

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Limbah Sayuran**

Sampah didefinisikan sebagai produk sampingan dari berbagai aktivitas atau usaha manusia. Selain itu, sampah juga merujuk pada bahan atau material sisa yang dihasilkan dari proses produksi, baik di sektor industri maupun domestik (seperti rumah tangga, yang sering disebut sebagai sampah). Sampah ini dapat berupa tumpukan barang bekas, limbah hewan, dan limbah dari tanaman dan sayuran (Latar, A. M. 2016). Dari perspektif kimia, limbah terdiri dari senyawa organik dan anorganik. Keberadaan limbah berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, terutama terhadap kesehatan manusia, sehingga diperlukan upaya pengelolaan yang tepat. Tingkat risiko keracunan akibat limbah bergantung pada jenis dan karakteristik spesifiknya.

Sampah sayuran umumnya dibuang tanpa pengolahan lebih lanjut, berpotensi menyebabkan gangguan lingkungan dan bau yang menyengat. Panen dan pengolahan sayuran seringkali menghasilkan sisa tanaman yang tidak layak konsumsi atau tidak dapat dimakan. Pembuangan sisa-sisa tersebut, seperti daun, akar, dan batang yang tidak terpakai, menjadikannya limbah organik yang dapat menimbulkan masalah lingkungan jika tidak dikelola dengan baik (Pangestuti, Y, 2022). Di tingkat konsumen, pembuangan sayuran

yang telah melewati tanggal kadaluwarsa atau telah busuk semakin memperparah masalah limbah (Handayani dkk., 2022). Namun, limbah sayuran memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai bahan baku kompos, pakan ternak, biogas, dan berbagai produk lainnya (Febriyantiningrum, K, dkk., 2018; S. Syamsiah dkk., 2021). Oleh karena itu, meningkatkan kesadaran konsumen tentang pengelolaan limbah sayuran sangat penting untuk meminimalkan dampaknya yang merugikan terhadap lingkungan (Rahardjo dkk., 2023).

#### **2.1.1 Komposisi Limbah Sayuran**

Sampah sayuran kaya akan makro nutrisi yang berpotensi digunakan untuk memproduksi berbagai produk bernilai (Tam dkk., 2016). Khususnya, sampah dari sayuran hijau memiliki komposisi kimia yang mendukung penggunaannya sebagai bahan dasar pupuk, dengan rasio C/N sekitar 30 dan rentang variasi 11–27%. Selain itu, limbah ini juga mengandung protein, karbohidrat, dan lemak yang mudah terurai oleh aktivitas bakteri. Demikian pula, sayuran seperti kubis dan kubis Cina menawarkan manfaat yang signifikan. Kubis, misalnya, mengandung vitamin A, B, C, dan E, serta mineral seperti kalium, kalsium, fosfor, natrium, dan besi. Sementara itu, kubis Cina menyediakan protein, lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, besi (Fe), vitamin A, B, dan C, yang semuanya menawarkan manfaat besar. Berkat adanya fosfor,

kalium, dan mineral lainnya, limbah sayuran ini memiliki prospek menjanjikan untuk diolah menjadi bahan baku kompos.

### **2.1.2 Sumber-Sumber Limbah Sayuran**

#### **a. Pemukiman**

Limbah sayuran dari pemukiman merupakan bagian tak terpisahkan dari sampah rumah tangga. Jenis limbah ini sangat beragam dan umumnya berasal dari sisa makanan setelah proses memasak atau konsumsi. Contoh limbah sayuran yang sering ditemukan di pemukiman antara lain kulit buah-buahan (seperti kulit pisang, kulit jeruk, kulit apel), sisa sayuran (seperti daun bayam, batang brokoli, kulit wortel), dan buah-buahan yang sudah busuk atau terlalu matang. Selain itu, ampas dari jus buah atau sayur juga termasuk dalam kategori limbah sayuran. Limbah jenis ini memiliki potensi untuk mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik.

#### **b. Tempat umum dan perdagangan**

Limbah sayuran dari tempat umum dan perdagangan merupakan sumber utama limbah organik. Mulai dari pasar tradisional hingga restoran mewah, semua menghasilkan limbah sayuran dalam jumlah yang signifikan. Limbah ini terdiri dari berbagai jenis, seperti sisa potongan sayuran saat persiapan makanan, kulit buah dan sayuran yang tidak terpakai, serta buah dan sayuran busuk yang tidak layak jual. Selain itu, sisa makanan dari

konsumen juga turut menyumbang pada volume limbah sayuran ini. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah sayuran dari sektor ini dapat mencemari lingkungan dan menjadi sumber bau tidak sedap. Oleh karena itu, penting untuk mengelola limbah sayuran ini secara tepat, misalnya dengan mengubahnya menjadi kompos atau pakan ternak.

c. Pertanian atau perkebunan

Melalui Proses panen seringkali terdapat sisa-sisa tanaman yang tidak dapat dimakan atau bagian yang dianggap tidak layak konsumsi. Pembuangan sisa ini, seperti daun, akar, atau batang yang tidak terpakai, menjadi limbah organik yang dapat menciptakan masalah lingkungan jika tidak ditangani secara tepat (Pangestuti, Y, 2022).

## **2.2 Dampak Lingkungan Dari Limbah Sayuran**

Pengelolaan limbah yang tidak memadai berpotensi menimbulkan konsekuensi negatif, baik secara langsung maupun tidak langsung. Dampak langsung meliputi kerusakan lingkungan yang membuat area terlihat kotor dan tidak sedap dipandang, menghasilkan bau yang tidak menyenangkan, serta berisiko menjadi pusat penyebaran penyakit yang mengancam kesehatan masyarakat. Jumlah limbah yang dihasilkan terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan aktivitas sehari-hari masyarakat. Namun, hingga saat ini, partisipasi masyarakat umumnya terbatas pada pengumpulan dan pembuangan limbah. Dengan mengurangi volume limbah organik yang

dibuang ke tempat pembuangan akhir atau sungai, kita dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dan mencegah pencemaran air. (Sahabuddin, 2012).

### **2.3 Pengelolaan Limbah Sayuran**

Kurangnya pemahaman atau kesadaran masyarakat mengenai pengelolaan limbah sayuran tercermin dalam kebiasaan banyak individu yang langsung membuang sayuran yang sudah tidak segar atau rusak, sehingga meningkatkan volume limbah sayuran di tempat pembuangan akhir. Oleh karena itu, pengelolaan limbah mencakup serangkaian langkah untuk meminimalkan penumpukan limbah di tempat pembuangan, termasuk pengurangan, daur ulang, dan pemanfaatan limbah sayuran. Secara khusus, penggunaan limbah sayuran sebagai bahan baku pupuk organik cair menawarkan manfaat penting dalam mendukung keberlanjutan lingkungan dan praktik pertanian (Ndau dkk., 2023). Proses mengubah limbah sayuran menjadi pupuk organik cair juga berkontribusi dalam mengurangi risiko pencemaran lingkungan (Syamsiah dkk., 2021).

#### **2.3.1 Mengurangi (*Reduce*)**

Pengurangan limbah, yang sering disebut sebagai “reduce”, adalah strategi untuk meminimalkan limbah sejak sumbernya, bahkan sebelum limbah tersebut benar-benar dihasilkan. Setiap entitas yang menghasilkan limbah dapat menerapkan langkah ini dengan mengubah gaya hidup konsumtif, yaitu dengan beralih dari kebiasaan boros yang cenderung menghasilkan banyak

limbah ke gaya hidup hemat, efisien, dan minim limbah. Namun, keberhasilan strategi ini bergantung pada tingkat kesadaran dan kemauan masyarakat untuk mengubah perilaku mereka. Pendekatan perubahan perilaku ini sebaiknya diterapkan sejak usia dini melalui pendidikan formal di sekolah.

Prinsip Prinsip pengurangan diterapkan dengan meminimalkan penggunaan barang atau bahan sejauh yang diperlukan. Semakin besar jumlah bahan yang dikonsumsi, semakin besar pula volume limbah yang dihasilkan. Berbagai tindakan yang relevan dengan program pengurangan dapat dilakukan seperti, Membeli sayuran segar dalam jumlah yang dibutuhkan. Dengan membeli sayuran segar sesuai kebutuhan, kita dapat mengurangi jumlah sisa sayuran yang terbuang, Membuat kompos dari sisa sayuran. Sisa sayuran yang tidak bisa diolah lagi dapat dijadikan kompos untuk menyuburkan tanaman.

### **2.3.2 Daur Ulang (*Recycle*)**

*Recycle* berarti mendaur ulang suatu bahan yang sudah tidak berguna (sampah) menjadi bahan lain setelah melalui proses pengolahan seperti mengolah sisa kain perca menjadi selimut, kain lap, keset kaki, dan sebagainya atau mengolah botol/plastik bekas menjadi biji plastik untuk dicetak kembali menjadi ember, hanger, pot, dan sebagainya atau mengolah kertas bekas menjadi bubur kertas dan kembali dicetak menjadi kertas dengan kualitas lebih

rendah dan lain-lain. Contoh lain yang dapat dilakukan siswa adalah Misalnya, bubur kertas untuk membuat alat peraga meletusnya gunung api.

Prinsip *Recycle* dilakukan dengan cara sebisa mungkin, barang-barang yang sudah tidak berguna lagi, bisa didaur ulang. Tidak semua barang bisa didaur ulang, namun saat ini sudah banyak industri non-formal dan industri rumah tangga yang memanfaatkan sampah menjadi barang lain. Tindakan yang dapat dilakukan berkaitan dengan program *Recycle* seperti, Kerajinan anyaman, Batang tanaman seperti jagung atau bayam dapat dijadikan bahan untuk membuat kerajinan anyaman seperti keranjang atau topi. Pupuk cair, sayuran mengandung nutrisi yang dapat digunakan sebagai pupuk cair untuk tanaman.

### **2.3.3 Menggunakan kembali (*Reuse*)**

*Reuse* berarti menggunakan kembali bahan atau material agar tidak menjadi sampah (tanpa melalui proses pengelolaan) seperti menggunakan kertas bolak-balik, menggunakan kembali botol bekas "minuman" untuk tempat air, mengisi kaleng susu dengan susu refill dan lain-lain. Pada pembelajaran di sekolah dapat dilakukan dengan menggunakan bahan ramah lingkungan sebagai kegiatan media pembelajaran.

Prinsip *Reuse* dilakukan dengan cara sebisa mungkin memilih barang-barang yang bisa dipakai kembali. Menghindari pemakaian

barangbarang yang hanya sekali pakai. Hal ini dapat memperpanjang waktu pemakaian barang sebelum ia menjadi sampah. Tindakan yang dapat dilakukan berkaitan dengan program *Reuse* seperti, Pupuk kompos, Kulit buah dan sayuran dapat langsung ditambahkan ke dalam tumpukan kompos untuk memperkaya nutrisi tanah. Pakan ternak, Beberapa jenis kulit buah dan sayuran dapat diberikan sebagai pakan tambahan untuk hewan ternak seperti kelinci atau ayam.

#### **2.4 Pupuk Organik Cair (POC)**

Pupuk organik cair adalah jenis pupuk yang terbuat dari bahan-bahan organik asal hewan atau tumbuhan yang telah melalui proses fermentasi, dengan bentuk akhir berupa larutan cair. Menurut Hadisuwito (2007), pupuk ini didefinisikan sebagai larutan yang dihasilkan dari dekomposisi bahan organik, seperti sisa tanaman, kotoran hewan, dan limbah manusia, yang mengandung lebih dari satu nutrisi. Keuntungan utama pupuk organik cair meliputi kemampuannya untuk segera mengatasi kekurangan nutrisi, menghindari masalah pencucian nutrisi, dan menyediakan nutrisi dengan cepat. Berbeda dengan pupuk cair anorganik, pupuk organik cair umumnya tidak menyebabkan kerusakan pada tanah atau tanaman, bahkan jika diaplikasikan berulang kali. Selain itu, agen pengikat dalam pupuk ini memungkinkan larutan yang disemprotkan ke permukaan tanah segera diserap dan dimanfaatkan oleh tanaman (Hadisuwito, 2007). Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261



Tahun 2019 menetapkan bahwa, untuk menjaga kualitas pupuk organik cair yang diproduksi, persyaratan teknis minimum harus dipenuhi untuk memastikan kualitas produk (Peraturan Menteri Pertanian 261, 2019).

#### **2.4.1 Keunggulan POC**

Menurut Hadisuwito (2012), pupuk organik cair memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan pupuk organik padat, termasuk kemampuan untuk segera mengatasi kekurangan nutrisi, menghindari masalah pencucian nutrisi, menyediakan nutrisi dengan cepat kepada tanaman, dan mengandung agen pengikat yang memudahkan penyerapan langsung oleh tanaman. Selain itu, pupuk ini juga mengandung zat-zat khusus, seperti mikroorganisme, yang umumnya sulit ditemukan dalam pupuk organik padat pada kondisi kering. Proses pembuatan pupuk organik cair (POC) relatif mudah, tetapi memberikan manfaat yang signifikan bagi masyarakat, terutama petani, sehingga dapat diaplikasikan langsung ke lahan pertanian mereka.

#### **2.5 *Effective Microorganisms***

Bioaktivator yang saat ini sering digunakan untuk produksi pupuk organik cair adalah EM4 (Jalaludin dkk., 2016), yang menyatakan bahwa EM4 merupakan campuran mikroorganisme bermanfaat. EM4 adalah bahan yang membantu mempercepat proses produksi pupuk organik dan meningkatkan kualitasnya. Selain itu, EM4 juga membantu memperbaiki struktur dan tekstur tanah serta menyediakan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman. Dengan

demikian, penggunaan EM4 akan membuat tanaman lebih subur, sehat, dan relatif tahan terhadap hama dan penyakit (Hadisuwito, 2007).

### **2.5.1 Komposisi EM4**

Adapun kandungan EM4 yaitu:

a. Bakteri Fotosintetik (*Rhodopseudomonas spp.*)

Bakteri-bakteri ini memproses materi organik, sekresi akar tanaman, dan gas-gas berbahaya, menggunakan sinar matahari dan panas geotermal sebagai sumber energi untuk memproduksi berbagai zat, seperti asam nukleat, asam amino, zat bioaktif, dan gula. Semua zat ini berperan dalam mempercepat pertumbuhan tanaman.

b. Bakteri asam laktat (*Lactobacillus spp.*)

Berfungsi untuk menekan pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan, menghancurkan lignin dan selulosa kemudian memfermentasikannya tanpa menimbulkan senyawa beracun dan mempercepat dekomposisi bahan organik.

c. Ragi/Yeast (*Saccharomyces spp.*)

Dari proses fermentasi, ragi menghasilkan senyawa-senyawa yang penting bagi pertumbuhan tanaman, zat bioaktif (hormon dan enzim) untuk

pertumbuhan akar, dan bahkan sekresi ragi merupakan substrat untuk bakteri asam laktat dan *Actinomyces*.

*d. Actinomyces*

Aktivitas mikroba tanah sangat berpengaruh terhadap kesuburan tanah tempat tinggal tanaman. Hal ini dapat ditingkatkan dengan kinerja yang dihasilkan oleh *Actinomyces* bersama-sama dengan bakteri fotosintetik.

*e. Jamur Fermentasi*

Keberadaan jamur fermentasi membantu menghilangkan bau busuk, mencegah serbuan serangga dan ulat, menguraikan senyawa kompleks untuk menghasilkan ester, alkohol dan zat-zat anti mikroba.

## **2.5.2 Prosedur Kerja EM4**

*Effective Microorganisms 4* (EM4) bekerja melalui berbagai mekanisme yang saling berkaitan dan memanfaatkan campuran mikroorganisme untuk mencapai hasil yang optimal dalam pertanian dan pengelolaan limbah. Salah satu cara kerjanya adalah melalui proses fermentasi bahan organik, di mana mikroorganisme seperti bakteri *Lactobacillus*, ragi, dan *Actinomyces* berfungsi untuk mempercepat dekomposisi bahan organik menjadi kompos. Menurut Sundari (2012), aktivitas mikroorganisme dipengaruhi oleh konsentrasi gula, karena sukrosa yang terkandung dalam larutan gula

merupakan substrat yang mudah dicerna dan dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikro- organisme. Proses ini tidak hanya meningkatkan kualitas pupuk organik, tetapi juga meningkatkan ketersediaan unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium bagi tanaman, yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan mereka. Selain itu, EM4 berkontribusi dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah dengan meningkatkan aktivitas mikroba di dalam tanah, sehingga mendukung kesuburan tanah.

Dengan meningkatkan kesehatan tanah dan ketersediaan unsur hara, penggunaan EM4 dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, mendukung praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan. EM4 juga berfungsi sebagai imunostimulan yang meningkatkan daya tahan tanaman terhadap penyakit dengan memperkaya keragaman mikroba di dalam media tanam. Selain itu, EM4 dapat bekerja dalam kondisi anaerobik (tanpa oksigen) maupun aerobik (dengan oksigen), memberikan fleksibilitas dalam aplikasinya di berbagai kondisi.

### **2.5.3 Manfaat EM4**

Penggunaan EM4 secara umum memberikan beberapa manfaat bagi tanaman dan tanah seperti, Memperbaiki kondisi lingkungan fisik, kimia dan biologis tanah, serta menekan pertumbuhan hama dan penyakit dalam tanah, Memperbaiki perkecambahan, pembungaan, pembentukan buah dan kematangan hasil tanaman, Meningkatkan kapasitas fotosintesis tanaman

Meningkatkan bahan organik sebagai sumber pupuk. Dan digunakan untuk meningkatkan penganekaragaman biologi tanah, meningkatkan kualitas air, mengurangi kontaminasi tanah dan merangsang penyehatan dan pertumbuhan tanaman.

#### **2.5.4 Aplikasi EM4**

##### **a. Pengolahan Tanah**

EM4 berfungsi untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Dengan meningkatkan kualitas tanah, EM4 membantu tanaman menyerap unsur hara dengan lebih efektif.

##### **b. Pembuatan Kompos**

Larutan EM4 mempercepat proses fermentasi dan dekomposisi bahan organik, sehingga dapat digunakan dalam pembuatan pupuk organik seperti bokashi (hasil proses fermentasi).

##### **c. Mengurangi Ketergantungan Pada Pupuk Kimia**

Dengan meningkatkan kesehatan tanah dan tanaman, EM4 dapat mengurangi kebutuhan akan pupuk kimia dan pestisida, menciptakan pertanian yang lebih ramah lingkungan.

## **2.6 Fermentasi**

Fermentasi adalah proses dekomposisi senyawa kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dengan melibatkan mikroorganisme. Menambahkan bahwa fermentasi adalah proses perombakan dari struktur keras secara fisik, kimia dan biologi sehingga bahan dari struktur yang kompleks menjadi sederhana. Proses perombakan bahan organik pada pembuatan pupuk organik cair ini dilakukan oleh mikroba dalam keadaan tanpa adanya oksigen (anaerobik). Proses fermentasi secara anaerobik dilakukan pada wadah tertutup sehingga hampa udara.

### **2.6.1 Persiapan Bahan Baku**

#### **a. Pengumpulan Bahan**

Kumpulkan bahan organik yang akan di fermentasikan seperti limbah sayuran, sisa makanan dan daun kering Pastikan limbah sayuran yang digunakan bersih dari kotoran. Pupuk organik cair yang berasal dari sisa sayuran memiliki keunggulan seperti mudah terdekomposisi oleh tanah, selain itu limbah sayuran mengandung unsur serat, fosfor, besi, kalium, kalsium dan vitamin yang dapat membantu dalam proses pertumbuhan dan perkembangbiakan tanaman (Purwendro, 2006).

#### **b. Pencacahan**

Pencacahan limbah sayuran dan bahan organik lainnya menjadi ukuran kecil (sekitar 2-4 cm). hal ini mempercepat proses penguraian oleh bakteri dan mempermudah pencampuran bahan (Yuwono, 2006).

#### c. Menyiapkan Tempat Fermentasi

Siapkan wadah atau tempat untuk proses fermentasi. Wadah dapat berupa ember cat atau menggunakan wadah fermentasi (fermentor). Pencacahan dilakukan dengan tujuan memperbesar ukuran luas penampung dari sampah yang akan dilakukan fermentasi. Dengan luasnya penampung makan fermentasi akan lebih mudan dan cepat terjadi.

#### d. Pencampuran Bahan

Campurkan berbagai jenis bahan seperti EM4 dan penambahan gula merah sebagai molase yang bertujuan sebagai sumber glukosa atau sumber energi bagi bakteri fermentasi.

### **2.6.2 Proses Fermentasi**

Proses fermentasi dilakukan secara anaerobik dilakukan pada wadah tertutup sehingga hampa udara. Pada proses fermentasi pembuatan pupuk cair secara anaerob tersebut melibatkan bakteri anaerob yaitu bakteri yang tidak dapat menggunakan O<sub>2</sub> bebas untuk respirasinya. Energi diperoleh dari

proses perombakan senyawa organik yang tanpa menggunakan Oksigen. Berikut reaksi yang terjadi pada proses anaerobik saat pembuatan pupuk organik cair.

Bakteri anaerob adalah bakteri yang tidak membutuhkan oksigen bebas untuk memperoleh energinya. Energi diperoleh dari proses perombakan senyawa organik tanpa menggunakan oksigen. Bakteri anaerob dibedakan menjadi anaerob obligat dan anaerob fakultatif.

a. Bakteri anaerob obligat

Bakteri anaerob obligat hanya dapat hidup jika tidak ada oksigen. Contohnya adalah *Micrococcus denitrificans*, *Clostridium botulinum*, dan *Clostridium tetani*.

b. Bakteri anaerob fakultatif

Bakteri anaerob fakultatif dapat mempengaruhi kehidupan baik dalam kondisi ada oksigen maupun tidak. Contoh bakteri anaerob fakultatif adalah *Lactobacillus* dan *Escherichia coli*. pH cairan organik akan terus meningkat seiring dengan waktu fermentasi. Akibat asam-asam organik sederhana yang dihasilkan oleh mikroorganisme tersebut, terbentuklah lingkungan asam. Pada langkah berikutnya, jenis mikroorganisme lain akan memakan organisme tersebut, yang akan menyebabkan pH turun kembali. Karena aktivitas bakteri yang menghasilkan bahan organik seperti laktat, asetat, dan piruvat, tingkat



pH turun pada tahap awal fermentasi. Asam dalam cairan pupuk disebabkan oleh aktivitas bakteri *Lactobacillus* sp., yang mengubah bahan organik menjadi asam laktat.

### **2.6.3 Penggunaan POC**

Pupuk organik cair dapat digunakan dan memberikan beberapa manfaat setelah proses POC selesai. Misalnya, pupuk ini dapat digunakan untuk menyediakan nutrisi dan mengirim sinyal ke akar atau bahkan ke tanaman. Selain itu, penyiraman dapat memengaruhi kelembapan tanah. Pupuk organik cair jelas lebih merata dalam distribusinya selama pemupukan, sehingga tidak akan terjadi penumpukan pupuk di satu lokasi. Karena merupakan larutan 100%, pupuk ini dapat melarutkan nutrisi dengan cepat, mudah digunakan dalam pencucian nutrisi, dan juga dapat menyediakan nutrisi dengan cepat.

### **2.6.4 Kualitas POC**

Kualitas POC sangat penting untuk memastikan bahwa produk POC telah dapat digunakan sebagai pupuk organik cair yang efektif. Kualitas POC dapat di evaluasi melalui:

#### **a. Bau Pupuk Organik Cair**

Pupuk organik cair yang berkualitas memiliki aroma yang segar, bau tidak terlalu busuk, dan bau asam tidak kuat. Hasil fermentasi dari pupuk

organik cair dapat memiliki bau tertentu, seperti bau fermentasi. Dan pupuk organik cair yang berbau busuk menunjukkan hasil fermentasi yang tidak sehat atau bahan organik tidak terurai secara sempurna baik (Haroh et al., 2021).

b. Warna Pupuk Organik Cair

Warna cerah dan tidak keruh pada pupuk organik cair menunjukkan hasil fermentasi yang baik. Sedangkan, warna yang keruh menunjukkan proses fermentasi yang tidak sempurna atau kurang baik (Warjoto & Barus, 2021).

c. Bercak Putih Pada Pupuk Organik Cair

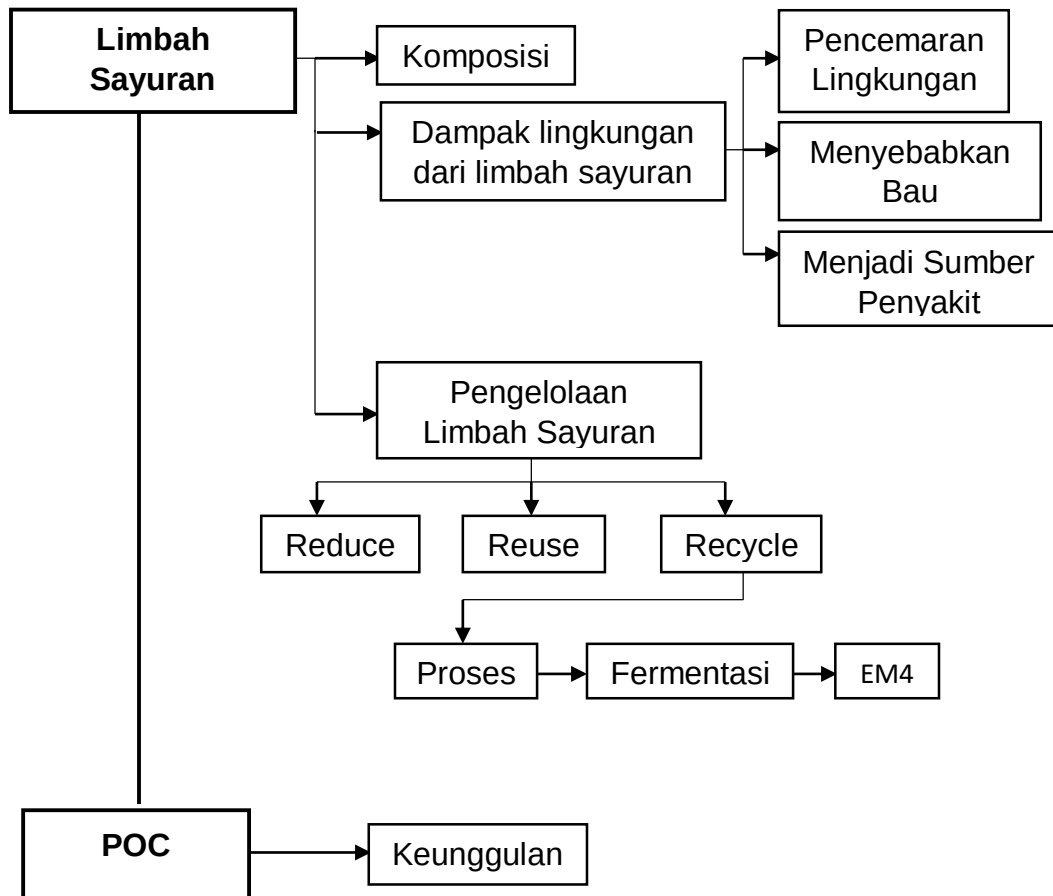
Proses fermentasi pupuk organik cair dapat dikatakan berhasil karena terdapat lapisan atau bercak putih pada permukaan pupuk organik cair. Lapisan atau bercak putih pada pupuk organik cair menunjukkan bahwa pada pupuk organik cair terdapat aktivitas dari mikroorganisme pengurai sampah organik dengan baik (Haroh et al., 2021).

d. pH

Pada proses pembuatan pupuk organik cair peningkatan dan penurunan pH juga merupakan penanda terjadinya aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik (Firdaus, 2011). Perubahan pH selama proses fermentasi ini menunjukkan bahwa mikroorganisme yang terdapat dalam bioaktivator EM4 aktif mendegradasi bahan organik (Ismayama,

Indrasti, Suprihatin, & dkk., 2012). Hal ini memperkuat bahwa perubahan nilai pH selama proses fermentasi merupakan indikator penting dalam menilai efektivitas proses pembuatan pupuk organik cair. Standar mutu nilai pH pupuk organik cair berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/Kpts/Sr.310/M/4/2019 terdapat pada rentang 4-9.

## 2.7. Kerangka Teori



**Gambar 2.1 kerangka teori**

(Sumber: Putri et al.,2022.)

