

BAB II

TINJAUAN KEPUSTAKAAN

A. Limbah Cair

1. Pengertian Limbah Cair

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001, air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Air limbah dapat berasal dari rumah tangga (domestik) maupun industri. Begitupun dengan Sony (2014) mendefinisikan limbah berdasarkan titik sumbernya sebagai kombinasi cairan hasil buangan rumah tangga (permukiman), instansi perusahaan, pertokoan, dan industri dengan air tanah, air permukaan dan air hujan.

2. Sumber Limbah Cair

Air limbah sebagai sumber pencemar berasal dari berbagai sumber, secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut :

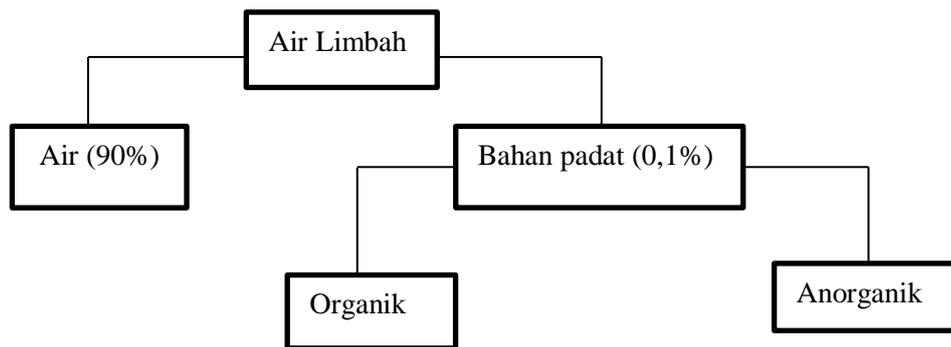
- a. Air buangan yang bersumber dari rumah tangga (*domestic wastes water*), yaitu air limbah yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air limbah ini terdiri dari ekskreta (tinja dan air seni), air bekas cucian dapur dan kamar mandi, dan umumnya terdiri dari bahan-bahan organik.

- b. Air buangan industri (*industrial wastes water*) yang berasal dari berbagai jenis industri akibat proses produksi. Zat-zat yang terkandung didalamnya sangat bervariasi sesuai dengan bahan baku yang dipakai oleh masing-masing industri antara lain: nitrogen, sulfida, amoniak, lemak, garam-garam, zat pewarna, mineral, logam berat, zat pelarut, dan sebagainya. Oleh sebab itu pengolahan jenis air limbah ini menjadi lebih rumit karena harus mempertimbangkan dampaknya pada lingkungan.
- c. Air buangan kotapraja (*municipal wastes water*) yaitu air buangan yang berasal dari daerah perkantoran, perdagangan, hotel, restoran, tempat-tempat umum, tempat ibadah, dan sebagainya. Pada umumnya zat-zat yang terkandung dalam jenis air limbah ini sama dengan air limbah rumah tangga. (Nugroho, 2017)

3. Komposisi Air Limbah

Komposisi air limbah sebagian besar terdiri dari air (99,9%) dan sisanya yaitu (0,1%) dari zat padat. Zat padat yang ada tersebut terbagi atas 70 % zat organik (terutama protein, karbohidrat, dan lemak) serta kira-kira 30% anorganik terutama pasir, garam dan logam.

Sesuai dengan sumber asalnya, maka air limbah mempunyai komposisi yang sangat bervariasi dari setiap tempat dan setiap waktu. Akan tetapi secara garis besar zat-zat yang terdapat dalam air limbah dapat dikelompokkan seperti pada gambar 2.1 :



- Protein(65%) - Butiran
- Karbohidrat(25%) - Garam
- Lemak(10%) - Metal

Gambar 2.1 Diagram pengelompokan bahan yang terkandung di dalam limbah
 Sumber : Sugiharto (1987)

B. Pengertian dan Proses Pembuatan Tahu

Tahu merupakan salah satu produk olahan biji kedelai yang telah lama dikenal dan banyak disukai oleh masyarakat, karena harganya murah dan mudah didapat. Pembuatan tahu umumnya dilakukan oleh industri kecil atau industri rumah tangga, tahu juga berperan dalam upaya meningkatkan gizi masyarakat (Markiyah, 2013).

Pembuatan tahu pada prinsipnya dibuat dengan mengekstrak protein, kemudian mengumpulkannya, sehingga terbentuk padatan protein. Cara penggumpalan susu kedelai umumnya dilakukan dengan cara penambahan bahan penggumpal berupa asam. Bahan penggumpal yang biasa digunakan adalah asam

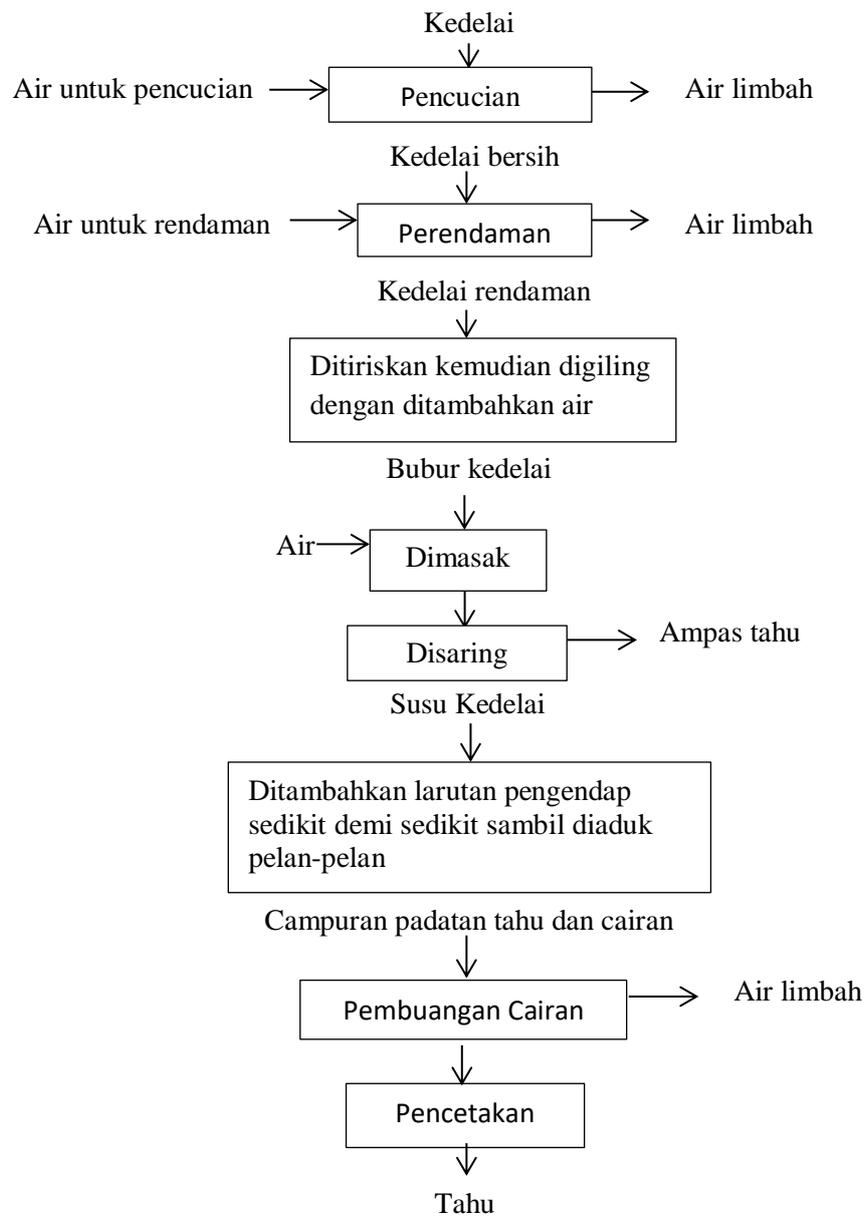
cuka (CH_3COOH), batu tahu ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) dan larutan bibit tahu (larutan perasan tahu yang telah diendapkan satu malam).

Secara umum tahapan proses pembuatan tahu adalah sebagai berikut :

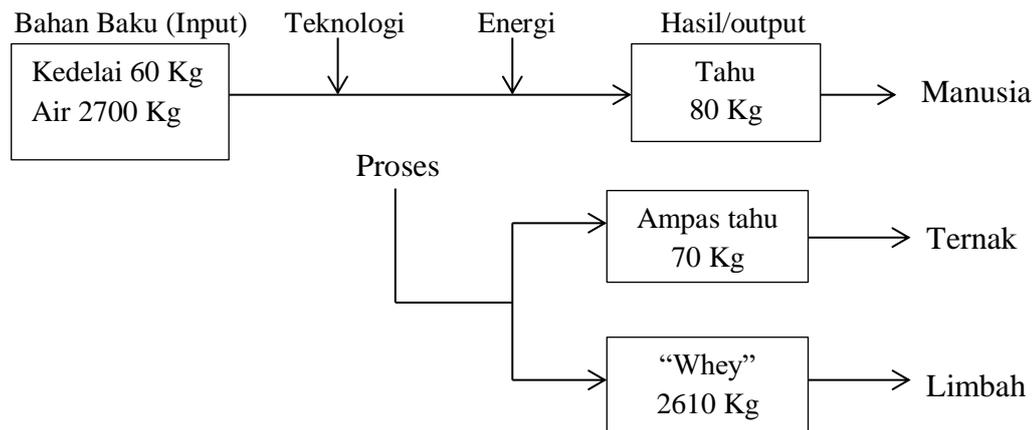
- a. Kedelai yang telah dipilih dibersihkan dan disortasi. Pembersihan dilakukan dengan ditampi atau menggunakan alat pembersih.
- b. Perendaman dalam air bersih agar kedelai dapat mengembang dan cukup lunak untuk digiling. Lama perendaman berkisar 4 - 10 jam.
- c. Pencucian dengan air bersih. Jumlah air yang digunakan tergantung pada besarnya atau jumlah kedelai yang digunakan.
- d. Penggilingan kedelai menjadi bubur kedelai dengan mesin giling. Untuk memperlancar penggilingan perlu ditambahkan air dengan jumlah yang sebanding dengan jumlah kedelai.
- e. Pemasakan kedelai dilakukan di atas tungku dan dididihkan selama 5 menit. Selama pemasakan ini dijaga agar tidak berbuih, dengan cara menambahkan air dan diaduk.
- f. Penyaringan bubur kedelai dilakukan dengan kain penyaring. Ampas yang diperoleh diperas dan dibilas dengan air hangat. Jumlah ampas basah kurang lebih 70% sampai 90% dari bobot kering kedelai.
- g. Setelah itu dilakukan penggumpalan dengan menggunakan air asam, pada suhu 50°C , kemudian didiamkan sampai terbentuk gumpalan besar. Selanjutnya air di atas endapan dibuang dan sebagian digunakan untuk proses penggumpalan kembali.

- h. Langkah terakhir adalah pengepresan dan pencetakan yang dilapisi dengan kain penyaring sampai padat. Setelah air tinggal sedikit, maka cetakan dibuka dan diangin-anginkan.

Diagram proses pembuatan tahu ditunjukkan seperti pada gambar 2.2, sedangkan diagram neraca masa untuk proses pembuatan tahu ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.2 Diagram proses pembuatan tahu



Gambar 2.3 Diagram neraca masa proses pembuatan tahu

Pada pengolahan tahu dibuat diperlukan air yang banyak, karena hampir semua tahapan pada pembuatan tahu memerlukan air. Limbah dari pembuatan tahu yaitu berupa cairan dan ampas tahu yang berupa padatan (Rossiana, 2006 dalam Makiyah, 2013).

Triyanto (2008) mengemukakan bahwa penyimpanan limbah cair tahu mempunyai peranan yang baik terhadap komposisi unsur hara karena pada proses penyimpanan ini terjadi proses dekomposisi yang menyebabkan mikroorganisme yang hidup dalam limbah cair tahu dapat berkembang. Dekomposisi zat organik dalam lingkungan anaerobik hanya dapat dilakukan oleh mikroorganisme yang dapat menggunakan molekul selain oksigen sebagai akseptor hidrogen.

C. Limbah Tahu

1. Pengertian dan Komposisi Limbah Cair Tahu

Limbah cair tahu adalah hasil sampingan dari proses pembuatan tahu berupa limbah cair tahu. Air limbah tahu yang dihasilkan masih banyak mengandung zat

organik, seperti protein, karbohidrat, lemak dan zat terlarut yang mengandung padatan tersuspensi (Rasmito Agung, 2019).

Kandungan unsur kimia yang terkandung dalam 100 ml limbah cair tahu adalah air sebanyak 4,9 g, Protein 17,4 g, Mineral 4,3 g, Kalsium 19 mg, zat besi 4 mg, Nitrogen sebesar 1,64%, Phosfor sebesar 0,15%, serta Kalium sebesar 6,25% yang sangat dibutuhkan oleh tanaman (Rohmah, 2011).

2. Dampak Limbah Tahu

Pencemaran limbah tahu merupakan salah satu penyebab kerusakan lingkungan hidup dan dapat menyebabkan penyakit kepada umat manusia. Limbah dari industri tahu mengandung polutan organik dan anorganik, macam polutan yang di hasilkan mungkin berupa polutan organik (berbau busuk), polutan anorganik (berbui dan berwarna). Air limbah dan bahan buangan dari kegiatan industri yang di buang ke perairan akan mengubah pH air, dan dapat menggagu kehidupan organisme air. Air normal yang memenuhi syarat untuk kehidupan mempunyai pH berkisar antara 6,5 sampai 7,5. Komponen terbesar dari limbah cair tahu yaitu protein sebesar 226,06 sampai 434,78 mg/l. sehingga masuknya limbah cair tahu ke lingkungan perairan akan meningkatkan total nitrogen di perairan tersebut (Adack, 2013).

D. Pupuk Organik

Menurut Permentan Nomor 1 Tahun 2019, pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan dan/atau bagian hewan, dan/atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair dapat diperkaya dengan bahan mineral dan/atau mikroba yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah, serta memperbaiki sifat fisik, kimia, dan/atau biologi tanah.

Penambahan pupuk organik dapat mengurangi dampak negatif pupuk kimia serta memperbaiki sifat fisik, biologi dan kimia tanah secara bersamaan (Wahyono, 2011).

Adapun karakteristik umum yang dimiliki oleh pupuk organik adalah sebagai berikut:

- a. Kandungan hara rendah, kandungan hara pupuk organik pada umumnya rendah tetapi bervariasi tergantung pada jenis bahan dasarnya.
- b. Ketersediaan unsur hara lambat, hara yang berasal dari bahan organik diperlukan untuk kegiatan *mikrobia* tanah untuk diubah dari bentuk ikatan kompleks organik yang tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman menjadi bentuk senyawa organik dan anorganik sederhana yang dapat diserap oleh tanaman (Sitorus, 2020).

Mutu pupuk organik cair menurut Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Standar Mutu Pupuk Organik Cair

No.	PARAMETER	SATUAN	STANDAR MUTU
1.	C – organik	% (w/v)	minimum 10
2.	Hara makro: N + P ₂ O ₅ + K ₂ O	% (w/v)	2 - 6
3.	N-organik	% (w/v)	minimum 0,5
4.	Hara mikro** Fe total Mn total Cu total Zn total B total Mo total	ppm ppm ppm ppm ppm ppm	90 – 900 25 – 500 25 – 500 25 – 500 12 – 250 2 – 10
5.	pH	-	4 – 9
6.	<i>E.coli</i> <i>Salmonella sp</i>	cfu/ml atau MPN/ml cfu/ml atau MPN/ml	< 1 x 10 ² < 1 x 10 ²
7.	Logam berat As Hg Pb Cd Cr Ni	ppm ppm ppm ppm ppm ppm	maksimum 5,0 maksimum 0,2 maksimum 5,0 maksimum 1,0 maksimum 40 maksimum 10
8.	Unsur/senyawa lain*** Na Cl	ppm ppm	maksimum 2.000 maksimum 2.000

*) Dalam prosesnya tidak boleh menambahkan bahan kimia sintetis.

**) Minimum 3 (tiga) unsur.

***) Khusus untuk pupuk organik hasil ekstraksi rumput laut dan produk laut lainnya.

E. Pupuk Cair Limbah Organik

Pupuk organik cair adalah pupuk yang bahan dasarnya berasal dari hewan atau tumbuhan yang sudah mengalami fermentasi berupa cairan dan kandungan bahan kimia di dalamnya maksimum 5%. Pada dasarnya pupuk organik cair lebih baik dibandingkan dengan pupuk organik padat. Hal ini disebabkan penggunaan pupuk organik cair memiliki beberapa kelebihan yaitu pengaplikasiannya lebih mudah, unsur hara yang terdapat di dalam pupuk cair mudah diserap tanaman, mengandung mikroorganisme yang banyak, mengatasi defisiensi hara, tidak bermasalah dalam pencucian hara, mampu menyediakan hara secara cepat, proses pembuatannya memerlukan waktu yang lebih cepat, serta penerapannya mudah di pertanian yakni tinggal di semprotkan ke tanaman atau diberikan lewat akar (Siboro, *et. al.*, 2013).

Pada dasarnya, limbah cair dari bahan organik bisa dimanfaatkan sebagai pupuk. Sama seperti limbah padat organik, limbah cair banyak mengandung unsur hara, khususnya N, P, K dan bahan organik lainnya. Penggunaan pupuk dari limbah ini dapat membantu memperbaiki struktur dan kualitas tanah. Dari sebuah penelitian di China menunjukkan penggunaan limbah cair organik mampu meningkatkan produksi pertanian 11% lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan bahan organik lain. Bahkan di China penggunaan pupuk kimia sintetis untuk pupuk dasar mulai tergeser dengan keunggulan pupuk cair organik. (Meriatna, 2018).

F. Unsur Hara

Unsur hara adalah sumber nutrisi atau makanan yang dibutuhkan tanaman, baik itu unsur hara yang tersedia di alam (organik) maupun yang sengaja ditambahkan. Seperti halnya makhluk hidup lainnya, tanaman memerlukan nutrisi lengkap dalam kelangsungan pertumbuhannya. Ketersediaan unsur hara sangat menentukan kualitas tanaman, yang meliputi pertumbuhan, perkembangan dan produktifitas tanaman.

1. Hara Nitrogen (N)

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi tumbuhan yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman, seperti daun batang dan akar tetapi kalau terlalu banyak dapat menghambat penguapan dan pembuahan pada tanaman. Defisiensi menyebabkan kecepatan pertumbuhan sangat terganggu dan tanaman kurus kering. N merupakan unsur dalam molekul klorofil sehingga defisiensi N mengakibatkan daun menguning atau mengalami klorosis. Ini biasanya dimulai dari daun bagian bawah dan defisiensi yang kuat menyebabkan coklat dan mati.

Fungsi Nitrogen pada tanaman sebagai berikut :

- a. Berperan dalam pembentukan zat hijau daun (klorofil) yang sangat penting untuk melakukan proses fotosintesis.
- b. Mempercepat pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah anakan, jumlah cabang)
- c. Menambah kandungan protein hasil panen. (Rina, 2015)

2. Hara Fosfor (P)

Fosfor terdapat dalam bentuk phitin, nuklein dan fostide merupakan bagian dari protoplasma dan inti sel. Sebagai bagian dari inti sel sangat penting dalam pembelahan sel demikian pula bagi perkembangan jaringan meristem. Fosfor diambil tanaman dalam bentuk H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} . Yulipriyanto (2010) menyatakan bahwa senyawa fosfor mempunyai peranan dalam merangsang pertumbuhan awal pada akar, pemasakan buah, transport energi dalam sel, pembentukan buah dan produksi biji. Fosfor dalam tanaman berfungsi mempercepat pertumbuhan akar semai, dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa, dapat mempercepat pembungaan dan pemasakan buah, dapat meningkatkan biji-bijian. Sumber zat fosfat berada dalam tanah sebagai fosfat mineral. Secara umum fungsi fosfor sebagai berikut:

- a. Dapat mempercepat pertumbuhan akar semai
- b. Dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa
- c. Dapat mempercepat pembungaan dan pemasakan buah biji atau gabah
- d. Dapat meningkatkan produksi biji-biji (Sutejo, 1990 dalam Makiyah, 2013).

3. Hara Kalium (K)

Kalium merupakan unsur kedua terbanyak setelah nitrogen dalam tanaman. Kalium diserap dalam bentuk K^+ monovalensi dan tidak terjadi transformasi K

dalam tanaman. Bentuk utama dalam tanaman adalah K monovalensi, kation ini unik dalam sel tanaman. Unsur K sangat berlimpah dan mempunyai energi hidrasi rendah sehingga tidak menyebabkan polarisasi molekul air. Jadi unsur ini dapat berinterferensi dengan fase pelarut dari kloroplas. Sutejo (1990) menyatakan bahwa peranan kalium pada tanaman adalah sebagai berikut :

- a. Membentuk protein dan karbohidrat
- b. Mengeraskan jerami dan bagian bawah kayu dari tanaman
- c. Meningkatkan retensi tanaman terhadap penyakit.
- d. Meningkatkan kualitas biji/buah.

G. Fermentasi

Fermentasi merupakan proses yang dilakukan oleh mikroorganisme baik aerob maupun anaerob yang mampu mengubah senyawa kompleks menjadi lebih sederhana. Hal tersebut bertujuan untuk mempercepat penyerapan nutrisi pada tanaman. Prinsip dari fermentasi ini adalah bahan organik dihancurkan oleh mikroba dalam kisaran temperatur dan kondisi tertentu (Makiyah, 2013).

Pada penelitian yang dilakukan, mekanisme fermentasi yang digunakan adalah fermentasi anaerob. Menurut Nugroho (2017), fermentasi anaerob merupakan proses pemecahan karbohidrat dan asam amino tanpa memerlukan oksigen. Pada fermentasi anaerob pada pupuk organik cair, bahan organik akan diubah menjadi CO₂, metana. Berikut reaksi yang terjadi pada proses anaerobik saat pembuatan pupuk organik cair (Sundari,dkk., 2014) :

Aktivitas mikroorganisme

Bahan organik \rightarrow CO₂ + CH₄

H. Faktor yang Mempengaruhi Fermentasi

Dalam proses fermentasi pembuatan pupuk organik cair, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan agar menghasilkan pupuk yang berkualitas. Hal-hal tersebut meliputi :

1. Bioaktivator EM-4

Pembuatan kompos/pupuk organik tidak terlepas dari proses pengomposan yang diakibatkan oleh mikroba yang berperan sebagai pengurai atau dekomposer berbagai limbah organik yang dijadikan bahan pembuat kompos. Aktivator mikroba memiliki peranan penting karena digunakan untuk mempercepat pertumbuhan kompos. Dipasaran saat ini tersedia banyak produk-produk dekomposer untuk mempercepat proses pengomposan misalnya EM-4, orgaDec, M-Dec, Probion, dan lain-lain (Makiyah,2013).

Mikroorganisme yang ditambahkan akan membantu memperbaiki kondisi biologis tanah dan dapat membantu penyerapan unsur hara. EM4 mengandung mikroorganisme fermentasi dan sintetik yang terdiri dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*), bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp.*), *Actinomyces sp.*, *Streptomyces sp.*, dan ragi (yeast), bakteri pelarut fosfat (*Pseudomonas sp.*) (Utomo, 2010).

Menurut Yuwono (2006) peranan atau manfaat dari mikroorganisme yang terdapat pada EM4, yaitu:

Mikroorganisme	Peranan
Bakteri fotosintetik	<ul style="list-style-type: none"> - Merubah gas-gas berbahaya menjadi zat bermanfaat, menghilangkan bau tak sedap - Meningkatkan fotosintesis tanaman - Menunjang pertumbuhan mikroorganisme lainnya
Bakteri asam laktat	<ul style="list-style-type: none"> - Menghasilkan asam laktat sebagai hasil penguraian gula dan karbohidrat lain yang bekerjasama dengan bakteri fotosintetik dan ragi. - Menghambat pertumbuhan patogen misalnya <i>Fusarium</i> sp - Menguraikan bahan organik dengan cepat sehingga menghasilkan zat-zat bioaktif (hormon dan enzim)
<i>Actinomycetes</i> sp.	<ul style="list-style-type: none"> - Berperan untuk menghasilkan zat-zat antimikroba dari asam amino yang dihasilkan oleh bakteri fotosintesis dan bahan organik - Menekan pertumbuhan bakteri dan jamur
Bakteri Pelarut fosfat	<ul style="list-style-type: none"> - Berperan untuk menghasilkan enzim fosfatase - Berperan untuk melarutkan fosfat
Jamur fermentasi	<ul style="list-style-type: none"> - Menguraikan bahan organik secara tepat untuk menghasilkan alkohol, ester, zat-zat antimikroba - Menghilangkan bau serta mencegah serbuan serangga dan ulat yang merugikan
Ragi	<ul style="list-style-type: none"> - Membentuk zat antibakteri dan bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman dari asam-asam amino dan gula yang dikeluarkan oleh bakteri fotosintesis. - Meningkatkan jumlah sel aktif dan perkembangan akar

EM4 mempunyai beberapa manfaat di antaranya :

- a. Meningkatkan ketersediaan nutrisi dan senyawa organik pada tanah
- b. Memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologis tanah

- c. Mempercepat pengomposan sampah organik atau kotoran hewan
- d. Menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dan meningkatkan produksi tanaman serta menjaga kestabilan produksi (Utomo, 2010).

2. Suhu

Proses pembuatan pupuk organik cair secara anaerob akan berjalan baik jika bahan berada dalam suhu yang sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme. Suhu yang optimal dalam proses fermentasi pupuk organik cair sekitar 25-55° C. Apabila suhu terlalu tinggi maka mikroorganisme akan mati, namun apabila suhu relatif lebih rendah maka mikroorganisme belum dapat bekerja atau masih dalam keadaan dorman (Indriani, 2003 dalam Purba, 2019).

3. pH (Derajat Keasaman)

Salah satu faktor yang memengaruhi aktivitas mikroorganisme di dalam media penguraian bahan organik adalah pH. pH optimum untuk proses penguraian bahan organik menurut Sutanto (2002) antara 5–8. Dalam proses fermentasi akan terjadi penurunan pH. Penurunan pH terjadi karena adanya aktivitas bakteri asam laktat yaitu *Lactobacillus* sp dalam menguraikan bahan-bahan organik yang terdapat di dalam substrat menjadi asam-asam organik seperti asam laktat (Amanillah, 2011). pH kurang dari 5 dan lebih dari 10 masih dapat ditoleransi, tetapi membutuhkan waktu yang relatif lama dan hanya spesies yang resisten saja yang mampu melakukannya (Zulfa, 2019).

4. Ukuran Bahan

Bahan yang berukuran kecil akan cepat didekomposisi karena luas permukaannya meningkat sehingga mempermudah aktivitas mikroorganisme perombak. Untuk pengomposan anaerobik, dianjurkan untuk menghancurkan bahan hingga lumat dan menyerupai bubur atau lumpur yang bertujuan untuk mempercepat proses penguraian oleh bakteri dan mempermudah pencampuran bahan (Yuwono, 2006 dalam Purba, 2019).

5. Lama Fermentasi

Lama fermentasi merupakan faktor yang akan diteliti. Lama fermentasi merupakan salah satu faktor penting dalam proses fermentasi karena berkaitan dengan fase pertumbuhan mikroba yang akan berkembang dari waktu ke waktu sehingga akan memengaruhi kandungan produk yang akan dihasilkan. Fase pertumbuhan mikroba menurut Hamdiyati (2011) dapat dibagi menjadi empat fase, yaitu : fase lag, fase logaritma (eksponensial), fase stasioner, dan fase kematian.

a. Fase lag

Fase lag merupakan fase penyesuaian bakteri dengan lingkungan yang baru. Lama fase lag pada bakteri sangat bervariasi, tergantung pada komposisi media, pH, suhu, dan sifat fisiologis mikroorganisme pada media sebelumnya.

b. Fase logaritma atau fase eksponensial

Fase logaritma adalah ketika sel telah menyesuaikan diri dengan lingkungan yang baru maka sel mulai membelah hingga mencapai populasi yang maksimum.

Fase eksponensial ditandai dengan terjadinya periode pertumbuhan yang cepat. Setiap sel dalam populasi membelah menjadi dua sel.

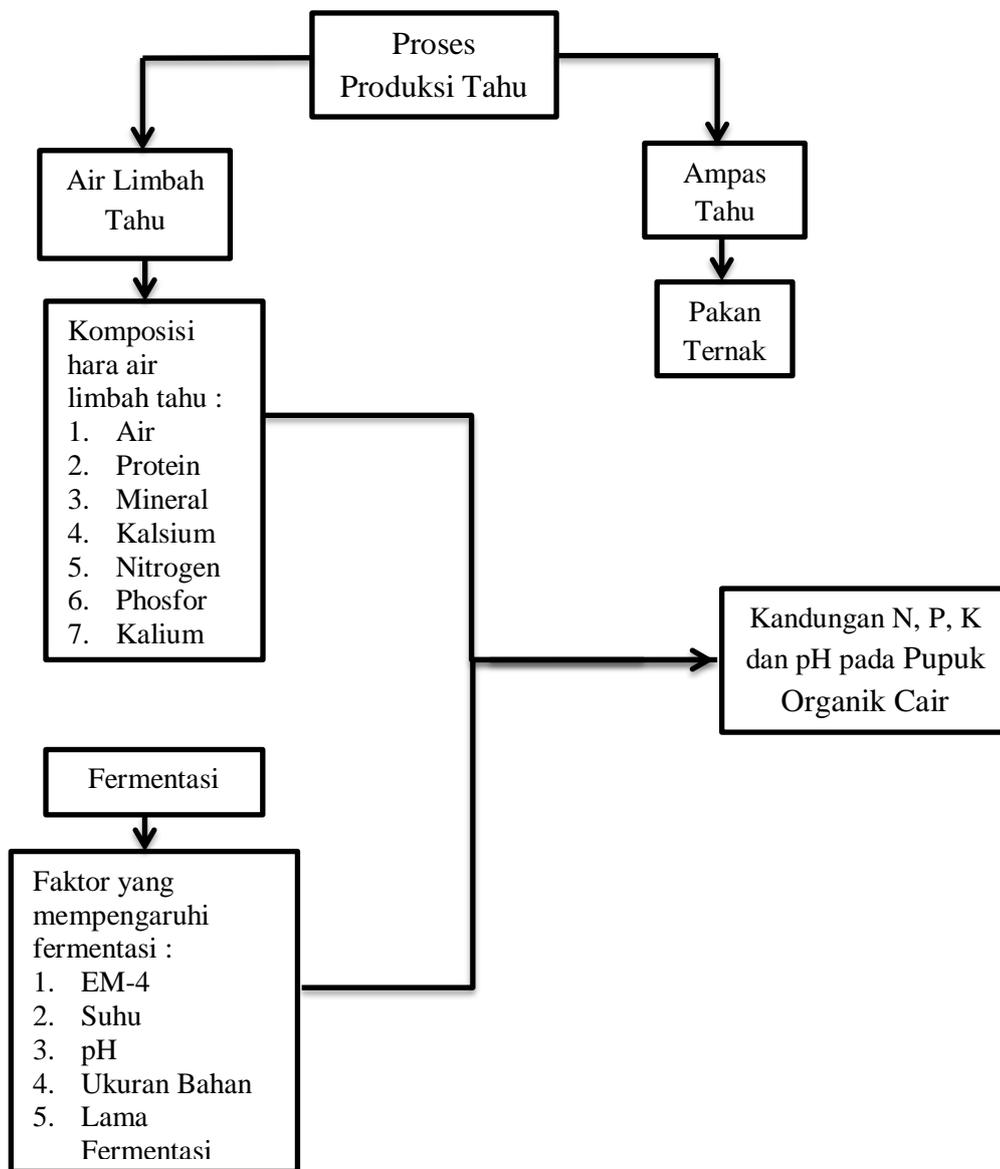
c. Fase stasioner

Fase stasioner terjadi pada saat laju pertumbuhan bakteri sama dengan laju kematiannya, sehingga jumlah bakteri keseluruhan bakteri akan tetap. Keseimbangan jumlah keseluruhan bakteri ini terjadi karena adanya pengurangan derajat pembelahan sel. Hal ini disebabkan oleh kadar nutrisi yang berkurang dan terjadi akumulasi produk toksik sehingga mengganggu pembelahan sel.

d. Fase kematian

Fase kematian ditandai dengan peningkatan laju kematian yang melampaui laju pertumbuhan, sehingga secara keseluruhan terjadi penurunan populasi bakteri.

I. Kerangka Teori

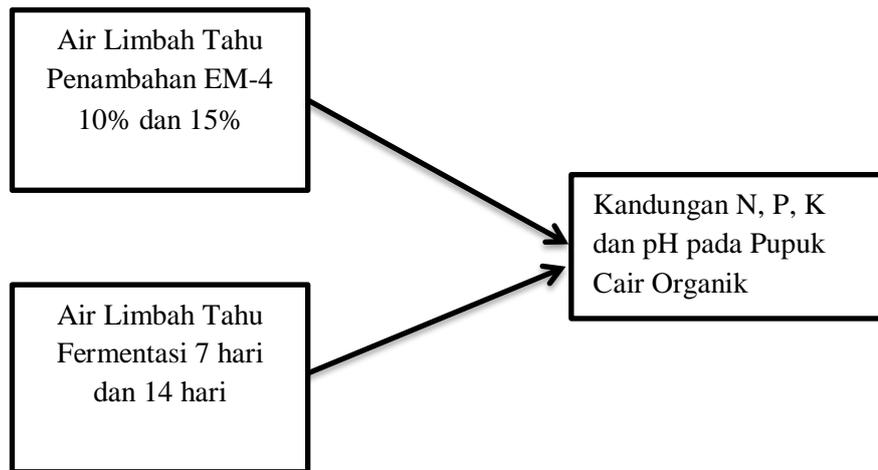


Gambar 2.4 Kerangka Teori

Sumber : Modifikasi penelitian atas sumber (Purba, 2019); (Rohmah, 2011)

J. Kerangka Konsep

Kerangka konsep penelitian adalah suatu kaitan antara konsep satu dengan konsep lainnya dari masalah yang ingin diteliti. Kerangka konsep dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2.5 Kerangka Konsep

K. Hipotesis Penelitian

Hipotesis adalah suatu jawaban yang bersifat sementara terhadap permasalahan penelitian, sampai terbukti melalui data yang terkumpul dan dilakukan pengujian statistik.

Hipotesis dalam penelitian ini adalah yaitu ada peningkatan kandungan N, P, K, dan pH pada air limbah tahu sebelum dan sesudah penambahan bioaktivator EM-4 dengan waktu fermentasi 7 dan 14 hari.