

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Deskripsi Teori**

##### **1. Tinjauan Limbah**

Limbah dapat dimengerti sebagai konsep buatan dan konsekuensi dari adanya aktivitas manusia. Sekarang limbah memiliki banyak pengertian dalam suatu batasan ilmu pengetahuan. Secara umum limbah merupakan suatu bahan yang terbuang atau dibuang baik sengaja maupun tidak dari sumber hasil aktivitas manusia maupun alam yang belum memiliki nilai ekonomi.<sup>22</sup> Limbah sering dipandang manusia sebagai sesuatu yang menjijikan, bau, kotor dan sumber penyakit. Berbagai limbah dapat berasal dari berbagai aktivitas maupun kegiatan-kegiatan manusia baik dalam skala besar seperti industri tekstil, industri energi, tetapi juga oleh kegiatan sehari-hari, seperti mencuci, memasak, makan, minum dan lain sebagainya. Oleh karenanya jumlah limbah yang dihasilkan pada setiap tempat, daerah maupun sebuah negara mempunyai angka yang bervariasi tergantung pada letak tempat (misalnya pusat kota atau perdesaan), bentuk dan sifat tempat (misalnya perumahan mewah, perkampungan padat atau pusat perdagangan) dan terakhir bentuk dan sifat

---

<sup>22</sup> Lilis Endang Sunarsih, *Penanggulangan Limbah*, (Yogyakarta: Deepublish, 2018), hal. 03.

penghuninya (misalnya menyangkut latar belakang pendidikan, etnis ataupun pekerjaan).<sup>23</sup>

Sekarang limbah telah menjadi masalah lingkungan yang sangat krusial, terutama di daerah perkotaan yang padat penduduk. Seringkali masalah limbah sering terjadi di negara berkembang. Adanya berbagai limbah perkotaan yang semakin meningkat setiap tahunnya baik secara kuantitas maupun ragamnya, telah turut berkontribusi secara signifikan pada kemunduran kualitas lingkungan. Kemunduran tersebut terjadi pada berbagai aspek biologis baik pada kebersihan lingkungan dan estetika serta perubahan ekologi.

Secara umum limbah dapat diklasifikasikan dalam beberapa kelompok. Klasifikasi limbah tersebut dibagi menjadi empat, yaitu berdasarkan wujudnya, sifatnya, sumbernya dan komposisinya.<sup>24</sup>

a. Berdasarkan Wujudnya

Berdasarkan wujudnya limbah dibagi menjadi dua yaitu limbah padat dan limbah cair.

1) Limbah padat

Limbah padat ini dapat berasal dari kegiatan domestik maupun dari kegiatan industri. Umumnya limbah yang dihasilkan dari berbagai macam aktivitas masyarakat berupa limbah padat baik limbah yang dihasilkan dari kegiatan perdagangan, perkantoran, peternakan, pertanian maupun rumah tangga. Beberapa contoh

---

<sup>23</sup> Lud Waluyo dan M. Kes, *Bioremediasi Limbah*, (Malang: Universitas Muhammadiyah Malang, 2018), hal. 18.

<sup>24</sup> Lilis Endang Sunarsih, *Penanggulangan Limbah*, (Yogyakarta: Deepublish, 2018), hal. 03–05.

limbah pada tersebut, seperti kertas, karet, kayu, plastik, logam, kaca dan sterofom.

## 2) Limbah cair

Definisi limbah cair menurut PP No. 82 Tahun 2001, limbah cair adalah sisa dari hasil suatu atau kegiatan yang berwujud cair. contoh dari limbah cair adalah limbah cair dari sisa pengolahan industri tempe, tahu dan tapioka. Limbah ini sering meresahkan masyarakat sekitar perindustrian karena dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan bila tidak ditangani dengan baik.

### b. Berdasarkan Sifatnya

Berdasarkan sifatnya, limbah dapat dibedakan menjadi dua yaitu limbah organik dan limbah anorganik. Adapun perbedaan antara kedua limbah ini dapat diamati dalam tabel dibawah ini:

**Tabel 2.1** Perbedaan limbah organik dan anorganik

| Limbah Organik  | Limbah Anorganik  |
|---|---|
| Limbah organik merupakan suatu limbah yang masih dapat teruraikan ( <i>degradable</i> ) atau dengan kata lain limbah yang masih dapat membusuk. Contoh limbah organik seperti daun-daun kering, sisa makanan, sisa sayur-sayuran dan lain sebagainya. Biasanya limbah ini dapat dijadikan kompos. | Limbah anorganik merupakan limbah yang sudah tidak dapat teruraikan ( <i>undegrade</i> ) atau dengan kata lain limbah yang sulit untuk membusuk. Contoh mudah dari limbah anorgnik adalah plastik, kertas, botol gelas air mineral, kaleng dan sebagainya. Limbah ini biasanya dapat dimanfaatkan kembali (daur ulang) menjadi produk lain. |

c. Berdasarkan Sumbernya

Ada berbagai macam limbah bila dilihat berdasarkan sumbernya.

Secara umum limbah tersebut berasal dari:

1) Limbah domestik

Limbah domestik sering dikenal sebagai limbah yang berasal dari kegiatan aktivitas rumah tangga. Contoh dari limbah domestik adalah air cucian, sisa makanan, kantong plastik, barang-barang bekas dan lain sebagainya.

2) Limbah industri

Seperti namanya limbah ini berasal dari aktivitas perindustrian. Contoh limbah industri adalah limbah cair industri tempe dan tapioka.

3) Limbah pertanian

Limbah pertanian merupakan limbah yang berasal dari kegiatan pertanian maupun perkebunan. Contohnya seperti pupuk cair yang hanyut di aliran irigasi maupun sungai karena penggunaannya yang berlebihan.

4) Limbah pertambangan

Limbah pertambangan merupakan segala macam bentuk limbah yang berasal dari aktivitas pertambangan. Limbah yang dihasilkan biasanya berupa sisa material tambang seperti logam dan bebatuan.

5) Limbah pariwisata

Limbah pariwisata merupakan limbah yang berasal dari kegiatan pariwisata dari berbagai tempat. Sebagai contoh adalah tumpahan minyak dan oli oleh perahu motor di tempat pariwisata perairan.

6) Limbah media

Limbah medis adalah produk buangan sebagai hasil dari proses pengobatan melalui prosedur dan tindakan medis serta perawatan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Limbah ini dapat berbentuk padat, setengah padat ataupun cair yang sifatnya sangat infeksius.<sup>25</sup>

d. Berdasarkan Komposisinya

Pengelompokan limbah berdasarkan komposisinya dibagi menjadi dua yaitu limbah seragam dan tidak seragam (campuram). Contoh dari limbah seragam adalah limbah industri pada umumnya dan limbah perkantoran yang menghasilkan produk sisa seperti kertas, plastik dan lain-lain. Sedangkan contoh dari limbah campura adalah limbah yang berasal dari tempat-tempat umum seperti pasar yang menghasilkan berbagai macam sampah.

---

<sup>25</sup> Darmadi, *Infeksi Mosokomial Problematika dan Pengendaliannya*, (Jakarta: Salemba Medika, 2008), hal. 25.

## 2. Tinjauan Limbah Cair Industri Tempe

Saat ini tempe telah diakui mempunyai peran yang cukup besar dalam usaha meningkatkan gizi dan perekonomian masyarakat terutama bagi golongan menengah kebawah. Selain itu dengan adanya perindustrian tempe baik dalam skala besar maupun kecil, telah mampu menyerap banyak tenaga kerja. Hal ini bisa terlihat di berbagai kota di Indonesia, khususnya yang berada di Pulau Jawa. Pasti akan sangat mudah untuk menjumpai pabrik-pabrik pembuatan tempe. Salah satu kota tersebut seperti Kota Tulungagung. Alasan inilah yang menjadikan Indonesia dipandang sebagai salah satu negara yang kaya akan pemanfaatan teknologi fermentasi secara tradisional, hal ini terbukti melalui produk tempe yang merupakan salah satu produk paling menonjol diantara produk-produk makanan lainnya. Menurut kajian terdahulu, Indonesia merupakan negara produsen tempe terbesar di dunia dan tercatat menjadi pasar kedelai terbesar di wilayah Asia. Secara presentase, sebanyak 50% dari pemanfaatan kedelai di Indonesia dijadikan produk tempe, 40% tahu dan 10% produk lain (seperti tauco, kecap dan lain-lain).<sup>26</sup> Tercatat konsumsi tempe rata-rata per orang dalam per tahun di Indonesia diduga mencapai 6.45 kg.<sup>27</sup>

Berkat pengaruh publikasi tentang manfaat tempe dan nilai gizinya yang tinggi, maka tampak ada usaha untuk mengembangkan industri tempe semakin luas. Di Indonesia sejumlah pabrik pembuatan tempe banyak

---

<sup>26</sup> Adini Alvina dan Dany Hamdani, *Proses Pembuatan Tempe Tradisional*, Jurnal Pangan Halal, Vol. 1, No. 1, April 2019, hal. 9.

<sup>27</sup> M. Astawan, *Sehat Bersama Aneka Sehat Pangan Alami*, (Solo, Serangkai, 2004).

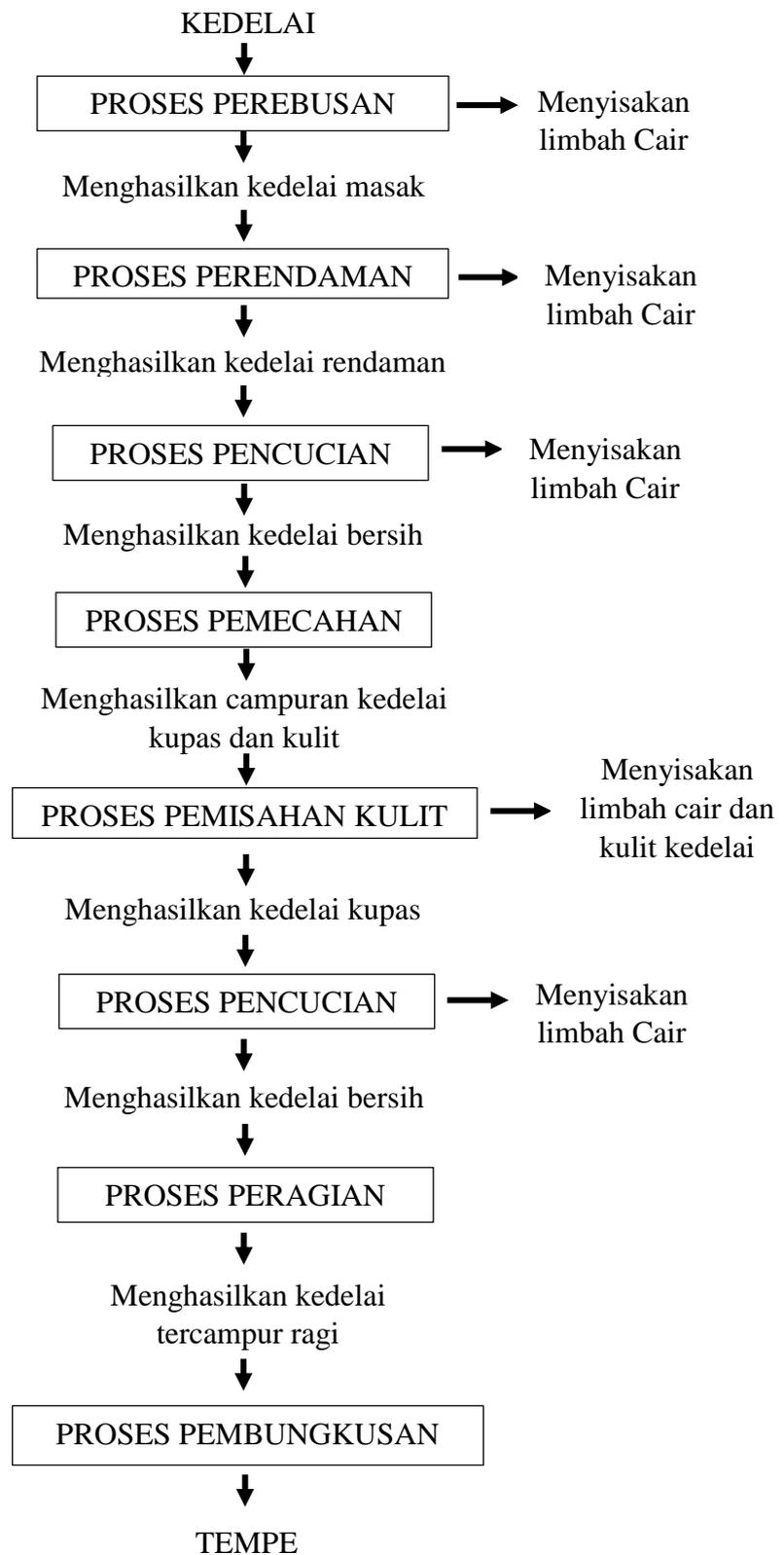
ditemukan di sekitar sungai ataupun selokan-selokan kecil, guna mempermudah dalam membuang limbah yang dihasilkannya. Tentu bila hal ini dibiarkan semakin lama, pastinya akan menimbulkan efek negatif terhadap lingkungan di sekitarnya. Efek negatif ini dapat dideteksi dengan terciumnya bau busuk disekitar lokasi pembuangan limbah tempe dari gas  $H_2S$ , amoniak ataupun fosfit sebagai akibat dari terjadinya fermentasi limbah oraganik tempe tersebut.<sup>28</sup> Selain itu dapat dideteksi melalui warna air di suangai ataupun selokan yang berubah menjadi kuning kepekatan sampai akhirnya menjadi warna hitam.

Memang tak dapat dipungkiri, proses pembuatan tempe sangatlah memerlukan banyak air yang digunakan untuk proses perendaman, perebusan, pencucian serta pengupasan kulit kedelai. Hal inilah yang menyebabkan limbah hasil industri tempe kebanyakan tergolong dalam limbah cair. Limbah cair hasil sisa perendaman kedelai dan perebusan kedelai bila dibuang langsung diperairan, maka dalam waktu yang relatif singkat akan menimbulkan bau busuk dari gas Amoniak,  $H_2S$ , maupun fosfin sebagai akibat dari terjadinya fermentasi limbah organik. Akibat dari adanya proses fermentasi limbah ini akan menimbulkan bau yang tidak sedap, terutama pada saat musim kemarau. Secara umum, asal-usul terbentuknya limbah cair ini dapat diketahui melalui alur proses pembuatan tempe yang disajikan dalam bagan berikut ini.<sup>29</sup>

---

<sup>28</sup> Wiryani, *Analisis Kandungan Limbah Cair Industri Tempe*, (Yogyakarta: Gaya Media, 2009).

<sup>29</sup> Said dan A. Herlambang, *Teknologi Pengolahan Limbah Tahu Tempe dengan Proses Biofilter dan Aerob*, (Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 2003), hal. 160 – 169.



**Gambar 2.1** Bagan proses pembuatan tempe

Melalui bagan proses pembuatan tempe di atas, maka dapat diketahui bahwa limbah tempe terdapat dalam bentuk padat (kering dan basah) dan limbah cair.

- a. Limbah padat kering terdiri atas kotoran yang tercampur dalam kedelai, misalnya kerikil, batang, kuli, serta kedelai cacat. Limbah ini tergolong mudah diatasi dan tidak menimbulkan masalah. Biasanya limbah ini akan dibakar atau dipendam dalam tanah.
- b. Limbah padat basah terdiri atas kulit kedelai setelah proses perendaman dan perebusan. Limbah ini memiliki bau yang asam dan busuk. Biasanya akan dimanfaatkan sebagai campuran pakan ternak ataupun pupuk untuk tanaman.
- c. Limbah cair merupakan limbah yang berasal dari bekas pencucian, perendaman dan perebusan kedelai. Limbah ini memiliki bau yang asam dan busuk yang kian hari semakin menyengat. Diantara ketiga jenis limbah, limbah cairlah yang dihasilkan paling banyak.

Berdasarkan hasil analisis kandungan senyawa dalam limbah industri tempe, maka akan ditemukan berbagai senyawa organik yang masih berpotensi dapat dimanfaatkan kembali. Senyawa tersebut adalah 40% - 60% protein, 25% - 50% karbohidrat dan 10% lemak.<sup>30</sup> Oleh karena itu, limbah ini sering dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan Nata de Soya, bahan campuran pakan ternak, sebagai pupuk organik dan lain-lain.<sup>31</sup>

---

<sup>30</sup> Rahmawati, *Pengaruh Peberian Limbh Cair Tempe dan Tahu Sebagai Pupuk Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit (Capsicum frutescens L.)*, Skripsi, (Mataram: FTIK, 2018), hal. 14.

<sup>31</sup> Nur Anggraini, *Pengaruh Limbah Cair Tahu, Limbah Cair Tahu Tempe dan Volume Terhadap Ketebalan dan Kandungan Serat Nata de Soya*, Skripsi, (Mataram: FTIK IAIN, 2015).

Kajian terdahulu menunjukkan limbah cair industry tempe tersebut masih memiliki kandungan kompleks yang terdiri dari protein 0,42%, lemak 0,113%, kalium 0,086%, air 98,87%, karbohidrat 0,11%, kalsium 13,60 ppm, besi 4,55 ppm dan fosfor 1,74 ppm.<sup>32</sup> Berdasarkan hasil analisis kandungan yang terdapat pada limbah cair industri tempe, maka hal ini sangat memungkinkan untuk dimanfaatkan menjadi suatu produk lain seperti pupuk organik. Selain itu dengan adanya pemanfaatan limbah, tentu hal ini akan turut serta dalam mencegah terjadinya kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh limbah industri tempe .

### 3. Tinjauan Limbah Cair Industri Tapioka

Singkong atau yang sering dikenal sebagai ubi kayu atau ketela pohon merupakan salah satu komoditas pertanian umbi-umbian yang cukup penting di Indonesia sebagai sumber bahan pangan maupun sumber pakan.<sup>33</sup> Tepung tapioka merupakan salah satu hasil olahan ubi kayu, baik dikelola dalam industri kecil, industri menengah maupun industri besar. Tapioka sendiri merupakan pati yang terdapat dalam ubi kayu, dimana komposisi rata-rata umbi tanpa kulit, yaitu 65% air, 32% pati, 1% protein, 0,4% lemak, 0,85% serat dan 0,4% abu.<sup>34</sup>

---

<sup>32</sup> Putri Oktavia, *Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Abu Sabut Kelapa Terhadap Kadar Kalium (K) Pupuk Organik Limbah Cair Produksi Tempe Terfermentasi*, Skripsi, (Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma, 2018), hal. 7.

<sup>33</sup> Achmad Chusnun Ni'am, dkk., *Pemanfaatan Limbah Cair Singkong dengan Urine Sapi dan Air Cucian Kikil Sapi Sebagai Pupuk Organik Cair*, (Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, 2015), hal. 679.

<sup>34</sup> Herman Teguh Prayitno, *Pemisahan Padatan Tersuspensi Limbah Cair Tapioka dengan Teknologi Membran Sebagai Upaya Pemanfaatan dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan*, Tesis, (Semarang: Universitas Diponegoro, 2008), hal. 10.

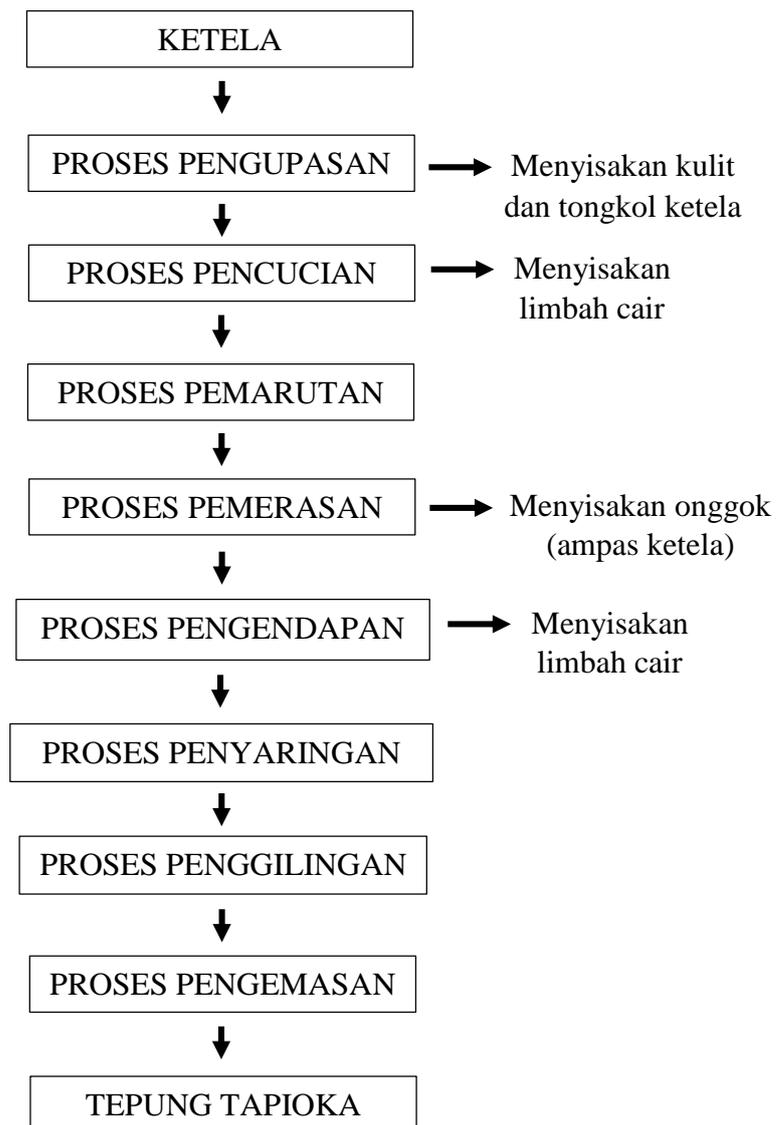
Proses ekstraksi pati dilakukan dengan dimulai proses pencucian dan pengupasan singkong. Tahap selanjutnya adalah pembuatan bubur singkong dengan cara pamarutan. Selanjutnya hasil bubur singkong diumpankan ke dalam saringan goyang dan dicuci dengan air. Proses penyaringan inilah yang akhirnya membuat suspensi pati akan terbawa oleh air sebagai pelarutnya, proses ini biasanya dilakukan secara berulang-ulang sampai pati yang diperas dirasa telah maksimal. Agar dihasilkan pati berkualitas dan maksimal, maka proses penyaringan dilakukan menggunakan saringan sutra halus atau logam halus. Adapun proses pembuatan tapioka secara bertahap dapat diamati melalui bagan pada gambar 2.2.

Selain menghasilkan tepung tapioka, proses pengolahan singkong juga menghasilkan produk samping atau limbah yang biasanya akan dibuang secara percuma. Limbah ini biasanya berupa padat, gas dan cairan. Berdasarkan ketiga limbah tersebut, limbah cairlah yang sering menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan sekitarnya. Air limbah yang dihasilkan industri tapioka dapat mencapai sekitar 4 – 5 m<sup>3</sup>/ton singkong yang diolah dengan konsentrasi bahan organik yang sangat tinggi.<sup>35</sup>

---

<sup>35</sup> Rochman Isdiyanto dan Udin Hasanudin, *Rekayasa dan Uji Kinerja Reaktor Biogas Sistem Colar pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka*, jurnal Ketengalistrikan dan Energi Terbarukan Vol. 9, No. 1 Juni 2010, hal. 15.

Berdasarkan data analisis limbah industri tapioka menunjukkan, masih terdapatnya mineral-mineral seperti nitrogen, karbon, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, sulfur, besi, manga, tembaga, dan natrium.<sup>36</sup> Selain itu, limbah cair juga mengandung karbohidrat tinggi dan senyawa-senyawa gula seperti sukrosa, glukosa, fruktosa, galaktosa, dekstran dan asam nitrat.



**Gambar 2.2** Bagan proses pembuatan tapioka

<sup>36</sup> Ubalua, A.O, Cassava Wastes: Treatment Option and Value Addition Alternatives, African Journal of Biotechnology, Vol. 6, (18), pp. 2065-2053, tahun 2017.

Berdasarkan hasil analisis kandungan yang terdapat pada limbah cair industri tapioka, maka hal ini sangat memungkinkan untuk dimanfaatkan menjadi suatu produk lain seperti pupuk organik. Selain itu dengan adanya pemanfaatan limbah, tentu hal ini akan turut serta dalam mencegah terjadinya kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh limbah industri tapioka.

#### 4. Tinjauan Pertumbuhan

Pertumbuhan merupakan proses penting yang penting dalam suatu kehidupan dan perkembangbiakan setiap makhluk hidup. Pertumbuhan ini dapat terjadi pada setiap spesies makhluk hidup secara terus-menerus sepanjang daur hidupnya, bergantung pada tersedianya faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya pertumbuhan itu sendiri. Secara empiris pertumbuhan suatu tanaman dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi dari interaksi genotipe yang dimiliki dengan lingkungan sekitarnya.

Pertumbuhan juga dapat dimengerti sebagai resultante dari interaksi berbagai reaksi biokimia, peristiwa biofisik dan berbagai proses fisiologis dalam tubuh tanaman bersama dengan faktor-faktor luar yang mempengaruhinya. Beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman diantaranya, seperti iklim, tinggi-rendahnya letak geografis, kesuburan tanah, dan faktor-faktor biotik seperti gangguan hama dan patogen serta tumbuhan pengganggu.<sup>37</sup> Menurut Hasnunidah pertumbuhan dapat didefinisikan dalam 5 hal, yaitu:

---

<sup>37</sup> Nur Tjahjadi, *Seri Budi Daya Cabai*, (Yogyakarta: Kanisius, 1991), hal. 19.

- a. Perbanyak sel. Jika suatu individu spesies diamati dan sel penyusun tubuhnya dihitung, maka pertumbuhannya dapat dinyatakan dalam tingkat pertambahan sel. Berdasarkan kajian biologi, dapat diketahui bahwa jumlah sel suatu organisme merupakan ukuran pertumbuhan yang realistis.
- b. Penggandaan protoplasma. Penggandaan protoplasma merupakan ukuran yang sangat tepat untuk mengetahui suatu pertumbuhan pada tanaman.
- c. Pertambahan volume. Pertambahan volume pada setiap makhluk hidup sifatnya adalah *irreversible* atau tidak dapat kembali. Pada pertumbuhan volume sel dapat berubah akibat dari perubahan kandungan air yang mengiringi sintesis protoplasma.
- d. Pertambahan massa. Pertambahan massa pada saat pertumbuhan tanaman juga merupakan akibat dari terjadinya sintesis protoplasma.
- e. Fenologi tanaman. Ketika tumbuhan dalam proses tumbuh, maka juga akan mengalami perubahan-perubahan secara teratur dan berurutan yang dapat dilihat dari penampilannya. Perubahan ini dikenal dengan istilah perkembangan fenologi.

Dari berbagai uraian di atas, maka dapat diambil sebuah kesimpulan bahwa suatu pertumbuhan merupakan pertambahan ukuran, volume, massa, jumlah sel, banyaknya protoplasma yang sifatnya *irreversible* atau tidak dapat kembali.

## 5. Tinjauan Tanaman Bayam

Tanaman bayam dengan nama ilmiah *Amaranthus* sp., merupakan salah satu tanaman yang tergolong dalam tanaman hortikultura. Tanaman ini berasal dari daerah Amerika tropik. Mulanya tanaman ini dikenal sebagai tanaman hias, namun dalam perkembangannya, tanaman ini sering dipromosikan sebagai bahan pangan sumber protein nabati yang sangat baik dikonsumsi untuk menjaga kebugaran tubuh. Tanaman bayam diyakini masuk ke Indonesia sejak abad XIX ketika lalu lintas perdagangan orang-orang barat ke nusantara.<sup>38</sup> Adapun klasifikasi dari tanaman bayam adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.2** Klasifikasi ilmiah bayam

| Klasifikasi ilmiah |                | Spesies                    |
|--------------------|----------------|----------------------------|
| Kingdom            | Plantae        | <i>Amaranthus hybridus</i> |
| Devisi             | Magnoliophyta  | <i>Amaranthus tricolor</i> |
| Kelas              | Magnoliophyta  | <i>Amaranthus blitum</i>   |
| Ordo               | Caryophyllales | <i>Amaranthus spinosus</i> |
| Famili             | Amaranthaceae  |                            |
| Subfamili          | Amaranthoideae |                            |
| Genus              | Amaranthus     |                            |



**Gambar 2.3** *Amaranthus* sp.

<sup>38</sup> Haerani T., *Pengaruh Penggunaan Berbagai Jenis Lampu Terhadap Pertumbuhan Bayam (Amaranthus sp.)*, Skripsi, (Makasar: Universitas Makasar, 2018), hal. 35.

Bayam merupakan bahan sayuran daun yang memiliki nilai gizi tinggi dan banyak digemari oleh semua lapisan masyarakat di dunia, termasuk di Indonesia. Di beberapa negara seperti Indonesia, bayam dipromosikan sebagai sumber protein nabati yang baik, karena memang sayuran ini dapat berfungsi ganda bagi pemenuhan kebutuhan gizi maupun pelayanan kesehatan masyarakat. Adapun kandungan gizi dan komposisi yang terkandung dalam tanaman bayam adalah sebagai berikut:<sup>39</sup>

**Tabel 2.3** Komposisi zat gizi yang terdapat dalam tiap 100 gram bayam

| Komposisi gizi              | Bayam putih | Bayam merah | Bayam umum |
|-----------------------------|-------------|-------------|------------|
| Kalori (kal.)               | 36,0        | 51,0        | 20,0       |
| Protein (gr)                | 3,5         | 4,6         | 2,3        |
| Lemak (gr)                  | 0,5         | 0,5         | 0,3        |
| Karbohidrat (gr)            | 6,5         | 10,0        | 3,2        |
| Kalsium (mg)                | 267,0       | 368,0       | 81,0       |
| Fosfor (mg)                 | 67,0        | 111,0       | 55,0       |
| Zat Besi (mg)               | 3,9         | 2,2         | 3,0        |
| Vitamin A (S.I.)            | 6.090,0     | 5.800,0     | 9.420,0    |
| Vitamin B <sub>1</sub> (mg) | 0,1         | 0,1         | 0,1        |
| Vitamin B <sub>2</sub> (mg) | -           | -           | 0,2        |
| Vitamin C (mg)              | 80,0        | 80,0        | 59,0       |
| Niacin (gr)                 | -           | -           | 0,6        |
| Abu (gr)                    | -           | -           | 1,5        |
| Serat (gr)                  | -           | -           | 0,6        |
| Air (gr)                    | 71,0        | 71,0        | -          |

Berdasarkan kandungan yang terdapat pada tanaman bayam, tak heran bayam telah dipercaya memiliki berbagai khasiat dalam dunia kesehatan. Beberapa khasiat diantara bayam dapat meningkatkan kerja ginjal dan melancarkan pencernaan. Selain itu, akar bayam bayam merah dapat dimanfaatkan sebagai obat disentri. Bayam termasuk tanaman yang

<sup>39</sup> Rahmat Rukmana, *Bayam; Bertanam dan Pengolahan Pascapanen*, (Yogyakarta: Kanisius, 1994), hal. 12.

memiliki kandungans erat yang tinngi, sehingga dapat digunakan untuk memperlancar proses buang air besar. Dimana makanan berserat sangatlah dianjurkan untuk dikonsumsi oleh penderita kanker usus besar, penderita kolesterol darah tinggi, penderita kencing manis (*diabetes militus*) dan bagi orang orang yang ingin menurunkan berat badannya.<sup>40</sup>

## 6. Tinjauan Media Pembelajaran Petunjuk Praktikum

### a. Definisi Media Pembelajaran

Pembelajaran merupakan suatu proses yang kompleks yang dipengaruhi oleh berbagai faktor. Salah satu faktor yang memiliki peranan sangat penting dalam membantu seorang guru untuk menyampaikan materi dalam sebuah pembelajaran adalah media pembelajaran. Melalui media pembelaran yang tepatlah sebuah materi pelajaran dapat ditangkap dan dipahami oleh peserta didik dengan bak. Tentunya hal ini juga diikuti oleh kemampuan seorang guru dalam memimpin proses pembelajaran.

Secara bahasa, kata media berasal dari bahasa latin yaitu “*medium*” yang berarti peralatan, sedangkan dalam bahasa Arab media berasal dari kata “*wasaila*” yang artinya pengantar pesan dari pengirim kepada penerima pesan.<sup>41</sup> Oleh para ahli media didefinisikan berbeda-beda, seperti:

---

<sup>40</sup> Setiawan Dalimartha, *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia*, (Jakarta: PT Pustaka Pembangunan Swadaya Nusantara, 2006), hal. 08.

<sup>41</sup> M. Rudy Sumiharsono, *Media Pembelajaran*, (Mataram, Pustaka Abadi, 2017), hal. 09.

- 1) Gerlach dan Ely, mendefinisikan media pembelajaran sebagai alat-alat grafis, fotografis atau elektronis untuk menangkap, memproses dan menyusun kembali informasi baik visual maupun verbal.
- 2) Heinich, dkk., mendefinisikan sebuah media pembelajaran merupakan pembawa pesan-pesan atau informasi yang bertujuan pembelajaran atau memiliki maksud-maksud tertentu.

Melalui berbagai pengertian di atas, dapatlah diketahui bahwa media pembelajaran memiliki fungsi yaitu memvisualisasikan sesuatu yang tidak dapat dilihat sehingga nampak jelas dan dapat menimbulkan pengertian atau meningkatkan suatu persepsi seseorang.

#### b. Definisi Petunjuk Praktikum

Petunjuk praktikum merupakan bagian integral dari sebuah kegiatan belajar mengajar khususnya bidang sains. Kegiatan praktikum tentu merupakan bagian yang tak dapat dipisahkan dari kegiatan belajar mengajar Biologi. Secara umum kegiatan praktikum merupakan kegiatan yang khusus dikerjakan di sebuah laboratorium. Woolnough dan Allsop, sebagaimana yang dikutip oleh Rustaman (2003), telah mengemukakan alasan betapa pentingnya kegiatan praktikum IPA dilakukan.<sup>42</sup>

- 1) Praktikum dapat membangkitkan motivasi belajar seorang siswa. Melalui kegiatan praktikum inilah peserta didik diberi kesempatan untuk memenuhi rasa keingintahuan dan untuk bisa melakukan suatu hal tertentu.

---

<sup>42</sup> Nyan Hayu Widiastuti, *Pengembangan E-Book Petunjuk Praktikum Materi Sistem Sirkulasi, Skripsi*, (Semarang: UNS, 2016), hal. 16.

- 2) Praktikum dapat mengembangkan keterampilan dasar dalam melakukan sebuah eksperimen. Melalui kegiatan praktikum inilah peserta didik dilatih untuk mengembangkan kemampuan bereksperimen dengan melatih kemampuan mereka dalam mengobservasi secara cermat, mengukur secara akurat dengan suatu alat, merancang dan dapat menginterpretasikan suatu eksperimen.
- 3) Praktikum menjadi wahana belajar pendekatan ilmiah.
- 4) Praktikum menunjang materi pembelajaran. Melalui kegiatan praktikum peserta didik diberikan kesempatan untuk menemukan teori dan membuktikan teori tersebut.

Pelaksanaan kegiatan praktikum membutuhkan petunjuk praktikum. Petunjuk praktikum merupakan suatu hal yang harus ada sebelum kegiatan praktikum dilaksanakan. Petunjuk praktikum sendiri merupakan edoman pelaksanaan praktikum yang berisikan tata cara, baik persiapan, pelaksanaan dan analisis data pelaporan. Petunjuk praktikum dibutuhkan agar suatu kegiatan praktikum dapat berjalan secara tertib dan aman. Petunjuk praktikum juga merupakan salah satu dari media pembelajaran yang berbentuk media cetak.

## **7. Tinjauan Materi Pertumbuhan dan Perkembangan**

Materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan merupakan salah satu materi dalam cabang Biologi yang mempelajari proses yang penting dalam kehidupan dan perkembangbiakan suatu makhluk hidup. Proses pertumbuhan dan perkembangan berlangsung secara terus menerus

sepanjang daur hidup dan bergantung pada berbagai faktor seperti genetik, hormon dan lingkungan yang mendukung.

a. Pertumbuhan

Definisi pertumbuhan dalam arti sempit merupakan suatu pembelahan sel (bertambahnya jumlah sel) dan perbesaran sel (peningkatan ukuran sel). kedua proses ini merupakan proses yang bersifat *irreversible* atau tidak dapat kembali seperti semula.<sup>43</sup> Pertumbuhan tanaman sering didefinisikan sebagai bertambahnya suatu ukuran, berat dan jumlah sel.

Pertumbuhan juga dapat menunjukkan suatu pertambahan dalam ukuran dengan menghilangkan konsep-konsep yang menyangkut perubahan kualitas seperti halnya pengertian mencapai ukuran penuh atau kedewasaan. Suatu pertumbuhan dapat diukur secara ilmiah sebagai pertambahan panjang, lebar dan luas suatu tumbuhan, juga dapat diukur berdasarkan pertambahan volume, massa atau berat (segar atau kering) suatu tumbuhan.

b. Perkembangan

Perkembangan merupakan suatu istilah yang mengacu pada jumlah dari semua perubahan baik sel, jaringan, organ atau organisme menuju kedewasaan. Perkembangan dapat mewujudkan suatu perubahan yang berjalan secara bertahap atau berjalan sangat cepat. Istilah perkembangan tidak hanya menyangkut perubahan secara kuantitatif tetapi juga menyangkut perubahan secara kualitatif.

---

<sup>43</sup> Franklin P. Gardner, dkk., *Fisiologi Tanaman Budidaya* (terj. Herawati Susilo), (Jakarta: UI-Press, 1991), hal. 247-248.

Peristiwa perkembangan pada tumbuhan seperti proses perkecambahan, pembungaan dan penuaan. Sehingga suatu perkembangan dapat dimengerti sebagai proses perubahan menuju kedewasaan melalui proses pertumbuhan dan diferensiasi. Perkembangan tidak dapat diukur secara pasti. Suatu perkembangan biasanya ditandai dengan terbentuknya bunga sebagai alat reproduksi pada tumbuhan.

## **B. Penelitian Terdahulu**

Berbagai penelitian terdahulu yang dirasa relevan dengan tema mengenai “Pengaruh Limbah Cair Pembuatan Tempe dan Tapioka Terhadap Pertumbuhan Bayam (*Amarantus* sp.) Sebagai Petunjuk Praktikum Materi Pertumbuhan dan Perkembangan”, namun dalam penerapannya menggunakan variabel, objek dan teknik yang berbeda, diantaranya:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Ruhil Rosalina pada tahun 2008, dengan judul “Pengaruh Konsentrasi dan Frekuensi Penyiraman Air Limbah Tempe Sebagai Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat (*Lycopersium esculentum* Mill.)”. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa konsentrasi dan frekuensi penyiraman air limbah tempe memberikan pengaruh terhadap parameter jumlah daun, luas daun, total berat kering, kadar N tanah dan berat buah.<sup>44</sup>

---

<sup>44</sup> Ruhil Rosalina, *Pengaruh Pemberian Limbah Cair Tempe dan Tahu Sebagai Pupuk Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)*, Skripsi, (Malang: UIN Malang, 2008), hal. 56.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati pada tahun 2018, dengan judul “Pengaruh Pemberian Limbah Cair Tempe dan Tahu Sebagai Pupuk Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)”. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa konsentrasi pupuk dari limbah tempe dan tahu berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil panen pada tanaman cabai rawit.<sup>45</sup>
3. Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Rizal Hapiza, T. Sabrina, Posma Marbun pada tahun 2014, dengan judul “Pengaruh Pemberian Limbah Cair Industri Tempe dan Mikoriza Terhadap Ketersediaan Hara N dan P Serta Produksi Jagung (*Zea mays* L.) pada Tanah Inceptisol”. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa perlakuan pemberian limbah cair industri tempe berpengaruh nyata terhadap peningkatan berat kering akar tanaman jagung.<sup>46</sup>
4. Penelitian yang dilakukan oleh Nurhayati, Adi Yuwanto dan Hermawan pada tahun 2011, dengan judul “Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tempe”. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa limbah rebusan kedelai dapat digunakan sebagai bahan dasar pupuk cair karena kandungan pH dan NH<sub>3</sub> yang terdapat dalam limbah meningkat setelah proses perebusan.<sup>47</sup>

---

<sup>45</sup> Rahmawati, *Pengaruh Pemberian Limbah Cair Tempe dan Tahu Sebagai Pupuk Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit (Capsicum frutescens L.)*, Skripsi, (Mataram: UIN Mataram, 2018), hal. 76.

<sup>46</sup> M. Rizal Hapiza, dkk., *Pengaruh Pemberian Limbah Cair Industri Tempe dan Mikoriza Terhadap Ketersediaan Hara N dan P Serta Produksi Jagung (Zea mays L.) pada Tanah Inceptisol*, Jurnal Online Agroekoteknologi. ISSN No. 2337-6597, Vol. 2, No. 3, Juni 2014, hal. 1104.

<sup>47</sup> Nurhayati, dkk., *Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tempe*, Jurnal Ilmiah Universitas Satya Negara Indonesia Vol. 04, No. 02, Desember 2011.

5. Penelitian yang dilakukan oleh Bayu Ega Firmansyah pada tahun 2018, dengan judul “Pemanfaatan Limbah Cair Tapioka Plus Sebagai Pupuk Cair Alternatif Terhadap Pertumbuhan Jagung Manis (*Zea mays* L. Saccharata Sturt.)”. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa perlakuan dosis campuran 300 g limbah kepala udang /L limbah cair tapioka merupakan dosis yang baik guna meningkatkan bobot brangkasan kering maupun basah pada tanaman.<sup>48</sup>
6. Penelitian yang dilakukan oleh Nurul Ulfa pada tahun 2017, dengan judul “Pengaruh Limbah Cair Tapioka Terhadap Pertumbuhan Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir) dengan Teknik Hidroponik Sistem Rakit Apung”. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan fermentasi limbah cair tapioka berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kangkung darat pada teknik hidroponik rakit apung.<sup>49</sup>
7. Penelitian yang dilakukan oleh Lidya Sri Purwasih pada tahun 2016, dengan judul “Pengembangan Petunjuk Praktikum Berbasis Unggulan Lokal (Durian) pada Materi Koloid”. Hasil pengembangannya menunjukkan bahwa berdasarkan validasi oleh tiga aspek yaitu bahasa, materi dan grafika petunjuk praktikum yang dihasilkan telah dinyatakan layak untuk diterapkan sebagai media pembelajaran.<sup>50</sup>

---

<sup>48</sup> Bayu Ega Firmansyah, *Pemanfaatan Limbah Cair Tapioka Plus Sebagai Pupuk Cair Alternatif Terhadap Pertumbuhan Jagung Manis (Zea mays L. Saccharata Sturt)*, Skripsi, (Bandar Lampung, Universitas Lampung, 2018), hal. 35.

<sup>49</sup> Nurul Ulfa, *Pengaruh Limbah Cair Tapioka Terhadap Pertumbuhan Kangkung Darat (Ipomoea reptans Poir) dengan Teknik Hidroponik Sistem Rakit Apung*, Skripsi, (Lampung: Universitas Lampung, 2017).

<sup>50</sup> Lidya Sri Purwasih, *Pengembangan Petunjuk Praktikum Berbasis Unggulan Lokal (Durian) pada Materi Koloid*, (Pontianak: Universitas Tanjungpura, 2016).

**Tabel 2.4** Persamaan dan perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan

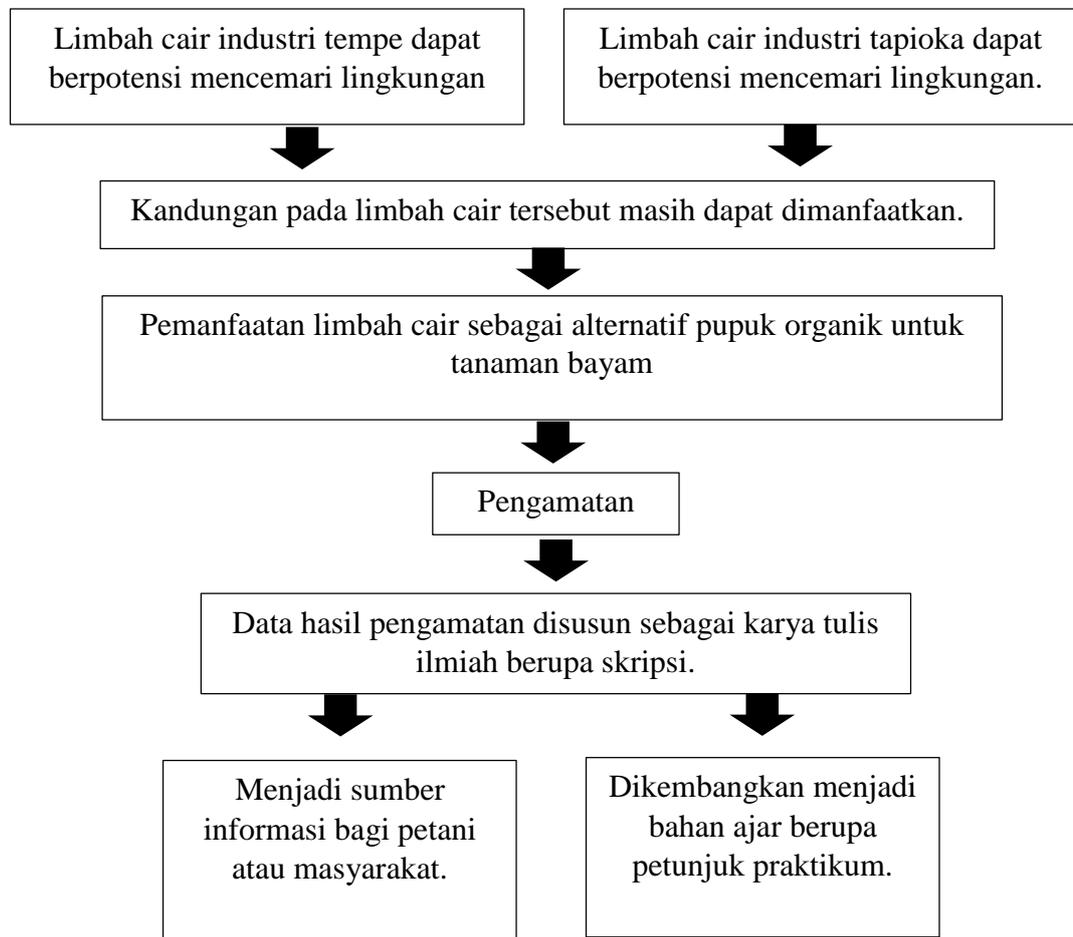
| No | Judul Penelitian   | Persamaan   | Perbedaan  |
|----|--|---|--|
| 1  | Ruhil Rosalina (2008), “Pengaruh Konsentrasi dan Frekuensi Penyiraman Air Limbah Tempe Sebagai Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat ( <i>Lycopersium esculentum</i> Mill.)”.                                 | Pada penelitian ini sama-sama menggunakan limbah cair industri tempe sebagai nutri untuk pertumbuhan tanaman. | Pada penelitian ini menggunakan tanaman bayam, sementara pada penelitian terdahulu menggunakan tanaman tomat.  |
| 2  | Rahmawati (2018), “Pengaruh Pemberian Limbah Cair Tempe dan Tahu Sebagai Pupuk Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit ( <i>Capsicum frutescens</i> L.)”.  | Pada penelitian ini sama-sama menggunakan limbah cair industri tempe sebagai nutri untuk pertumbuhan tanaman. | Pada penelitian ini menggunakan tanaman bayam, sementara pada penelitian terdahulu menggunakan tanaman cabai.  |
| 3  | Muhammad Rizal Hapiza, T. Sabrina, Posma Marbun (2014), “Pengaruh Pemberian Limbah Cair Industri Tempe dan Mikoriza Terhadap Ketersediaan Hara N dan P Serta Produksi Jagung ( <i>Zea mays</i> L.) pada Tanah Inceptisol”. | Pada penelitian ini sama-sama menggunakan limbah cair industri tempe sebagai nutri untuk pertumbuhan tanaman. | Pada penelitian ini menggunakan tanaman bayam, sementara pada penelitian terdahulu menggunakan tanaman jagung.   |
| 4  | Nurhayati, Adi Yuwanto dan Hermawan (2011), “Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tempe”.   | Pada penelitian ini sama-sama menggunakan Limbah Cair Industri Tempe sebagai objek dalam penelitian.          | Pada penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh limbah cair industri tempe terhadap pertumbuhan tanaman bayam, sementara penelitian terdahulu mencari cara pengolahan dan pemanfaatan limbah cair industri tempe |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|   |  |  | sebagai pupuk organik.   |
| 5 | Bayu Ega Firmansyah (2018), “Pemanfaatan Limbah Cair Tapioka Plus Sebagai Pupuk Cair Alternatif Terhadap Pertumbuhan Jagung Manis ( <i>Zea mays</i> L. <i>Saccharata</i> Sturt.)”. | Pada penelitian ini sama-sama menggunakan limbah cair tapioka sebagai nutrisi untuk pertumbuhan tanaman. | Pada penelitian ini menggunakan tanaman bayam, sementara pada penelitian terdahulu menggunakan tanaman jagung manis.   |
| 6 | Nurul Ulfa (2017), “Pengaruh Limbah Cair Tapioka Terhadap Pertumbuhan Kangkung Darat ( <i>Ipomoea reptans</i> Poir) dengan Teknik Hidroponik Sistem Rakit Apung”.                  | Pada penelitian ini sama-sama menggunakan limbah cair tapioka sebagai nutrisi untuk pertumbuhan tanaman. | Pada penelitian ini menggunakan tanaman bayam, sementara pada penelitian terdahulu menggunakan tanaman kangkung darat.   |
| 7 | Lidya Sri Purwasih (2016), “Pengembangan Petunjuk Praktikum Berbasis Unggulan Lokal (Durian) pada Materi Koloid”.  | Produk hasil penelitian sama-sama berupa petunjuk praktikum.   | Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dan pengembangan, sementara penelitian terdahulu hanya menggunakan metode penelitian pengembangan. |

### C. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir dalam penelitian ini dimulai ketika peneliti merasa limbah cair industri tempe dan tapioka semakin hari semakin meningkat, sehingga membutuhkan suatu pencegahan agar limbah tidak menyebabkan pencemaran lingkungan. Menurut hasil analisis kandungan yang terdapat dalam limbah cair industri tempe dan tapioka, ternyata masih dapat dimanfaatkan sebagai nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Mengingat tanaman bayam merupakan tanaman yang sering dikonsumsi dan dibudidayakan oleh masyarakat di Indonesia. Maka, dalam penelitian ini digunakanlah tanaman bayam sebagai objek uji coba untuk melihat pengaruh limbah cair industri tempe dan tapioka terhadap pertumbuhan bayam. Sehingga hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai media pembelajaran berupa petunjuk praktikum untuk kelas XII SMA/MA pada materi pertumbuhan dan perkembangan.



**Gambar 2.4** Kerangka berpikir dalam penelitian