

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Diskripsi Teori

1. Tinjauan Air Leri

Padi dalam bahasa latin disebut *Oryza sativa* jika diolah dengan cara digiling maupun ditumbuk lalu mengalami pelepasan tangkai serta kulit biji maka hasilnya adalah beras. Komponen terbesar beras adalah karbohidrat yang sebagian besar terdiri dari pati yang berjumlah 85-90%. Kandungan yang lain selain karbohidrat adalah selulosa, hemiselulosa dan pentosa. Berdasarkan hasil uji kandungan unsur hara dan vitamin yang telah dilakukan di Jurusan Tanah Fakultas Pertanian dan Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada disajikan pada tabel 1. Penelitian ini menggunakan air cucian beras atau leri (dalam bahasa Jawa) sebagai sumber unsur hara untuk selada.

Tabel 2.1 Kandungan Zat Yang Terdapat pada Air Leri⁵

Kandungan	Air Leri Merah	Air Leri Putih
Nitrogen (mg)	0,014	0,015
Phosfor (mg)	14,452	16,306
Kalium (mg)	0,02	0,020
Kalsium (mg)	3,574	2,944
Magnesium (mg)	13,286	14,525
Sulfur (mg)	0,005	0,027
Besi (mg)	0,0698	0,0427
Vitamin B1 (mg)	0,056	0,043

Sumber : Laboratorium Tanah Umum dan Analisis Bahan Pangan UGM, 2011.

⁵ Citra Wulandari G.M, Sri Muhartini, Trisnowati, *Pengaruh Air Cucian Beras Merah dan Beras Putih Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada (Lactuca sativa L.)*, (Yogyakarta: Jurnal UGM, 2011). Hal 5

Dari tabel tersebut diketahui bahwa air cucian beras merah memiliki kandungan unsur hara kalsium, besi dan vitamin B1 yang lebih besar dibandingkan air cucian beras putih, sedangkan air cucian beras putih memiliki kandungan unsur hara nitrogen, fosfor, magnesium, dan sulfur yang lebih tinggi dibanding air cucian beras merah. Perbedaan kandungan unsur hara terlihat mencolok pada unsur hara sulfur (S). Kandungan S dalam air cucian beras merah sebesar 0,005% sedangkan dalam air cucian beras putih sebesar 0,027%. Sulfur dalam metabolisme tanaman memiliki peran dalam sintesis protein dan bagian dari asam amino sistein, biotin dan thiamin. Sulfur membantu stabilisasi struktur protein, membantu sintesis minyak dan pembentukan klorofil, serta mengurangi terjadinya serangan penyakit pada tubuh tanaman. Kandungan unsur hara yang mendominasi dalam larutan air cucian beras merah maupun putih adalah fosfor, magnesium dan kalsium. Fosfor merupakan penyusun asam amino, koenzim NAD, NADP dan ATP, aktif dalam pembelahan sel dan merangsang pertumbuhan biji dan pembungaan. Magnesium merupakan unsur esensial penyusun klorofil serta berperan sebagai kofaktor dalam sebagian besar enzim yang menggiatkan proses fosforilasi, sebagai jembatan antara struktur pirofosfat dari ATP dan ADP dan molekul enzim dan menstabilkan partikel dalam konfigurasi untuk sintesis protein. Kalsium merupakan penyusun dinding sel, berperan dalam pemeliharaan integritas sel dan permeabilitas membrane.⁶

Mineral-mineral yang terkandung pada air leri secara umum memiliki manfaat antara lain :

⁶ Utami S.N.H.. *Nutrisi Tanaman* . (Yogyakarta, Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. 2003).

- a) Mangan (Mn) berperan dalam penyusunan asam amino, protein, nukleotida, sistem enzim, terutama enzim yang berperan pada pengontrolan gula pada darah, metabolisme energi, dan hormon tiroid. Mencegah epilepsi, mencegah resiko serangan jantung secara mendadak.
- b) Fosfor (P) berfungsi dalam klasifikasi tulang dan gigi, mengatur pengalihan energi, membantu absorpsi dan transportasi zat gizi ke aliran darah (fosforilasi), membantu fungsi vitamin dan mineral melakukan fosforilasi dan mengatur keseimbangan asam basa.
- c) Zat besi (Fe) berperan mengatur molekul hemoglobin (sel-sel darah merah), sebagai transportasi oksigen keseluruhan tubuh.
- d) Nitrogen (N) berperan menjaga tekanan osmosis darah, berperan dalam absorpsi glukosa, menjaga keseimbangan pH tubuh, dan menjaga transmisi saraf dan otot.
- e) Magnesium (Mg) berperan dalam produksi energi, mengaktifkan enzim, formasi protein dan replikasi sel, serta mencegah batu ginjal, batu empedu.
- f) Kalium (K) bersama dengan natrium berperan dalam menjaga keseimbangan cairan tubuh dan fungsi jantung, pengantar pesan dari saraf ke otot, menurunkan tekanan darah, dan mengirimkan oksigen ke otak.

g) Kalsium (Ca) bermanfaat mengurangi insomnia, mendukung sistem saraf dan kontraksi otot, serta mengatur denyut jantung dan mencegah terjadinya pengumpalan darah.⁷

Air cucian beras atau biasa disebut dengan air leri merupakan air yang diperoleh dalam proses pencucian beras. Pada penelitian ini menggunakan air cucian beras putih, karena mayoritas masyarakat lebih banyak mengonsumsi beras putih dibandingkan beras merah. Menurut penelitian sebelumnya air cucian yang selama ini diabaikan begitu saja ternyata didalamnya terdapat senyawa organik seperti karbohidrat dan vitamin seperti thiamin yang masih bisa dimanfaatkan. Saat ini mulai berkembang penelitian tentang pemanfaatan air cucian beras sebagai bahan baku pembuatan nata, pupuk atau nutrisi tambahan bagi tanaman, dan bahkan bahan baku pembuatan bioetanol. Pada penelitian ini mencoba memanfaatkan air leri sebagai nutrisi tambahan pada tanaman kangkung air dengan teknik hidroponik.

2. Tinjauan Air Limbah Kolam Lele

Ikan lele merupakan salah satu dari varietas ikan yang digemari oleh mayoritas penduduk di Indonesia. Selain harganya terbilang murah dan mudah didapatkan, ikan lele ini memiliki cita rasa yang gurih sehingga digemari oleh banyak orang. Kandungan protein yang terkandung pada ikan lele ini terbilang tinggi dibandingkan dengan ikan air tawar lainnya. Ikan lele mudah didapatkan karena ikan lele ini bisa dibudidayakan dan banyak yang membudidayakan, dikarenakan permintaan pasar yang tinggi. Ikan

⁷ Sunita Almatsier, *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*, (Jakarta : PT Gramedia Pustaka Umum, 2004)

lele memiliki beberapa spesies ikan lele, yaitu *C. gariepinus*, *C. teijsmani*, *C. maladerma*, *Clarias batrachus*, *C. nieuhofi*, dan *C. leiacanthus*. Dari enam spesies ikan lele yang ditemukan di perairan umum Indonesia, spesies lokal (*Clarias batrachus*) merupakan ikan konsumsi penting yang telah lama di budidayakan. Budidaya ikan lele lokal dimulai sejak tahun 1975 di daerah Blitar, Jawa timur dan sekitar tahun 1980 dibudidayakan secara berpasang-pasangan di daerah Jagakarsa, Jakarta Selatan. Tahun 1985 diintroduksi lele baru yang dikenal sebagai lele dumbo (*C. gariepinus*). Sejak saat itulah petani mulai beralih membudidayakan lele dumbo yang mempunyai kelebihan ukuran yang besar dan pertumbuhannya pesat dibanding lele lokal.⁸ Ikan lele yang paling banyak dibudidayakan adalah ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*), karena ikan ini dapat dipelihara ditempat yang sempit dengan kepadatan tebar yang tinggi, dapat dipanen dalam waktu yang singkat, dan permintaan pasar yang tinggi. Budidaya ikan lele dumbo terutama budidaya yang intensif akan menghasilkan limbah berupa faeces dan sisa pakan yang mengandung bahan organik yang tinggi. Perkiraan pakan tak termakan pada budidaya ikan di bak sekitar 1 – 5 % untuk pakan kering, 5 – 10 % untuk pakan lembab, dan 10 – 30 % untuk pakan basah. Pada budidaya ikan trout, feces padat yang dihasilkan mencapai 0,45 kg untuk setiap kg produksi ikan. Pemanfaatan limbah budidaya untuk kepitingan produktif akan memberikan nilai tambah untuk

⁸ Kordi, M.G, *Kiat Sukses Pembesaran Lele Unggul.*(Yogyakarta : Lily Publisher, 2012)

budidaya ikan tersebut. Limbah budidaya ikan telah dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan produktif seperti sumber hara untuk pertanian.⁹

Dalam budidaya ikan lele tentunya menghasilkan limbah air kolam yang berasal dari hasil metabolisme ikan dan sisa pakan yang terlarut. Namun biasanya air yang berasal dari limbah lele ini dibuang begitu saja ketika waktu panen lele tiba. Didalam air limbah kolam lele mengandung zat-zat yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Untuk air kolam lele sendiri memiliki kandungan ataupun kadar nutrisi yang berbeda-beda. Hal tersebut terjadi karena limbah yang dihasilkan oleh air kolam lele bergantung pada jenis pakan yang diberikan kepada ikan. Karena jenis pakan yang dikonsumsi oleh ikan dapat mempengaruhi metabolisme tubuh ikan dan mempengaruhi *fases* atau limbah yang dihasilkan. Berikut adalah hasil penelitian kandungan rata-rata air limbah kolam lele.

Tabel 2.2 Rata-rata kadar hara makro air limbah budidaya lele¹⁰

Variabel	Rata-rata
pH	7-8
C-Organik	0,63 mg
Nitrogen total (N)	1,32 mg
Phosfor total (P ₂ O ₅)	2,64 mg
Kalium total (K ₂ O ₅)	0,35 mg

Dari tabel diatas terdapat beberapa faktor abiotik yang dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan lele, antara lain :

a. pH air

⁹ Bambang Sulistiyarto. *Pemanfaatan Limbah Budidaya Ikan Lele Dumbo Sebagai Sumber Bahan Organik untuk Memproduksi Bloodworm (Larva Chironomidae)*. Jurnal Ilmu Hewani Tropika Vol 5. No. 1. Juni 2016

¹⁰ Andriyeni, et al, *Studi Potensi Hara Makro Air Limbah Budidaya Ikan Lele Sebagai Bahan Baku Pupuk Organik*, (Bengkulu : Jurnal Agroqua Vol. 15 No. 1. Juni 2017), 3.

Derajat keasaman atau pH air menunjukkan aktifitas ion hidrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen (dalam mol per liter) pada suhu tertentu atau dapat ditulis dengan $\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$. Nilai pH pada banyak perairan alami berkisar antara 4- 9. Walaupun demikian, pada daerah hutan mangrove dan tanah gambut, pH dapat mencapai nilai yang sangat rendah karena kandungan asam sulfat pada tanah dasar tersebut tinggi. Derajat keasaman (pH) air mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahanpH, dan menyukai pH sekitar 7 – 8,5.¹¹ Sedangkan kriteria pH air untuk tumbuhan memiliki interval antara 5,5 – 7 tergantung dari jenis tanamannya, apabila pH kurang dari atau lebih dari ukuran tersebut maka dapatberdampakburuk pada pertumbuhan tanaman tersebut seperti pertumbuhan lambat, daun menguning, dan mati.

b. Suhu

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (latitude), ketinggian dari permukaan laut (altitude), waktu penyinaran dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman air, perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Lele adalah ikan yang hidup pada ketinggian 0 – 700 m dpl. Suhu pada ketinggian tersebut antara 22 – 34 C, namun pertumbuhan optimal lele pada suhu 27 – 30 C. Suhu air dapat memengaruhi kehidupan air secara tidak langsung yaitu melalui pengaruhnya terhadap

¹¹ *Ibid*

kelarutan oksigen dalam air. Semakin tinggi suhu air, semakin rendah daya larut oksigen di dalam air. Semakin tinggi suhu air semakin tinggi pula laju metabolisme biota budidaya yang berarti semakin besar konsumsi oksigennya.¹²

c. TDS (Kekeruhan)

Kekeruhan air disebabkan oleh impurity atau adanya benda-benda asing di dalam air. Kandungan senyawa-senyawa kimia yang mencemari lingkungan air dapat menyebabkan perubahan warna dan tampak keruh. Kandungan zat padat di dalam air baik yang terlarut maupun tersuspensi, juga menimbulkan kekeruhan air. Dampak dari kekeruhan adalah dapat terganggunya kehidupan di dalam air karena kekeruhan menghalangi penetrasi sinar matahari. Fotosintesis oleh plankton dapat terganggu dan produksi oksigen juga terganggu, sehingga pada akhirnya kandungan oksigen terlarut di dalam air menjadi rendah. Jika kandungan oksigen terlarut di dalam air rendah, maka semua kehidupan air akan menjadi terganggu¹³. Sedangkan jika air kolam ini diberikan kepada tanaman sebagai nutrisi atau pupuk cair maka kadar TDS yang diperlukan tanam antara 500-1000 ppm, karena setiap tanaman memerlukan kebutuhan nutrisi yang berbeda beda tergantung jenis tanamannya.

d. Amoniak

Hasil dari sisa metabolisme tubuh ikan yang dikeluarkan dalam bentuk cair mengandung amonia. Amoniak ini dikeluarkan oleh tubuh ikan melalui insang. Kotoran dan zat sisa pakan organik dengan kandungan

¹² *Ibid*

¹³ Triyono, S. "Modul Praktikum Rekayasa Pengolahan Limbah". (Bandar Lampung. Universitas Lampung, 2011), 1-3.

protein yang tinggi diuraikan menjadi polipeptida, asam amino, dan akhirnya amonia sebagai produk terakhir yang terakumulasi didalam air. Didalam air amonia terbagi atas dua bentuk yaitu NH_4 yang bersifat kurang beracun dan NH_3 yang bersifat beracun. Amonia dalam bentuk molekul dapat lebih mudah masuk ke membran sel dibandingkan dengan ion.

e. DO (Oksigen Terlarut)

Oksigen (O_2) terlarut adalah satu jenis gas terlarut dalam air yang sangat penting untuk budidaya perairan, oksigen yang diperlukan biota air untuk pernapasan harus terlarut dalam air. Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas sehingga bila ketersediannya didalam air tidak mencukupi kebutuhan biota budidaya maka segala aktifitas biota akan terhambat. Ikan dan biota air lainnya membutuhkan oksigen guna pembakaran bahan makananya untuk menghasilkan energi untuk aktifitas seperti berenang, pertumbuhan, reproduksi dan sebagainya.

Berdasarkan faktor-faktor seperti diatas dapat diketahui bahwa setiap kolam memiliki kandungan zat yang berbeda-beda tergantung dari jenis pakan yang diberikan kepada ikan, karena pakan ikan mempengaruhi metabolisme ikan dan mempengaruhi limbah yang terakumulasi pada air kolam juga akan berbeda. Oleh karena itu tidak dapat dipukul rata kandungan air pada setiap kolam itu adalah sama.

3. Tinjauan Pertumbuhan

Menurut Hasnunidah terdapat lima definisi pertumbuhan yaitu:

- a. Peggandaan protoplasma. Pergandaan protoplasma (bahan hidup sel) merupakan ukuran pertumbuhan yang paling tepat, karena dalam tanaman yang sedang tumbuh seperti bibit tanaman, sebagian besar kandungan karbohidrat, lemak dan proteinnya dikonversi ke dalam senyawa-senyawa yang lebih berfungsi dalam protoplasma dari sel-sel yang tumbuh dan baru dibentuk.
- b. Perbanyakkan sel. Jumlah sel merupakan ukuran pertumbuhan yang realistis. Jika suatu organisme diamati dan selnya dihitung, maka pertumbuhannya dapat dinyatakan dalam tingkat penambahan sel.
- c. Pertambahan volume. Pertumbuhan dapat dinyatakan dalam pertambahan ruang atau volume secara permanen atau tidak dapat balik (*irreversible increase in volume*). Volume sel berubah akibat perubahan kandungan air yang mengiringi sintesis protoplasma.
- d. Pertambahan massa. Pertumbuhan juga berarti pertambahan massa akibat terjadinya sintesis protoplasma. Massa merupakan besaran dasar yang tidak berubah oleh adanya gaya gravitasi.
- e. Fenologi tanaman. Tanaman yang sedang tumbuh tidak hanya menimbun bahan kering tetapi juga mengalami perubahan-perubahan secara teratur dan berurutan yang dapat dilihat dari penampilannya. Perubahan penampilan tanaman dikenal dengan istilah perkembangan fenologi. Setelah biji disemai, biji akan berkecambah dengan membentuk *radikula* diikuti dengan pembentukan tunas dan *plumula*¹⁴.

¹⁴ Hasnunidah, Neni. *Fisiologi Tumbuhan*, (2011, Universitas Lampung. Bandar. Lampung.)

Berdasarkan pernyataan-pernyataan diatas dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan adalah bertambahnya jumlah sel, masa, ukuran, dan volume pada tumbuhan secara *irreversibel* seiring dengan bertambahnya waktu.

4. Tinjauan Kangkung

Berikut adalah taksonomi dari tanaman kangkung¹⁵ :

Kingdom	: Plantae (tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (berpembuluh)
Superdivisio	: Spermatophyta (menghasilkan biji)
Divisio	: Magnoliophyta (berbunga)
Kelas	: Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil)
Sub-kelas	: Asteridae
Ordo	: Solanales
Familia	: Convolvulaceae (suku kangkung-kangkungan)
Genus	: <i>Ipomea</i>
Spesies	: <i>Ipomea reptans</i> Poir.

Kangkung merupakan salah satu tanaman yang termasuk dalam family Convolvaceae. Tanaman kangkung digolongkan menjadi 3 jenis yaitu kangkung air (*Ipomea aquatic*), kangkung darat (*Ipomea reptans P*) dan kangkung hutan (*Ipomea crassiculans R*). Kangkung air (*Ipomea aquatic*) merupakan sayuran yang bernilai ekonomi dan persebarannya cukup pesat didaerah Asia Tenggara. Kangkung merupakan tanaman yang relative tahan terhadap kekeringan dan memiliki daya adaptasi luas terhadap berbagai keadaan lingkungan tumbuhan, mudah pemeliharaannya, dan memiliki

¹⁵ Helminawati, *Uji Efek Antihiperqlikemia Infusa Kangkung Darat {Ipomea Reptans Poir} Pada Mencit Swiss Jantan Yang Dhnduksi Streptozotocin*, (KHAZANAH, Vol.IV No. 1 Juni 2011)

masa panen yang pendek yaitu sekitar 20-30 hari setelah tanam. Oleh karena itu kangkung merupakan salah satu sayuran yang dapat dengan mudah diperoleh dipasaran.

Kangkung memiliki kandungan gizi yang lengkap diantaranya protein, kalsium, fosfor,serat, natrium, zat besi, kalium, vitamin A, B, C, dan karoten.¹⁶ Kandungan gizi dalam 100 gram kangkung darat diantaranya adalah 458,00 gram kalium dan 49,00 gram natrium.¹⁷ Dimana kalium dan natrium merupakan persenyawaan garam bromida. Senyawa-senyawa ini bekerja sebagai obat tidur berdasarkan sifatnya yang menekan susunan saraf pusat. Kangkung merupakan salah satu sayuran yang bisa dikonsumsi sebagai obat seperti diabetes melitus karena kangkung dapat mengurangi kadar gula dalam darah.¹⁸ Selain itu kangkung darat juga memiliki kandungan vitamin E yang dapat memperbaiki dan meremajakan sel kulit, serta anti oksidan yang berperan melawan dan mencegah sel-sel kanker.¹⁹

5. Tinjauan Hidroponik

Hidroponik, budidaya tanaman tanpa tanah, telah berkembang sejak pertama kali dilakukan penelitian-penelitian yang berhubungan dengan penemuan unsur-unsur hara essensial yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman. Penelitian tentang unsur-unsur penyusun tanaman ini telah dimulai pada tahun 1600-an. Akan tetapi budidaya tanaman tanpa tanah ini telah dipraktekkan lebih awal dari tahun tersebut, terbukti dengan adanya

¹⁶ Pracaya. *Hama dan Penyakit tanaman*. (Jakarta : Penebar Swadaya, 2009)

¹⁷ Wildan Purwadi, *Pertumbuhan Dan Kadar Protein Pada Tanaman Kangkung Darat (Ipomoea Reptanapoir) Dengan Pemberian Pupuk Organik Cair (Poc) Berbahan Dasar Sabut Kelapa Dan Limbah Cair Tahu*, (Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2017)

¹⁸ Heyne, *Tumbuhan berguna Indonesia I*, (Jakarta : Sarana Wana Jaya, 2001)

¹⁹ Dasgupta, N., De.B., *Antioxidant activity of some leafy vegetables of India: a Comparative study*, *Pharmacognosy Research Laboratory*, (India : Department of Botany, Calcutta University, 2001)

taman gantung (*Hanging Gardens*) di Babylon, taman terapung (*Floating Gardens*) dari suku Aztecs, Mexico dan Cina. Istilah hidroponik yang berasal dari bahasa Latin yang berarti *hydro* (air) dan *ponos* (kerja). Istilah hidroponik pertama kali dikemukakan oleh W.F. Gericke dari University of California pada awal tahun 1930-an, yang melakukan percobaan hara tanaman dalam skala komersial yang selanjutnya disebut nutrikultur atau hydroponics. Selanjutnya hidroponik didefinisikan secara ilmiah sebagai suatu cara budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah, akan tetapi menggunakan media inert seperti gravel, pasir, peat, vermikulit, pumice atau sawdust, yang diberikan larutan hara yang mengandung semua elemen esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan normal tanaman.²⁰

Budidaya tanaman secara hidroponik memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan budidaya secara konvensional, yaitu pertumbuhan tanaman dapat di kontrol, tanaman dapat berproduksi dengan kualitas dan kuantitas yang tinggi, tanaman jarang terserang hama penyakit karena terlindungi, pemberian air irigasi dan larutan hara lebih efisien dan efektif, dapat diusahakan terus menerus tanpa tergantung oleh musim, dan dapat diterapkan pada lahan yang sempit. Hal paling penting untuk tanaman hidroponik²¹ adalah pemenuhan nutrisi tanaman yang berbentuk larutan.

²⁰ Resh, H.M.. *Hydroponic Food Production*. Santa Barbara. (Woodbridge Press, 1998)
hal. 527

Jadi, cara penanaman hidroponik sangat cocok untuk tempat yang pasokan airnya kurang.²²

a. Jenis Hidroponik

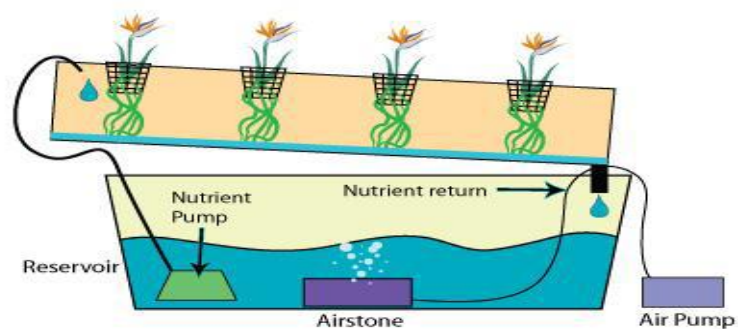
Adapun jenis-jenis hidoponik yang sering digunakan yaitu:

1) *Nutrient Film Technique* (NFT)

NFT adalah teknik hidroponik dimana aliran yang sangat dangkal air yang mengandung semua nutrisi terlarut diperlukan untuk pertumbuhan tanaman yang kembali beredar melewati akar tanaman di sebuah alur kedap air. Dalam sistem yang ideal, kedalaman aliran sirkulasi harus sangat dangkal, sedikit lebih dari sebuah film air. Sebuah sistem NFT yang dirancang berdasarkan pada penggunaan kemiringan saluran yang tepat, laju aliran yang tepat, dan panjang saluran yang tepat. Keuntungan utama dari sistem NFT dari bentuk-bentuk lain dari hidroponik adalah bahwa akar tanaman yang terkena kecukupan pasokan air, oksigen dan nutrisi. Kelemahan dari NFT ini adalah apabila sistem NFT ini terdapat suatu gangguan dalam aliran, misalnya, pemadaman listrik. Prinsip dasar dalam sistem NFT merupakan suatu keuntungan dalam pertanian konvensional. Artinya, pada kondisi air berlebih, jumlah oksigen diperakarkan menjadi tidak memadai. Namun, pada sistem NFT yang nutrisinya hanya selapis menyebabkan ketersediaan nutrisi dan oksigen pada akar selalu berlimpah. Untuk membuat selapis nutrisi, dibutuhkan syarat-syarat sebagai berikut:

²² Tallei E Trina, dkk. *Hidroponik Untuk Pemula*. (2017. UNSRAT Press; Manado) hlm 3-

- Kemiringan talang tempat mengalirnya larutan nutrisi ke bawah harus benar-benar seragam.
- Kecepatan aliran yang masuk tidak boleh terlalu cepat, disesuaikan dengan kemiringan talang



Gambar 2.1 Nutrient Film Technique (NFT)

2) *Drip-Irrigation* atau *Micro-Irrigation*

Drip-Irrigation, juga dikenal sebagai irigasi tetes atau irigasi mikro atau irigasi lokal, adalah metode irigasi yang menghemat air dan pupuk dengan membiarkan air menetes perlahan ke akar tanaman, baik ke permukaan tanah atau langsung ke zona akar, melalui jaringan katup, pipa, tabung, dan *emitter*. Hal ini dilakukan melalui tabung sempit yang memberikan air langsung ke dasar tanaman. Dengan demikian, kerugian (kehilangan air) seperti perkolasi, *run off*, dan evapotranspirasi bisa diminimalkan sehingga efisiensinya tinggi. Irigasi tetes dapat dibedakan menjadi 2 yaitu irigasi tetes dengan pompa dan irigasi tetes dengan gaya gravitasi. Irigasi tetes dengan pompa yaitu irigasi tetes yang sistem penyaluran air diatur dengan pompa. Irigasi tetes pompa ini umumnya memiliki alat dan perlengkapan yang lebih mahal daripada sistem irigasi gravitasi.

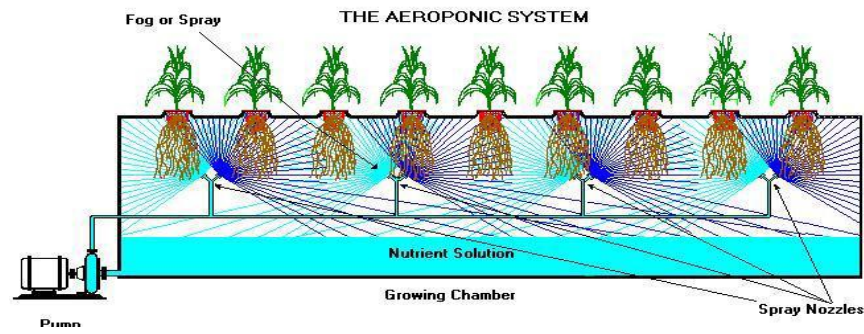
Irigasi tetes dengan sistem gravitasi yaitu irigasi tetes dengan menggunakan gaya gravitasi dalam penyaluran air dari sumber.



Gambar 2.2 Drip-Irrigation

3) *Aeroponics*

Aeroponics adalah proses tumbuh tanaman di lingkungan udara atau kabut tanpa menggunakan tanah atau media agregat (dikenal sebagai *geoponics*). Kata "*aeroponics*" berasal dari makna Yunani *aero* (udara) dan *ponos* (kerja). Budaya *aeroponics* berbeda dari kedua hidroponik konvensional dan *in-vitro* (kultur jaringan tanaman) tumbuh. Tidak seperti hidroponik, yang menggunakan air sebagai media tumbuh dan mineral penting untuk mempertahankan pertumbuhan tanaman, *aeroponics* dilakukan tanpa media tumbuh. Karena air digunakan dalam *aeroponics* untuk mengirimkan nutrisi, kadang-kadang dianggap sebagai jenis hidroponik. Prinsip dasar dari tumbuh aeroponik adalah untuk tumbuh tanaman digantung di dalam lingkungan tertutup atau semi-tertutup dengan menyemprotkan akar tanaman menjuntai dan batang bawah dengan solusi dikabutkan atau disemprot air kaya nutrisi.



Gambar 2.3 Aeroponics

4) *Deep Water Culture (DWC)*

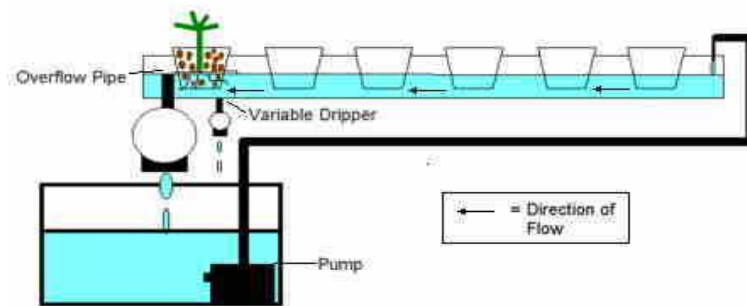
Deep Water Culture (DWC) adalah salah satu metode hidroponik yang memproduksi tanaman dengan cara menggantungkan akar tanaman ke dalam larutan kaya nutrisi, dan air yang beroksigen.



Gambar 2.4 Deep Water Culture

5) *Flood & Drain (Ebb and Flow)*

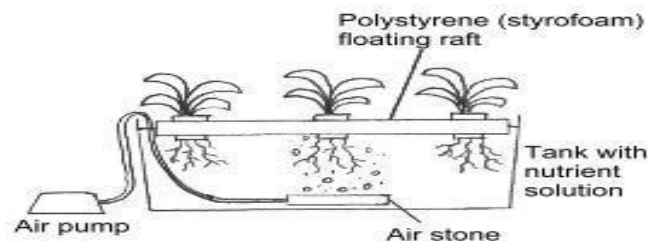
Ebb and flow adalah suatu sistem menanam hidroponik yang dikenal dengan sistem kerja yang sederhana, kehandalan operasi dan biaya investasi awal yang rendah. Pot diisi dengan media *inert* yang tidak berfungsi seperti tanah atau berkontribusi nutrisi untuk tanaman tapi yang jangkar akar dan berfungsi sebagai cadangan sementara air dan pelarut nutrisi mineral .



Gambar 2.5 Flood and Drain

6) Floating Raft (Rakit apung)

Pada sistem rakit apung, tanaman ditempatkan pada *stereofom* yang diapungkan pada sebuah kolam. Kolam sedalam 40 cm tersebut berisi nutrisi. Sistem ini perlu ditambahkan *airstone* ataupun *aerator*. *Aerator* berfungsi menghasilkan oksigen untuk pertukaran udara dalam daerah perakaran. Kekurangan oksigen akan mengganggu penyerapan air dan nutrisi oleh akar. Rakit apung hanya dapat ditanami oleh tumbuhan yang memiliki bobot rendah.



Gambar 2.6 Floating Raft

6. Tinjauan Media Pembelajaran

Dalam bahasa Arab, media adalah (وسائل) perantara atau pengantar pesan dari pengirim kepada penerima pesan²³. Istilah media berasal dari bahasa Latin yaitu *medius* yang berarti tengah, perantara atau pengantar.

²³ Azhar Arsyad, *Media Pembelajaran*, (Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, 2005), hlm.

Kata media, merupakan bentuk jamak dari kata “medium”, yang secara etimologi berarti perantara atau pengantar. Secara lebih khusus, pengertian media dalam proses belajar mengajar cenderung diartikan sebagai alat-alat grafis, fotografis, atau elektronik untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi visual atau verbal. Menurut AECT (*Association of Education and Communication Technology*) yang media adalah segala bentuk yang dipergunakan untuk proses penyaluran informasi”.²⁴ Sedangkan pengertian lain media adalah alat bantu apa saja yang dapat dijadikan sebagai penyalur pesan guna mencapai tujuan pembelajaran.²⁵

Menurut Oemar Hamalik pembelajaran merupakan suatu kombinasi yang tersusun atas unsur-unsur manusiawi, material, fasilitas, perlengkapan dan prosedur yang saling mempengaruhi tercapainya tujuan pembelajaran.²⁶ Disisi lain menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia pembelajaran adalah proses, cara, perbuatan yang menjadikan orang atau makhluk hidup belajar²⁷. Jika diambil formasi pendapat di atas media pembelajaran adalah alat atau metodik dan teknik yang digunakan sebagai perantara komunikasi antara seorang guru dan murid dalam rangka lebih mengefektifkan komunikasi dan interaksi antara guru dan siswa dalam proses pendidikan pengajaran di sekolah. Menurut Anderson yang media dapat dibagi mejadi dua kategori, yaitu alat bantu pembelajaran

²⁴ Asnawir dan M. Basyiruddin Usman, *Media Pembelajaran*, (Jakarta: Ciputat Pers, 2002), hlm. 11

²⁵ Djamarah, Syaiful Bahri dan Aswan Zain. *Strategi belajar Mengajar*, (Jakarta : PT. Rineka Cipta.2006), hlm 136

²⁶ Oemar Hamalik, *Kurikulum dan Pembelajaran*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2003), hlm. 57

²⁷ Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Jakarta: Balai Pustaka, 2002). hlm 117

(*instructional aids*) dan media pembelajaran (*instructional media*). Alat bantu pembelajaran atau alat untuk membantu guru (pendidik) dalam memperjelas materi (pesan) yang akan disampaikan. Oleh karena itu alat bantu pembelajaran disebut juga alat bantu mengajar (*teaching aids*). Misalnya OHP/OHT, film bingkai (*slide*) foto, peta, poster, grafik, flip chart, model benda sebenarnya dan sampai kepada lingkungan belajar yang dimanfaatkan untuk memperjelas materi pembelajaran.²⁸

Dalam arti sempit, media pembelajaran meliputi media yang dapat digunakan secara efektif dalam proses pengajaran yang terencana. Sedangkan dalam arti luas, media tidak hanya meliputi media komunikasi elektronik yang kompleks. Akan tetapi juga mencakup alat-alat sederhana seperti: TV, radio, slide, fotografi, diagram, dan bagan buatan guru, atau objek-objek nyata lainnya.

Macam-macam media pembelajaran

Media Pembelajaran banyak sekali jenis dan macamnya. Mulai yang paling kecil sederhana dan murah hingga media yang canggih dan mahal harganya. Ada media yang dapat dibuat oleh guru sendiri, ada media yang diproduksi pabrik. Ada media yang sudah tersedia di lingkungan yang langsung dapat kita manfaatkan, ada pula media yang secara khusus sengaja dirancang untuk keperluan pembelajaran.

Media pembelajaran dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Media Nonelektronik

a. Media Cetak

²⁸ Bambang Warsita, *Teknologi Pembelajaran: Landasan & Aplikasinya*, (Jakarta: Rineka, 2008) ,hal: 123

Media cetak adalah cara untuk menghasilkan atau menyampaikan materi, seperti buku dan materi visual statis terutama melalui proses percetakan mekanis atau fotografis.²⁹

Contoh media cetak ini antara lain buku teks, modul, buku petunjuk praktikum, grafik, foto, lembar lepas, lembar kerja, dan sebagainya. Media ini menghasilkan materi pembelajaran dalam bentuk salinan tercetak. Dua komponen pokok media ini adalah materi teks verbal dan materi visual yang dikembangkan berdasarkan teori yang berkaitan dengan persepsi visual, membaca, memproses informasi, dan teori belajar.

b. Media Pajang

Media pajang umumnya digunakan untuk menyampaikan pesan atau informasi didepan kelompok kecil. Media ini meliputi papan tulis, white board, papan magnetik, papan buletin, chart dan pameran. Media pajang paling sederhana dan hampir selalu tersedia disetiap kelas adalah papan tulis.

c. Media Peraga dan Eksperimen

Media peraga dapat berupa alat-alat asli atau tiruan, dan biasanya berada di laboratorium. Media ini biasanya berbentuk model dan hanya digunakan untuk menunjukkan bagian-bagian dari alat yang asli dan prinsip kerja dari alat asli tersebut.

²⁹ Azhar Arsyad. *Media*,.. hlm 29.

Di samping media peraga terdapat pula media eksperimen yang berupa alat-alat asli yang biasanya digunakan untuk kegiatan praktikum.

Perbedaan antara media peraga dengan media eksperimen antara lain:

- a. Alat-alat pada media eksperimen berupa alat asli sedangkan media peraga berupa alat-alat tiruan.
- b. Media eksperimen dapat digunakan sebagai media peraga, sedangkan media peraga belum tentu dapat digunakan sebagai media eksperimen.

2. Media Elektronik

a. Overhead Projector (OHP)

Media transparansi atau *overhead transparency* (OHT) sering kali disebut dengan nama perangkat kerasnya yaitu OHP (*overhead projector*).

Media transparansi adalah media visual proyeksi, yang dibuat di atas bahan transparan, biasanya film *acetate* atau plastik berukuran 8 1/2" x 11", yang digunakan oleh guru untuk memvisualisasikan konsep, proses, fakta, statistik, kerangka outline, atau ringkasan di depan kelompok kecil/besar.³⁰

b. Program *Slide* Instruksional

Slide merupakan media yang diproyeksikan dapat dilihat dengan mudah oleh para siswa di kelas. Slide adalah sebuah gambar transparan yang diproyeksikan oleh cahaya melalui proyektor.³¹

c. Program Film Strip

³⁰ Basyiruddin Usman, *Media Pembelajaran*, hlm. 57.

³¹ *Ibid*

Film strip adalah satu rol positif 35 mm yang berisi sederetan gambar yang saling berhubungan dengan sekali proyeksi untuk satu gambar.

d. Film

Film merupakan gambar hidup yang diambil dengan menggunakan kamera film dan ditampilkan melalui proyektor film. Dibandingkan dengan film strip, film bergerak dengan cepat sehingga tampilannya kontinu atau ajeg. Objek yang ditampilkan akan lebih alamiah, artinya sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Terlebih lagi film yang diunakan adalah film berwarna. Pada umumnya film digunakan untuk menyajikan hiburan. Tetapi, dalam perkembangannya film dapat menyajikan informasi lain, khususnya informasi yang berkaitan dengan konsep pembelajaran keterampilan dan sikap.³²

e. Video Compact Disk

Untuk menayangkan program VCD instruksional dibutuhkan beberapa perlengkapan, seperti kabel penghubung video dan audio, *remote control*, dan kabel penghubung RF dan TV.

f. Televisi

Televisi adalah system elektronik yang mengirimkan gambar diam dan gambar hidup bersama suara melalui kabel atau ruang. Sistem ini menggunakan peralatan yang mengubah cahaya dan suara kedalam gelombang elektrik dan mengkonversinya kembali kedalam cahaya yang dapat dilihat dan suara yang dapat didengar.

g. Internet

³² Basyiruddin Usman, *Media Pembelajaran.....*, hlm. 59.

Media ini memberikan perubahan yang besar pada cara orang berinteraksi, bereksperimen, dan berkomunikasi. Berdasarkan karakteristik tersebut, internet sangat cocok untuk kelas jarak jauh, dimana siswa dan guru

Manfaat media pembelajaran

Nana Sudjana dan Ahmad Rivai mengemukakan manfaat media pembelajaran dalam proses belajar siswa yaitu:³³

- 1) Pembelajaran akan lebih menarik perhatian siswa sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar.
- 2) Bahan pembelajaran akan lebih jelas maknanya sehingga dapat lebih dipahami oleh siswa sehingga memungkinkannya menguasai dan mencapai tujuan pembelajaran.
- 3) Metode mengajar akan lebih bervariasi, tidak semata-mata komunikasi verbal melalui penuturan kata-kata oleh guru, sehingga siswa tidak bosan dan guru tidak kehabisan tenaga, apalagi bila guru mengajar pada setiap jam pelajaran.
- 4) Siswa dapat lebih banyak melakukan kegiatan belajar sebab tidak hanya mendengarkan uraian guru, tetapi juga aktivitas lain seperti mengamati, melakukan mendemonstrasikan, memamerkan, dll.

7. Tinjauan Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

Menurut Gardner materi Pertumbuhan dan Perkembangan tumbuhan merupakan suatu cabang ilmu biologi yang mempelajari proses yang penting dalam kehidupan dan perkembangbiakan suatu spesies.

Pertumbuhan dan perkembangan adalah proses yang berlangsung secara

³³ Sudjana, Nana dan Ahmad Rivai, *Media Pengajaran*, (Bandung: Sinar Baru Algesindo, 2002) hal 2

terus menerus sepanjang daur hidup, bergantung pada tersedianya meristem, hasil asimilasi, hormon dan substansi pertumbuhan lainnya, serta lingkungan yang mendukung.³⁴

Secara empiris, pertumbuhan tanaman dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi dari interaksi genotipe dengan lingkungan. Ciri-ciri tertentu suatu tumbuhan dipengaruhi oleh genotip dan lainnya dipengaruhi oleh lingkungan. Tingkat pengaruh masing-masing faktor tergantung dari ciri tertentu tersebut. DNA memberikan kode urutan asam amino protein dan enzim, membangun daya genetik untuk pertumbuhan, perkembangan, dan melengkapi morfogenesis. Interaksi antara genetik dengan lingkungan menentukan ekspresi daya genetik tersebut.

Tumbuhan mengalami pertumbuhan dari kecil menjadi besar dan berkembang dari zigot menjadi embrio, kemudian menjadi individu yang mempunyai perangkat akar, batang, dan daun. Salah satu ciri organisme yaitu tumbuh dan berkembang. Pertumbuhan diartikan sebagai suatu proses penambahan ukuran atau volume serta jumlah sel, proses ini terjadi secara tidak bolak-balik (*irreversibel*). Perkembangan didefinisikan sebagai suatu proses menuju keadaan yang lebih dewasa. Namun jika kita mengkajinya lebih dalam, proses ini tidak berjalan sendiri-sendiri, tetapi berjalan seiring. Diawali dengan pertumbuhan, lalu dilanjutkan dengan perkembangan. Pertumbuhan dan perkembangan itu sendiri merupakan hasil interaksi antara faktor dalam dan faktor luar. Faktor yang terdapat dari dalam, antara lain sifat genetik (yang ada di dalam = gen) dan hormon yang merangsang

³⁴ Gardner, *Fisiologi Tanaman Budidaya*, (UI Press: Jakarta;1991), hal : 247

pertumbuhan. Sedangkan faktor luar adalah lingkungan. Potensi genetik ini hanya akan berkembang jika ditunjang oleh lingkungan yang cocok. Dengan demikian, karakter/sifat yang ditampilkan oleh tumbuhan merupakan gabungan faktor genetik dan faktor lingkungan secara bersama-sama.³⁵

Secara empiris, pertumbuhan tanaman dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi dari interaksi genotipe dengan lingkungan. Ciri-ciri tertentu suatu tumbuhan dipengaruhi oleh genotip dan lainnya dipengaruhi oleh lingkungan. Tingkat pengaruh masing-masing faktor berganung dari ciri tertentu tersebut. DNA memberikan kode urutan asam amino protein dan enzim, membangun daya genetik untuk pertumbuhan, perkembangan, dan melengkapi morfogenesis. Interaksi antara genetik dengan lingkungan menentukan ekspresi daya genetik tersebut.³⁶

a) Pertumbuhan

Pertumbuhan merupakan resultante dari interaksi berbagai reaksi biokimia, peristiwa biofisik dan proses fisiologis dalam tubuh tanaman bersama dengan faktor luar. Titik awalnya adalah sel tunggal zigot, yang tumbuh dan berkembang menjadi organisme multisel. Sintesis molekul yang besar dan kompleks berlangsung terus menerus dari ion dan molekul yang lebih kecil, pembelahan sel menghasilkan sel-sel baru, yang banyak dan diantaranya tidak hanya membesar tapi juga berubah melalui proses yang lebih kompleks. Sehingga tidak saja terjadi perubahan bentuk,

³⁵ Fauziyah Harahap, *Fisiologi Tumbuhan : Suatu Pengantar*, (Medan : Unimed Press, 2012), hal 36

³⁶Gardner, *Fisiologi Tanaman Budidaya*, (UI Press: Jakarta;1991), hal : 247

pertumbuhan juga menyebabkan terjadinya perubahan aktivitas fisiologi, susunan biokimia serta struktur dalamnya.

Proses ini disebut diferensiasi. Pertumbuhan serta diferensiasi sel menjadi, jaringan, organ, dan organisme disebut perkembangan. Perkembangan dinamakan juga morfogenesis, karena melalui perkembangan tumbuhan mengubah bentuk dirinya dari zigot menjadi sebatang pohon³⁷. Menurut Hasnunidah terdapat lima definisi pertumbuhan yaitu³⁸:

- 1) Penggandaan protoplasma. Pergandaan protoplasma (bahan hidup sel) merupakan ukuran pertumbuhan yang paling tepat, karena dalam tanaman yang sedang tumbuh seperti bibit tanaman, sebagian besar kandungan karbohidrat, lemak dan proteinnya dikonversi ke dalam senyawa-senyawa yang lebih berfungsi dalam protoplasma dari sel-sel yang tumbuh dan baru dibentuk.
- 2) Perbanyakkan sel. Jumlah sel merupakan ukuran pertumbuhan yang realistis. Jika suatu organisme diamati dan selnya dihitung, maka pertumbuhannya dapat dinyatakan dalam tingkat penambahan sel.
- 3) Pertambahan volume. Pertumbuhan dapat dinyatakan dalam pertambahan ruang atau volume secara permanen atau tidak dapat balik (irreversible increase in volume). Volume sel berubah akibat perubahan kandungan air yang mengiringi sintesis protoplasma.

³⁷ Hasnunidah, Neni, *Fisiologi Tumbuhan*, (Bandar Lampung: Unila Press, 2011), Hal 85

³⁸ Ibid., hal 86

- 4) Pertambahan massa. Pertumbuhan juga berarti pertambahan massa akibat terjadinya sintesis protoplasma. Massa merupakan besaran dasar yang tidak berubah oleh adanya gaya gravitasi.
- 5) Fenologi tanaman. Tanaman yang sedang tumbuh tidak hanya menimbun bahan kering tetapi juga mengalami perubahan-perubahan secara teratur dan berurutan yang dapat dilihat dari penampilannya. Perubahan penampilan tanaman dikenal dengan istilah perkembangan fenologi. Setelah biji disemai, biji akan berkecambah dengan membentuk radikula diikuti dengan pembentukan tunas dan plumula.

Dalam pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh adanya hormon-hormon. Beberapa kelompok hormon telah diketahui dan beberapa di antaranya bersifat sebagai zat perangsang pertumbuhan dan perkembangan (promoter), sedang yang lain bersifat sebagai penghambat (inhibitor), antara lain:

a. Auksin

Auksin adalah hormon pertumbuhan yang pertama kali ditemukan. Salah satu jenis auksin yang dapat diekstraksi dari tumbuhan adalah asam indol asetat atau IAA. Auksin ditemukan oleh Friederich August Ferdinand Went, ahli botani Belanda pada tahun 1928 dengan dalilnya "tidak mungkin terjadi pertumbuhan tanpa adanya zat tumbuh". Tempat sintesis auksin ialah di meristem apikal, misalnya ujung batang (tunas), daun muda dan kuncup bunga. Awalnya auksin diketahui terdapat pada ujung kecambah gandum, namun ternyata diujung-ujung

tumbuhan lain juga terdapat zat yang berfungsi sama dengan auksin. Auksin didefinisikan sebagai zat tumbuh yang mendorong elongasi jaringan koleoptil pada percobaan-percobaan bio-assay dengan Avena atau tanaman lainnya. Indole Asetic Acid (IAA) adalah auksin endogen atau auksin yang terdapat pada tanaman. Sitokinin dan auksin merupakan dua golongan zat pengatur tumbuh yang sangat penting dalam budidaya jaringan tanaman. Golongan auksin yang lebih sering digunakan adalah 2,4-D, IAA, NAA, IBA. Auksin yang paling efektif untuk menginduksi pembelahan sel dan pembentukan kalus adalah 2,4-D dengan konsentrasi antara 0,2-2 mg/l untuk sebagian jaringan tanaman. NAA dan 2,4 D lebih stabil dibandingkan dengan IAA, yaitu tidak mudah terurai oleh enzim-enzim yang dikeluarkan oleh sel atau karena pemanasan pada saat proses sterilisasi. IAA juga kurang menguntungkan karena cepat rusak oleh cahaya dan oksidasi enzimatis. Auksin dalam aktivitasnya, dapat bekerja sendiri atau berkombinasi dengan hormon lain, dapat merangsang atau menghambat berbagai peristiwa yang berbeda, dari mulai peristiwa reaksi enzim secara individual sampai pada pembelahan sel dan pembentukan organ.

Pengaruh Fisiologis dari Auksin:

- Peningkatan ukuran sel
- Penghambatan mata tunas samping
- Menghambat absisi (pengguguran daun)
- Menstimulasi aktivitas dari pada kambium

➤ Pertumbuhan akar

b. Giberelin

Senyawa ini ditemukan di Jepang ketika ekstrakjamur *Giberellafujikuroi* yang menyerang tanaman padi, dapat menimbulkan gejala yang sama pada waktu disemprotkan kembali pada tanaman yang sehat. Karakter penyakit ini menyebabkan pemanjangan ruas-ruas yang berlebihan sehingga menyebabkan tumbuhan mudah rebah. Kerja utama dari giberelin merangsang pemanjangan sel. Giberellin (asam Giberellate) dalam dosis tinggi menyebabkan gigantisme. Giberellin berpengaruh terhadap pembesaran dan pembelahan sel, pengaruh Giberellin ini mirip dengan auksin yaitu antara lain pada pembentukan akar. Giberellin dapat menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah auksin endogen.

c. Sitokinin

Sitokinin yang pertama kali ditemukan ialah kinetin. Sitokinin mempunyai pengaruh terhadap berbagai proses pertumbuhan, berperan penting dalam pengaturan pembelahan sel dan morfogenesis, merangsang pembelahan sel dalam kultur sel yang diisolasi dari bagian tumbuhan. Sitokinin alami yang telah berhasil diisolasi dan diidentifikasi dari tumbuhan adalah zeatin, yang diperoleh dari endosperm jagung. Kinetin bersarna-sama dengan auksin memberikan pengaruh interaksi terhadap diferensiasi jaringan. Pada pemberian auksin dengan konsentrasi relatif tinggi, diferensiasi kalus cenderung ke arah pembentukan primordia akar, sedangkan pada pemberian

kinetin yang relatif tinggi, diferensiasi kalus cenderung ke arah pembentukan primordia batang atau tunas.³⁹

d. Etilen

Telah diketahui bahwa etilen menjadi penyebab beberapa respons tanaman seperti pengguguran daun, pembengkakan batang, pemasakan buah dan hilangnya warna buah. Etilen menghambat pertumbuhan ke arah memanjang (longitudinal) dan mendorong pertumbuhan ke arah melintang (transversal) sehingga batang kecambah terlihat membengkok. Etilen juga merubah respons geotropisma, mendorong pengguguran daun, bunga dan buah.

e. Asam Absisat

Senyawa ini lebih berperan pada dormansi dan proses absisi pada daun. Ditemukan oleh P. R Wareing, yang menamakan senyawa tersebut sebagai dormin dan absisin II, yang lebih dikenal dengan nama asam absisat (ABA). Peranan ABA sangat nyata dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. ABA berinteraksi dengan zat-zat pengatur tumbuh tanaman yang lain pada proses tersebut, biasanya interaksi ini bersifat menghambat (antagonisma).

B. Penelitian Terdahulu

Dalam beberapa tahun yang lalu telah terdapat penelitian yang mengangkat tema mengenai “Pengaruh Air Leri Dan Air Limbah Kolam Lele Terhadap Pertumbuhan Kangkung (*Ipomoea reptans*) Dengan Teknik Hidroponik Sebagai Media Pembelajaran Materi Pertumbuhan Dan Perkembangan”, namun dalam

³⁹ Ibid,..hal 37

penerapannya menggunakan variable atau objek dan teknik yang berbeda, diantaranya :

1. Pemanfaatan Kulit Telur dan Air Cucian Beras dengan Penambahan CMA pada Media Tanaman untuk Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*), oleh Zakaria pada Tahun 2013. Hasilnya kulit telur dan air cucian beras berpengaruh terhadap pertambahan jumlah daun tomat dengan perlakuan yang paling efektif pada media A3M3 (kulit telur 20 gram dan CMA 4 gram dengan penyiraman air cucian beras 100 ml).⁴⁰
2. Efektifitas Pupuk Organik Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea L*), oleh Rahman Hairudin pada tahun 2015. Hasilnya pemberian air cucian beras dosis dengan 20 ml/liter air memberikan pengaruh pada tinggi tanaman kangkung darat dan jumlah daun.⁴¹
3. Pengaruh Pemberian Limbah Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkungdarat (*Ipomoeareptans poir*), oleh Angga Elya Bahar pada tahun 2016. Hasilnya pada konsentrasi air cucian beras terbaik yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kangkung adalah konsentrasi 1.5 liter yang terlihat dari tingginya bobot segar tanaman yaitu 1.00 g, bobot segar/plot yaitu 7.83 cm dan bobot kering tanaman adalah 0.83 g.⁴²
4. Efektivitas Air Cucian Beras Dan Ekstrak Daun Kelor Untuk Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum Annum L.*) Dengan Teknik Hidroponik,

⁴⁰ Zakaria, *Pemanfaatan Kulit Telur dan Air Cucian Beras dengan Penambahan CMA pada Media Tanaman untuk Pertumbuhan Tanaman Tomat (Solanum lycopersicum)*, Skripsi, (Surakarta: FKIP UMS, 2013)

⁴¹ Rahman Hairudin, *Efektivitas Pupuk Organik Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (Brassica Juncea L)*, (Palopo: Jurnal Perbal UNCP volume 3, No. 3, 2015)

⁴² Angga Elya Bahar, *Pengaruh Pemberian Limbah Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkungdarat (Ipomoeareptans poir)*, (Riau: Universitas Pasir Pangairan)

oleh Fitri Astutipada tahun 2016. Hasilnya air cucian beras dan ekstrak daun kelor terbukti efektif membantu mempercepat pertumbuhan tanaman cabai merah dengan parameter panjang batang, jumlah daun, dan panjang akar.⁴³

5. Pemanfaatan Limbah Budidaya Ikan Lele Dumbo Sebagai Sumber Bahan Organik untuk Memproduksi Bloodworm (Larva Chironomidae), oleh Bambang Sulistiyarto tahun 2016. Hasilnya air limbah budidaya ikan lele dumbo yang telah dikeringkan dapat digunakan sebagai sumber bahan organik untuk memproduksi bloodworm. Penggunaan dosis limbah yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap biomas bloodworm yang dihasilkan.⁴⁴
6. Pengembangan Petunjuk Praktikum Berbasis Unggulan Lokal (Durian) Pada Materi Koloid, oleh Lidya Sri Purwasih tahun 2016. Hasilnya berdasarkan validasi oleh tiga aspek yaitu bahasa, materi, dan grafika petunjuk praktikum yang dihasilkan layak untuk diterapkan sebagai media pembelajaran.⁴⁵

Tabel 2.3 Penelitian terdahulu

No	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Zakariya, Pemanfaatan Kulit Telur dan Air Cucian Beras dengan Penambahan CMA pada Media Tanaman untuk Pertumbuhan Tanaman Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i>)	Pada penelitian ini sama-sama menggunakan air leri sebagai salah satu nutrisi untuk pertumbuhan.	Pada penelitian ini menggunakan tanaman kangkung, sementara pada penelitian terdahulu menggunakan tanaman tomat
2	Rahman Hairudin, Efektifitas Pupuk Organik Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi	Pada penelitian ini sama-sama menggunakan air leri sebagai salah	Pada penelitian ini menggunakan tanaman kangkung,

⁴³Fitri Astutipada, *Efektivitas Air Cucian Beras Dan Ekstrak Daun Kelor Untuk Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah (Capsicum Annum L.)*, (Surakarta: FKIP UMS, 2016)

⁴⁴ Bambang Sulistiyarto, *Pemanfaatan Limbah Budidaya Ikan Lele Dumbo Sebagai Sumber Bahan Organik untuk Memproduksi Bloodworm (Larva Chironomidae)*, (Palangka Raya: Jurnal Ilmu Hewani Tropika Vol 5. No. 1. Juni 2016)

⁴⁵ Lidya Sri Purwasih, *Pengembangan Petunjuk Praktikum Berbasis Unggulan Lokal (Durian) Pada Materi Koloid*, (Pontianak, Universitas Tanjungpura: 2016)

	Hijau (<i>Brassica Juncea</i> L)	satu nutrisi untuk pertumbuhan.	sementara pada penelitian terdahulu menggunakan tanaman sawi hijau
3	Angga Elya Bahar, Pengaruh Pemberian Limbah Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkung darat (<i>Ipomoea reptans</i> poir)	Pada penelitian ini sama-sama menggunakan air leri sebagai salah satu nutrisi untuk pertumbuhan, sama-sama menggunakan tanaman kangkung	Teknik menanam yang digunakan pada penelitian ini menggunakan teknik hidroponik, sedangkan pada penelitian terdahulu dengan teknik konvensional.
4	Fitri Astutipada, Efektivitas Air Cucian Beras Dan Ekstrak Daun Kelor Untuk Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum Annum</i> L.) Dengan Teknik Hidroponik	Pada penelitian ini sama-sama menggunakan teknik hidroponik, dan sama-sama menggunakan air cucian beras sebagai nutrisi pertumbuhan	Pada penelitian ini menggunakan tanaman kangkung sedangkan pada penelitian terdahulu menggunakan tanaman cabai merah
5	Bambang Sulistiyarto, Pemanfaatan Limbah Budidaya Ikan Lele Dumbo Sebagai Sumber Bahan Organik untuk Memproduksi Bloodworm (Larva Chironomidae)	Penelitian ini sama-sama menggunakan air limbah kolam lele sebagai variabel terikat	Pada penelitian ini variabel bebas berupa tanaman kangkung sedangkan pada penelitian terdahulu menggunakan variabel bebas bloodworm
6	Lidya Sri Purwasih, Pengembangan Petunjuk Praktikum Berbasis Unggulan Lokal (Durian) Pada Materi Koloid	Produk hasil penelitian sama yaitu petunjuk praktikum.	Pada penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dan kualitatif sedangkan pada penelitian terdahulu penelitian pengembangan.

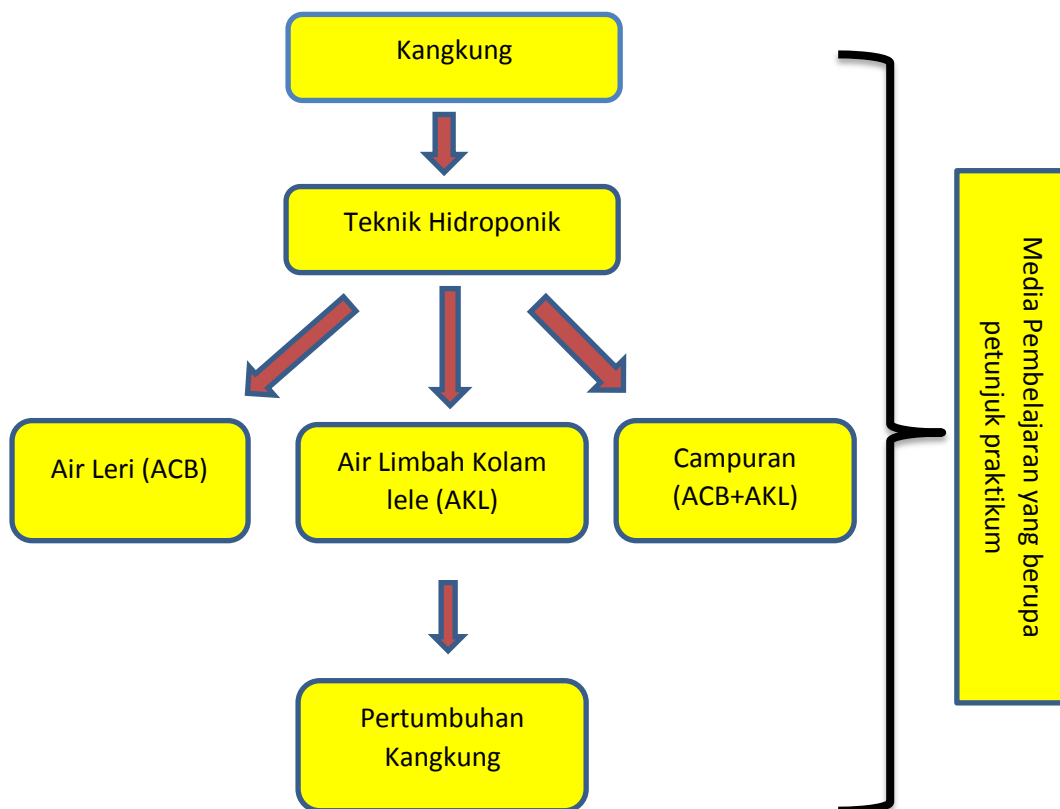
C. Kerangka penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh air leri (air cucian beras), air limbah kolam lele, dan gabungan keduanya terhadap pertumbuhan tanaman kangkung. Variabel terikat yang digunakan ada dua yaitu air leri dan air limbah kolam lele, sedangkan variabel bebasnya adalah pertumbuhan kangkung. Pertumbuhan tanaman bisa dilihat dari berbagai parameter seperti ditinjau dari panjang tanaman, banyaknya daun, panjang akar, banyaknya buah, dan banyaknya bunga. Pada penelitian ini menggunakan parameter tinggi tanaman dalam ukuran *centimeter* (cm) dan banyaknya daun. Pada penelitian ini menggunakan tanaman kangkung karena pertumbuhan tanaman kangkung sangat singkat tidak memerlukan waktu yang lama. Tanaman kangkung pada umumnya memerlukan waktu sekitar 23 - 25 hari mulai dari masa semai hingga masa panen. Sedangkan pada tanaman sayur lain seperti sawi, selada, kale memerlukan waktu tanam dari semai sampai panen sekitar 30 hari bahkan lebih, tergantung dari kondisi cuaca. Pada penelitian ini menggunakan 4 MST (Minggu Setelah Tanam) atau sekitar 28 hari. Untuk pengukuran dan pengambilan data dilakukan setiap 1 MST atau setiap 7 hari sekali.

Teknik yang digunakan untuk menanam pada penelitian ini menggunakan teknik hidroponik, karena dengan teknik ini peneliti dapat dengan mudah memberikan perlakuan sesuai dengan parameter yang diinginkan, selain itu peneliti juga dapat dengan mudah mengukur dan memantau pertumbuhan tanaman dengan teliti. Kemudian hasil dari penelitian ini akan dijadikan sebagai media pembelajaran materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, dalam bentuk petunjuk praktikum. Petunjuk praktikum yang telah jadi akan divalidasi oleh para

ahli bahasa, materi, dan grafika/media. Ahli bahasa akan menguji penggunaan bahasa dan penulisan yang tepat sesuai kaidah bahasa Indonesia yang berlaku. Ahli Materi akan menguji kesesuaian kandungan materi yang termuat dalam petunjuk praktikum. Dan ahli media atau grafika akan menguji kualitas media apakah sudah sesuai dengan standar yang berlaku yang telah ditetapkan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan media petunjuk praktikum yang dihasilkan, sebelum diterapkan sebagai media pembelajaran biologi materi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan.

Berikut adalah gambar kerangka penelitian :



Gambar 2.7 Kerangka penelitian