

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Limbah

1. Pengertian Limbah

Limbah adalah barang-barang yang sudah tidak terpakai dan bisa merugikan Masyarakat jika tidak ditangani dengan benar. Air limbah dari industri maupun rumah tangga, jika tidak diolah dengan baik, bisa menyebabkan masalah Kesehatan. Menurut (World Health Organization (WHO), n.d.) limbah adalah sesuatu yang tidak berguna, tidak digunakan, tidak disukai, atau hasil dari aktivitas manusia yang terjadi secara alami.

Sedangkan menurut Undang-Undang Republik Indonesia No.32 Tahun 2019, limbah adalah sisa dari suatu kegiatan atau usaha. Limbah bisa berupa barang bekas, sisa kotoran hewan, tanaman atau sayuran. Jika jumlah limbah melebihi batas yang bisa ditoleransi oleh lingkungan, keseimbangan lingkungan bisa terganggu. Jika konsentrasi dan jumlah limbah terlalu tinggi, bisa berdampak negative pada lingkungan dan Kesehatan manusia, sehingga perlu penanganan yang tepat. Tingkat bahaya limbah tergantung pada jenis dan sifatnya.

2. Penggolongan Limbah

Limbah cair bisa dikategorikan berdasarkan dari mana asalnya. Berikut adalah pengelompokan limbah berdasarkan sumber atau asalnya (Manalu et al., 2023) :

a. Limbah Rumah Tangga

Sampah domestik (domestik waste) meliputi semua sampah yang berasal dari kamar mandi, toilet, dapur, tempat laundry, apotek, rumah sakit, dan lain-lain. Umumnya limbah tersebut terdiri dari bahan organik padat dan cair, seperti bahan berbahaya dan beracun (B3), garam terlarut, lemak, dan bakteri.

b. Limbah Industri

Limbah industri merupakan hasil dari kegiatan produksi dipabrik yang sifat dan komposisinya sangat bervariasi tergantung jenis industrinya. Misalnya, limbah cair dari pabrik kimia mungkin mengandung bahan kimia berbahaya, sementara limbah cair dari pabrik makanan biasanya mengandung limbah organik. Limbah organik ini sebenarnya bisa dimanfaatkan kembali untuk menghindari pencemaran lingkungan. Salah satu cara adalah mengolahnya menjadi bahan baku untuk pembuatan pupuk organik cair.

B. Limbah Tahu

1. Pengertian Limbah Tahu

Limbah tahu merupakan produk sampingan dari proses pembuatan tahu, yang terbuat dari biji kedelai. Tahu sudah lama dikenal oleh Masyarakat karena harganya yang terjangkau dan mudah didapat. Kedelai, bahan utama pembuatan tahu, kaya akan protein, kalori, vitamin B dan mineral. Tahu dibuat dari endapan protein yang dihasilkan dari sari kedelai panas dengan bantuan bahan penggumpal. Selama

proses pengendapan, tidak semua protein terendap. Sisa protein yang tidak menggumpal akan larut dalam air dan menjadi bagian dari limbah cair tahu (Yansari, 2021)

2. Penggolongan Limbah Tahu

Limbah tahu dibedakan menjadi dua jenis yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat dihasilkan selama penyaringan, dan limbah cair dihasilkan selama perendaman, pencucian, koagulasi, dan pembentukan. Air limbah produksi tahu seringkali mengandung komponen organik yang mudah membusuk dan mengeluarkan bau yang tidak sedap. Limbah ini tidak hanya mencemari air tetapi juga dapat mencemari udara di sekitar pabrik (Rasmito et al., 2019).

3. Kandungan Limbah Cair Tahu

Sisa tahu cair adalah sisa uap air dari potongan tahu yang dihasilkan selama pembuatan tahu. Limbah ini kaya akan bahan organik sehingga cocok dijadikan pupuk organik. Remah tahu mengandung zat seperti protein, kalori, lemak, dan karbohidrat. Bahan organik tersebut didaur ulang oleh mikroorganisme dan menjadi unsur hara yang potensial untuk menunjang pertumbuhan tanaman (Mulyaningsih et al., 2013).

Limbah tahu mengandung komponen organik yang mempengaruhi kebutuhan oksigen biokimia (BOD) dan kebutuhan oksigen kimia (COD). Selain itu, limbah pabrik tahu juga mengeluarkan gas-gas seperti oksigen (O_2), hydrogen

sulfida (H₂S), karbon dioksida (CO₂), dan amonia (NH₃). Jika konsentrasi gas-gas tersebut melebihi standar yang ditetapkan, maka dapat mencemari lingkungan.

Limbah tahu mengandung 1,24% nitrogen, 5,54% fosfor, 1,34% kalium dan 5,803% karbon organik yang merupakan unsur hara penting bagi tanaman. Komposisi organik limbah cair tahu adalah 40-60% protein, 25-50% karbohidrat, dan 10% lemak. Semua zat organik tersebut dapat mempengaruhi konsentrasi fosfor, nitrogen, dan sulfur dalam air (Marian et al., 2019)

4. Dampak Limbah Cair Tahu Bagi Lingkungan

(Amalia et al., 2022a) mengatakan bahwa limbah cair tahu yang mengandung berbagai jenis bahan organik dapat mendorong pertumbuhan mikroorganisme di dalam air. Cairan ampas tahu setelah diolah mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

1. Cairan ampas tahu mengandung bahan organik yang dapat larut dan rusak jika dibiarkan beberapa hari.
2. Suhu rata-rata cairan limbah tahu adalah 40-60°C, lebih tinggi dari suhu lingkungan.
3. Cairan ampas tahu bersifat asam akibat proses koagulasi sari kedelai yang bersifat asam, sehingga dapat membunuh mikroorganisme dan menurunkan jumlah oksigen terlarut dalam air.

5. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Menjadi Pupuk Organik Cair

Menurut (Nurman et al.2017), limbah cair tahu mengandung zat organik yaitu karbohidrat 0,1%, protein 0,42%, lemak 0,13%, fosfor 4,55%, fosfor 1,74%, dan air 98,8%. Ketika protein dipecah oleh mikroorganisme tanah, senyawa

nitrogen dilepaskan dan diserap oleh akar tanaman. Pemberian pakan sisa tahu cair dengan konsentrasi 50% memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan cabai. Selain itu, berdasarkan penelitian (Mardhiana et al., 2021) menunjukkan bahwa limbah cair tahu yang digunakan sebagai pupuk cair dapat meningkatkan jumlah tongkol, berat tongkol, berat basah, dan berat kering serta tinggi tanaman jagung.

Menurut (Nurman et al., 2017), limbah cair tahu mengandung zat organik yaitu karbohidrat 0,1%, protein 0,42%, lemak 0,13%, fosfor 4,55%, fosfor 1,74%, dan air 98,8%. Ketika protein dipecah oleh mikroorganisme tanah, senyawa nitrogen dilepaskan dan diserap oleh akar tanaman. Pemberian pakan sisa tahu cair dengan konsentrasi 50% memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan cabai.

Menggunakan pupuk hayati untuk suplai unsur hara tanaman adalah alternatif yang baik untuk mengurangi pemakaian pupuk anorganik. Dengan mengurangi dosis pupuk anorganik, risiko pencemaran lingkungan bisa diminimalkan. Selain itu, pupuk organik cair yang terbuat dari limbah cair tahu dapat membantu mengatasi masalah pencemaran yang disebabkan oleh pembuangan limbah cair tahu ke sungai atau badan air.

C. Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair merupakan hasil penguraian bahan organik seperti sisa tanaman, kotoran hewan dan manusia, serta mengandung banyak unsur hara dalam bentuk terlarut. Keunggulan utama pupuk organik ini adalah kemampuannya dalam mengatasi kekurangan unsur hara dengan cepat dan menyediakan unsur hara dengan cepat. Dibandingkan dengan pupuk organik, pupuk organik cair umumnya tidak menimbulkan efek negatif terhadap tanah atau tanaman bila sering digunakan. Selain itu, pupuk ini mengandung zat pengikat yang membuat larutan pupuk langsung tersedia bagi tanaman setelah diaplikasikan ke permukaan tanah (Rasmito et al., 2019).

Pupuk organik cair pada dasarnya bersifat alami dan dapat diserap seluruhnya oleh tanaman tanpa ada kendala sehingga tidak menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan tanaman. Pupuk organik cair, yang disebut pupuk daun cair, sering diaplikasikan melalui daun dan mengandung unsur hara makro penting seperti N, P, K, S, Ca, Mg, B, Mo, Cu, Fe, Mn, serta bahan organik dan unsur hara mikr. Manfaat pupuk organik cair antara lain mendorong dan meningkatkan pembentukan klorofil pada daun dan pembentukan bintil pada tanaman polong-polongan, yang pada akhirnya meningkatkan kapasitas fotosintesis tanaman dan kemampuannya dalam menyerap nitrogen dari udara (Hanisar & Bahrum, 2021).

Pertumbuhan tanaman tidak hanya dikontrol oleh factor internal, tetapi juga dipengaruhi oleh factor eksternal. Salah satu factor eksternal tersebut adalah unsur hara

esensial, yaitu unsur-unsur yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Jika unsur-unsur ini tidak tersedia, tanaman akan menunjukkan gejala kekurangan dan pertumbuhannya akan terganggu.

Tanaman membutuhkan unsur hara makro dalam jumlah lebih tinggi (0,5-3% serat tumbuhan). Sebaliknya, unsur hara mikro dibutuhkan dalam jumlah yang lebih kecil, hanya beberapa ppm berat kering. Unsur hara makro meliputi N, P, K, C, H, O, S, Ca, dan unsur hara mikro meliputi Fe, B, Mn, Cu, Zn, Mo, dan Cl. Dari 105 unsur yang terdapat di permukaan bumi, tanaman hanya membutuhkan 16 unsur untuk tumbuh dan berproduksi. Dari 16 unsur tersebut, unsur yang dibutuhkan dalam jumlah banyak adalah N, P, dan K. (Yansari, 2021)

D. Tanaman Pakcoy

1. Pengertian

Pakcoy merupakan salah satu jenis sayuran yang termasuk dalam keluarga cruciferous. Pakcoy masih merupakan kerabat dekat sawi, sehingga pakcoy dan sawi termasuk dalam genus yang sama, namun varietasnya berbeda. Tanaman pakcoy berasal dari Tiongkok dan dibudidayakan secara luas di Tiongkok selatan dan tengah serta Taiwan sejak abad ke-5. Saat ini Pakcoy banyak dikonsumsi di Filipina, Malaysia, Thailand, dan Indonesia (Risdayani dkk., 2019)



Gambar 1. Brassica rapa L

Sumber: <https://pondoktani.com/akuaponik-pokcoy/>

2. Klasifikasi Tanaman Pakcoy

Menurut (Suhardiyanto & Purnama, 2011) tanaman pakcoy dalam sistematik tumbuhan mempunyai klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom: Plantae

Divisi: Spermatophyta

Kelas: Dicotyledonae

Ordo: Rhoadales

Famili: Brassicaceae

Genus: Brassica

Species: Brassica rapa L.

3. Kandungan Gizi Pada Tanaman Pakcoy

Tanaman pakcoy mengandung berbagai nutrisi yang bermanfaat bagi tubuh, salah satunya adalah beta-karoten yang membantu mencegah penyakit katarak. Selain betakaroten, bok choy juga kaya akan nutrisi seperti protein, natrium,

vitamin A, dan vitamin C. Tanaman ini mengandung kalori, protein, lemak, karbohidrat, serat, kalsium, fosfor, dan zat besi, serta vitamin A, B, C, E, dan magnesium. (Risdayani dkk., 2019)

4. Waktu Panen Tanaman Pakcoy

Pakcoy merupakan tanaman semusim yang hanya dapat dipanen satu kali. Pakcoy dapat dipanen pada umur 40-60 hari (ditanam dari benih) dan 25-30 hari (ditanam dari bibit) (Berutu, 2020).

5. Ukuran Tanaman Pakcoy yang Siap Panen

Ukuran lebar daun, jumlah daun dan tinggi tanaman tanaman pakcoy efektif untuk dipanen dapat berbeda-beda yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kondisi lingkungan, teknologi budaya dan varietas tanaman. Berikut adalah beberapa indikator yang digunakan untuk menentukan kematangan tanaman pakcoy untuk dipanen.

a. Lebar Daun

Lebar daun tanaman pakcoy yang efektif untuk dipanen biasanya berada dalam rentang 5-10 cm. Lebar daun yang lebih besar dapat menunjukkan bahwa tanaman telah mencapai kematangan yang lebih tinggi dan siap untuk dipanen.

b. Jumlah Daun

Jumlah daun tanaman pakcoy yang efektif untuk dipanen dapat bervariasi tergantung pada varietas tanaman. Namun, umumnya tanaman pakcoy yang memiliki jumlah daun lebih dari 8-12 helai dianggap siap untuk dipanen.

c. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman pakcoy yang efektif untuk dipanen biasanya berada dalam rentang 17-20 cm. Tinggi tanaman yang lebih tinggi dapat menunjukkan bahwa tanaman telah mencapai kematangan yang lebih tinggi dan siap untuk dipanen (Rahmawati, 2020)

6. Persemaian Tanaman Pakcoy

Sebelum melakukan persemaian terlebih dahulu dilakukan seleksi benih, dengan cara merendam benih pakcoy didalam air hangat selama semalaman. Benih yang akan disemai adalah benih dengan ciri-ciri seperti benih tenggelam didalam air dan tidak mengapung. Benih pakcoy disemai menggunakan *rockwool* (media tanam hidroponik) yang berukuran 2 cm dan setiap *rockwool* (media tanam hidroponik) terdiri dari 1 benih pakcoy, kemudian media semai disiram air sampai lembab.

7. Penanaman Pakcoy

Bibit tanaman pakcoy yang sudah disemai, dipindahkan ke dalam netpot (pot hidroponik) setelah berumur 7 hari, dengan kriteria telah memiliki 4 helai daun dan tinggi 10 cm, terlihat segar dan daun-daunnya tidak rusak. Penanaman dilakukan dengan memindahkan bibit pakcoy dari *rockwool* (media tanam hidroponik) kedalam netpot dan dimasukkan kedalam bak hidroponik.

E. Aktifator EM4

1. Pengertian

EM4 merupakan campuran mikroorganisme bermanfaat yang terdiri dari 5 kelompok, 10 jenis 80 spesies, yang tumbuh menjadi 125 spesies setelah penyebaran daratan. EM4 berbentuk larutan berwarna coklat dengan pH 3,5 hingga 4,0 dan mengandung mikroorganisme aerob dan anaerob. Meski berbeda, mikroorganisme di dalam tanah ini mempunyai efek ganda dalam meningkatkan mikrobiota tanah. Zat terlarut seperti asam amino, gula, dan alkohol diserap langsung melalui akar tanaman. (Fuadi dkk., 2022)

2. Kandungan EM4

EM4 meliputi bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, actinomycetes, ragi, dan bakteri fermentasi. Bakteri fotosintetik menghasilkan zat bermanfaat seperti asam amino, asam nukleat, dan zat aktif fisiologis dari gas berbahaya, dan mengikat nitrogen di udara. Bakteri asam laktat memfermentasi zat organik untuk menghasilkan asam laktat, mendorong penguraian zat organik seperti lignin dan selulosa, dan menggunakan asam laktat yang dihasilkan untuk menekan bakteri

patogen. Actinobacteria menghasilkan zat antibakteri dari asam amino yang dihasilkan oleh bakteri fotosintetik. Di sisi lain, ragi menghasilkan antibiotik, enzim dan hormon, dan sekresi ragi berfungsi sebagai substrat untuk actinomycetes dan bakteri asam laktat, yang merupakan mikroorganisme yang efektif.

Menurut (Meriatna et al., 2018) cendawan fermentasi mampu mengurai bahan organik secara cepat yang menghasilkan alkohol ester anti mikroba, menghilangkan bau busuk, mencegah serangga dan ulat merugikan dengan menghilangkan pakan. Di pasar umum inokulum yang banyak di jumpai adalah dengan merek dagang EM-4 yang terdiri dari campuran mikroorganisme antara lain *Lactobacillus* sp, bakteri fosfat, streptomyces, ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) dan unsur esensial lainnya yang dibutuhkan tanaman.

Kandungan mikroorganisme utama dalam EM-4 yaitu:

- 1) Bakteri Fotosintetik (*Rhodopseudomonas* sp.)
- 2) Bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp.)
- 3) Ragi / Yeast (*Saccharomyces* sp)
- 4) *Actinomycetes*
- 5) Jamur Fermentasi (*Aspergillus* dan *Penicilium*)

F. Gula Sabu

Gula Sabu ini berasal dari daerah yang dijuluki Negeri Sejuta Lontar yaitu Kabupaten Sabu Raijua, Nusa Tenggara Timur. Gula Sabu Raijua atau dalam bahasa

setempat disebut Donahu Hawu merupakan hasil alam yang berasal dari sari pohon lontar atau disebut Nira. Nira ini diperoleh dengan melakukan penyulingan langsung dari pucuk pohon lontar. Dalam proses pengolahannya, nira ini akan dimasak dalam waktu yang lama dan hasilnya akan berwarna kecoklatan. Hal yang khas dari Gula Sabu Raijua ini adalah gula ini tidak mengandung campuran zat kimia sehingga masih memiliki kandungan vitamin yang baik untuk dikonsumsi. Selain menguntungkan dari sisi kesehatan, rasa Gula Sabu Raijua ini pun enak dan khas sehingga banyak masyarakat sekitar yang suka mengkonsumsinya untuk sehari-hari.

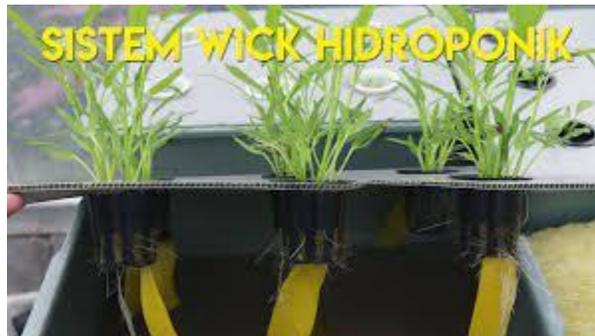
Fungsi larutan gula sabu dalam proses fermentasi adalah sebagai sumber karbo bagi pertumbuhan. Larutan gula sabu juga mengandung molase. Molase juga dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk ditambahkan ke tanah atau sebagai agen ragi untuk pengomposan. Penggunaan molase yang tepat pada tanaman bermanfaat sebagai sumber energi dan sebagai media fermentasi mikroba dalam tanah. Menurut Bata & Hidayat, (2010) molase mengandung belerang, besi, kalium dan elemen jejak. Kondisi ini menyebabkan tidak hanya komponen gula yang membuat molase bermanfaat, tetapi juga mineral lainnya.

G. Sistem Wick Hidroponik

1. Pengertian

Hidroponik adalah metode bercocok tanam tanpa menggunakan tanah, melainkan dengan memanfaatkan larutan mineral bernutrisi atau bahan lain yang mengandung unsur hara seperti sabut kelapa, serat mineral, pasir, pecahan batu

bata, serbuk kayu dan lainnya sebagai pengganti tanah. Salah satu sistem hidroponik yang sering digunakan adalah sistem apung atau Wick Sistem, yang mengandalkan prinsip kapilaritas air dengan menggunakan kain sebagai perantara.(Kurnia, 2018)



Gambar 2. Sistem hidroponik

Sumber: Ilmu kebun.com

2. Proses Wick Hidroponik

Meningkatnya pertumbuhan penduduk berarti semakin sedikit atau terbatasnya lahan pertanian. Salah satu solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan penggunaan metode budidaya vertikal di bidang pertanian. Salah satu teknik menanam bok choy secara vertikal adalah hidroponik. Hidroponik merupakan salah satu metode budidaya yang menggunakan air sebagai media budidayanya tanpa menggunakan tanah. Keuntungan hidroponik antara lain konservasi lahan, waktu panen lebih singkat, kemudahan perawatan, dan kemandirian musim. Sistem hidroponik menggunakan air sebagai media untuk menyediakan nutrisi yang dibutuhkan tanaman. Larutan nutrisi yang digunakan

harus benar dari segi komposisi dan suhu. Nutrisi ini dibagi menjadi dua jenis: unsur makro dan unsur mikro.

Saat menanam tanaman secara hidroponik, Anda dapat menggunakan berbagai sistem, termasuk sistem tanam vertikal dan sistem sumbu. Sistem veteriner adalah sistem hidroponik yang ditempatkan secara vertikal dengan irigasi NFT. Sistem irigasi NFT adalah metode yang dilakukan di rumah kaca dan mencakup metode budidaya hidroponik sederhana yang menyediakan aliran air, oksigen, dan nutrisi secara terus menerus. Tanaman yang digunakan disangga sedemikian rupa sehingga tanaman bersentuhan dengan unsur hara yang digunakan.

Sebaliknya, sistem terapung atau wicking adalah sistem hidroponik yang didasarkan pada aksi kapiler air yang dimediasi oleh zat. Kelebihan sistem wick adalah tidak memerlukan perawatan khusus, mudah dirakit, portabel, murah, dan cocok untuk area terbatas. Sistem ini tidak hanya mempunyai kelebihan tetapi juga kelemahan. Hal tersebut adalah hasil panen yang relatif rendah, spesies tanaman yang terbatas, dan penyimpanan unsur hara yang mudah.