

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Kajian Teori

Kajian teori penelitian ini menyangkut tentang limbah cair TPA atau Lindi, hidroponik, pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, bayam, daerah ciamis.

1. Limbah Cair TPA

a. Limbah Cair

1. Definisi

Menurut Tchobanoglous (1993) “limbah merupakan gabungan atau cairan sampah yang terbawah air dari tempat tinggal, kantor, bangunan, perdagangan, industri, serta air tanah, air permukaan, dan air hujan yang mungkin ada”.

2. Kandungan

Finley (2008) mengatakan “limbah cair domestik dan perkotaan mengandung nutrisi makro seperti nitrogen, fosfor, dan potasium serta nutrisi mikro seperti kalsium dan magnesium, yang semuanya penting untuk tanaman dan kesuburan tanah”.

3. Manfaat

Pada umumnya limbah cair mempunyai pengaruh negative bagi lingkungan, tetapi tidak semua limbah cair merugikan adapun seperti limbah cair TPA yang bermanfaat sebagai pupuk alternative bagi tanaman. Munawar (2011) mengatakan limbah cair TPA atau lindi mengandung unsur-unsur yang dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman seperti Nitrogen, Besi, Sulfur, Fospor, kalium, Magnesium, Boron, Mangan, Tembaga seng yang berguna bagi tanaman.

b. TPA

a. Definisi

Tempat pembuangan akhir (TPA) atau tempat pembuangan sampah (TPS) ialah tempat untuk menimbun sampah dan merupakan bentuk tertua perlakuan sampah. TPA dapat berbentuk tempat pembuangan dalam (di mana pembuang sampah membawa sampah di tempat produksi), begitupun tempat yang digunakan oleh

produsen. Dahulu, TPA merupakan cara paling umum untuk limbah buangan terorganisir dan tetap begitu di sejumlah tempat di dunia.

b. Syarat lokasi TPA

1. Bukan daerah rawan geologi (daerah patahan, rawan longsor, rawan gempa, dll)
2. Bukan daerah rawan geologis yaitu daerah dengan kondisi kedalaman air tanah kurang dari 3 meter, jenis tanah mudah meresapkan air, dekat dengan sumber air, dll
3. Bukan daerah rawan topografis (kemiringan lahan >20%)
4. Bukan daerah rawan terhadap kegiatan seperti bandara, pusat perdagangan
5. Bukan daerah/kawasan yang dilindungi.

c. Potensi

1. Maggot sebagai pakan ikan

Maggot sebagai pakan ikan memiliki beberapa fungsi yaitu sebagai pengganti tepung ikan (fishmeal replacement) dan sebagai pakan alternatif. Fungsi maggot ini pada akhirnya akan mempengaruhi bentuk pengolahannya. Sebagai pengganti tepung ikan, maggot diolah dalam bentuk tepung. Tepung maggot ini selanjutnya dimasukkan dalam formulasi pakan sebagai salah satu sumber protein menggantikan tepung ikan. Sebagai pakan alternatif, maggot dapat diberikan dalam bentuk fresh (segar) pada ikan, dapat juga diberikan dalam bentuk pelet. Untuk pengolahan menjadi pelet maggot terlebih dahulu dikeringkan hingga kadar airnya mencapai 25%, setelah itu langsung dimasukkan ke dalam mesin pelet untuk dicetak.

2. Air *lindi* sebagai pupuk bagi tanaman

Menurut Munawar (2011) limbah cair TPA atau lindi mengandung unsur-unsur yang dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman seperti Nitrogen, Besi, Sulfur, Fospor, kalium, Magnesium, Boron, Mangan, Tembaga sehingga air *lindi* bisa dijadikan sebagai pupuk alternative bagi tanaman

d. Pupuk pada TPA

Tchobanoglous (1993) Mengatakan “air lindi atau *leachate* adalah air yang terbentuk dalam timbunan sampah yang melarutkan banyak sekali senyawa yang ada sehingga memiliki kandungan pencemaran khususnya zat organik yang sangat tinggi.

Lindi sangat berpotensi menyebabkan pencemaran air, baik air tanah maupun permukaan sehingga perlu ditangani dengan baik. Lindi akan terjadi apabila ada air eksternal yang berinfiltrasi ke dalam timbunan sampah, misalnya dari air permukaan, air hujan, dan air tanah. Cairan tersebut kemudian mengisi rongga-rongga pada sampah, dan bila kapasitasnya telah melampaui kapasitas tekanan air dari sampah, maka cairan tersebut akan keluar dan mengekstraksi bahan organik dan anorganik hasil proses fisika, kimia, dan biologis yang terjadi pada sampah”

Munawar (2011) Mengatakan “karakter air lindi atau sangat bervariasi tergantung dari proses yang terjadi di dalam *landfill*, yang meliputi proses fisik, kimia dan biologis. Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi proses yang terjadi di *landfill* antara lain : jenis sampah, lokasi *landfill*, *hidrogeologi* dan sistem pengoperasian, faktor tersebut sangat bervariasi pada suatu tempat pembuangan yang satu dengan yang lainnya, begitu pula aktivitas biologis serta proses yang terjadi pada timbunan sampah baik secara aerob maupun anaerob. Dengan adanya hal tersebut maka akan mempengaruhi pula produk yang dihasilkan akibat proses dekomposisi seperti kualitas dan kuantitas air lindi serta gas, sebagai contoh bila suatu TPS banyak menimbun sampah jenis organik maka karakter air lindi yang dihasilkan akan mengandung zat organik tinggi, yang disertai bau.”. Berikut kandungan nutrisi yang terdapat pada limbah TPA atau lindi.

Tabel 2.1 Kandungan Nutrisi yang Terdapat pada Limbah TPA atau lindi

Parameter	Satuan	Range
COD	mg/liter	150 – 100000
BOD5	mg/liter	100 – 90000
pH	-	5,3 – 8,5
Alkalinitas	(mg CaCO ₃ /liter	300 – 11500
Hardness	(mg CaCO ₃ /liter	500 – 8900
NH ₄	mg/liter	1 – 1500
N-Organik	mg/liter	1 – 2000
N-Total	mg/liter	50 – 5000
NO ₃ (Nitrit)	mg/liter	0,1 – 50
NO ₂ (Nitrat)	mg/liter	0 – 25
P-Total	mg/liter	0,1 – 30
PO ₄	mg/liter	0,3 – 25
Ca	mg/liter	10 – 2500
Mg	mg/liter	50 – 1150
Na	mg/liter	50 – 4000
K	mg/liter	10 – 2500

Parameter	Satuan	Range
SO ₄	mg/liter	10 – 1200
Cl	mg/liter	30 – 4000
Fe	mg/liter	0,4 – 2200
Zn	mg/liter	0,05 – 170
Mn	mg/liter	0,4 – 50
CN	mg/liter	0,04 – 90
Aoxa	µg/liter	320 – 3500
Phenol	mg/liter	0,04 – 44
As	µg/liter	5 – 1600
Cd	µg/liter	0,5 – 140
Co	µg/liter	4 – 950
Ni	µg/liter	20 – 2050
Pb	µg/liter	8 – 1020
Cr	µg/liter	300 – 1600
Cu	µg/liter	4 – 1400
Hg	µg/liter	0,2 – 50

2. Hidroponik

a. Definisi

Herwibowo (2015) mengatakan “hidroponik berasal dari Bahasa Yunani, yaitu *hydro* yang berarti air dan *ponos* artinya daya. Hidroponik dikenal dengan sebagai *soilless culture* atau budidaya tanaman tanpa tanah. Istilah hidroponik digunakan untuk menjelaskan tentang cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tanamnya. Di kalangan umum, istilah ini dikenal sebagai “bercocok tanam tanpa tanah”. Hal ini termasuk juga bercocok tanam di dalam pot atau wadah lain yang menggunakan air atau bahan porous lainnya, seperti pecahan genteng, pasir kali, kerikil, dan gabus putih/styfoam.

b. Teknik Hidroponik

Ada beberapa teknik yang biasa digunakan dalam sistem hidroponik salah satunya yaitu:

1. NFT (*Nutrient Film Technique*).

NFT dikembangkan pertamakali oleh DR. AJ Cooper di Glasshouse Crops Research Institute, Littlehampton, Inggris pada akhir tahun 1960 dan berkembang pada awal 1970 secara komersial. Sistem ini adalah teknik pemberian larutan nutrisi melalui aliran yang sangat dangkal. Air yang mengandung semua nutrisi terlarut

diberikan secara terus-menerus selama 24 jam. Idealnya kedalaman aliran sirkulasi dalam sistem ini tipis, seperti kata *film* yang berarti lapisan tipis atau air lebih sedikit. Hal ini untuk memastikan perakaran selalu mendapatkan air dan nutrisi. Sistem ini memberikan limpahan oksigen kepada akar tanaman.

Kelebihan dari sistem ini adalah tanaman mendapatkan suplai air, oksigen, dan nutrisi secara terus menerus, lebih menghemat air dan nutrisi, mempermudah perawatan karena tidak perlu melakukan penyiraman, biaya yang diperlukan relative murah. Adapun kekurangan dari sistem NFT adalah jika salah satu tanaman terserang penyakit, satu talang tanaman akan terserang juga bahkan, semua tanaman yang dalam satu alat bisa tertular, metode ini sangat tergantung pada listrik jika listrik mati, sistem ini tidak bisa bekerja dengan baik.

2. Sistem Hidroponik Rakit Apung / Floating raft/ Water Culture

Hidroponik rakit apung dikenal juga dengan istilah *Floating Raft Hidroponic System* atau *Water Culture System* adalah menanam tanaman pada suatu rakit berupa panel tanam yang dapat mengapung di atas permukaan larutan nutrisi dengan akar menjuntai kedalam air. Metode ini dikembangkan oleh Jensen tahun 1980 di Arizona dan Massantini tahun 1976 di Itali.

Sistem rakit apung merupakan sistem pemberian air dengan menggunakan sub irigasi larutan yaitu larutan unsur hara disuplai melalui pompa secara teratur. Sedangkan untuk menopang tinggi tegaknya tanaman digunakan *styrofoam* yang telah dilubangi dengan jarak lubang tertentu untuk jarak tanaman, dan dibantu spon agar akar dapat secara maksimal menyerap unsur hara yang telah tersedia pada air irigasi.

Hidroponik rakit apung masuk ke dalam kelompok hidroponik larutan diam. Hal ini dikarenakan larutan nutrisi dibiarkan tergenang di dalam wadah tanpa sirkulasi. Sehingga akar terapung dan terendam larutan nutrisi. Suplai oksigen ke akar tanaman menggunakan pompa aquarium yang dimasukkan ke dalam bak penampung nutrisi hidroponik.

3. Sistem Fertigasi (*fertilizer +drip Irrigation*)

Sistem fertigasi merupakan pengembangan dari *drip Irrigation*, tanaman disiram dengan cara meneteskan air. Modifikasinya pada sistem fertigasi, yaitu

tanaman tidak hanya diberi pengairan berupa tetesan air, tetapi air yang ditetaskan sudah dicampur nutrisi.

Dengan tehnik fertigasi, biaya tenaga kerja untuk pemupukan dapat dikurangi karena pupuk diberikan bersamaan dengan penyiraman. Keuntungan lain adalah peningkatan efisiensi penggunaan unsur hara karena pupuk diberikan dalam jumlah sedikit, tetapi kontinu, serta mengurangi kehilangan unsur hara (khususnya nitrogen) akibat pencucian dan denitrifikasi.

c. Manfaat

1. Alternatif pertanian lahan terbatas

Hidroponik muncul sebagai alternative pertanian pada lahan terbatas, terutama di perkotaan. Sistem ini memungkinkan sayuran ditanam di daerah yang kurang subur atau daerah sempit yang padat penduduk

2. Ramah lingkungan

Hidroponik ramah lingkungan karena tidak memerlukan pemakaian herbisida dan pestisida beracun sehingga lebih ramah lingkungan.

3. Tanaman lebih cepat tumbuh

Laju pertumbuhan hidroponik bisa mencapai 50% lebih cepat dibandingkan tanaman yang ditanam di tanah pada kondisi yang sama. Penyebabnya, tanaman hidroponik langsung mendapatkan makanan dari air yang kaya nutrisi.

d. Nutrisi

Dalam memilih larutan hidroponik jangan sembarangan akan tetapi larutan tersebut harus memiliki 11 unsur yang berperan bagi tanaman. Dari unsur tersebut, ada enam unsur utama, yaitu Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), dan Sulfur (S). karena jumlahnya banyak unsur utama disebut unsur mikro. Adapun unsur mikro yang dibutuhkan bagi tanaman yaitu boron (Bo), Cuprum (Cu), Besi (Fe), Mangan (Mn), Seng (Zn), dan . Berikut penjelasan dari unsur-unsur tersebut :

1. Nitrogen (N)

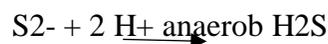
Effendi (2003) dalam Munawar (2011) mengatakan “nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil, dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung dalam kondisi aerob”.



nitrogen di perairan. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung dalam kondisi aerob”.

2. Sulfur (S)

Hariyadi (1992) dalam Munawar (2011) mengatakan “sulfat adalah bentuk sulfur utama dalam perairan dan tanah. Di perairan yang diperuntukkan bagi air minum sebaiknya tidak mengandung senyawa natrium sulfat (Na_2SO_4) dan magnesium sulfat (MgSO_4)”. Effendi (2003) dalam Munawar (2011) mengatakan “di perairan, sulfur berikatan dengan ion hidrogen dan oksigen. Reduksi (pengurangan oksigen dan penambahan hidrogen) anion sulfat menjadi hidrogen sulfida pada kondisi anaerob dalam proses dekomposisi bahan organik menimbulkan bau yang kurang sedap dan meningkatkan korosivitas logam”.



3. Besi (Fe)

Alaerts dan Santika (1984) dalam Munawar (2011) Mengatakan “besi adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologis dan semua badan air. Pada umumnya, besi yang ada di dalam air dapat bersifat: (1) terlarut sebagai Fe^{2+} (ferro) atau Fe^{3+} (ferri); (2) tersuspensi sebagai butiran koloidal (diameter $<1\mu\text{m}$) atau lebih besar, seperti Fe_2O_3 , FeO , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan sebagainya; (3) tergabung dengan zat organik atau zat padat yang anorganik.

4. Fosfor

Munawar (2011) Fosfor sebagai ortho-fosfat memegang peranan yang penting dalam kebanyakan reaksi enzim yang tergantung kepada fosforilase. Fosfor merupakan bagian dari inti sel, sangat penting dalam pembelahan sel, dan juga untuk perkembangan jaringan meristem. Dengan demikian fosfor dapat merangsang pertumbuhan akar dan tanaman muda, mempercepat pembungaan dan pemasakan buah, biji, atau gabah, selain itu juga sebagai penyusun lemak dan protein. Pemberian fosfat dalam jumlah yang besar oleh pengaruh waktu dapat berubah menjadi fraksi yang sukar larut

5. Kalium

Kalium adalah salah satu dari beberapa unsur utama yang diperlukan tanaman dan sangat mempengaruhi tingkat produksi tanaman. Kalium sangat penting dalam setiap proses metabolisme dalam tanaman, yaitu dalam sintesis dari asam amino dan protein dari ion-ion amonium. Menurut E. Saifuddin Sarief yang dikutip dari (Russel, 1973) dalam Munawar Mengatakan “Kalium sangat penting dalam proses fotosintesis, sebab apabila terjadi kekurangan Kalium dalam daun, maka kecepatan asimilasi karbondioksida (CO₂) akan menurun. Jadi Kalium berperan membantu pembentukan protein dan karbohidrat, mengeraskan biji dan bagian kayu tanaman, meningkatkan resistensi terhadap penyakit. Menurut penelitian, Kalium terdapat mengumpul pada titik-titik tumbuh”.

6. Kalsium (Ca)

Herwibowo (2015) mengatakan “kalsium berperan dalam aktivitas beberapa enzim, mengatur pergerakan air di dalam tubuh tanaman, dan sangat penting untuk pertumbuhan sel. Merangsang pertumbuhan bulu-bulu akar, mengeraskan batang, dan berperan dalam pembelahan biji.

7. Magnesium (Mg)

Herwibowo (2015) mengatakan “magnesium sangat dominan pada klorofil sehingga ketersediaannya mempengaruhi kualitas proses fotosintesis. Menjadi activator

beberapa enzim yang berperan dalam transportasi energy di dalam tanaman. Berperan dalam pemebentukan klorofil, karbohidrat, lemak, dan minyak-minyak.

8. Boron (B)

Herwibowo (2015) mengatakan “boron berperan dalam pembelahan sel titik tumbuh sehingga bisa memacu pertumbuhan tanaman serta berperan dalam transport karbohidrat di dalam *floem* dan meningkatkan mutu tanaman dan membantu perkembangan bagian tanaman yang tumbuh aktif.

9. Mangan (Mn)

Herwibowo (2015) mengatakan “mangan berperan sebagai activator beberapa enzim untuk sintesis asam lemak yang berperan dalam pembentukan DNA dan enzim lain, dan berperan sebagai pengatur daya serap nitrogen dari tanaman

10. Tembaga (Cu)

Herwibowo (2015) mengatakan “mangan berperan sebagai pembawa electron dari activator beberapa enzim dan berperan dalam proses fotosintesis, mendorong terbentuknya hijau daun dan bahan utama dalam pembentukan enzim.

11. Seng (Zn)

Herwibowo (2015) mengatakan” Seng merupakan activator enzim dan diperlukan untuk pembentukan hormone IAA-zat yang mengatur pertumbuhan tanaman, selain itu seng berguna dalam pembentukan hormon tumbuh.

Nutris hidroponik bisa di beli di toko pertanian pupuk yaitu pupuk nutrisi hidroponik A&B MIX. Satu set nutrisi hidroponik terdiri dari 2 kantong yaitu kantong A dan kantong B. Adapun kandungannya adalah 9.90% NO₃, 0.48% NH₄, 4.83% P₂O₅, 16.50% K₂O, 2.83% MgO, 11.48% CaO, 3.81% SO₃, 0.013% B, 0.025% Mn, 0.015% Zn, 0.002% Cu, 0.003% Mo dan 0.037% Fe, atau tergantung dari jenis tanamannya, setiap tanaman mempunyai formulasi kandungan yang berbeda-beda.

3. Pertumbuhan Tanaman

a. Definisi

Menurut Webster (1981), Pengertian Pertumbuhan adalah proses penambahan ukuran dan pembesaran sel yang progresif yang mencerminkan pertumbuhan protoplasma..

b. Ciri-ciri

Ciri-ciri pertumbuhan, antara lain:

1. Perubahan ukuran. Perubahan ini terlihat secara jelas pada pertumbuhan fisik yang dengan bertambahnya umur anak terjadi pula penambahan berat badan, tinggi badan, lingkaran kepala dan lain-lain.
2. Perubahan proporsi. Selain bertambahnya ukuran-ukuran, tubuh juga memperlihatkan perubahan proporsi. Tubuh anak memperlihatkan perbedaan proporsi bila dibandingkan dengan tubuh orang dewasa. Pada bayi baru lahir titik pusat terdapat kurang lebih setinggi umbilikus, sedangkan pada orang dewasa titik pusat tubuh terdapat kurang lebih setinggi simpisis pubis. Perubahan proporsi tubuh mulai usia kehamilan 2 bulan sampai dewasa.
3. Hilangnya ciri-ciri lama. Selama proses pertumbuhan terdapat hal-hal yang terjadi perlahan-lahan, seperti menghilangnya kelenjar timus, lepasnya gigi susu dan menghilangnya refleks primitif.
4. Timbulnya ciri-ciri baru. Timbulnya ciri-ciri baru ini adalah akibat pematangan fungsi-fungsi organ. Perubahan fisik yang penting selama pertumbuhan adalah munculnya gigi tetap dan munculnya tanda-tanda seks sekunder seperti tumbuhnya rambut pubis dan aksila, tumbuhnya buah dada pada wanita dan lain-lain.

c. Fase pertumbuhan

Pertumbuhan tanaman terdiri atas 2 fase, yaitu Fase Vegetatif dan Fase Generatif.

1. Fase pertumbuhan tanaman vegetatif

Pertumbuhan tanaman vegetatif terjadi pada perkembangan akar, daun dan batang yang baru. Fase vegetatif ini berhubungan dengan 3 proses penting, yaitu : (1) pembelahan sel, (2) Perpanjangan sel, dan (3) tahap pertama dari diferensiasi sel.

2. Fase pertumbuhan tanaman generatif

Pertumbuhan tanaman generatif terjadi pada pembentukan dan perkembangan kuncup-kuncup bunga, buah, bunga dan biji atau pada pembesaran dan pendewasaan struktur penyimpanan makanan, akar-akarnya dan batang yang mempunyai daging. Proses penting yang berlangsung pada fase ini meliputi pembuatan

sel-sel yang secara relatif sedikit, penebalan serabut-serabut, pendewasaan jaringan, pembentukan hormon untuk perkembangan kuncup bunga, bunga, buah dan bijinya, pembentukan koloid hidrofilik dan perkembangan alat-alat penyimpanan.

4. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan

a. Faktor Dalam (Internal)

1. Gen

Gen adalah substansi/materi pembawa sifat yang diturunkan dari induk. Gen mempengaruhi ciri dan sifat makhluk hidup, misalnya bentuk tubuh, tinggi tubuh, warna kulit, warna bunga, warna bulu, rasa buah, dan sebagainya. Gen juga menentukan kemampuan metabolisme makhluk hidup, sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangannya. Hewan, tumbuhan, dan manusia yang memiliki gen tumbuh yang baik akan tumbuh dan berkembang dengan cepat sesuai dengan periode pertumbuhan dan perkembangannya. Meskipun peranan gen sangat penting, faktor genetis bukan satu-satunya faktor yang menentukan pola pertumbuhan dan perkembangan, karena juga dipengaruhi oleh faktor lainnya. Misalnya tanaman yang mempunyai sifat unggul dalam pertumbuhan dan perkembangannya, hanya akan tumbuh dengan cepat, lekas berbuah, dan berbuah lebat jika ditanam di lahan subur dan kondisinya sesuai. Bila ditanam di lahan tandus dan kondisi lingkungannya tidak sesuai, pertumbuhan dan perkembangannya menjadi kurang baik. Demikian juga ternak unggul hanya akan memproduksi secara optimal bila diberi pakan yang baik dan dipelihara di lingkungan yang sesuai.

2. Hormon

Hormon merupakan zat yang berfungsi untuk mengendalikan berbagai fungsi di dalam tubuh. Meskipun kadarnya sedikit, hormon memberikan pengaruh yang nyata dalam pengaturan berbagai proses dalam tubuh. Hormon yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup beragam jenisnya.

b. Faktor Luar (External)

Faktor luar yang mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup berasal dari faktor lingkungan. Beberapa faktor lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup adalah sebagai berikut.

1. Makanan atau Nutrisi

Makanan merupakan bahan baku dan sumber energi dalam proses metabolisme tubuh. Kualitas dan kuantitas makanan akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup. Karena sedang dalam masa pertumbuhan, kamu harus cukup makan makanan yang bergizi untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tubuhmu. Zat gizi yang diperlukan manusia dan hewan adalah karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral. Semua zat ini diperoleh dari makanan. Sedangkan bagi tumbuhan, nutrisi yang diperlukan berupa air dan zat hara yang terlarut dalam air. Melalui proses fotosintesis, air dan karbon dioksida (CO_2) diubah menjadi zat makanan dengan bantuan sinar matahari. Meskipun tidak berperan langsung dalam fotosintesis, zat hara diperlukan agar tumbuhan dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Coba kamu amati, tanaman padi yang terlambat dipupuk, daunnya akan berwarna kekuningan. Setelah dipupuk, daun tanaman padi itu akan kembali berwarna hijau dan tumbuh dengan baik. Mengapa demikian? Di dalam pupuk terkandung zat hara yang penting sebagai nutrisi tanaman.

2. Suhu

Semua makhluk hidup membutuhkan suhu yang sesuai untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangannya. Suhu ini disebut suhu optimum, misalnya suhu tubuh manusia yang normal adalah sekitar 37°C . Pada suhu optimum, semua makhluk hidup dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Hewan dan manusia memiliki kemampuan untuk bertahan hidup dalam kisaran suhu lingkungan tertentu. Tumbuhan menunjukkan pengaruh yang lebih nyata terhadap suhu. Padi yang ditanam pada awal musim kemarau (suhu udara rata-rata tinggi) lebih cepat dipanen daripada padi yang ditanam pada musim penghujan (suhu udara rata-rata rendah). Jenis bunga mawar yang tumbuh dan berbunga dengan baik di pegunungan yang sejuk, ketika ditanam di daerah pantai yang panas pertumbuhannya menjadi lambat dan tidak menghasilkan bunga yang indah sebelumnya. Hal ini disebabkan karena semua proses dalam pertumbuhan

dan perkembangan seperti penyerapan air, fotosintesis, penguapan, dan pernapasan pada tumbuhan dipengaruhi oleh suhu.

3. Cahaya

Cahaya berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup. Tumbuhan sangat membutuhkan cahaya matahari untuk fotosintesis. Namun keberadaan cahaya ternyata dapat menghambat pertumbuhan tumbuhan karena cahaya dapat merusak hormon auksin yang terdapat pada ujung batang. Bila kamu menyimpan kecambah di tempat gelap selama beberapa hari, kecambah itu akan tumbuh lebih cepat (lebih tinggi) dari seharusnya, namun tampak lemah dan pucat/kekuning-kuningan karena kekurangan klorofil. Selain tumbuhan, manusia juga membutuhkan cahaya matahari untuk membantu pembentukan vitamin D.

4. Air dan Kelembapan

Air dan kelembapan merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan perkembangan. Air sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Tanpa air, makhluk hidup tidak dapat bertahan hidup. Air merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia di dalam tubuh. Tanpa air, reaksi kimia di dalam sel tidak dapat berlangsung, sehingga dapat mengakibatkan kematian. Kelembapan adalah banyaknya kandungan uap air dalam udara atau tanah. Tanah yang lembab berpengaruh baik terhadap pertumbuhan tumbuhan. Kondisi yang lembab banyak air yang dapat diserap oleh tumbuhan dan lebih sedikit penguapan. Kondisi ini sangat mempengaruhi sekali terhadap pemanjangan sel. Kelembapan juga penting untuk mempertahankan stabilitas bentuk sel.

5. Hormon yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman

a. Auksin

Auksin ditemukan oleh Charles Darwin. Auksin adalah hormone yang berperan dalam arah pertumbuhan karena hormone auksin memiliki sifat fototropisme atau gerakan yang dipengaruhi arah datangnya cahaya. Cara kerja auksin ketika membelokkan arah pertumbuhan adalah ketika auksin tersinari cahaya matahari maka

auksin akan terurai. Bagian tumbuhan yang auksinya terurai tidak akan mengalami pertumbuhan secepat bagian tumbuhan yang auksinya tidak terurai.

b. Giberelin

Giberelin ditemukan oleh Fujikuro. Giberelin berperan dalam dominasi apikal, perkembangan buah, dan mobilasi cadangan makanan dari dalam biji. Giberelin juga berperan dalam pertumbuhan akar tumbuhan karena giberelin juga terdapat pada jaringan meristematic akar tumbuhan.

c. Sitokinin

Sitokinin ditemukan oleh Folk Skoog dari Universitas Wisconsin, Amerika Serikat. Sitokinin berperan dalam pembelahan sel, pemanjangan sel, morfogenesis, dominansi apical dan dormansi

d. Asam abisat

Asama abisat berperan dalam dalam penuaan, dormansi pucuk, perbungaan, memacu sintesis etilen.

e. Etilen

Etilen berfungsi dalam menghambat pembelahan sel, menunda perbungaan, dan menyebabkan abisi atau perguguran daun. Etilen juga berperan dalam proses pematangan buah.

5. Bayam

a. Sejarah

Mengenai asal-muasal *Amaranthus* masih merupakan dugaan sementara. Dugaan bahwa daerah asal bayam adalah kawasan tropika Amerika, berdasarkan ditemukannya spesies bayam yang sangat beragam di kawasan tersebut. Tetapi ada pula dugaan bahwa asal asli bayam adalah India karena di kawasan tersebut bayam, khususnya bayam biji sudah lama dibudidayakan secara intensif sebelum tanaman eksotik diperkenalkan.

b. Klsifikasi

Tanaman bayam (*Amaranthus cruentus*) diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom :	Plantae
<i>Clade</i> :	Angiosperms
<i>Clade</i> :	Eudicots
Order :	Caryophyllales
Family :	Amaranthaceae
Genus :	<i>Amaranthus</i>
Species :	<i>A. cruentus</i> (Saparinto, 2013).

c. Manfaat

1. Penting Untuk Menjaga Kesehatan Mata

Bayam merupakan salah satu sayuran yang sangat tinggi kandungan vitamin A, kita ketahui bahwa vitamin ini sangat penting untuk menjaga kesehatan mata agar penglihatan tetap baik.

2. Menjaga kesehatan tulang

Vitamin K pada bayam membantu penyerapan kalsium yang baik bagi tulang. Pada orang-orang yang telah lanjut usia sangat rentan terkena penyakit osteoporosis, maka dari itu sangat penting mengkonsumsi bayam dan apalagi pada anak-anak yang sedang tumbuh kembang. Seimbangkan pula dengan susu untuk kalsium yang penting bagi pembentukan tulang.

3. Mencegah kanker

Manfaat bayam terkandung pada flavonoid ini mampu meredam infeksi pada tubuh yang menyebabkan kanker. Beberapa diantaranya kanker ovarium, kanker paru-paru, dan kanker kolon. Selain itu beberapa penelitian juga mengungkapkan bahwa bayam diyakini dapat mengurangi resiko kanker kulit.

Top Untuk Kanker

4. Mencegah Penuaan dini

Vitamin a dan kandungan anti oksidan yang terdapat dalam bayam sangat membantu untuk mencegah dan mengatasi penuaan dini yang disebabkan oleh radikal bebas.

5. Meningkatkan efisiensi Otot

Bayam dari berbagai penelitian di dunia di yakini dapat meningkatkan efisiensi otot. Para peneliti dari Karolinska Institute di Swedia menemukan partisipan yang mengonsumsi 300 gram bayam sehari mengurangi jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk daya otot-otot mereka saat latihan sebesar lima persen. Efeknya terlihat hanya setelah tiga hari konsumsi bayam. Sungguh luar biasa.

6. Melancarkan Pencernaan

Bayam merupakan sayuran hijau yang sangat tinggi kandungan serat, hal ini sangat berdampak pada kesehatan pencernaan dalam tubuh manusia. Jika anda mengalami masalah BAB atau pencernaan lainnya ada baiknya anda mengonsumsi bayam sebagai menu harian anda.

7. Baik Untuk Anemia

Bayam mengandung zat besi yang sangat baik untuk memproduksi sel darah merah yang diperlukan oleh tubuh manusia. Kekurangan darah merah atau yang lebih dikenal anemia, maka ada baiknya anda mulai mengonsumsi bayam secara rutin agar terbebas dari anemia.

d. Kandungan

Widjaja (1996) Mengatakan “Keunggulan nilai nutrisi bayam sayuran terutama pada kandungan vitamin A (beta-karoten), vitamin C; riboflavin dan asam amino thiamine dan niacin. Kandungan mineral terpenting yang terkandung dalam bayam sayur adalah kalsium dan zat besi, yang terakhir ini sangat penting untuk mengatasi anemia (kekurangan darah). Selain itu bayam sayur juga kaya akan mineral lain seperti (kekurangan darah). Selain itu bayam sayur juga kaya akan mineral lain seperti seng (zink), magnesium, fosfor dan kalium. Kandungan pritein dalam bayam ssayur ternyata lebih unggul dibandingkan dengan kangkung, khususnya pada komposisi protein yang mudah dicerna”.

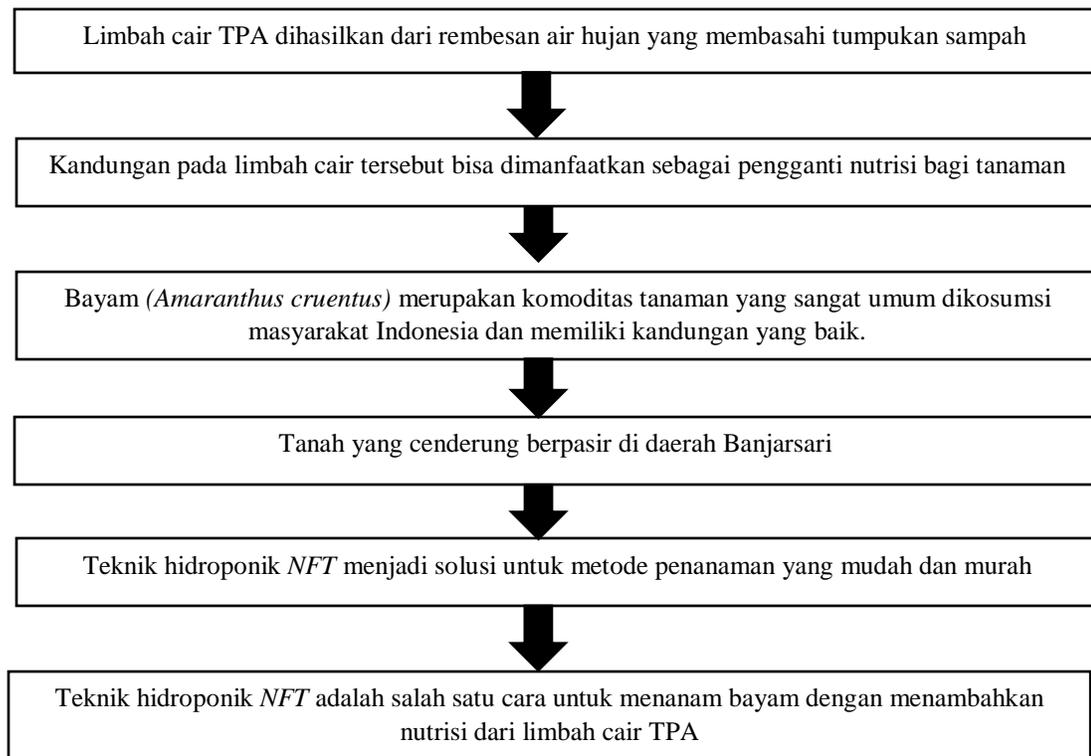
e. Faktor klimatik yang mempengaruhi pertumbuhan bayam

1. Keadaan angin yang terlalu kencang dapat merusak tanaman bayam khususnya untuk bayam yang sudah tinggi. Kencangnya angin dapat merobohkan tanaman.

2. Karena tanaman bayam cocok ditanam di dataran tinggi maka curah hujannya juga termasuk tinggi sebagai syarat pertumbuhannya. Curah hujannya bisa mencapai lebih dari 1.500 mm/tahun.
3. Tanaman bayam memerlukan cahaya matahari penuh. Kebutuhan akan sinar matahari untuk tanaman bayam cukup besar. Pada tempat yang terlindungi (ternaungi), pertumbuhan bayam menjadi kurus dan meninggi akibat kurang mendapat sinar matahari penuh.
4. Suhu udara yang sesuai untuk tanaman bayam berkisar antara 16-20 derajat C.
5. Kelembaban udara yang cocok untuk tanaman bayam antara 40-60%.

B. Kerangka Pemikiran

Pengendalian limbah TPA yang kurang dimanfaatkan padahal banyaknya limbah di penampungan. Limbah cair yang dihasilkan masih banyak mengandung manfaat bagi masyarakat termasuk bidang pertanian tanaman bayam yang dikenal oleh masyarakat di Indonesia. Pada penelitian ini menggunakan *Amaranthus cruentus*



Gambar 2.1 Kerangka Pemikiran

C. Asumsi dan Hipotesis Penelitian

1. Asumsi Penelitian

Menurut Munawar (2011) Limbah cair TPA dapat digunakan sebagai pengganti larutan hidroponik karena limbah cair TPA atau lindi mengandung unsur-unsur yang dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman seperti Nitrogen, Besi, Sulfur, Fosfor, kalium, Magnesium, Boron, Mangan, Tembaga seng.

2. Hipotesis

Berdasarkan landasan teori yang sudah diuraikan diatas, maka peneliti mengajukan hipotesis yaitu pertumbuhan bayam menggunakan limbah sampah TPA dengan sistem hidroponik lebih baik di

banding menggunakan air sumur dan limbah sampah organik.

D. Implementasi bagi Dunia Pendidikan

Keterkaitan penelitian yang dilakukan dengan pembelajaran biologi yaitu pada penelitian efektivitas limbah cair TPA terhadap pertumbuhan tanaman bayam dengan sistem hidroponik menghasilkan data mengenai limbah cair TPA bisa dijadikan nutrisi alami bagi tumbuhan, hasil data tersebut dapat membantu serta menunjang ketercapaian pemahaman peserta didik mengenai materi lingkungan pada pengolahan limbah dan pemanfaatan limbah Sehingga siswa dapat mengetahui kandungan dalam limbah tersebut yang dibutuhkan bagi tanaman.

Dapat disimpulkan keterkaitan penelitian ini dengan materi pembelajaran biologi, yaitu terdapat pada materi kelas X yang sesuai dengan silabus pada kurikulum 2013 yaitu pada Kompetensi Dasar 3.11 dan 4.11 yang dijabarkan sebagai berikut:

3.11 Menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab, dan dampaknya bagi kehidupan.

4.11 Merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar Berdasarkan penjabaran diatas, maka hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber faktual yang mendukung KD 3.11 dan 4.11, sehingga dapat digunakan sebagai salah satu bahan ajar dalam pembelajaran biologi pada materi.

Manfaat lain yang dihasilkan penelitian ini bagi dunia pendidikan yaitu, memunculkan kreatifitas peserta didik dalam menciptakan sesuatu dengan

memanfaatkan sumber daya alam. Penelitian ini memunculkan inovasi bagi siswa dalam pembuatan pupuk bagi tanaman.

Selain memberikan kontribusi pada materi lingkungan, penelitian ini juga memberikan kontribusi berupa tambahan informasi kepada peserta didik mengenai menanam tanaman dengan sistem hidroponik dan siswa tau nutrisi apa saja yang dibutuhkan dalam pembuatan larutan hidroponik.