

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Dasar Teori**

##### **1. Limbah Cair Tahu**

Limbah cair adalah air sisa buangan yang berasal dari industri, rumah tangga maupun tempat-tempat umum lain yang memiliki kandungan bahan-bahanyang dapat membahayakan kelestarian lingkungan. (Caroline & Moa, 2015). Menurut definisi dari Sugiharto (1987) bahwa limbah merupakan kotoran dari masyarakat dan rumah tangga, limbah juga berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya, (Sugiharto, 1987).

Air limbah adalah air tidak bersih yang mengandung berbagai zat yang dapat membahayakan manusia dan makhluk hidup lainnya biasanya muncul karena adanya hasil aktivasi manusia, berasal dari industri maupun dari rumah tangga. Yang memiliki konsentrasi dan kuantitas tertentu, adanya limbah tersebut dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia juga lingkungan sehingga perlu dilakukan penanganan dan pengolahan terhadap limbah sebelum limbah dibuang ke lingkungan (Aksari, 2015)

Limbah cair adalah hasil proses atau sisa dari suatu kegiatan atau usaha industri yang berwujud cair dimana kehadirannya pada suatu saat dan tempat tidak dikehendaki lingkungannya karena tidak mempunyai nilai ekonomis sehingga cenderung untuk dibuang (Caroline & Moa, 2015).

## **B. Sumber Limbah Cair**

Klasifikasi air limbah berdasarkan asalnya menjadi dua bagian yaitu air limbah industri dan air limbah rumah tangga (Aksari, 2015).

### **1. Limbah cair industri**

Air limbah industri adalah yang berasal dari tahapan proses produksi suatu industri. Limbah ini mengandung komponen hasil produksi pada industri sehingga harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air atau lingkungan. Selain berbentuk cair, limbah yang dihasilkan di industri biasa berbentuk padat maupun berbentuk gas dan partikel (Caroline & Moa, 2015).

### **2. Limbah Rumah Tangga**

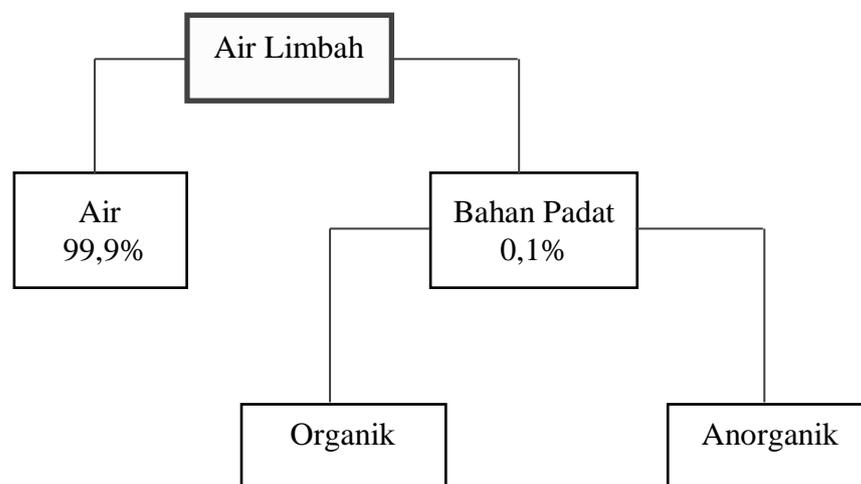
Air limbah rumah tangga adalah air limbah yang tidak mengandung ekstra manusia dan dapat berasal dari buangan kamar mandi, dapur, air cuci pakaian, dan lain-lain yang mungkin dapat mengandung mikroorganisme patogen. Air limbah rumah tangga merupakan sumber utama pencemaran di perkotaan. Volume air limbah rumah tangga bergantung pada volume pemakaian air penduduk setempat. Air limbah domestik adalah limbah air yang berasal dari usaha atau kegiatan permukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, dan perumahan. Beberapa bentuk dari air limbah ini berupa tinja, air seni, limbah kamar mandi, dan juga sisa kegiatan dapur rumah tangga (Khaq & Slamet, 2017). Air limbah rumah tangga terdiri dari 3 fraksi penting yaitu

:

- a. Tinja (*faces*), berpotensi mengandung mikroba patogen.
- b. Air seni (*urine*), umumnya mengandung nitrogen dan posfor, serta kemungkinan kecil mikroorganisme.
- b. *Grey Water* merupakan air bekas cucian dapur, mesin cuci dan kamar mandi. *Gray water* sering disebut juga dengan istilah sullage. Campuran *fases* dan *urine* disebut juga sebagai *excreta* sedangkan campuran *excreta* dengan air bilasan toilet disebut sebagai black water.

### 3. Komposisi Air Limbah

Menurut Sugiharto, 1987 sesuai dengan sumber asalnya, maka air limbah mempunyai komposisi yang sangat bervariasi dari setiap tempat dan setiap saat. Akan tetapi, secara garis besar zat-zat yang terdapat di dalam air limbah dapat dikelompokkan seperti pada skema berikut ini.



Gambar 2.1 Skema bahan yang terkandung dalam air limbah

Sumber : (Sugiharto, 1987) Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah

Protein (65%) : Butiran

Karbihidrat (25%) : Garam

Lemak : Metal

#### 4. Sistem Pengolahan Air Limbah

Tujuan utama dari pengolahan air limbah ialah untuk mengurangi kandungan bahan pencemar di dalam air terutama senyawa organik, padatan tersuspensi, mikroba patogen, dan senyawa organik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme yang terdapat di alam. Menurut tingkatan prosesnya, pengolahan limbah dapat digolongkan menjadi lima tingkatan (Rakhmad et al., 2022).

##### a. *Pretreatment* (Pra pengolahan)

Pada tahap ini dilakukan usaha-usaha untuk melindungi alat-alat yang ada pada instalasi pengolahan air limbah. Pada tahap ini dilakukan penyaringan, penghancuran atau pemisahan air dari partikel-partikel yang dapat merusak alat-alat pengolahan air limbah, seperti pasir, kayu, sampah, plastik dan lain-lain.

##### b. *Primary treatment* (Pengolahan primer)

Tahap pengolahan primer limbah cair sebagian besar adalah berupa proses pengolahan secara fisika, pada tahap ini dilakukan penyaringan terhadap padatan halus atau zat warna terlarut maupun tersuspensi yang tidak terjaring pada penyaringan terdahulu. Ada dua metode utama yang dapat dilakukan pengolahan secara fisika dan kimia yaitu filtrasi dan sedimentasi.

c. *Secondary treatment* (Pengolahan sekunder)

Tahap pengolahan sekunder merupakan proses pengolahan secara biologis dengan melibatkan mikroorganisme yang bertujuan untuk menguraikan atau menghilangkan bahan organik. Di dalam proses biologis ini, banyak dipergunakan reaktor lumpur aktif dan trickling filter, metode kolam perlakuan, bioremediasi, dan fitoremediasi.

d. *Tertiary treatment* (Pengolahan tersier)

Pengolahan tersier merupakan tahap pengolahan tingkat lanjut yang merupakan rangkaian proses kimia dan fisika yang ditujukan terutama untuk menghilangkan senyawa organik maupun anorganik. Proses pada tingkat lanjut ini dilakukan melalui proses fisik (pengapungan, pembekuan, filtrasi, destilasi, dll), proses kimia (elektrokimia, oksidasi, absorbs karbon aktif, pengendapan kimia, pertukaran ion, dan reduksi), dan proses biologi (pembusukan oleh bakteri dan nitrifikasi alga).

e. *Advanced treatment* (Pengolahan lanjutan)

Pengolahan lanjutan diperlukan untuk membuat komposisi air limbah sesuai dengan yang dikehendaki. Misalnya untuk menghilangkan kandungan amonia atau fosfor dari air limbah.

5. Dampak Limbah

Dampak air limbah atau efek buruk air limbah yang dikemukakan oleh (Sugiharto, 1987) terbagi menjadi tiga bagian, yaitu :

a. Dampak terhadap Gangguan Kesehatan

Air limbah sangatlah berbahaya terhadap kesehatan manusia mengingat banyak sekali penyakit yang dapat ditularkan dari air limbah, seperti :

- 1) *Virus*, menyebabkan penyakit polio myelitis dan hepatitis.

Secara pasti modus penularannya masih belum diketahui dan banyak terdapat pada air hasil pengolahan (effluent) pengolahan air limbah.

- 2) *Vibrio Kolera*, menyebabkan penyakit kolera asiatica dengan penyebaran utama melalui air limbah yang telah tercemar oleh kotoran manusia yang mengandung vibrio kolera.

- 3) *Salmonella Typhosa a* dan *Salmonella Typhosa b*, merupakan penyebab tiphus abdominalis dan para tiphus yang banyak terdapat di dalam air limbah bila terjadi wabah. Prinsip penularannya adalah melalui air dan makanan yang telah tercemar oleh kotoran manusia yang berpenyakit tiphus.

- 4) *Salmonella Spp*, dapat menyebabkan keracunan makanan dan jenis bakteri banyak terdapat pada air hasil pengolahan.

- 5) *Shigella Spp*, adalah penyebab disentri bacillair dan banyak terdapat pada air yang tercemar. Adapun cara penularannya adalah melalui kontak langsung dengan kotoran manusia maupun melalui perantara dengan makanan, lalat dan tanah.

- 6) *Basillus Anthraksis*, adalah penyebab penyakit anthrak, terdapat pada air limbah dan sporanya tahan terhadap pengolahan.

- 7) *Brusella Spp*, adalah penyebab penyakit brucellosis, demam malta serta menyebabkan keguguran (aborsi) pada domba.
  - 8) *Mikobakterium Tuberkulosa*, adalah penyebab penyakit tuberkulosis dan terutama terdapat pada air limbah yang berasal dari sanatorium.
  - 9) *Leptospira*, adalah penyebab penyakit weil dengan penularan utama berasal dari tikus selokan.
  - 10) *Skhistosoma Spp*, adalah penyebab penyakit skhistosomiasis, akan tetapi dapat dimatikan pada saat melewati pengolahan air limbah.
  - 11) *Taenia Spp*, adalah penyebab penyakit cacing pita, dengan kondisi yang sangat tahan terhadap cuaca.
  - 12) *Askaris Spp dan Enterobius Spp*, menyebabkan penyakit cacingan dan banyak terdapat pada air hasil pengolahan dan lumpur serta sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia.
- b. Dampak terhadap biotik

Dengan banyaknya zat pencemar yang ada di dalam air limbah, maka akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen yang terlarut di dalam air limbah. Dengan demikian akan menyebabkan kehidupan di dalam air yang membutuhkan oksigen akan terganggu, dalam hal ini akan mengurangi perkembangannya. Selain kematian kehidupan di dalam air disebabkan karena kurangnya oksigen di dalam air dapat juga disebabkan karena adanya zat beracun yang berada di dalam air limbah tersebut. Selain matinya ikan dan bakteri-bakteri di dalam air juga dapat menimbulkan kerusakan pada tanaman atau tumbuhan air.

Sebagai akibat matinya bakteri-bakteri, maka proses penjernihan sendiri yang seharusnya bisa terjadi pada air limbah menjadi terhambat. Sebagai akibat selanjutnya adalah air limbah akan sulit untuk diuraikan. Selain bahan-bahan kimia yang dapat mengganggu kehidupan di dalam air, maka kehidupan di dalam air juga dapat terganggu dengan adanya pengaruh fisik seperti adanya temperatur tinggi yang dikeluarkan oleh industri yang memerlukan proses pendinginan. Panasnya air limbah ini dapat mematikan semua organisme apabila tidak dilakukan pendinginan terlebih dahulu sebelum dibuang ke dalam saluran air limbah.

c. Dampak terhadap Keindahan atau Estetika

Dengan semakin banyaknya zat organik yang dibuang oleh perusahaan yang memproduksi bahan organik seperti tapioka, maka setiap hari akan dihasilkan air limbah yang berupa bahan-bahan organik dalam jumlah yang sangat besar. Ampas yang berasal dari pabrik ini perlu dilakukan pengendapan terlebih dahulu sebelum dibuang ke saluran air limbah, akan tetapi memerlukan waktu yang sangat lama. Selama waktu tersebut maka air limbah mengalami proses pembusukan dari zat organik yang ada di dalamnya. Sebagai akibat selanjutnya adalah timbulnya bau hasil pengurangan dari zat organik yang sangat menusuk hidung. Di samping bau yang ditimbulkan, maka dengan menumpuknya ampas akan memerlukan tempat yang banyak dan mengganggu keindahan tempat di sekitarnya. Pembuangan yang sama akan dihasilkan juga oleh perusahaan yang menghasilkan minyak

dan lemak, selain menimbulkan bau juga menyebabkan tempat di sekitarnya menjadi licin. Selain bau dan tumpukan ampas yang mengganggu, maka warna air limbah pun kotor.

### **C. Pengertian dan Proses Pembuatan Tahu**

Tahu adalah ekstrak protein kedelai yang telah dikumpulkan dengan asam, ion kalsium, atau bahan penggumpal lainnya. Tahu telah menjadi konsumsi masyarakat luas, baik sebagai lauk maupun sebagai makanan ringan. Pembuatan tahu membutuhkan alat khusus, yaitu untuk menggiling kedelai menjadi bubur kedelai. Walaupun demikian, di dapur rumah tangga tahu masih dapat dibuat, yaitu dengan menggunakan blender untuk menggiling kedelai, tetapi mutu tahu yang dihasilkan kurang baik. Dasar pembuatan tahu adalah melarutkan protein yang terkandung dalam kedelai dengan menggunakan air sebagai pelarutnya (Ningsih, 2017).

Pembuatan tahu pada prinsipnya dibuat dengan mengekstrak protein, kemudian mengumpulkannya, sehingga terbentuk padatan protein. Cara penggumpalannya susu kedelai umumnya dilakukan dengan penambahan bahan penggumpal yang biasanya digunakan adalah asam cuka ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), 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 :

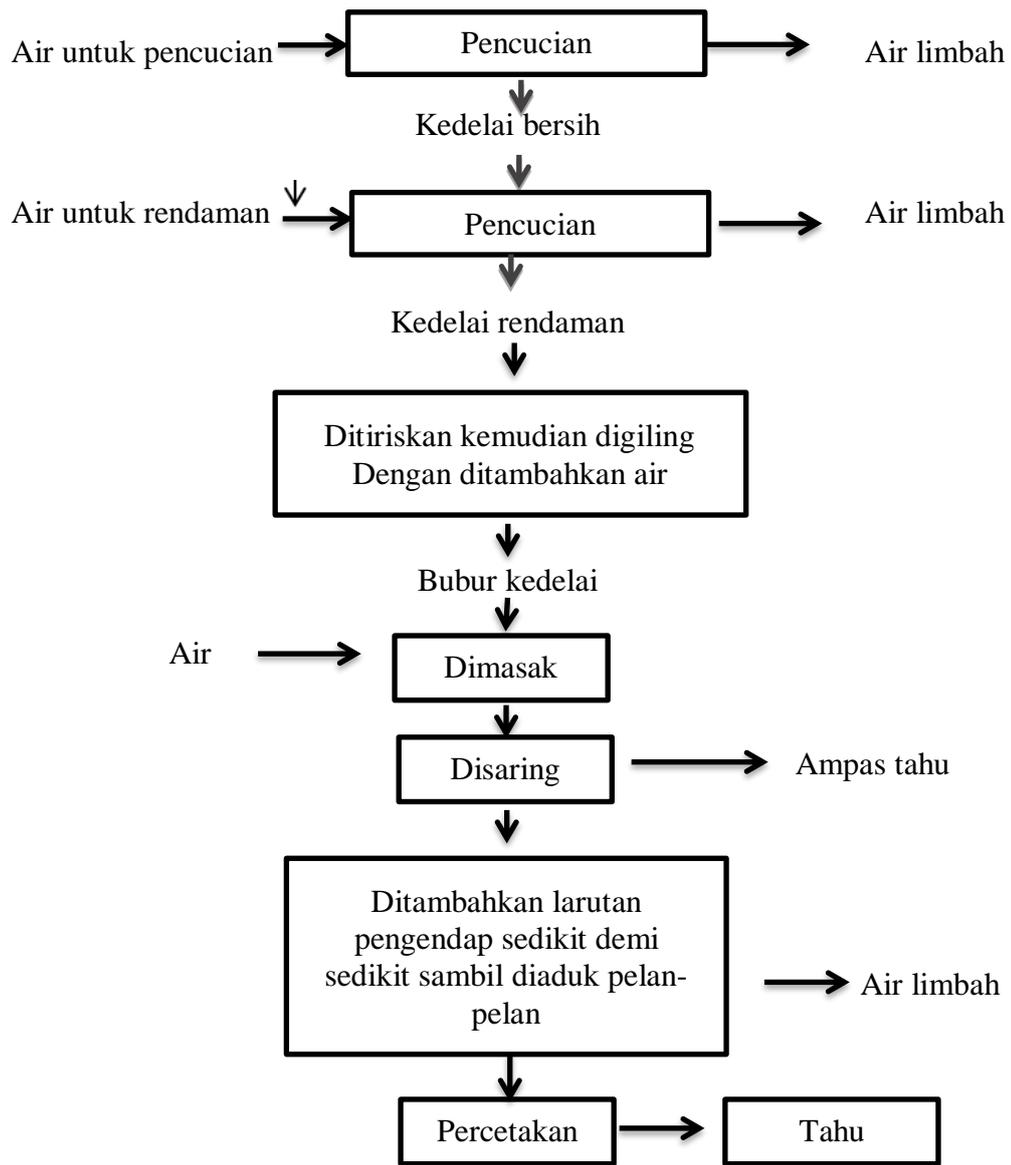
1. Kedelai yang telah dipilih dibersihkan dan disortir. Pembersihan dilakukan dengan ditampi atau menggunakan alat pembersih.

2. Perendaman dalam air bersih agar kedelai dapat mengembang dan cukup lunak untuk digiling. Lama perendaman berkisar 4 – 10 jam.
3. Pencucian dengan air bersih. Jumlah yang digunakan tergantung pada besarnya atau jumlah kedelai yang digunakan.
4. Penggilingan kedelai menjadi bubur kedelai dengan mesin giling. Untuk memperlancar penggilingan perlu ditambahkan air dengan jumlah yang sebanding dengan jumlah kedelai.
5. Pemasakan kedelai dilakukan di atas tungku dan didihkan selama 5 menit. Selama memasak ini dijaga agar tidak berbuih, dengan cara menambahkan air dan diaduk.
6. 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.
7. 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.
8. Langkah terakhir adalah pengepresan dan pencetakan yang dilapisi dengan kain penyaring sampai padat. Setelah air tinggal sedikit, maka cetakan dibuka dan diangin-anginkan.

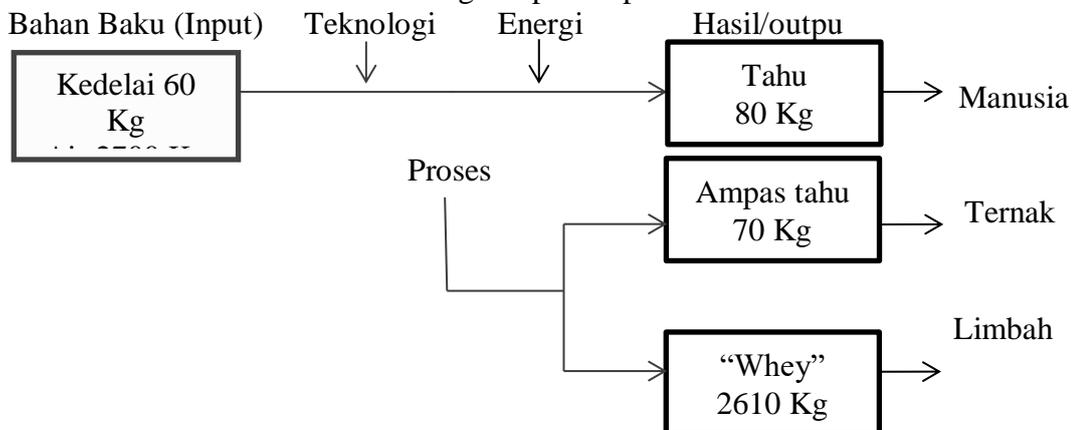
Diagram proses pembuatan tahu ditunjukkan seperti gambar 2.3, sedangkan diagram neraca masa untuk proses pembuatan tahu ditunjukkan pada gambar 2.4.

Kedelai





Gambar 2.2 Diagram proses pembuatan tahu



Gambar 2.3 Diagram neraca masa proses pembuatan tahu

Pada pengolahan limbah 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)

Triyanto (2008) mengemukakan bahwa penyimpanan limbah cair tahu mempunyai peranan yang baik terhadap komposisi unsur hara karena pada proses penyimpanan ini terjadi 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.

#### **D. 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 et al., 2019)

Kandungan unsur kimia dalam 100 ml limbah cair tahu adalah air sebanyak 4,9 gram, protein 17,4 gram, kalsium 19 miligram, fosfor 29 miligram dan zat besi 4 miligram. Limbah cair tahu juga mengandung karbohidrat, lemak, besi serta nitrogen dan kalium yang sangat dibutuhkan oleh tanaman (Vol, 2018)

##### **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 mengganggu 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 meningkat total nitrogen di perairan tersebut (Adack, 2013).

### 3. 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. (Fahri, 2018).

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:<br>N + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O                 | % (w/v)  | 2 - 6  |
| 3.  | N-organik   | % (w/v)  | minimum 0,5  |
| 4.  | Hara mikro**<br>Fe total<br>Mn total<br>Cu total<br>Zn total<br>B total<br>Mo total | ppm<br>ppm<br>ppm<br>ppm<br>ppm<br>ppm               | 90 – 900<br>25 – 500<br>25 – 500<br>25 – 500<br>12 – 250<br>2 – 10                         |
| 5.  | pH  | -  | 4 – 9  |
| 6.  | <i>E.coli</i><br><br><i>Salmonella sp</i>   | cfu/ml<br>atau<br>MPN/ml<br>cfu/ml<br>atau<br>MPN/ml | < 1 x 10 <sup>2</sup><br><br>< 1 x 10 <sup>2</sup>   |
| 7.  | Logam berat<br>As<br>Hg<br>Pb<br>Cd<br>Cr<br>Ni                                     | ppm<br>ppm<br>ppm<br>ppm<br>ppm<br>ppm               | maksimum 5,0<br>maksimum 0,2<br>maksimum 5,0<br>maksimum 1,0<br>maksimum 40<br>maksimum 10 |
| 8.  | Unsur/senyawa lain***<br>Na<br>Cl   | ppm<br>ppm   | maksimum 2.000<br>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 Oranik Cair Limbah Organik

Pupuk cair organik adalah pupuk yang bahan dasarnya berasal dari hewan atau tumbuhan yang sudah mengalami fermentasi dan berentuk produknya 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, maupun 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 (Erickson Sarjono 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 kadar Kalium 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. (Fahri, 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 produktivitas tanaman.

## 1. Hara Nitrogen (N)

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman, yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan bagian-bagian vegetatif tanaman, seperti daun batang akar tetapi terlalu banyak dapat menghambat penguapan dan pembuahan pada tanaman. Definisi 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. (Derantika & Nihayati, 2018)

## 2. Hara Fosfor (P)

Fosfor terdapat dalam bentuk phitin, nuklein dan fosfide merupakan bagian dari protoplasma dan inti sel. Sebagian dari inti sel sangat penting dalam pembelahan sel demikian pula bagi perkembangan jaringan meristem. Fosfor diambil tanaman dalam bentuk  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  Dan  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Yulipriyanto (2010)

Menyatakan bahwa senyawa fosfor mempunyai peranan dan 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 pembangunan dan pemasakkan 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 biji atau gabah
- d. Dapat meningkatkan produksi biji-biji (Derantika & Nihayati, 2018)

### 3. Hara Kalium

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 dan fermentasi ini adalah bahan organik dihancurkan oleh mikroba dalam kisaran temperatur dan kondisi tertentu (Makiyah, 2013)

Pada penelitian yang dilakukan, mekanisme fermentasi yang dilakukan adalah anaerob. Menurut nugroho (2017), fermentasi anaerob merupakan proses pemecahan karbohidrat dan asam amino tanpa memerlukan oksigen. Pada fermentasi an aerob pada pupuk organik cair, bahan organik akan diubah menjadi CO<sub>2</sub>, metana. Berikut yang terjadi pada proses anaerobik saat pembuatan pupuk cair (Sundari,dkk., 2014) :

*Aktivitas Mikroorganisme*

Bahan organik → CO<sub>2</sub> + CH<sub>4</sub>

## 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 dekompres 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 misal EM-4, orgDec, M-Dec, Probion, dan lain-lain (Makiyah, 2013).

Mikroorganisme yang ditambahkan akan membantu memperbaiki kondisi biologis tanah dan dapat membantu penyerapan unsur hara. EM-4 mengandung mikroorganisme tanah dan dapat membantu penyerapan unsur hara. EM-4 mengandung mikroorganisme fermentasi dan sintetik yang terdiri dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp*), dan fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp*), *Actinomycetes sp.*, *Streptomicetes sp.*, dan ragi (yeast), bakteri pelarut fosfat (*Pseudomonas sp.*) (Utomo, 2010).

Menurut Yuwono (2006) peranan atau manfaat dari mikroorganisme yang terdapat pada EM-4, yaitu:

Tabel 2.2 Manfaat dari mikroorganisme yang terdapat pada EM-4

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

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 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 Susanto (2002) antara 5-8. Dalam proses fermentasi akan terjadi penurunan pH, penurunan pH terjadi karena adanya aktivasi 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 maka 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 permukaan meningkat sehingga mempermudah aktivasi 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.

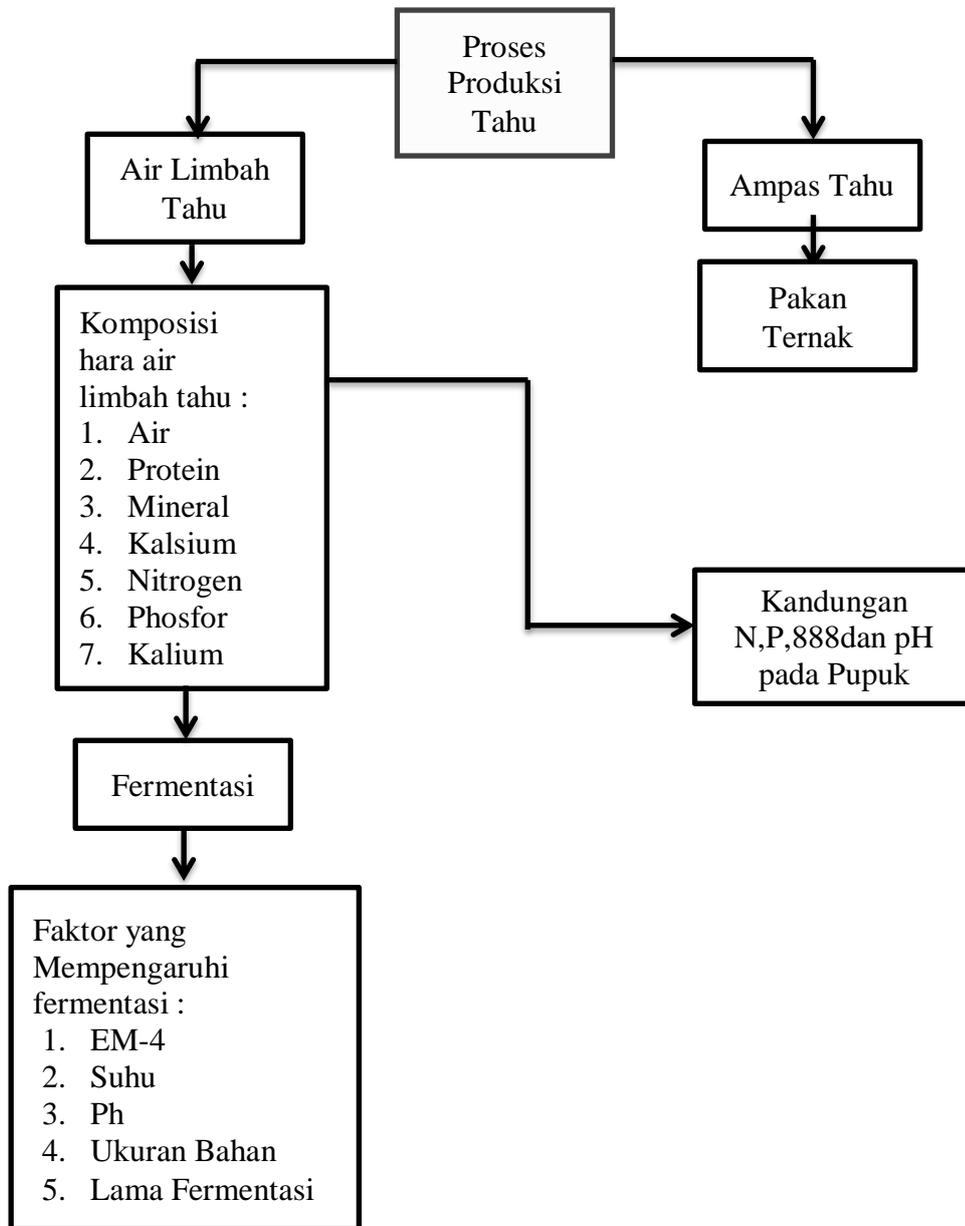
c. Fase stasioner

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



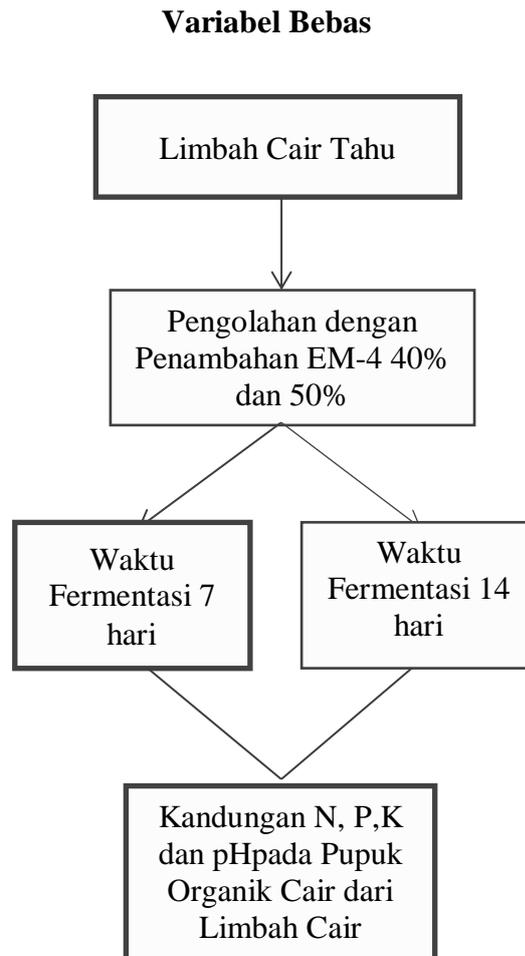
Gambar 2.4 Kerangka Teori

Sumber : Modifikasi penelitian atas sumber (Purba, 2019):

(rohmah, 2011):(Windy 2021).

## 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 kadar N, P, K dengan penambahan bahan bioaktivator EM-4 dan meningkatkan pH pada limbah cair industri tahu.