

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR, DAN HIPOTESIS

2.1. Tinjauan pustaka

2.1.1. Tanaman pakcoy

Tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) adalah tanaman jenis sayur-sayuran yang termasuk keluarga Brassicaceae. Tanaman pakcoy berasal dari China dan telah dibudidayakan setelah abad ke-5 secara luas di China Selatan dan China Pusat serta Taiwan. Sayuran ini merupakan introduksi baru di Jepang dan masih sefamili dengan Chinese vegetable. Saat ini pakcoy dikembangkan secara luas di Filipina, Malaysia, Indonesia dan Thailand (Suhardiyanto dan Purnama, 2011).

a. Taksonomi

Suhardiyanto dan Purnama (2011), menyebutkan bahwa penggolongan tatanama (taksonomi) tanaman pakcoy diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Spermatophyta*
Kelas : *Dicotyledonae*
Ordo : *Rhoeadales*
Famili : *Brassicaceae*
Genus : *Brassica*
Spesies : *Brassica rapa* L.

b. Syarat tumbuh

Adapun syarat tumbuh tanaman pakcoy sebagai berikut:

1. Ketinggian tempat

Ketinggian Tempat yang sesuai dalam budidaya tanaman pakcoy yaitu berkisar antara 5 sampai 1.200 m diatas permukaan laut (dpl), namun tanaman pakcoy dapat tumbuh optimum diketinggian 100 sampai 500 m dpl. Semakin tinggi tempat penanaman pakcoy maka umur panen akan semakin lama. Dan semakin rendah tempat penanaman pakcoy maka umur panen akan lebih cepat (Cahyono,2003).

2. Suhu

Tanaman pakcoy pada umumnya banyak ditanam di dataran rendah pada suhu 15 sampai 30°C. Pertumbuhan pakcoy yang baik membutuhkan suhu udara yang berkisar antara 19°C sampai 21°C, pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh suhu udara dalam proses pembelahan sel-sel tanaman, perkecambahan, pertunasan, pembungaan, dan pemanjangan daun (Cahyono, 2003).

3. Kelembaban udara

Kelembaban udara yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman pakcoy berkisar antara 80% sampai 90%. Apabila lebih dari 90 % berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan tanaman. Kelembaban yang tidak sesuai dengan dikehendaki tanaman, menyebabkan stomata tertutup sehingga penyerapan CO₂ terganggu. Dengan demikian kadar gas CO₂ tidak dapat masuk kedalam daun, sehingga diperlukan tanaman untuk fotosintesis tidak memadai. Akhirnya proses fotosintesis tidak berjalan dengan baik sehingga semua proses pertumbuhan pada tanaman menurun (Cahyono, 2003).

4. Curah hujan

Tanaman pakcoy dapat ditanam sepanjang musim, curah hujan yang sesuai untuk budidaya tanaman pakcoy adalah 200 mm/bulan. Pakcoy membutuhkan air yang cukup untuk pertumbuhan, akan tetapi tanaman ini juga tidak senang pada air yang tergenang, hal ini dapat menyebabkan tanaman mudah busuk dan terserang hama dan penyakit (Cahyono, 2003).

5. Tanah

Tanah yang cocok untuk ditanami pakcoy adalah tanah yang subur, gembur dan banyak mengandung bahan organik, tidak tergenang, tata aerasi dalam tanah berjalan dengan baik. Derajat kemasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhannya adalah antara 6 sampai 7. Kemasaman tanah sangat berpengaruh terhadap ketersediaan hara didalam tanah, aktifitas kehidupan jasad renik tanah dan reaksi pupuk yang diberikan ke dalam tanah. Penambahan pupuk ke dalam tanah secara langsung akan mempengaruhi sifat kemasamannya, karena dapat menimbulkan reaksi masam, netral ataupun basa, yang secara langsung ataupun tidak dapat mempengaruhi ketersediaan hara makro atau hara mikro. Ketersediaan

unsur hara mikro lebih tinggi pada pH rendah, semakin tinggi pH tanah ketersediaan hara mikro semakin kecil (Cahyono, 2003).

c. Morfologi

Pakcoy memiliki sistem perakaran tunggang dengan cabang akar berbentuk bulat panjang yang menyebar ke semua arah pada kedalaman antara 30 sampai 50 cm (Setyaningrum dan Saporinto, 2011). Tanaman ini memiliki batang yang sangat pendek dan beruas-ruas, sehingga hampir tidak kelihatan. Batang ini berfungsi sebagai pembentuk dan penopang daun. Pakcoy memiliki daun yang halus, tidak berbulu dan tidak membentuk krop. Tangkai daunnya lebar dan kokoh, tulang daun dan daunnya mirip dengan sawi hijau, namun daunnya lebih tebal dibandingkan dengan sawi hijau (Haryanto dkk, 2007).

Struktur bunga tanaman sawi tersusun dalam tangkai bunga yang panjang dan bercabang banyak. Tiap kuntum bunga terdiri atas empat helai daun kelopak, empat helai daun mahkota, empat helai benang sari, dan satu buah putik yang berongga dua. Penyerbukan bunga tanaman ini dapat berlangsung dengan bantuan serangga maupun oleh manusia. Buah tanaman sawi termasuk tipe buah polong berbentuk memanjang dan berongga dengan biji berbentuk bulat kecil berwarna coklat kehitaman (Sunarjono, 2013).

2.1.2. Manfaat tanaman pakcoy

Menurut Perwitasari dkk (2012), menyatakan bahwa kandungan betakaroten pada pakcoy dapat mencegah penyakit katarak. Selain mengandung betakaroten yang tinggi, pakcoy juga mengandung banyak gizi diantaranya protein, lemak nabati, karbohidrat, serat, Ca, Mg, sodium, vitamin A, dan vitamin C.

Suhardianto dan Purnama (2011), menguraikan bahwa sebagai sayuran daun, pakcoy kaya akan sumber vitamin dan mineral. Pakcoy kaya akan sumber vitamin A sehingga berdaya guna dalam upaya mengatasi masalah kekurangan vitamin A atau penyakit rabun ayam (*xerophthalmia*). Kegunaan pakcoy dalam tubuh manusia antara lain dapat mendinginkan perut. Fahrudin (2009) menambahkan bahwa pakcoy dapat menghilangkan rasa gatal di tenggorokan pada penderita batuk, penyembuh penyakit kepala, bahan pembersih darah, memperbaiki fungsi ginjal, serta memperbaiki dan memperlancar pencernaan.

Pakcoy (*Brassica rapa* L.) merupakan jenis tanaman sayuran daun yang sangat penting di Indonesia, karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Pakcoy banyak diminati sebagai sayuran karena kandungan gizi yang tinggi dan rasanya yang enak. Kandungan gizi yang terkandung dalam 100 g pakcoy adalah :

Tabel 1. Kandungan gizi yang terkandung dalam 100 g pakcoy adalah

Kandungan gizi	
Protein	2,39 mg
Lemak	0,39 mg
Karbohidrat	4,09 mg
Kalsium	220 mg
Fosfor	38 mg
Besi dan Vitamin C	102 mg

Sumber : (Kam Nio Oey. 1992 *dalam* Alribowo, Sampoerno, dan Anom, 2016).

2.1.3. Hidroponik

Hidroponik berarti melakukan budidaya tanaman tanpa media tanah. Hidroponik, dalam bahasa Inggris disebut *hydroponic*, berasal dari bahasa Yunani, yaitu *hydro* (air) dan *ponos* (kerja). Hidroponik juga dikenal sebagai “*soilless culture*” atau budidaya tanaman tanpa tanah (Setyoadji, 2015).

Terdapat jenis sistem hidroponik, yaitu sistem hidroponik statis meliputi sistem rakit apung dan sistem sumbu (*Wicks System*), kemudian sistem hidroponik dinamis meliputi NFT (*Nutrient Film Technique*), drip sistem, aeroponik dan DFT (*Deep Flow Technique*) (Bachri, 2017).

Keuntungan dari hidroponik antara lain: (1) hasil tanaman lebih bagus dibandingkan tanaman secara konvensional (lebih renyah dan segar) atau kualitas dan kuantitas tanaman lebih terkontrol; (2) penggunaan larutan nutrisi oleh tanaman hemat dan efisien; (3) hama dan penyakit dapat diminimalisir; (4) kondisi lingkungan dapat diatur sesuai kebutuhan tanaman dan perlakuan lingkungan dapat dimodifikasi dengan tujuan memperbaiki kualitas tanaman (suhu, kelembaban, pH, intensitas cahaya, dan lain-lain); (5) tidak memerlukan banyak tenaga kerja dan kebersihan lebih terjamin; dan (6) lahan yang dibutuhkan sedikit dan nilai jual tanaman yang tinggi (Zulfitri, 2005).

a. Hidroponik sistem sumbu

Sistem sumbu (*wick system*) juga dikenal dengan istilah *capillary wick system* (CWS) yang merupakan suatu sistem pengairan dengan menggunakan prinsip kapilaritas (Lee dkk, 2010 dalam Lindawati, 2015). Sistem sumbu yaitu teknik hidroponik yang dikenal sebagai sistem pasif karena tidak ada bagian yang bergerak, kecuali air yang mengalir melalui saluran kapiler dari sumbu yang digunakan. Sistem sumbu memanfaatkan prinsip kapilaritas dimana larutan nutrisi diserap langsung oleh tanaman melalui sumbu (Lindawati, 2015).

Sistem ini merupakan sistem yang paling sederhana, akan tetapi memiliki kelemahan. Salah satu kelemahannya adalah apabila tanaman yang ditanam membutuhkan air dalam jumlah yang banyak, maka diperlukan daya kapilaritas yang besar untuk mengalirkan air (larutan nutrisi) ke akar tanaman tersebut. Pada sistem ini tidak terjadi resirkulasi larutan dikarenakan proses kapilarisasi hanya terjadi dari media larutan ke media tanam saja (Kurniawan, 2013). Kelebihan sistem ini adalah tidak memerlukan biaya investasi mahal, dapat memanfaatkan barang bekas, dan bahan yang digunakan mudah dicari (Lindawati, 2015).

b. Media tanam

Jenis media tanam yang digunakan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Media yang baik membuat unsur hara tetap tersedia, kelembaban terjamin dan drainase yang baik. Media yang digunakan harus dapat menyediakan air, zat hara dan oksigen serta tidak mengandung zat yang beracun bagi tanaman (Setyoadji, 2015).

Media tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah *rockwool*. *Rockwool* dibuat dengan melelehkan kombinasi batu dan pasir dan kemudian campuran diputar untuk membuat serat yang dibentuk menjadi berbagai bentuk dan ukuran. Bentuk bervariasi dari 1"x1"x1" dimulai dengan bentuk kubus hingga 3"x12"x36" lempengan, dengan berbagai ukuran lainnya. *Rockwool* media semai dan media tanam yang paling baik dan cocok untuk sayuran. *Rockwool* dapat menghindarkan dari kegagalan semai akibat bakteri dan cendawan penyebab layu fusarium (Halim, 2018).

c. Larutan nutrisi

Pada budidaya hidroponik, semua kebutuhan nutrisi diupayakan tersedia dalam jumlah yang tepat dan mudah diserap oleh tanaman. Larutan nutrisi diberikan melalui permukaan media tanam atau pada akar tanaman langsung. Terdapat 12 jenis bahan kimia yang biasa digunakan dan semuanya mengandung unsur makro dan unsur mikro. Unsur makro merupakan unsur yang banyak digunakan untuk pertumbuhan tanaman seperti N (nitrogen), P (fosfor), K (kalium), Ca (kalsium), S (sulfur) dan Mg (magnesium). Sedangkan unsur mikro merupakan unsur yang sedikit dibutuhkan tetapi keberadaanya diperlukan bagi tanaman seperti B (boron), Cu (tembaga), Fe (besi), Mn (mangan), Zn (seng), dan Mo (molibden) (Untung, 2004). Unsur makro berfungsi untuk menumbuhkan struktur vegetatif dan produksi, sedangkan unsur mikro berfungsi sebagai pelengkap esensial untuk rasa, kadar gula, tingkat kemanisan, warna, dan daya tahan tanaman terhadap gangguan penyakit (Tim Karya Tani Mandiri, 2010). Larutan nutrisi yang biasa digunakan yaitu nutrisi *AB Mix*, kandungan unsur hara yang terkandung dalam *AB Mix* Goodplant dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi unsur hara dalam *AB Mix*

Unsur Hara	Komposisi (%)
N-Total	20,700
Ca	14,500
K	24,800
Mg	5,100
S	8,900
P	5,100
Fe	0,100
Mn	0,050
Cu	0,050
B	0,030
Zn	0,020
Mo	0,001

Sumber: Goodplant (2019).

2.1.4. Limbah tahu

Pada umumnya dibagi menjadi 2 (dua) bentuk limbah, yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat pabrik pengolahan tahu berupa kotoran hasil pembersihan kedelai (batu, tanah, kulit kedelai, dan benda padat lain yang menempel pada kedelai) dan sisa saringan bubur kedelai yang disebut ampas tahu.

Limbah padat yang berupa kotoran berasal dari proses awal (pencucian) bahan baku kedelai dan umumnya limbah padat yang terjadi tidak begitu banyak (0,3% dari bahan baku kedelai). Sedangkan limbah padat yang berupa ampas tahu terjadi pada proses penyaringan bubur kedelai. Ampas tahu yang terbentuk besarnya berkisar antara 25% sampai dengan 35% dari produk tahu yang dihasilkan (Kaswinarni, 2007).

Limbah cair pada proses produksi tahu berasal dari proses perendaman, pencucian kedelai, pencucian peralatan proses produksi tahu, penyaringan dan pengepresan/pencetakan tahu. Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih (*whey*). Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan dapat segera terurai. Limbah ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menghasilkan bau busuk dan mencemari lingkungan (Kaswinarni, 2007).

a. Karakteristik limbah tahu

Secara umum karakteristik air buangan dapat digolongkan atas fisika, kimia dan biologi. Karakteristik buangan industri tahu meliputi dua hal, yaitu karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik fisika meliputi padatan total, padatan tersuspensi, suhu, warna, dan bau. Karakteristik kimia meliputi bahan organik, bahan anorganik dan gas (Herlambang, 2002).

Senyawa-senyawa organik di dalam air buangan tersebut dapat berupa protein, karbohidrat, lemak dan minyak. Diantara senyawa-senyawa tersebut, protein dan lemak adalah yang jumlahnya paling besar. Protein mencapai 40% sampai dengan 60%, karbohidrat 25% sampai dengan 50% dan lemak 10%. Air buangan tahu kualitasnya bergantung dari proses yang digunakan. Apabila air prosesnya baik, maka kandungan bahan organik pada air buangannya biasanya rendah. Komponen terbesar dari limbah cair tahu yaitu protein (N-total) sebesar 226,06 mg/L sampai dengan 434,78 mg/L, sehingga masuknya limbah cair tahu ke lingkungan perairan akan meningkatkan total nitrogen di perairan tersebut (Herlambang, 2002).

Gas-gas yang biasa ditemukan dalam limbah tahu adalah gas nitrogen (N_2), Oksigen (O_2), hidrogen sulfida (H_2S), amonia (NH_3), karbondioksida (CO_2) dan metana (CH_4). Gas-gas tersebut berasal dari dekomposisi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air buangan (Herlambang, 2002).

Tabel 3. Kandungan hara pada limbah tahu

Parameter	Limbah Tahu Padat	Limbah Tahu Cair
N (%)	1.24	0.27
P_2O_5 , (%)	5.54	2.85
K_2O (%)	1.34	0.29
Protein (%)	7.72	1.68

Sumber: Asmoro dkk (2008)

b. Dampak limbah industri tahu

Herlambang (2002), menuliskan bahwa dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran bahan organik limbah industri tahu adalah gangguan terhadap kehidupan biotik. Turunnya kualitas air perairan akibat meningkatnya kandungan bahan organik. Aktivitas organisme dapat memecah molekul organik yang kompleks menjadi molekul organik yang sederhana. Bahan anorganik seperti ion fosfat dan nitrat dapat dipakai sebagai makanan oleh tumbuhan yang melakukan fotosintesis. Selama proses metabolisme oksigen banyak dikonsumsi, sehingga apabila bahan organik dalam air sedikit, oksigen yang hilang dari air akan segera diganti oleh oksigen hasil proses fotosintesis dan oleh reaerasi dari udara. Sebaliknya jika konsentrasi beban organik terlalu tinggi, maka akan tercipta kondisi anaerobik yang menghasilkan produk dekomposisi berupa amonia, karbondioksida, asam asetat, hidrogen sulfida, dan metana. Senyawa-senyawa tersebut sangat toksik bagi sebagian besar hewan air, dan akan menimbulkan gangguan terhadap keindahan (gangguan estetika) yang berupa rasa tidak nyaman dan menimbulkan bau.

Limbah cair yang dihasilkan mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, akan mengalami perubahan fisika, kimia, dan hayati yang akan menimbulkan gangguan terhadap kesehatan karena menghasilkan zat beracun atau menciptakan media untuk tumbuhnya kuman penyakit atau kuman lainnya yang merugikan baik pada produk tahu sendiri ataupun tubuh manusia. Bila dibiarkan, air limbah akan berubah warnanya menjadi coklat kehitaman dan berbau busuk.

Bau busuk ini mengakibatkan sakit pernapasan. Apabila air limbah ini merembes ke dalam tanah yang dekat dengan sumur maka air sumur itu tidak dapat dimanfaatkan lagi. Apabila limbah ini dialirkan ke sungai maka akan mencemari sungai dan bila masih digunakan akan menimbulkan gangguan kesehatan yang berupa penyakit gatal, diare, kolera, radang usus dan penyakit lainnya, khususnya yang berkaitan dengan air yang kotor dan sanitasi lingkungan yang tidak baik (Herlambang, 2002).

2.1.5. Pupuk organik limbah cair tahu

Para pengusaha industri tahu sering membuang limbah ke badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu. Untuk mengatasi masalah ini, maka diperlukan suatu metode penanganan limbah yang tepat, terarah dan berkelanjutan. Salah satu metode yang dapat diaplikasikan adalah dengan cara mengolah limbah industri tahu sebagai pupuk cair organik, sehingga limbah cair tahu tidak hanya bersifat penanganan namun juga memiliki nilai yang bermanfaat (Aliyena, Napoleon dan Yodono, 2015).

Pupuk merupakan bahan yang mengandung sejumlah nutrisi yang diperlukan bagi tanaman. Pemupukan adalah upaya pemberian nutrisi kepada tanaman guna menunjang kelangsungan hidupnya. Pupuk dapat dibuat dari bahan organik ataupun anorganik. Pemberian pupuk perlu memperhatikan takaran yang diperlukan oleh tumbuhan, jangan sampai pupuk yang digunakan kurang atau melebihi takaran yang akhirnya akan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pupuk dapat diberikan lewat tanah ataupun disemprotkan ke daun. Sejak dulu sampai saat ini pupuk organik diketahui banyak dimanfaatkan sebagai pupuk dalam sistem usaha tani oleh para petani (Sutedjo, 2010).

Pupuk organik cair adalah jenis pupuk berbentuk cair tidak padat mudah sekali larut pada tanah dan membawa unsur-unsur penting untuk pertumbuhan tanaman. Pupuk organik cair mempunyai banyak kelebihan diantaranya, pupuk tersebut mengandung zat tertentu seperti mikroorganisme jarang terdapat dalam pupuk organik padat dalam bentuk kering (Syefani dan Lilia 2003).

Menurut Hadisuwito (2007), bahwa pupuk organik cair adalah larutan yang berasal dari hasil pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman,

lotoran hewan, dan manusia yang kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur. Kelebihan dari pupuk organik cair adalah secara cepat mengatasi defisiensi hara, tidak bermasalah dalam pencucian hara, dan mampu menyediakan hara yang cepat.

2.2. Kerangka Berpikir

Suatu kegiatan industri di bidang pertanian selain menghasilkan produk juga menghasilkan limbah yang dibuang dan tidak dimanfaatkan. Salah satu kegiatan industri di bidang pertanian yaitu, limbah industri tahu. Air limbah yang dihasilkan dalam industri tahu dapat menyebabkan pencemaran karena meningkatnya kandungan bahan organik (eutrofikasi). Bahan organik yang ada dalam limbah industri tahu mengandung unsur hara yang dibutuhkan dalam tanaman antara lain N, P₂O₅, dan K₂O (Asmoro dkk, 2008).

Budidaya secara hidroponik membutuhkan sumber larutan nutrisi yaitu nutrisi berupa air. Pemanfaatan limbah industri tahu sebagai bahan dasar pupuk organik cair dapat digunakan sebagai nutrisi tanaman sistem hidroponik. Manfaat dari pupuk organik yaitu mengurangi penggunaan pupuk kimia (*AB Mix*).

Permasalahan dalam budidaya hidroponik yaitu penggunaan pupuk kimia *AB Mix* yang dijual relatif mahal dan masih sulit didapat. Penggunaan pupuk organik cair berbahan dasar limbah tahu diharapkan sebagai nutrisi tanaman pengganti sistem hidroponik sumbu.

Berdasarkan hasil penelitian Aliyena dkk (2015), bahwa pemanfaatan limbah industri tahu dapat digunakan sebagai pupuk organik cair untuk tanaman kangkung darat. Pemberian konsentrasi pupuk organik cair sebesar 7,5%, 10%, 12,5%, dan 15% berpengaruh terhadap berat basah tanaman kangkung darat yaitu 10,89 g, 16,32 g, 23,46 g dan 37,61 g dan berat kering tanaman kangkung darat yaitu 2,59 g, 3,28 g, 4,11 g, 5,31 g dan 9,60 g.

Berdasarkan hasil penelitian Zulfa (2019), menyebutkan bahwa pemanfaatan limbah cair tahu dapat digunakan sebagai sumber nutrisi hidroponik rakit apung untuk tanaman bayam merah. Perlakuan tertinggi pemberian fermentasi limbah cair tahu terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah adalah 60% sama dengan perlakuan pemberian *AB Mix*.

2.3. Hipotesis

Berdasarkan uraian kerangka pemikiran, diperoleh hipotesis sebagai berikut:

- a. Pupuk organik limbah cair tahu berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy yang ditanam secara hidroponik sumbu.
- b. Diketahui konsentrasi pupuk organik limbah cair tahu yang berpengaruh paling baik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy yang ditanam secara hidroponik sumbu.