

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Penelitian Terdahulu

1. Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Ichda et al (2021) Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, ditulis jurnal mengenai “Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Batang Pisang, Sabut Kelapa Dan Kotoran Sapi Dengan Floating Fermentor Drum”. Penelitian ini bertujuan untuk memahami keuntungan dari produk yang mengandung senyawa yang berpotensi. Tiga indikator yang diperhatikan adalah nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang berfungsi sebagai indikator dalam produksi pupuk organik cair (POC). Proses untuk menghasilkan POC dalam penelitian ini dilakukan melalui fermentasi dengan memanfaatkan *Effective Microorganism 4* (EM4). Beberapa parameter yang diuji meliputi durasi fermentasi (6 hari, 10 hari, 14 hari, 18 hari, dan 22 hari) serta volume EM4 (1 L, 2 L, 3 L, 4 L, dan 5 L). EM4 diaktivasi selama 7 hari sebelum proses fermentasi untuk mengukur kandungan N, P, dan K. Hasil terbaik yang diperoleh dalam studi ini dicapai dengan penggunaan 5 L EM4 dan waktu fermentasi selama 22 hari, yang menghasilkan 1,020% (N), 1,920% (P), dan 3,720% (K). Perbedaan utama antara penelitian sebelumnya dan penelitian ini adalah bahwa kali ini dilakukan fermentasi an-aerob dengan menggunakan berbagai jenis sabut kelapa berusia 5 hingga 7 bulan sebagai bahan baku, yang diperkaya dengan bioinokulan dari Sanbio SBS Kesling Magetan dan EM4. Pengukuran juga dilakukan terhadap parameter fisik seperti pH, warna, serta bau.
2. Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Nursida dan Yulianti dari Fakultas Pertanian Universitas Islam Indragiri, pada tahun 2021, ditulis jurnal mengenai “Meminimalisir penggunaan Pupuk KCL Dengan Substitusi Pupuk Organik Cair (POC) Sabut Kelapa Dalam Upaya Menciptakan Pertanian Ramah Lingkungan Pada Budidaya Jagung

Manis”. Tujuannya adalah untuk meningkatkan penerapan teknologi dalam produksi pupuk organik dari beragam limbah. Salah satu metode yang dibahas adalah pembuatan pupuk organik cair menggunakan sabut kelapa. Sabut kelapa merupakan produk sampingan dari penjualan kelapa yang memiliki kandungan kalium tinggi. Kandungan kalium yang signifikan dalam sabut kelapa menjadikannya alternatif yang baik untuk KCL. Penelitian ini menerapkan desain acak kelompok non-faktorial dengan lima perlakuan, yaitu 100 kg/ha KCl (dosis standar untuk tanaman jagung), 100 kg/ha KCl + 30 ml/l POC sabut kelapa, 75 kg/ha KCl + 30 ml/l POC sabut kelapa, 50 kg/ha KCl + 30 ml/l POC sabut kelapa, 25 kg/ha KCl + 30 ml/l POC sabut kelapa, serta 0 kg KCl + 30 ml/l POC sabut kelapa. Perbedaan dari studi sebelumnya ada pada fakta bahwa peneliti saat ini melakukan fermentasi anaerobik dengan memanfaatkan semua tipe sabut kelapa yang berusia 5 hingga 7 bulan sebagai bahan dasar, dilengkapi dengan starter bioinokulan Sanbio SBS Kesling Magetan dan EM4. Pengukuran juga dilakukan terhadap parameter fisik seperti pH, warna, serta bau.

3. Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Poerwati et al (2023) Program Studi Kesehatan Lingkungan Magetan, ditulis jurnal mengenai “Sanbio SBS”. Tujuan dari penelitian ini adalah menciptakan bioaktivator yang dapat memperpendek proses fermentasi dalam pembuatan pupuk organik cair maupun padat. Metode yang digunakan dengan proses aerob dan anaerob yang memakan waktu sekitar 12-14 minggu. Produk Sanbio SBS ini memiliki ketersediaan bakteri yang telah memenuhi standart baku mutu Kepmentan 261/2019 yang terdiri dari *Total Plate Count (NA)*, *Nitrosomonas sp*, *Nitro bacter sp*, *Pseudomonas sp*, *Bacillus sp*, *Actinomicetes*, *Bakteri pelarut phospat*, *Laktobacillus sp*, *Aerobacter sp*, *Sacaromyces*, *Acetobacter*, dan bakteri lainnya. Pada penelitian kali ini peneloiti akan memanfaatkan Sanbio SBS sebagai bioaktivator yang digunakan dalam pembuatan kompos yang berbahan dasar sampah organik.

Tabel II.1 Matriks perbedaan peneliti terdahulu dengan penelitian sekarang

No	Nama Peneliti Dan Judul Penelitian	Desain Penelitian dan Uji	Variabel Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
1.	Ichda et al (2021) “Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Batang Pisang, Sabut Kelapa dan Kotoran Sapi Dengan Floating Fermentor Drum”.	Pada penelitian pembuatan pupuk organik cair dengan metode anaerob ini, terlebih dahulu dilakukan uji analisis untuk mengetahui Phospor dan Kalium.	Variabel bebas : Batang pisang, sabut kelapa, kotoran sapi Variabel terikat: Kandungan NPK	Hasil analisis secara keseluruhan kadar Kalium terendah didapat pada penambahan EM-4 1 liter dan waktu fermentasi 6 hari dengan kadar 0,120 %. Sedangkan kadar kalium tertinggi didapat pada penambahan EM-4 5 liter dan waktu fermentasi 22 hari dengan kadar 3,720%.	Peneliti sekarang akan melakukan penelitian dengan metode fermentasi anaerob dengan bahan baku semua jenis sabut kelapa yang berumur 5-7 bulan dengan penambahan starter bioinokulan produk Sanbio SBS Kesling Magetan dan EM4. Serta melakukan pengukuran parameter fisik : (pH, bau, warna/tekstur).
2.	Nursida dan Yulianti (2021) “Meminimalisir penggunaan Pupuk	Quasy Eksperiment dengan Rancangan Acak Kelompok	Variabel bebas: Pupuk KCl dan	Perlakuan POC sabut kelapa tanpa penggunaan KCl terlihat memberikan pertumbuhan dan produksi yang lebih baik	Peneliti sekarang akan melakukan penelitian dengan metode fermentasi anaerob dengan bahan baku semua jenis

No	Nama Peneliti Dan Judul Penelitian	Desain Penelitian dan Uji	Variabel Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
	KCL Dengan Subtitusi Pupuk Organik Cair (POC) Sabut Kelapa Dalam Upaya Menciptkan Pertanian Ramah Lingkungan Pada Budidaya Jagung Manis”	(RAK) non faktorial.	POC sabut kelapa Variabel terikat: Jagung manis	dibandngkan dengan pemberian KCl 100% dosis rekomendasikan maupun pemberian KCl 100% dosis rekomendasi dengan aplikasi POC sabut kelapa	sabut kelapa yang berumur 5-7 bulan dengan penambahan starter bioinokulan produk Sanbio SBS Kesling Magetan dan EM4. Serta melakukan pengukuran parameter fisik : (pH, bau, warna/tekstur).
3.	Poerwati et al (2023) “Sanbio SBS”	Pada penelitian ini pembuatan bioaktivator dengan metode aerob dan anaerob,	-	Produk Sanbio SBS ini memiliki ketersediaan bakteri yang telah memenuhi standart baku mutu Kepmentan 261/2019 yang terdiri dari <i>Total Plate Count (NA)</i> , <i>Nitrosomonas sp</i> , <i>Nictro bacter</i>	Pada penelitian kali ini peneliti akan memanfaatkan Sanbio SBS sebagai bioinokulan yang digunakan dalam pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) yang berbahan dasar sabut kelapa.

No	Nama Peneliti Dan Judul Penelitian	Desain Penelitian dan Uji	Variabel Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
				<i>sp, Pseudomonas sp, Bacillus sp, Actinomicetes, Bakteri pelarut phospat, Laktobacillus sp, Aaerobacter sp, Sacaromyces, Acetobacter, dan bakteri lainnya</i>	

B. Telaah Pustaka

1. Pupuk

Pupuk adalah zat yang mengandung nutrisi yang ditambahkan ke dalam tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Pupuk dapat berfungsi untuk meningkatkan kesuburan tanah, mengganti unsur hara yang diambil tanaman dari tanah, meningkatkan produktivitas tanaman serta, meningkatkan hasil panen. Menurut Kementerian Pertanian Indonesia (2019) pada pasal 1 pupuk organik didefinisikan sebagai pupuk yang dihasilkan dari sisa-sisa tanaman, Pupuk kandang terdiri dari komponen tubuh hewan dan limbah organik lainnya yang telah melalui proses tertentu, baik dalam bentuk padat maupun cair. Pupuk ini dapat ditambahkan bahan mineral dan mikroorganisme untuk meningkatkan unsur hara dan kandungan organik tanah, serta meningkatkan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah.

a. Pupuk organik

Pupuk organik berasal dari sumber alami seperti sisa-sisa tanaman mati, pupuk kandang, bagian dari hewan, dan limbah organik lainnya yang telah melalui proses teknis tertentu. Pupuk organik dibuat dari bahan tumbuhan dan hewan yang telah melalui beberapa tahap pemrosesan. Salah satu jenisnya adalah pupuk organik cair (POC), yang biasanya berasal dari limbah tumbuhan, mudah diperoleh, dan diproduksi. POC dihasilkan secara alami melalui proses fermentasi yang mendorong dekomposisi limbah tumbuhan dan hewan. Penggunaan POC dapat menjadi cara yang efektif untuk merangsang pertumbuhan tanaman, meningkatkan struktur tanah, dan menjadi alternatif bagi pupuk kimia yang semakin sulit diakses dan mahal. Pupuk ini tidak hanya menyediakan unsur hara vital seperti nitrogen, fosfor, dan kalium yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dan berkembang, tetapi juga membantu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan air, merangsang aktivitas mikroorganisme yang

bermanfaat, serta mengurangi ketergantungan petani terhadap pupuk. Dengan beralih ke pupuk organik, para petani tidak hanya mendukung keberlanjutan ekosistem pertanian, tetapi juga berkontribusi pada kesehatan lingkungan dan kesejahteraan Masyarakat secara umum. Pupuk organik dapat meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah, yang kan memperbaiki kondisi tanah yang keras dan tidak subur akibat penggunaan pupuk kimia yang berlebihan, sehingga tanah menjadi lebih gembur dan subur, serta mampu memberikan nutrisi yang lebih baik bagi tanaman saat tumbuh (Asmawanti et al., 2022).

2. Pupuk Organik Cair (POC)

a. Definisi

Pupuk organik cair (POC) adalah tipe pupuk yang berasal dari kotoran hewan atau tumbuhan yang telah mengalami proses degradasi secara fisik atau biologis hingga menjadi larutan. Pupuk ini berfungsi untuk menyediakan bahan organik yang berkontribusi pada peningkatan sifat fisik, kimia, dan biologis tanah. Dengan mengandung unsur hara seperti nitrogen, pupuk organik cair sangat penting untuk meningkatkan kesuburan tanah, terutama pada lahan pertanian yang kekurangan unsur hara. Penggunaanya perlu ditingkatkan agar tanah dapat terjaga dari kekurangan nutrisi yang semakin langka. Lebih dari sekedar menjadi sumber hara, Pupuk organik juga membantu dalam mendorong pembentukan klorofil pada daun tanaman. Pemakaian pupuk ini secara berkelanjutan dapat meningkatkan produktifitas tanah, memperbaiki strukturnya, dan mencegah degradasi, dengan demikian pupuk organik berperan dalam pelestarian tanah. Terdapat dua jenis pupuk organik, yaitu padat dan cair. Keunggulan dari pupuk organik cair adalah unsur hara yang tersedia lebih cepat tersedia dan lebih mudah diserap oleh akar tanaman. Pupuk cair ini dapat digunakan dengan cara ditaburkan auu

disemprotkan langsung ke daun atau batang tanaman, memberikan fleksibilitas dalam aplikasinya (Widyaningrum, 2019).

Sebagai landasan hukum, Peraturan Keputusan Menteri Pertanian mengenai Persyaratan Teknis Minimal untuk Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah No. 261/KTPS/SR. 310/M/4/2019 berkaitan dengan pendaftaran Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah telah ditandatangani dan diterbitkan oleh Menteri Pertanian Amran Sulaiman pada 1 April 2019 di Jakarta..

b. Manfaat Pupuk Organik Cair (POC)

Pupuk organik cair memiliki peran penting sebagai stimulant pertumbuhan, terutama pada saat tanaman mulai tumbuh tunasnya atau beralih dari tahap vegetatif ke tahap generatif, yang mendorong perkembangan buah dan biji. Daun serta batang tanaman dapat mengambil pupuk ini secara langsung melalui stomata, atau lubang-lubang di permukaannya. Jika dibandingkan dengan jenis pupuk lainnya, POC memiliki beberapa manfaat anatara lain sebagai berikut:

- Bisa dipakai sebagai pupuk dasar dengan kandungan nutrisi yang lengkap.
- Sangat mudah untuk diterapkan dan ekonomis.
- Pupuk cair ini mudah diserap oleh daun, mendukung proses fotosintesis.
- Berkontribusi dalam meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK).
- Membantu dalam proses pembongkaran mineral.
- Menyediakan makanan bagi mikroorganisme tanah, seperti bakteri dan jamur yang bermanfaat.
- Meningkatkan ikatan antara partikel dalam tanah.
- Memperkuat daya olah tanah dan menggemburkan media tanam secara optimal.

Dengan segala manfaat ini, pupuk organik cair menjadi pilihan yang sangat baik dalam mendukung pertumbuhan tanaman secara berkelanjutan (Sitanggang et al., 2022).

c. Proses pembuatan Pupuk Organik Cair (POC)

Pembuatan pupuk organik cair dari bahan baku sabut kelapa dilakukan melalui beberapa langkah yang terstruktur.

- 1) Menyiapkan sabut kelapa yang sudah dipotong atau dicacah. Langkah ini bertujuan untuk mempercepat proses penguraian bahan organik sekaligus menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.
- 2) Selanjutnya, sebanyak 100 gram cairan EM4 yang berasal dari pertanian dilarutkan dalam air bersih sebagai bahan pengurai.
- 3) Kemudian, 100 gram gula merah juga dilarutkan dalam air.
- 4) Selanjutnya, campurkan 1 kg sabut kelapa, 10 liter air bersih, larutan EM4, dan sirup gula merah ke dalam ember berkapasitas 15 liter.
- 5) Setelah semua bahan tercampur dengan baik, tutup ember dengan rapat dan lilitkan selotip di sekelilingnya. Biarkan selama dua minggu.
- 6) Penting untuk membuka selotip dan penutup ember selama beberapa detik setiap hari agar gas yang terbentuk selama fermentasi bisa keluar.
- 7) Selama proses komposting, tekanan gas di dalam wadah akan meningkat, menandakan bahwa mikroorganisme sedang aktif.
- 8) Setelah dua minggu, proses fermentasi pun selesai, dan Pupuk Organik Cair (POC) yang terbuat dari sabut kelapa siap untuk digunakan (Surtono et al., 2023).

Adapun prosedur pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dengan bahan baku sampah organik dan urine sapi yang sudah dilakukan penelitian oleh Rahayu (2024) sebagai berikut :

- 1) Proses pencacahan
 - a) Siapkan alat pencacah
 - b) Siapkan sampah organik yang akan digunakan
 - c) Masukkan ke dalam alat
 - d) Nyalakan alat
- 2) Proses aerasi
 - a) Masukkan urine ke dalam alat aerasi
 - b) Masukkan blower pump ke dalam urine
 - c) Nyalakan alat
- 3) Prosedur fermentasi
 - a) Masukkan hasil cacahan sampah organik ke dalam alat fermentor
 - b) Masukkan urine yang telah di aerasi 2x24 jam
 - c) Tambahkan bioaktiator
 - d) Tutup alat fermentor

d. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses Pupuk Organik Cair (POC)
Beberapa elemen dapat memengaruhi kualitas POC, di antaranya:

1) Parameter Fisik

a) pH

Ph (Potensial Hidrogen) adalah ukuran pH (Potensial Hidrogen) adalah ukuran dari keasaman atau kebasaan suatu larutan, diukur dalam skala 0 hingga 14. pH 7 menunjukkan netral, pH di bawah 7 bersifat asam, sementara pH di atas 7 bersifat basa. Proses fermentasi berlangsung optimal pada kisaran pH tertentu, dengan pH ideal untuk pembuatan pupuk berada antara 6,5 dan 7,5. Menurut Permentan Nomor 261 Tahun 2019 kualitas Pupuk Organik Cair (POC) memiliki pH 4-9. pH POC bisa turun karena fermentasi berlebihan, bahan baku yang terlalu asam, atau kurangnya penyangga pH. Jika pH terlalu rendah, mikroba bermanfaat

bisa mati, unsur hara hilang, dan efektivitas pupuk menurun. Untuk mengatasinya, perlu menambahkan kapur dolomit, abu sekam, atau mengontrol fermentasi agar pH tetap stabil di kisaran 6,5 – 7,5. Selama fermentasi, terjadi perubahan pada bahan organik yang juga mempengaruhi nilai pH-nya. Pada awal proses, pH cenderung menurun akibat aktivitas mikroorganisme yang menguraikan bahan organik menjadi asam organik. selanjutnya, mikroorganisme dari spesies lain berperan dalam mengubah asam-asam tersebut, sehingga pH pupuk yang dihasilkan mendekati netral. Seiring berjalannya waktu dalam proses fermentasi, pH cenderung meningkat. Hal ini terjadi karena fermentasi sangat dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme. Semakin lama proses berlangsung, semakin banyak mikroba yang memanfaatkan karbohidrat untuk metabolisme, yang pada gilirannya meningkatkan produksi asam laktat. Peningkatan kadar asam laktat ini terlihat dari penurunan nilai pH yang mengindikasikan aktivitas mikroba yang semakin tinggi (Kusumadewi et al., 2020).

Hasil penelitian Kusumadewi et al (2020) POC dari bahan baku sampah buah pasar. Dalam penelitian ini, pH dari pupuk organik cair yang difermentasi selama satu minggu menunjukkan kecenderungan netral, dengan rata-rata nilai sebesar 6,9. Sementara itu, pupuk organik cair yang difermentasi selama dua minggu memiliki rata-rata pH sebesar 6,8. Terdapat perbedaan sebesar 0,1 dimana nilai pH dari fermentasi satu minggu sedikit lebih tinggi. Kedua perlakuan ini memenuhi standar baku pH, yaitu berada dalam rentang 4 hingga 9.

b) Warna/ Tekstur

Warna adalah elemen penting dalam menentukan kualitas pupuk organik cair dan kematangannya. Warna pupuk

organik cair dapat bervariasi dari coklat kehitaman hingga coklat. Pupuk organik cair adalah salah satu inovasi penting dalam dunia pertanian modern yang berorientasi pada keberlanjutan. Dengan bentuk cair berwarna kuning kecoklatan, POC tidak hanya menjadi produk akhir dari proses fermentasi, tetapi juga berfungsi sebagai indikator kunci dalam menilai kualitas penguraian bahan organik seperti sisa tanaman, limbah dapur dan lain-lain. Warna kuning kecoklatan ini dihasilkan melalui aktivitas mikroorganisme, baik bakteri maupun jamur, yang bekerja secara sinergis dalam lingkungan anaerobik maupun aerobik untuk menguraikan senyawa-senyawa kompleks menjadi zat-zat bioaktif yang berguna. Selain itu, warna ini menandakan bahwa proses fermentasi telah mencapai tingkat kematangan yang baik (Chalisty & Baharudin, 2024).

Hasil penelitian Chalisty & Baharudin (2024) POC dari bahan baku urin sapi dan limbah cair tahu. Dalam penelitian ini, warna yang dihasilkan setelah fermentasi selama 15 hari menunjukkan bahwa P0 berwarna agak coklat, sedangkan P1, P2, dan P3 berwarna coklat. Hasil ini menunjukkan bahwa warna bio-urin yang baik adalah coklat hingga kehitaman. Perubahan warna tersebut terjadi akibat aktivitas mikroorganisme selama proses fermentasi. Penambahan bioaktivator dapat mempercepat fermentasi, sehingga dapat mengubah warna pupuk organik cair. Yunilas et al (2022) menemukan bahwa warna POC berubah dan menjadi gelap ini disebabkan oleh adanya reaksi enzimatik hidrolisis bahan organik terutama karbohidrat menjadi gula sederhana, asam laktat, asam asetat, air dan panas. Semakin lama fermentasi berlangsung, maka panas yang dihasilkan semakin tinggi. Energi panas ini dapat meningkatkan suhu bahan organik sebagai substrat produksi

POC sehingga menyebabkan warna POC menjadi lebih gelap.

c) Bau

Bau adalah sensasi yang dirasakan oleh manusia melalui indra penciuman ketika zat kimia tercampur di udara. Berbeda dengan produk lainnya yang sering kali mengeluarkan bau menyengat dari proses dekomposisi bahan organik yang tidak sempurna. POC memiliki aroma netral. Aroma ini menunjukkan bahwa semua bahan baku organik, seperti sisa panen, limbah rumah tangga, dan kotoran ternak, telah menjalani proses fermentasi yang optimal. Selama fermentasi ini, mikroorganisme pengurai bekerja secara efisien untuk mengubah senyawa kompleks menjadi gas berbau menyengat seperti ammonia, hydrogen sulfida, atau senyawa volatile lainnya yang dapat mengganggu kenyamanan pengguna (Hamawi & Akhiriana, 2022).

Tingkat bau khas POC berubah seiring proses fermentasi. Pada hari ke 1-3 berbau tidak sedap (amis). Terjadi perubahan bau pada hari ke 7 bau asam mulai berkurang dan hari ke 10 bau POC khas tape, lalu pada hari ke 14 bau mulai stabil dan tidak menyengat. (Rafidah et al., 2023)

Dari hasil penelitian Hamawi & Akhiriana (2022) POC dari bahan baku limbah dapur. Dalam penelitian ini, bau yang dihasilkan tidak berbau busuk. Indikator keberhasilan pembuatan POC bau cairan yang tidak menyengat.

2) Fermentasi

Fermentasi sering kali diartikan sebagai proses degradasi anaerob dari karbohidrat dan asam amino tanpa kehadiran oksigen. Waktu fermentasi merupakan salah satu faktor terpenting dalam proses ini karena berhubungan dengan fase pertumbuhan mikroorganisme yang berlangsung seiring waktu. Hal ini secara langsung mempengaruhi kandungan produk akhir. Dalam proses fermentasi terdapat empat fase pertumbuhan mikroba: fase lag, fase logaritmik (eksponensial), fase stasioner, dan fase mati. Untuk menghasilkan pupuk organik cair, durasi fermentasi dalam penelitian ini adalah 6, 10, dan 14 hari. Pemilihan pada periode ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a) Pemilihan awal (6 hari) pada tahap awal fermentasi, mikroorganisme seperti bakteri asam laktat, khamir dan bakteri pengurai mulai aktif mengolah bahan organik. Proses ini menghasilkan senyawa-senyawa seperti asam organik, enzim, dan gas yang berperan penting dalam penguraian unsur hara. Namun, pada periode ini, efisiensi penguraian masih rendah, sehingga kandungan unsur hara dalam pupuk organik cair masih berada pada tahap awal. Pada tahap ini merupakan tahap fase lag yaitu tahap adaptasi bakteri terhadap lingkungan baru. Lama fase lag bervariasi tergantung pada komposisi media, suhu, pH, dan sifat fisiologis mikroorganisme dari media sebelumnya.
- b) Fermentasi antara (10 hari) setelah 10 hari, aktivitas mikroorganisme mencapai puncaknya, dan proses penguraian menjadi lebih stabil. Pada fase ini, Sebagian besar bahan organik telah terurai menjadi bentuk yang lebih sederhana, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, yang lebih mudah diserap oleh tanaman. Pada tahap ini merupakan fase logaritma (Eksponensial) Pada fase ini, sel-sel telah beradaptasi dengan lingkungan baru dan mulai membelah

dengan cepat sampai populasi maksimum tercapai. Pada fase ini, terjadi periode pertumbuhan yang pesat, di mana setiap sel mikroorganisme membelah menjadi dua. Untuk mencapai populasi maksimumnya, mikroorganisme akan menyerap nutrisi, seperti fosfor, yang diperlukan untuk membangun sel dan melakukan aktivitas metabolisme.

- c) Fermentasi maksimum (14 hari) setelah 14 hari fermentasi, mikroorganisme terus mengurai bahan organik, tetapi tingkat aktivitasnya mulai menurun. Pada tahap ini, sebagian besar nutrisi sudah terbentuk, tetapi beberapa mikroorganisme dapat mengalami penurunan populasi akibat berkurangnya sumber makanan. Jika proses fermentasi diteruskan lebih dari 14 hari ada risiko penurunan kualitas pupuk. Pada tahap ini merupakan fase stasioner yaitu terjadi Ketika laju pertumbuhan bakteri seimbang dengan laju kematiannya. Dalam kondisi ini, jumlah total bakteri tetap stabil. Keseimbangan ini tercapai akibat penurunan laju pembelahan sel, yang disebabkan oleh kekurangan nutrisi serta akumulasi produk toksik yang menghambat proses pembelahan. Lalu kemudian ada tahap fase kematian, laju kematian bakteri meningkat dan melebihi laju pertumbuhan, yang mengakibatkan penurunan jumlah keseluruhan bakteri. Dalam fase ini, mikroorganisme mengalami kesulitan bertahan hidup dan secara bertahap berkurang (Rahmah, 2021).

Keberhasilan proses ini dapat dikenali dari beberapa indikator, seperti munculnya lapisan putih di permukaan, bau yang khas, serta perubahan warna dari hijau menjadi coklat, dengan pupuk yang dihasilkan berwarna kuning kecoklatan. Lapisan putih yang terlihat pada permukaan pupuk adalah aktinomisetes, yaitu sejenis jamur yang tumbuh setelah pembentukan pupuk. Proses

fermentasi itu sendiri memanfaatkan aktivitas mikroba tertentu atau campuran beberapa jenis mikroba. Mikroba yang umumnya digunakan dalam fermentasi meliputi khamir, jamur, dan bakteri. Pada tahap awal, karbohidrat di pecah menjadi unit glukosa dengan bantuan enzim amilase dan glukosidase. Melalui aksi kedua enzim ini, pati diuraikan menjadi glukosa, yang kemudian diubah menjadi alkohol oleh khamir (Mustam & Ramdani, 2020).

Dari hasil penelitian Rahmah (2021) Durasi fermentasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 9, 12, 15, dan 18 hari. Unsur hara yang diuji meliputi N,P,K, pH, karbon organik, dan rasio C/N. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan N tertinggi mencapai 0,672% pada fermentasi selama 15 hari. Sementara itu, kandungan P tertinggi juga ditemukan pada fermentasi 15 hari dengan nilai 0,837%. Untuk unsur K, nilai tertinggi tercatat sebesar 0,420% setelah fermentasi selama 12 hari. Adapun pH tertinggi mencapai 5,69 setelah fermentasi 12 hari. Selain itu, pada periode yang sama, rasio C/N tertinggi adalah 13,44 dan kadar karbon organik mencapai 7,45. Kadar total N+P₂O₅+K₂O tertinggi, sebesar 1,910%, juga diperoleh setelah fermentasi selama 15 hari.

Dari hasil penelitian dari Mustam & Ramdani (2020) POC dari bahan baku limbah sabut kelapa dan ekstrak taoge. Dalam penelitian ini, sebanyak 1 kg sabut kelapa ditimbang, kemudian dipotong kecil-kecil dan dicuci bersih untuk menghilangkan kandungan tanin. Setelah itu, sabut kelapa tersebut dijemur hingga kering. Sabut kelapa yang sudah kering selanjutnya dimasukkan ke dalam ember plastic yang berisi 1 liter ekstrak taoge, 100 ml EM4, 5 sendok makan gula pasir, dan 10 liter air, kemudian diaduk hingga tercampur merata. Ember tersebut kemudian ditutup dan dibiarkan selama 14 hari untuk proses fermentasi. Setiap hari, dilakukan pengamatan terhadap pH,

suhu larutan, suhu ruangan. Hasil suhu POC stabil antara hari ke-6 hingga ke-13 pada 32°C, sementara suhu ruangan tetap konstan pada hari ke-10.

3. Sabut Kelapa

Kelapa merupakan salah satu tanaman perkebunan industri yang dibudidayakan oleh masyarakat karena nilai ekonominya yang tinggi. Selain itu, kelapa juga memiliki nilai tambah melalui seratnya, dan sudah terdapat banyak serat kelapa yang tidak terpakai. Pengolahan serat kelapa yang tidak terpakai dapat didaur ulang untuk mengurangi limbah serat kelapa dan mencegah masalah kesehatan (Ningrum, 2019).

Produk yang terbuat dari serat alami telah dikembangkan untuk mengubah bahan baku alami yang bernilai rendah menjadi produk yang bernilai tinggi. Cangkang kelapa sering dibuang dan dianggap sebagai limbah, meskipun sebenarnya memiliki nilai tambah yang sangat bermanfaat bagi masyarakat. Cangkang kelapa dalam bentuk asli mungkin memiliki sedikit kegunaan, tetapi cangkang kelapa yang diolah menjadi produk memiliki manfaat yang jauh lebih besar. Cangkang kelapa merupakan bagian terluar dari kelapa yang melindungi bagian dalamnya. Ketebalan cangkang kelapa sekitar 5-6 cm dan terdiri dari lapisan luar (*exocarpium*) dan lapisan dalam (*endocarpium*). Bahan yang ada di dalam sabut kelapa mengandung dua komponen utama, sebagai berikut :

- a. Serat merupakan komponen utama sabut kelapa yang memberikan kekuatan dan elastisitas. Serat sabut kelapa memiliki beberapa jenis, antara lain :
 - 1) Serat kasar merupakan jenis serat yang paling banyak ditemukan pada sabut kelapa. Serat ini memiliki tekstur yang kuat dan kaku.
 - 2) Serat halus memiliki tekstur yang lebih lembut dan halus dibandingkan dengan serat kasar. Serat ini biasanya ditemukan pada bagian dalam sabut kelapa. (Hasibuan, 2020).

Sabut kelapa, selain diolah menjadi pupuk kompos organik yang bermanfaat untuk memperbaiki struktur tanah, juga dapat diolah menjadi pupuk organik cair yang kaya akan nutrisi bagi tanaman, proses pengolahan sabut kelapa menjadi pupuk organik cair melibatkan fermentasi bahan organik yang menghasilkan larutan kaya akan unsur hara, sabut kelapa mengandung asam organik seperti asam tanat (tanin), tanin memberikan sifat sedikit asam pada sabut kelapa (Kondo & Arsyad, 2018).

Sabut kelapa juga mengandung senyawa basa, seperti :

- a. Kalium (K) berperan penting dalam regulasi tekanan turgor sel, sintesis protein, dan aktivasi enzim.
- b. Kalsium (Ca) berperan dalam pembentukan dinding sel, pertumbuhan akar dan unsur hara lainnya.
- c. Magnesium (Mg) merupakan komponen penting dari klorofil yang berperan dalam fotosintesis.
- d. Fosfor (P) berperan dalam penyimpanan dan transfer energi, serta pembentukan DNA dan RNA.
- e. Nitrogen (N) merupakan komponen penting dari protein asam amino dan klorofil.

Unsur hara yang sudah dijelaskan di atas sangat dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan optimal. Pupuk organik cair dari sabut kelapa ini juga lebih mudah diserap oleh tanaman karena berbentuk cair, sehingga memberikan manfaat yang lebih cepat dibandingkan pupuk kompos padat. Pengolahan ini tidak hanya mendukung pertanian berkelanjutan, tetapi juga memanfaatkan limbah sabutkelapa yang melimpah, sehingga memberikan nilai tambah bagi sektor pertanian dan lingkungan (Kurnianingrum, 2023)

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi sabut kelapa untuk dijadikan bahan baku POC, antara lain :

- a. Jenis sabut kelapa
 - 1) Sabut kelapa tua

Memiliki kandungan lignin yang lebih tinggi. Lignin adalah senyawa kompleks yang sulit diurai oleh mikroorganisme. Kandungan lignin yang tinggi dapat memperlambat proses fermentasi dan mengurangi ketersediaan unsur hara dalam POC.

2) Sabut kelapa muda

Memiliki kandungan lignin yang lebih rendah dan serat yang lebih halus. Sabut kelapa muda lebih mudah terurai oleh mikroorganisme dan menghasilkan POC yang lebih baik.

b. Kualitas sabut kelapa

1) Kesegaran

Sabut kelapa yang masih segar akan menghasilkan POC yang lebih baik daripada sabut kelapa yang sudah lama atau busuk. Sabut kelapa yang busuk dapat mengandung mikroorganisme yang tidak diinginkan dan menghasilkan POC yang berkualitas buruk.

2) Kebersihan

Sabut kelapa yang bersih akan mengurangi risiko kontaminasi oleh mikroorganisme yang tidak diinginkan. Sabut kelapa sebaiknya dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan untuk menghilangkan kotoran dan debu yang menempel.

c. Ukuran sabut kelapa

1) Ukuran besar

Sabut kelapa yang berukuran besar akan memperlambat proses fermentasi karena luas permukaan yang kontak dengan mikroorganisme menjadi lebih kecil.

2) Ukuran kecil

3) Sabut kelapa yang dipotong atau dicacah menjadi ukuran yang lebih kecil akan mempercepat proses fermentasi karena luas permukaan yang kontak dengan mikroorganisme menjadi lebih besar. Ukuran ideal sabut kelapa untuk pembuatan POC adalah sekitar 2-5 cm (Hasibuan, 2020).

4. Air Hujan

Air hujan adalah sumber air yang melimpah yang dapat dipanen setiap kali musim hujan tiba. Penggunaan air hujan ini berpotensi mengurangi tekanan pada pemanfaatan sumber air tawar lainnya. Penampungan air hujan dari atap juga sering kali menjadi salah satu sumber air bersih yang paling bersih, dan hanya memerlukan pengolahan sederhana sebelum digunakan. Air hujan yang jatuh dari atmosfer ke permukaan bumi dalam bentuk tetesan cair. Proses ini merupakan hasil dari kondensasi uap air di udara dan terjadi dalam siklus hidrologi. Dalam siklus ini, air menguap dari berbagai sumber seperti laut, sungai, dan danau, kemudian naik ke atmosfer. Saat uap air mendingin dan mencapai titik jenuh, ia membentuk awan. Ketika partikel – partikel uap air dalam awan bergabung dan menjadi cukup besar, mereka akan turun kembali ke bumi akibat gaya gravitasi dalam bentuk hujan. Air hujan adalah sumber air alami yang sangat penting bagi kehidupan. Ia berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem, menyediakan air untuk tanaman, mengisi kembali sumber air tanah, dan mendukung kehidupan makhluk hidup baik di darat maupun di laut. Selain itu, air hujan adalah salah satu jenis air alami yang bersih dan melimpah, terutama pada musim hujan. (Indah et al., 2016).

Dikawasan dengan udara yang bersih dan tingkat polusi yang rendah, air hujan umumnya memiliki pH yang mendekati netral dan hanya mengandung sedikit zat padat terlarut, seperti oksigen (O_2), karbon dioksida (CO_2), dan nitrogen (N_2). Dalam kondisi ideal, air hujan yang jatuh di wilayah dengan atmosfer yang jernih dan minim pencemaran biasanya menunjukkan nilai Total Dissolved Solids (TDS) yang rendah, yaitu antara 1 hingga 10 mg/l. Namun, kandungan (TDS) air hujan juga dapat dipengaruhi oleh berbagai sumber alami. Di daerah pesisir, air hujan mungkin mengandung garam laut seperti natrium klorida ($NaCl$), magnesium sulfat ($MgSO_4$), dan kalsium (Ca) yang berpotensi meningkatkan kadar TDS. Sementara itu, di daerah pertanian, penggunaan pupuk dan pestisida dapat mengakibatkan partikel nitrogen, fosfat, dan

kalium terangkut ke atmosfer dan larut dalam air hujan, sehingga meningkatkan konsentrasi zat padat terlarut. (Ariani et al., 2020)

5. Bioinokulant

Bioinokulant merupakan bahan yang mengandung mikroorganisme hidup yang berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah. Fungsi utama dari bioinokulant adalah mempercepat pertumbuhan tanaman, mempercepat pembungaan, serta mendukung pertumbuhan stek tanaman. Selain itu, bahan ini juga berkontribusi dalam meningkatkan kesuburan tanah, memaksimalkan penyerapan hara oleh tanaman, dan menghasilkan panen yang lebih optimal. Bioinokulant juga dapat membantu mengendalikan organisme perusak tanaman, baik hama maupun patogen mikroba (Sunada, 2018).

a. Sanbio SBS

Sanbio SBS adalah produk inovatif yang dikembangkan melalui rekayasa bakteri untuk menangani limbah cair dan limbah pasar (organik). Bahan baku Sanbio SBS berasal dari bahan-bahan lokal yang terdapat di lingkungan sekitar kita. Proses pembuatannya dilakukan melalui proses aerobik dan anaerobik dengan pemeliharaan khusus. Proses pembuatan Sanbio SBS memakan waktu 12-14 minggu dengan desain khusus untuk mendapatkan jenis bakteri fermentor yang mampu mengubah limbah organik menjadi kompos. Ketersediaan bakteri tersebut diperlukan karena kegunaannya agar parameter limbah organik memenuhi baku mutu yang ditetapkan dalam Baku Mutu Kepmentan 261/2019 yang terdiri dari : total plate count (NA); *Nitrosomonas sp*, *Nitro bacter sp*, *Pseudomonas sp*, *Basicillus sp*, *Actinomicetes*; *Bakteri pelarut fosfat*; *lactobacillus sp*, *Aerobacter sp*; *Sacaromyces*; *Acetobacter* dan bakteri lainnya (Poerwati et al, 2023).

Bakteri yang ada dalam Sanbio SBS beserta perannya yaitu :

- 1) *Nitrobacter sp* dan *Nitrosomonas sp* berperan dalam proses penguraian amonia dimana bakteri *Nitrosomonassp* mengubah

amonia menjadi nitrit, dan bakteri *Nitrobacter* mengubah nitrit menjadi nitrat. (Surtanto et al, 2021).

2) *Pseudomonas sp* adalah mikroorganisme yang digunakan untuk pengolahan limbah secara biologis. Bakteri ini memegang peranan penting pada proses dekomposisi, biodegradasi siklus karbon dan nitrogen, bakteri ini banyak ditemukan di air dan tanah (Mugiastuti et al, 2012).

3) *Bacillus sp* dapat memfermentasi gula seperti glukosa, laktosa dan maltosa. Bakteri ini memiliki kemampuan memanfaatkan bahan organik dalam limbah dengan melepaskan enzim. Tujuan pelepasan enzim adalah untuk memecah senyawa organik sehingga dapat menghasilkan produk samping berupa karbon dioksida, metana, hidrogen, dan air serta menunjang energi. Bakteri ini diperoleh dari tanah, air, udara, dan bahan tanaman yang membusuk (Mugiastuti et al, 2012).

4) *Lactobacillus sp* merupakan salah satu bakteri yang terlibat dalam penguraian glukosa, asam amino, asam lemak, dan senyawa organik yang terlarut dalam limbah cair. *Lactobacillus sp* memfermentasikan karbohidrat menjadi asam laktat yang memberikan rasa asam dan menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Beberapa sumber karbohidrat yang disukai sebagai berikut :

- Laktosa (gula susu) : terdapat dalam susu dan produk olahannya seperti yogurt dan kefir.
- Glukosa : terdapat dalam madu, buah-buahan dan sirup jagung.
- Sukrosa berasal dari gula tebu atau gula pasir.

(Widowati et al, 2015).

5) *Saccharomyces sp* terlibat dalam fermentasi bahan organik menjadi bahan organik yang lebih sederhana. Bakteri ini

memiliki peran serta dalam proses fermentasi sehingga bahan organik lebih cepat membusuk (Tsaniandra & Margono, 2018).

- Bakteri *Saccharomyces sp.* yang lebih dikenal sebagai ragi roti, memanfaatkan berbagai jenis gula, seperti glukosa, fruktosa, sukrosa dan maltose, sebagai sumber energi utama dalam proses metabolisme mereka. Melalui proses fermentasi, ragi ini mengkonversi gula-gula tersebut menjadi etanol dan karbon dioksida.
- Agar bisa menjaga kondisi optimum Adapun karakteristik *Saccharomyces sp* sebagai berikut :
 - a) Ragi Askospora
Saccharomyces sp dapat membentuk askospora sebagai bagian dari siklus reproduksinya.
 - b) Kemoorganotrof
Organisme ini tidak memerlukan sinar matahari untuk tumbuh, melainkan mendapatkan energi dari senyawa organik
 - c) *Saccharomyces sp* mampu melakukan fermentasi baik dalam kondisi anaerobik penuh maupun semi-anaerobik. Selama proses fermentasi, ragi ini menghasilkan produk seperti etanol dan karbon dioksida.
 - d) Ragi ini tumbuh dengan baik pada pH 4,5 hingga 6,5, tingkat pH yang mendukung aktivitas enzimatis dalam metabolismenya.
 - e) Kebutuhan oksigen
Oksigen sangat penting untuk kelangsungan hidup sel *Saccharomyces sp.* Meskipun begitu, organisme ini dapat bertahan hidup dalam kondisi mikroaerofilik, yaitu pada kadar oksigen yang rendah.

- 6) *Acetobacter sp* berperan dalam proses penguraian, menghilangkan bau, dan melawan mikroba patogen karena bakteri ini memproduksi antibiotik. (Maharso et al., 2016).

Adapun manfaat sanbio sbs, antara lain :

- a. Mikroorganisme dalam sanbio sbs membantu meningkatkan kualitas POC dengan mengoptimalkan dekomposisi bahan organik dan meningkatkan ketersediaan unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman.
- b. Sanbio sbs menghasilkan pupuk cair yang layak digunakan untuk pertanian. Pupuk cair ini kaya unsur hara yang dibutuhkan tanaman, sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah dan hasil panen.
- c. Sanbio sbs mengandung mikroorganisme unggul yang mempercepat proses fermentasi bahan organik menjadi POC. dengan demikian, waktu yang dibutuhkan untuk membuat POC menjadi lebih singkat.

Kekurangan sanbio sbs, sebagai berikut :

1. Proses fermentasi bahan organik dapat menghasilkan bau yang tidak sedap. Namun, bau ini biasanya dapat diminimalkan dengan pengelolaan yang baik.
 2. Proses fermentasi sanbio sbs membutuhkan pengawasan yang cermat untuk memastikan bakteri fermentor bekerja dengan optimal dan menghasilkan POC yang berkualitas (Poerwati et al, 2023)
-
- b. *Effective Microorganism 4* (EM4) adalah kultur campuran mikroorganisme yang memiliki dampak positif terhadap pertumbuhan tanaman. Saat ini, EM4 digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan keanekaragaman dan populasi mikroorganisme di tanah dan tanaman, yang pada akhirnya memperbaiki kesehatan, pertumbuhan, jumlah, dan kualitas hasil pertanian. Pencampuran

bahan organik seperti pupuk kandang, limbah rumah tangga, dan limbah pertanian dengan EM4 menghasilkan pupuk organik yang sangat efektif untuk meningkatkan produksi pertanian. Kombinasi ini dapat berfungsi sebagai starter bagi mikroorganisme menguntungkan di tanah dan memberikan dampak positif pada pertumbuhan dan perkembangan. (Fuadi et al., 2022).

Adapun manfaat dari EM4 antara lain :

- 1) Peningkatan karakteristik fisik, kimia, dan biologi tanah. EM4 mampu meningkatkan karakteristik fisik, kimia, dan biologi tanah, menciptakan lingkungan yang lebih baik untuk pertumbuhan tanaman.
- 2) Meningkatkan hasil pertanian dan memastikan stabilitas produksi. Dengan penggunaan EM4, hasil panen bisa ditingkatkan serta stabilitas produksi tanaman bisa terjaga melalui percepatan proses dekomposisi bahan organik tanah.
- 3) Proses fermentasi dan dekomposisi bahan organik tanah. EM4 mempercepat proses fermentasi dan dekomposisi bahan organik, sehingga nutrisi lebih mudah diambil oleh akar tanaman.
- 4) Penyediaan nutrisi yang diperlukan tanaman.
- 5) Meningkatkan variasi mikroorganisme menguntungkan dalam tanah. Dengan meningkatkan keragaman mikroorganisme yang bermanfaat dalam tanah, EM4 membantu menciptakan ekosistem tanah yang sehat. (Ridwan et al, 2020).

Kekurangan EM4 sebagai antara lain :

- 1) Dampak EM4 pada tanaman bervariasi tergantung pada kadar dan durasi aplikasinya.
- 2) Penggunaan EM4 perlu pengelolaan yang tepat. EM4 harus disimpan di lokasi yang kering dan sejuk serta terhindar dari cahaya matahari langsung.

3) EM4 tidak dapat menyembuhkan penyakit tanaman yang disebabkan oleh pathogen. EM4 hanya membantu meningkatkan kesehatan tanah dan tanaman secara umum.

(Ridwan et al, 2020).

Larutan EM4 mengandung mikroorganisme terfermentasi yang berfungsi efektif untuk mempercepat fermentasi pada bahan organik mikroorganisme tersebut dari genus *Lactobacillus sp.* dan *Saccharomyces sp.* Komposisi dalam kemasan botol EM4 mengandung bakteri *Lactobacillus sp.* dengan konsentrasi $4,56 \times 10^7$ CFU/ml dan bakteri *Saccharomyces sp.* dengan konsentrasi $5,45 \times 10^6$ CFU/ml, yang berperan dalam proses fermentasi serta meningkatkan kualitas mikroorganisme menguntungkan bagi lingkungan.

1) *Lactobacillus sp* merupakan salah satu bakteri yang terlibat dalam penguraian glukosa, asam amino, asam lemak, dan senyawa organik yang terlarut dalam limbah cair. Bakteri ini mendapatkan energi dari proses fermentasi glukosa dan laktosa menjadi asam laktat. *Lactobacillus sp* memfermentasikan karbohidrat menjadi asam laktat yang memberikan rasa asam dan menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Beberapa sumber karbohidrat yang disukai sebagai berikut :

- Laktosa (gula susu) : terdapat dalam susu dan produk olahannya seperti yogurt dan kefir.
 - Glukosa : terdapat dalam madu, buah-buahan dan sirup jagung.
 - Sukrosa berasal dari gula tebu atau gula pasir.
- (Widowati et al, 2015).
- Bakteri dari genus *Lactobacillus sp.* Memperoleh energi dengan cara memfermentasi sumber karrbohidrat, terutama glukosa dan laktosa yang kemudian diubah menjadi asam

laktat sebagai produk akhir. Bakteri ini juga dapat bertahan hidup dan berkembang dengan baik di lingkungan yang kaya akan berbagai zat gizi esensial. Zat gizi tersebut meliputi karbohidrat kompleks dan sederhana, asam amino baik yang esensial maupun nonesensial, serta peptida yang dihasilkan dari degradasi protein. Selain itu, ester asam lemak berperan penting dalam metabolisme sel mereka. Keberlangsungan hidup bakteri ini juga didukung oleh adanya garam mineral, turunan asam nukleat seperti nukleotida, dan vitamin yang berfungsi sebagai kofaktor dalam berbagai reaksi biokimia.

- Agar bisa menjaga kondisi optimum, Adapun karakteristik *Lactobacillus sp* sebagai berikut :

- a) Suhu optimal untuk pertumbuhan *Lactobacillus* berada pada rentang 30–40°C dan pH 5,5–6,2.
- b) Memiliki kebutuhan nutrisi tinggi, karena terbatas dalam mensintesis asam amino dan vitamin.
- c) Termasuk dalam kelompok bakteri asam laktat : berperan dalam proses fermentasi, menghasilkan asam laktat sebagai produk utama.
- d) Tersebar luas di lingkungan : Sebagian besar spesies tidak membahayakan manusia.
- e) Mampu menguraikan bahan tanaman : memiliki kemampuan luar biasa dalam degradasi bahan organik.
- f) Menciptakan kondisi asam : produksi asam laktat dapat menghambat pertumbuhan beberapa jenis bakteri berbahaya.

- 2) *Saccharomyces sp* Microorganisme ini berperan dalam menguraikan bahan organik menjadi bentuk yang lebih sederhana. Bakteri tersebut merupakan jamur uniseluler yang berkembang biak dengan cara membentuk tunas dari sel yang

ada. Mereka memainkan peran dalam proses fermentasi, sehingga bahan organik dapat terurai dengan lebih cepat. (Tsaniandra & Margono, 2018).

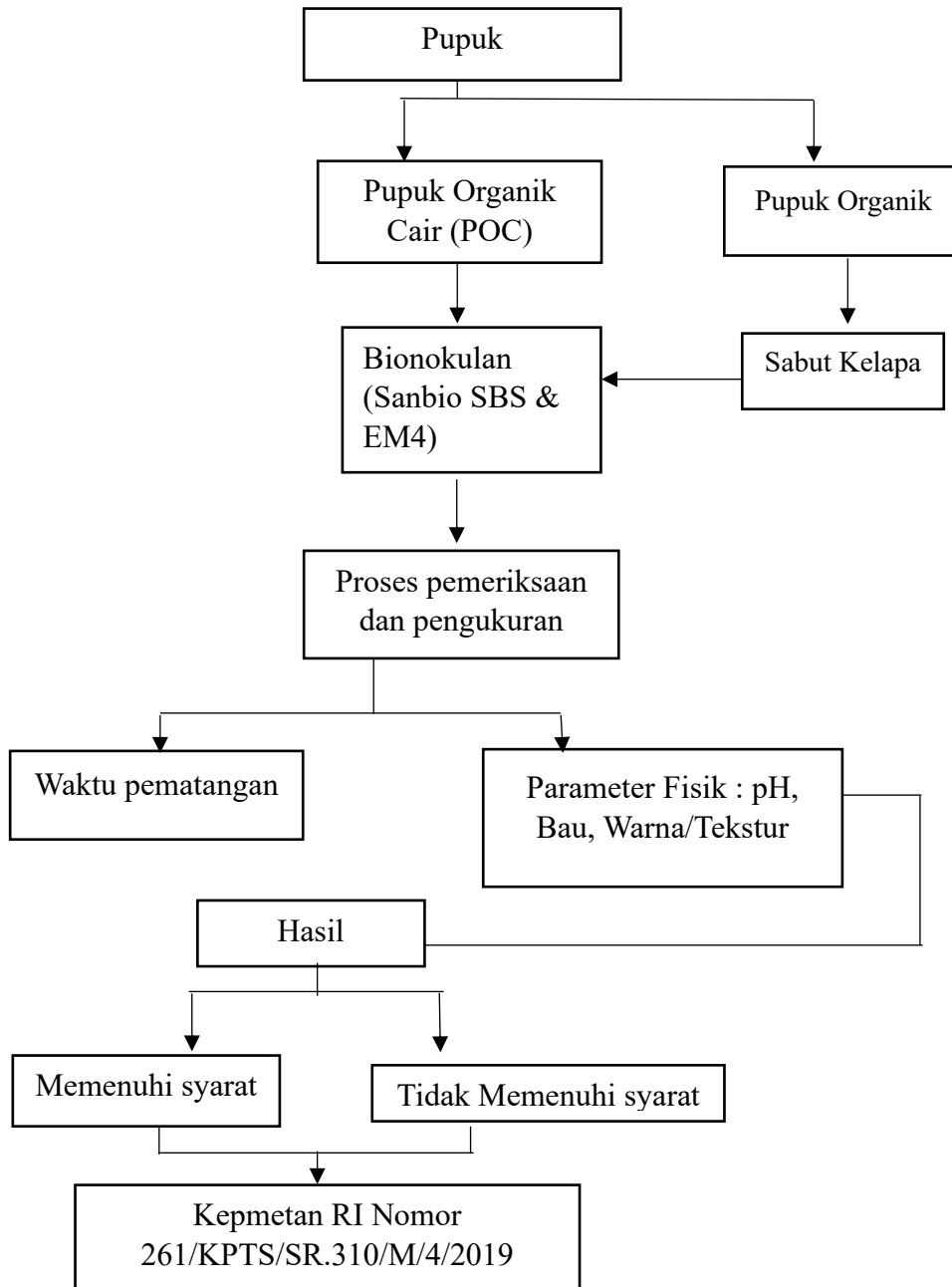
- Bakteri *Saccharomyces sp.* yang lebih dikenal sebagai ragi roti, memanfaatkan berbagai jenis gula, seperti glukosa, fruktosa, sukrosa dan maltose, sebagai sumber energi utama dalam proses metabolisme mereka. Melalui proses fermentasi, ragi ini mengkonversi gula-gula tersebut menjadi etanol dan karbon dioksida.
- Agar bisa menjaga kondisi optimum Adapun karakteristik *Saccharomyces sp* sebagai berikut :
 - a) Ragi Askospora
Saccharomyces sp dapat membentuk askospora Sebagai bagian dari siklus reproduksinya.
 - b) Kemoorganotrof
Organismes ini tidak memerlukan sinar matahari untuk tumbuh, melainkan mendapatkan energi dari senyawa organik
 - c) *Saccharomyces sp* mampu melakukan fermentasi baik dalam kondisi anaerobik penuh maupun semi-anaerobik. Selama proses fermentasi, ragi ini menghasilkan produk seperti etanol dan karbon dioksida.
 - d) ragi ini tumbuh dengan baik pada pH 4,5 hingga 6,5, tingkat pH yang mendukung aktivitas enzimatis dalam metabolismenya.
 - e) Kebutuhan oksigen
Oksigen sangat penting untuk kelangsungan hidup sel *Saccharomyces sp.* Meskipun begitu, organisme ini dapat bertahan hidup dalam kondisi mikroaerofilik, yaitu pada kadar oksigen yang rendah.

Bakteri mikroorganisme *Lactobacillus sp* berkembang baik dalam kondisi yang kaya akan tanin di sisi lain, *Saccharomyces sp* juga dapat beradaptasi dengan lingkungan asam, sehingga memungkinkan keduanya tumbuh dengan baik di tempat yang sama. Selain itu, kandungan alkali dalam sabut kelapa menyediakan mineral penting yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk metabolisme dan pertumbuhannya. Adanya kalium, kalsium, dan magnesium di dalam sabut kelapa dapat meningkatkan aktivitas enzimatis *lactobacillus sp.* dan *saccharomyces sp.* yang mendukung proses fermentasi dengan lebih efisien. Agar pertumbuhan kedua mikroba tersebut dapat dioptimalkan, diperlukan tambahan sumber gula seperti molase atau tetes tebu, yang berfungsi sebagai nutrisi utama untuk mempercepat proses fermentasi pupuk cair organik.

EM4 dapat berfungsi sebagai sumber energi alternatif dalam media fermentasi. Energi ini sangat mendukung pertumbuhan mikroorganisme. EM4 merupakan larutan yang tersusun dari berbagai jenis mikroorganisme dalam satu campuran, yang membawa peningkatan aktivitas penguraian bahan organik oleh mikroorganisme tersebut. Proses kimia yang berlangsung dapat menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan oleh mikroorganisme dapat memicu berlangsungnya proses kimia, dimana mikroorganisme melakukan penguraian senyawa organik sehingga suhu meningkat. Terdapat korelasi antara suhu dan laju konsumsi oksigen (Dewi & Kusnopranto, 2022)

C. Kerangka Teori

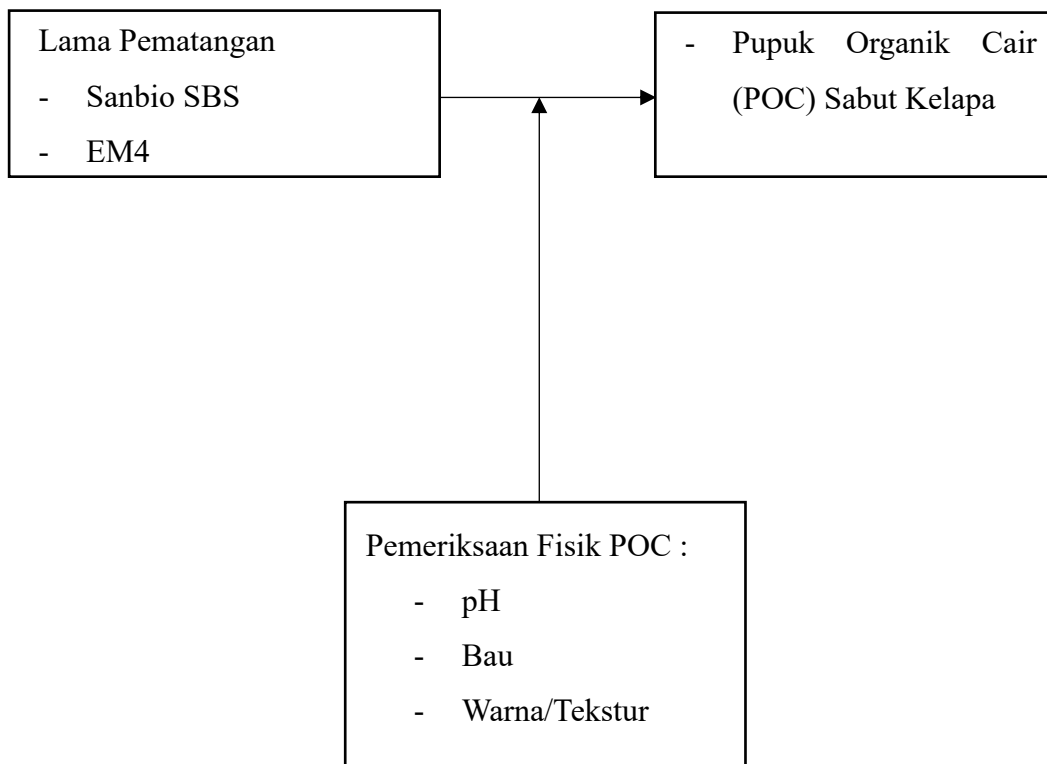
Kerangka teori pada penelitian ini sebagai berikut :



Gambar II. 1 Kerangka Teori Penelitian

D. Kerangka Konsep

Kerangka Konsep pada penelitian ini sebagai berikut :



Gambar II. 2 Kerangka Konsep Penelitian

Keterangan :

Konsep penelitian ini menggambarkan hubungan antara bahan baku sabut kelapa dengan penambahan bioinokulan (Sanbio SBS, EM4, dan tanpa bioinokulan) dalam proses fermentasi. Setiap perlakuan diamati melalui perubahan pH, warna, dan bau untuk menilai kematangan pupuk organik cair. Hasil akhir menunjukkan efektivitas masing-masing perlakuan dalam mempercepat proses fermentasi dan kualitas pupuk yang dihasilkan.