotosintesis, aktivasi enzim, dan regulasi osmotik (Wang et al., 2013). Untuk meningkatkan kadar kalium, Yadav et al. (2020) menyarankan penambahan bahan kaya kalium seperti abu sekam padi. Optimalisasi kandungan kalium dalam pupuk organik cair dari limbah kulit nanas penting mengingat perannya dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres dan kualitas hasil panen (Zörb et al., 2014).

Pengaruh kondisi fermentasi terhadap rasio C/N

Rasio C/N merupakan faktor kunci dalam pembuatan POC dari limbah kulit nanas. Hal tersebut disebabkan mikroorganisme membutuhkan karbon untuk menyediakan energi (Gunawan dan Surdiyanto, 2001) dan nitrogen yang berperan dalam memelihara dan membangun sel tubuhnya (Triatmojo, 2001). Penelitian menunjukkan rasio C/N tertinggi (20,03%) dan terendah (10,06%) diperoleh pada fermentasi 20 hari dengan variasi nutrisi dan konsentrasi EM-4 12%, keduanya memenuhi standar Peraturan Menteri Pertanian (10-20%).



Gambar 5. Tren rasio C/N

Penambahan EM-4 mempercepat penurunan rasio C/N dengan meningkatkan aktivitas mikroorganisme pendekomposisi. Seiring waktu fermentasi, terjadi

peningkatan N-total dan penurunan C-organik, sesuai dengan temuan Marjenah (2017). Wang et al. (2013) menjelaskan fenomena ini sebagai hasil penggunaan karbon untuk energi dan nitrogen untuk pembentukan sel mikroorganisme.

Perbedaan rasio C/N antar nutrisi disebabkan oleh variasi kandungan protein, dengan air cucian beras memiliki rasio C/N lebih tinggi karena kandungan protein yang lebih besar (Syamsiah, 2014). Meskipun hasil memenuhi standar, Yadav et al. (2020) menyarankan optimalisasi rasio C/N awal untuk meningkatkan kualitas akhir POC, menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut dalam aspek ini.

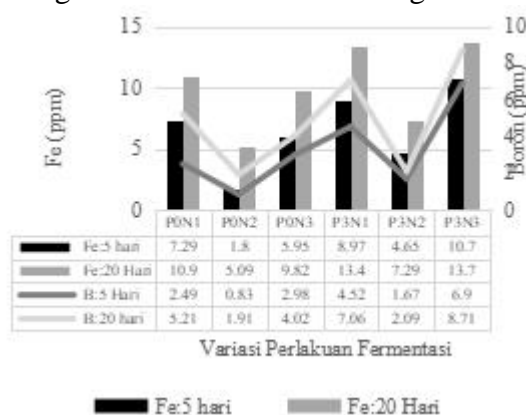
Pengaruh kondisi fermentasi terhadap kadar mikronutrien

Berdasarkan hasil penelitian, kadar boron dan besi dalam POC dari limbah kulit nanas menunjukkan tren peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi dan konsentrasi EM-4. Kadar tertinggi untuk kedua mikronutrien diperoleh pada fermentasi 20 hari dengan penambahan EM-4 12%.

Boron memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman. Fungsinya meliputi sintesis dan transport karbohidrat, pertumbuhan dan perkembangan polen, serta aktivitas sel. Boron juga berperan dalam penguatan dinding sel, pembelahan sel, dan perkembangan benih dan buah. Namun, kadar boron yang terlalu tinggi (di atas 1,0-1,8 ppm) dapat menyebabkan keracunan pada tanaman (Nations, 1984).

Besi (Fe) merupakan unsur mikro esensial bagi tanaman. Fe berperan dalam sintesis klorofil, transfer energi, dan merupakan komponen penting dalam beberapa enzim dan protein. Fe juga berfungsi dalam respirasi, metabolisme tanaman, dan fiksasi nitrogen. Kekurangan Fe dapat menghambat pertumbuhan tanaman, sementara kelebihan Fe dapat menyebabkan keracunan dan mengganggu penyerapan nutrisi lain (Purba *et al.*, 2021).

Meskipun kadar boron dan besi dalam POC yang dihasilkan masih di bawah standar regulasi, peningkatan yang terjadi menunjukkan potensi pengembangan POC dari limbah kulit nanas sebagai sumber mikronutrien bagi tanaman.



Gambar 6. Tren kadar ferum dan boron

4. Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa limbah kulit nanas memiliki potensi signifikan sebagai bahan baku pupuk organik cair (POC) yang kaya nutrisi. Hasil terbaik diperoleh dengan kombinasi nutrisi campuran gula merah, air kelapa, dan air cucian beras, konsentrasi EM-4 12%, dan waktu fermentasi 20 hari. POC yang dihasilkan mengandung 0,28% nitrogen, 0,14% fosfor, 0,2% kalium, rasio C/N 10,06%, 13,7 ppm besi, dan 8,71 ppm boron. Penambahan EM-4 berperan penting dalam

meningkatkan efektivitas dekomposisi bahan organik, dengan konsentrasi dan waktu fermentasi yang lebih tinggi menghasilkan kualitas POC yang lebih baik. Meskipun beberapa parameter belum memenuhi standar regulasi, hasil ini menunjukkan potensi pengembangan lebih lanjut dalam pemanfaatan limbah kulit nanas sebagai sumber nutrisi tanaman yang berkelanjutan.

5. Daftar Pustaka

- [1] Aini, Y. N., Hermiyanti, P., & Sulistio, I. (2023, December). Pineapple Peel Waste and Water Hyacinth as Liquid Organic Fertilizer for the Growth of Mustard (*Brassica juncea* L.). In *Proceeding International Conference on Health Polytechnic Ministry of Health Surabaya* (Vol. 2, No. 2).
- [2] Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia. (2017). Produksi Nanas di Indonesia.
- [3] Badan Pusat Statistik (BPS) Riau. (2022). Produksi Nanas di Provinsi Riau.
- [4] Chen, H., Yang, X., Wang, H., Sarkar, B., Shaheen, S. M., Gielen, G., ... & Rinklebe, J. (2020). Animal carcass-and wood-derived biochars improved nutrient bioavailability, enzyme activity, and plant growth in metal-phthalic acid ester co-contaminated soils: A trial for reclamation and improvement of degraded soils. *Journal of Environmental Management*, 261, 110246.
- [5] Nurhayati, N., Maryanto, M., & Tafajani, H. (2014). Pectin extraction from pineapple peel (*Ananas comosus* L. Merr) using various pH level. *Agritech*, 34(2), 146-150.
- [6] Kurniawan, E., Dewi, R., & Jannah, R. (2022). Pemanfaatan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit sebagai Pupuk Organik Cair dengan Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 11(1), 76-90.
- [7] Kusumadewi, M. A., Suyanto, A., & Suwerda, B. (2019). Kandungan nitrogen, phosphor, kalium, dan ph pupuk organik cair dari sampah buah pasar berdasarkan variasi waktu. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 11(2), 92-99.
- [8] Meriatna, M., Suryati, S., & Fahri, A. (2019). Pengaruh waktu fermentasi dan volume bio aktivator EM4 (effective microorganisme) pada pembuatan pupuk organik cair (POC) dari limbah buah-buahan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(1), 13-29.
- [9] Nafis, F. F. A., Rahmawati, N. L., A'dawiyah, R., Katmawanti, S., & Wardani, H. E. (2020, December). KELIA, A Liquid Organic Fertilizer Made of Tutut Snails for A Good Tomato Growth. In *The 1st International Scientific Meeting on Public Health and Sports (ISMOPHS 2019)* (pp. 144-148). Atlantis Press.
- [10] Peraturan Menteri Pertanian No.261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah.
- [11] Rasmito, A., Hutomo, A., & Hartono, A. P. (2019). Pembuatan pupuk organik cair dengan cara fermentasi limbah cair tahu, starter kotoran sapi, dan boisca. *Jurnal IPTEK*, 23(1), 55-62.
- [12] Rukmayanti, R. (2020). *Analisis Kualitas Nutrisi Pupuk Organik Cair (POC) Dari Bahan Baku Sayuran, Buah-Buahan Dan Ikan* (Doctoral

dissertation, Universitas Negeri Makassar).

- [13] Suriyadi, S. (2021). Pengaruh penambahan air kelapa dan gula merah terhadap kualitas pupuk organik cair dari limbah sayuran. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 17(2), 85-93.
- [14] Susi, N., Surtinah, S., & Rizal, M. (2018). Pengujian kandungan unsur hara pupuk organik cair (POC) limbah kulit nanas. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 14(2), 46-51.
- [15] Sutikarini, S., Masulili, A., Suryani, R., Setiawan, S., & Mulyadi, M. (2023). Characteristics of Pineapple Waste as Liquid Organic Fertilizer and Its Effect on Ultisol Soil Fertility. *International Journal of Multi Discipline Science (IJ-MDS)*, 6(1), 38-45.
- [16] Wahyuni, S., Ramli, R., & Mahfud, M. (2016). Pengaruh cara pengeringan dan teknik ekstraksi terhadap kualitas simplisia dan ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 3(1), 53-61.