

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Hidroponik

"Hidroponik" berasal dari kata Yunani "hydroponos", yang berarti "air" dan "ponos" berarti daya. Metode hidroponik menggunakan air sebagai media bercocok tanam daripada tanah. media tanam konvensional yang terbuat dari bahan seperti spons, rockwool, sabut kelapa, sekam bakar, dan lainnya. Untuk sistem ini, hanya perlu air untuk mendukung pertumbuhan tanaman, dan seringkali ditambahkan pupuk cair sebagai nutrisi agar tanaman tumbuh semaksimal mungkin. Budidaya hidroponik tidak memerlukan lahan yang luas; tanaman dapat dibudidayakan di dalam ember, paralon, atau wadah bekas, dan mereka bahkan dapat ditempel atau digantung di dinding (Singgih et al., 2019).



Gambar 2.1. Hidroponik Wick

(Sumber :Homecare.id,2018)

Metode hidroponik menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan dengan metode tanam konvensional. Hidroponik merupakan sterilisasi media tanam yang bersih, waktu panen yang terhitung cepat, serta kualitas dan kuantitas yang memiliki hasil yang terjamin (Dilla *et al.*, 2022). Tanaman hidroponik dapat dibudidayakan di halaman depan atau belakang rumah, di kota

atau pedesaan, bahkan di apartemen. Sayuran ini biasanya higienis dan mudah dirawat, terutama jika ditanam di lingkungan yang bersih dan terhindar dari sumber kontaminasi (Okuputra et al., 2022).

Tanaman hidroponik dapat tumbuh sepanjang tahun tanpa terpengaruh oleh musim. Sayuran yang dihasilkan melalui hidroponik cenderung lebih menguntungkan daripada sayuran yang ditanam secara konvensional. Faktor penyebabnya meliputi proses perawatan yang lebih terjaga, kualitas hasil panen yang lebih unggul, serta minimnya gangguan hama, sehingga sayuran dianggap unggul (Wibowo et al., 2017).

Sistem rakit apung dan sistem Nutrient Film Technique (NFT) adalah beberapa sistem hidroponik yang sering dilihat. Sistem NFT memerlukan sumber air guna memastikan sirkulasi oksigen yang ideal, sehingga mendukung pertumbuhan tumbuhan. Namun, hidroponik sumbu (wick), yang tidak memerlukan aliran air, menggunakan bahan flanel yang mampu menhisap air hingga ke akar tanaman, adalah pilihan yang lebih baik untuk pemula dalam hidroponik. Selain itu, media tanam seperti sabut kelapa juga dapat digunakan dikarenakan terdapat zat hara yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Sistem ini dinilai lebih praktis bagi pemula yang ingin memulai bisnis hidroponik (Aulia et al., 2019).

2.1.1 Keunggulan dan kekurangan hidroponik jenis sumbu atau wick sistem

a. Keunggulan wick sistem

1. Tanaman dapat menerima suplai air dan nutrisi secara konsisten.
2. Pembuatan sistem hidroponik memerlukan biaya yang terjangkau, sehingga dengan anggaran minimal, tetap dapat menghasilkan tanaman pangan secara optimal.
3. Efisien dalam penggunaan ruang, karena penataan lahan dapat disesuaikan secara fleksibel.
4. Sistem ini tidak bergantung pada sumber listrik.

b. Kekurangan wick sistem

1. Air dan nutrisi yang digunakan tidak dapat kembali ke dalam bak penampungan, sehingga penggunaannya cenderung lebih boros.

2. Pengaturan nutrisi dilakukan secara manual, sehingga diperlukan ketelatenan untuk rutin memeriksa bak nutrisi guna memastikan ketersediaan nutrisi, apakah masih mencukupi atau sudah berkurang.
3. Tidak semua jenis tanaman dapat tumbuh optimal dengan suplai air yang konstan. Selain itu, penyaluran larutan nutrisi ke akar melalui sumbu mungkin kurang mencukupi untuk tanaman yang berukuran lebih besar dan memiliki pertumbuhan lebih cepat.

Menurut (Waluyo et al., 2021) budidaya hidro memiliki sejumlah keunggulan, seperti perawatan yang sederhana, penggunaan pupuk organik yang dapat membantu percepatan pertumbuhan tanaman, serta minimnya kebutuhan tenaga kerja dalam proses penanaman. Selain itu, hasil tanaman hidroponik memiliki nilai jual yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan metode penanaman konvensional, dapat tumbuh di berbagai musim, dan tidak membutuhkan lahan yang luas.

Pada sistem hidroponik, terdapat dua jenis bahan tanam yang sering dipakai, yaitu media organik seperti arang sekam dan serbuk gergaji, serta media anorganik seperti hidroton, clay, dan rockwool. Media tanam berperan sebagai tempat penopang dan penyimpanan bagi tanaman, di mana jenis bahan yang dipakai akan berdampak terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

2.2. Limbah Tahu

Limbah tahu dihasilkan dari sisa pengolahan kedelai yang gagal terbentuk menjadi tahu sehingga tidak layak untuk dikonsumsi. Limbah cair menjadi bagian terbesar dari limbah tersebut dan berpotensi mencemari lingkungan. Adanya produksi sisa buangan tahu yang tidak menggumpal, bagian tahu yang gagal sehingga mengakibatkan munculnya limbah ini dalam bentuk sisa keruh kekuningan yang dapat memunculkan bau apabila dibiarkan. Limbah cair pada proses produksi tahu berasal dari proses perendaman, pencucian kedelai, pencucian peralatan proses kedelai tahu. Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri tahu berupa cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu. Limbah ini memiliki kandungan protein yang tinggi dan mudah terurai.

Namun, seringkali limbah tersebut dibuang langsung tanpa melalui proses pengolahan, yang dapat menyebabkan bau tidak nyaman dan merusak lingkungan (Pratiwi, 2021).



Gambar 2.1 Limbah Tahu

(Sumber: EIC, 2018)

Limbah cair tahu memiliki ciri berwarna kuning muda, kondisi suhu yang cukup tinggi dan adanya suspend berwarna putih. Menurut penelitian Alimsyah dan Damayanti (2013), terdapat Chemical Oxygen Demand (COD) limbah cair tahu yang berkisar antara 6870-10500 mg/L, TSS 400-700 mg/L. Penelitian lainnya oleh Sayow et al., (2020), limbah cair tahu mengandung COD berkisar antara 7000-12000 dan pH 4,2. Menurut Marian (2021), limbah cair tahu mengandung COD berkisar antara 7000-12000 mg/L dan pH 4,3 5,3.

Selain itu suhu limbah cair tahu umumnya mencapai 40°C sampai 46°C sehingga lebih tinggi dari air bakunya. Suhu tinggi dari limbah buangan tersebut dapat memengaruhi ekosistem perairan, berdampak pada kehidupan biologis, serta memengaruhi kelarutan oksigen dan gas lainnya. Oleh karena itu, limbah cair tahu berpotensi menjadi sumber pencemaran air jika dibuang langsung tanpa melalui proses pengolahan. Kadar air tahu biasanya dilihat dengan kadar pH, TSS, dan kebutuhan oksigen berupa BOD dan COD.

Limbah cair yang dihasilkan mengandung partikel padat tersuspensi maupun terlarut, yang kemudian akan mengalami perubahan fisik, kimia, dan biologis. Perubahan ini dapat menimbulkan gangguan kesehatan karena

menghasilkan zat beracun atau menjadi media bagi pertumbuhan kuman yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengolah sisa buangan air tahu. Secara umum, cara pengolahan yang biasa digunakan terbagi menjadi tiga jenis, yaitu metode kimia, fisika dan biologis. Pengolahan secara fisika dilakukan dengan memisahkan sebagian beban pencemaran, khususnya partikel tersuspensi atau koloid dalam limbah cair, dengan memanfaatkan prinsip-prinsip fisika. Proses yang umum digunakan dalam metode fisika meliputi filtrasi dan pengendapan (sedimentasi). Metode kimia dalam pengolahan limbah cair dilakukan dengan menghilangkan atau mengubah senyawa polutan melalui bantuan bahan kimia atau reaksi kimia yang sering dilakukan dalam pengolahan limbah cair tahu. Beberapa metode yang umum digunakan meliputi proses flokulasi, netralisasi, koagulasi. Proses netralisasi biasanya dilakukan dengan menambahkan asam atau basa untuk menetralkan ion-ion terlarut dalam limbah, sehingga mempermudah proses pengolahan pada tahap selanjutnya.

Sementara itu, metode biologis bertujuan untuk mengurangi kandungan kadar organik yang ada melalui pemanfaatan mikroorganisme atau tumbuhan air. Proses biologis melibatkan pemecahan molekul utuh menjadi molekul yang lebih sederhana. Tahapan ini sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti suhu, oksigen, pH terlarut (DO), serta zat-zat penghambat, terutama yang bersifat toksik. Mikroorganisme yang umum digunakan dalam penanggulangan limbah meliputi bakteri, alga, dan protozoa (Makmur, 2018).

Berdasarkan beberapa penjelasan di atas, limbah yang dianggap tidak lagi berguna ternyata masih dapat diolah untuk dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi pertumbuhan tanaman. Sebelumnya juga telah dijelaskan dalam Al-Qur'an pada surah Ar-Ra'd ayat 4, di mana Allah SWT berfirman.

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَوِّرَةٌ وَجَنَّتْ مِنْ أَعْنَبٍ وَزَرْعٍ وَنَخِيلٍ صُنَّوَانٍ وَغَيْرِ صُنَّوَانٍ يُسْقَى بِمَاءٍ وَحْدٍ
وَنُفِضَ لِبَعْضِهَا عَلَى بَعْضٍ فِي الْأُكُلِ ۚ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

Artinya : “ Di bumi ini terdapat berbagai wilayah yang bersebelahan, dengan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman, serta pohon kurma yang memiliki cabang maupun yang tidak. Semua disirami oleh air yang sama, namun Kami menjadikan sebagian tanaman lebih unggul dari yang lain dalam hal rasa.

Sungguh, di dalam hal tersebut terdapat tanda-tanda kebesaran Allah bagi orang-orang yang mau berpikir.“

Jelas bahwa dalam firman-Nya, Allah mengajak hamba-Nya untuk mempelajari segala ciptaan-Nya di bumi. Tidak ada satu pun ciptaan-Nya, sekecil apa pun, yang diciptakan tanpa makna atau tujuan sebagai bukti keagungan Allah SWT. Hadirnya manusia yang diamanahkan sebagai khalifah di bumi, serta dikaruniai akal oleh Allah, kita memiliki tanggung jawab untuk merenungkan, mengkaji, dan meneliti segala yang telah dianugerahkan kepada kita (Raharjeng, 2018).

2.3. Ekoenzim

Ekoenzim merupakan cairan serbaguna yang didapat melalui proses fermentasi limbah kulit buah, gula merah, dan air. Konsep dasar ekoenzim ialah mendaur ulang enzim dari hasil buangan atau sisa sampah yang organik. Pemanfaatan enzim dari limbah organik tersebut menjadi salah satu metode pengelolaan sisa buangan, di mana hasil dapur diolah menjadi sesuatu yang memiliki manfaat besar (Sulastri, 2024). Ekoenzim adalah jenis produk yang ramah lingkungan yang terbuat dari sisa buah atau sayur, air, dan gula. Mereka sangat efektif, mudah digunakan, dan mudah dibuat. Cuka buatan rumah yang dibuat melalui proses fermentasi limbah buangan sebagai komponen dengan gula dan direduksi dari alkohol. Sisa buangan buah dan sayuran berfungsi sebagai bahan untuk pembuatan ekoenzim tidak diragukan lagi, perbedaan dalam bahan baku akan berdampak pada hasil konversi. Mikroba mendapatkan nutrisi dari gula yang ditambahkan. Ekoenzim berfungsi sebagai insektisida, anti jamur, dan anti bakteri. Selain itu, dapat digunakan sebagai pembersih (Megah et al., 2018).

Sisa limbah padat organik hasil aktivitas rumah tangga yang terdegradasi oleh mikroorganisme dapat menyebabkan timbulnya bau. Hal ini terjadi karena proses pengolahan limbah menjadi partikel sederhana yang disertai dengan pelepasan gas beraroma tidak enak. Limbah organik yang mengandung protein akan menghasilkan bau yang tidak sedap lagi (lebih busuk) karena protein yang mengandung gugus amin itu akan terurai menjadi gas ammonia (Hasibuan, 2016).

Prinsip pembuatan ekoenzim hampir mirip dengan proses pembuatan pupuk kompos, namun pembuatan ekoenzim memerlukan tambahan air sebagai media pertumbuhan. Proses fermentasi ekoenzim memakan waktu sekitar 3 bulan. Salah satu keunggulan pembuatan ekoenzim adalah hanya memerlukan wadah sederhana seperti botol bekas atau ember tertutup untuk proses fermentasi (Utami, 2020).

Ekoenzim berfungsi sebagai bahan organik dalam bentuk cair yang dapat membantu pertumbuhan berbagai jenis tanaman sayur. Kelebihan ekoenzim meliputi kemampuannya dalam mengatasi logam berat di dalam tanah, menstabilkan atau menyesuaikan tingkat keasaman (pH) tanah, serta membantu mengendalikan bakteri, mikroba, dan virus. Selain manfaatnya di bidang pertanian, ekoenzim juga berperan dalam membersihkan polusi udara dan lingkungan. Di samping itu, harga ekoenzim cenderung lebih terjangkau dibandingkan dengan pupuk organik cair yang tersedia di pasaran (As'ari, 2022).

Proses fermentasi Proses fermentasi dalam pembuatan ekoenzim menghasilkan gas. Saat fermentasi, karbohidrat diatur menjadi asam volatil, sementara asam organik yang terdapat dalam limbah juga larut ke dalam larutan fermentasi karena pH enzim dari limbah bersifat asam secara alami (Nazim dan Maeera, 2013). Sifat asam dari enzim limbah ini berperan penting dalam menurunkan atau menghambat patogen, karena berperan mengekstraksi enzim ekstraseluler melalui sampah organik pada larutan selama proses fermentasi (Tuhuteru, 2021).

Untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik, ekoenzim dapat dikembangkan sebagai pupuk organik cair. Ekoenzim memiliki manfaat bagi tanaman dikarenakan terdapat berbagai enzim, seperti tripsin dan amilase, serta asam organik semacam asam asetat (H_3COOH). Selain itu, ekoenzim juga kaya akan unsur hara esensial, termasuk nitrogen, fosfor, dan kalium. Keunggulan lainnya terletak pada kandungan bakteri yang berperan dalam menguraikan bahan organik, merangsang pertumbuhan tanaman, serta berfungsi sebagai produser pengendali penyakit dan hama (Susilowati et al., 2021).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Tong dan Liu (2020), ekoenzim memiliki kemampuan untuk meningkatkan kadar bahan organik dan nitrogen total dalam tanah. Ini karena enzim aktif, bahan organik, dan mikroflora yang terkandung

di dalamnya. Menurut Arifin et al. (2009) bahwa ekoenzim mampu digunakan sebagai pupuk dan biopestisida untuk tanaman, karena kandungan bahan organik dalamnya dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme dan organisme tanah lainnya.

2.4 Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.)

Bayam merah merupakan sayuran dengan daun berwarna merah keunguan yang mudah dikenali. Tanaman ini berbentuk perdu dengan pertumbuhan tegak, memiliki batang yang padat, berserat, dan sekulen. Sebagian jenisnya juga memiliki duri, dengan batang berwarna putih kemerahan. Daun bayam dapat bervariasi, baik dari segi ketebalan maupun ukuran, dapat tebal atau tipis, padat atau kecil. Bijinya berukuran sangat kecil, berwarna hitam atau coklat, dan tampak mengkilap. Tanaman bayam dapat tumbuh hingga mencapai tinggi 1,5 – 2 meter dan bersifat semusim atau lebih. Jenis pertumbuhannya bersifat menyebar dan dangkal, dengan kedalaman sekitar 20 – 40 cm, serta memiliki akar tunggang. Bayam merah termasuk jenis bayam cabut. Tanaman ini umumnya dibudidayakan di dataran rendah hingga menengah, terutama pada ketinggian 10 – 2500 meter di atas permukaan laut (Sunarjono, 2018).



Gambar 2.4. Bayam Merah
(Sumber : satuharapan.com)

2.4.1. Klasifikasi Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.)

Menurut klasifikasinya pada taksonomi tumbuhan, tanaman bayam merah termasuk ke dalam :

Kingdom: Plantae

Divisi: Magnoliophyta

Kelas: Magnoliopsida

Ordo: Caryophyllales

Famili: Amaranthaceae

Genus: *Amaranthus*

Spesies: *Amaranthus tricolor* L. (Hidayanti, 2018).

Bayam merah termasuk tanaman yang kaya akan serat dan memiliki berbagai manfaat dalam pengobatan tradisional, salah satunya adalah meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Warna merah pada sayuran ini disebabkan oleh adanya senyawa aktif seperti flavonoid, skualen dan saponin (Pradana et al., 2016). Selain itu, bayam merah juga mengandung senyawa fenolik berupa pigmen merah yang dikenal sebagai antosianin (Manurung, 2020). Antosianin berperan menangkal radikal bebas karena kandungan antioksidannya dan membantu mencegah risiko penyakit kanker (Khusni, 2018).

Bayam merah memiliki rasa yang cenderung hambar saat dikonsumsi, namun kaya akan nutrisi seperti vit E, A dan C juga terdapat karbohidrat, mineral, zat besi, kalium, protein, magnesium, mangan, lemak, dan serat (Laili, 2023). Kandungan serat dalam bayam merah sering dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional, antara lain untuk membantu proses peredaran darah, menurunkan kadar kolesterol, dan mengontrol tekanan darah (Pratiwi, 2017).

Bayam merah memiliki berbagai manfaat kesehatan, seperti mengatasi risiko penyakit kanker, mengurangi kadar kolesterol, melancarkan pencernaan, serta berperan sebagai anti diabetes. Daripada itu, bayam merah juga berfungsi dalam mencegah penyakit kuning, reaksi alergi terhadap cat, osteoporosis, serta meredakan rasa sakit akibat sengatan lipan atau gigitan ulat bulu. Bagian batang dan daun bayam merah dapat dimanfaatkan untuk mengobati luka bakar, menjaga kesehatan kulit, dan meredakan sakit kepala. Sementara itu, akarnya berkhasiat sebagai obat untuk disentri. Infus darurat bayam merah dengan konsentrasi 30

persen yang diberikan secara bertahap dapat meningkatkan kadar zat besi, hemoglobin, serum dan hematokrit pada penderita anemia (Pebrianti et al., 2015).

Bayam memiliki rentang tumbuh yang relatif singkat dengan masa akhir panen sekitar tiga sampai empat minggu, sehingga memudahkan sebab optimal budidayanya yang pendek (Nirmalayanti et al., 2017). Bayam merah memiliki jenis akar dengan cabang-cabang akar yang berbentuk panjang atau tunggang yang menyebar ke segala arah. Perbanyak tanaman bayam biasanya dilakukan dengan generatif melalui benih. Benih bayam berbentuk bulat, berukuran kecil dan berwarna coklat tua mengilap hingga hitam pekat. Bunganya berukuran mini, banyak, terdiri dari 4-5 helai daun bunga, 1-5 benang sari, serta 2-3 bakal buah. Hasil panen bayam merah dapat optimal jika ditanam di lahan yang terdapat kandungan bahan organik tinggi, tersedia banyak unsur hara nitrogen, memiliki tingkat kelembapan yang baik, dan kadar tanah berkisar antara 6 hingga 7 Ph (Pebrianti et al., 2015).

2.5 Nutrisi AB mix

Kandungan AB mix terdapat enam belas kandungan hara esensial yang diperlukan oleh tanaman, meliputi unsur hara makro seperti nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, dan sulfur, serta unsur hara mikro seperti besi, mangan, boron, tembaga, seng, molibdenum, klor, silikon, natrium, dan kobalt. Penggunaan nutrisi AB mix dalam budidaya hidroponik sawi hijau telah terbukti menghasilkan pertumbuhan yang optimal. Setiap unsur hara tersebut memiliki fungsi penting dalam mendukung proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Subeni, 2018).

Nitrogen berfungsi dalam pertumbuhan daun serta pembentukan batang dan cabang. Fosfor berfungsi untuk mendorong pemanjangan akar dan mempercepat perkembangan tanaman. Kalium membantu penyerapan hasil fotosintesis dan memperkuat struktur tanaman. Kalsium berperan dalam percepatan pertumbuhan akar dan batang serta memudahkan penyerapan kalium. Magnesium berkontribusi dalam proses pembentukan klorofil, sementara sulfur mendukung kinerja fosfor. Mangan berfungsi sebagai katalisator dalam pembentukan klorofil. Boron berfungsi dalam proses pembelahan sel meristem,

pengembangan jaringan, dan bertindak sebagai aktivator enzim. Magnesium memiliki peran penting terhadap klorofil, pelaksanaan fotosintesis, serta sintesis enzim. Tembaga turut membantu dalam meningkatkan respons pertumbuhan tanaman. Unsur mikro seperti besi berkontribusi dalam proses respirasi tumbuhan dan pembentukan daun hijau. Unsur-unsur yang mempengaruhi pembentukan klorofil meliputi nitrogen, fosfor, dan magnesium. Magnesium diserap tanaman dalam bentuk ion Mg^{2+} , dan kekurangannya dapat menyebabkan klorosis serta kerontokan daun. Gejala serupa juga dapat muncul akibat kekurangan nitrogen dan fosfor. Fosfor berperan penting dalam pemindahan dan penyimpanan energi, menjaga stabilitas membran, serta mendukung pembesaran dan pembelahan sel. Sementara itu, nitrogen merupakan unsur utama yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya. Senyawa nitrogen berperan penting dalam sintesis protein dan asam amino, yang banyak diperlukan untuk membantu pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara optimal (Rahmawati, 2018).

