

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kebutuhan Hara Tanaman

Allah berfirman dalam surat al-A'raaf ayat 58:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ تَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۗ وَالَّذِي خَبُثَ لَا تَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا ۚ كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ  
لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ﴿٥٨﴾

Artinya: “Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah, dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur (Q.S al-A'raaf.58)”.

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah menciptakan beberapa macam tanah diantaranya yaitu tanah yang subur yaitu tanah yang dapat digunakan sebagai media tanam. Dijelaskan bahwa pertumbuhan tanaman sangat ditentukan oleh struktur dan tekstur tanah, unsur hara tanah yang tersedia dalam keadaan optimum dan seimbang (Hayati, 2012).

Tanah jarang sekali mempunyai kemampuan yang cukup untuk menyediakan semua elemen esensial sepanjang waktu sesuai dengan kuantitas yang cukup bagi tanaman untuk dapat berproduksi dengan baik. Kesuburan tanah adalah suatu kemampuan tanah untuk menyediakan hara dalam tanah dengan jumlah yang cukup dan seimbang. Suatu tanaman akan tumbuh dengan subur apabila unsur hara yang dibutuhkannya tersedia dengan cukup. Unsur hara akan tersedia melalui pelapukan dan pembusukan bahan organik atau melalui perombakan (Lakitan, 1993).

Tanaman memerlukan berbagai macam unsur, tetapi yang paling banyak adalah karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), dan nitrogen (N). Karbon, hidrogen, dan oksigen merupakan hasil asimilasi atau fotosintesis yang tertinggal di dalam tumbuhan dan merupakan senyawa organik. Unsur-unsur lain yang terdapat di dalam tubuh tumbuhan jumlahnya sangat kecil, jika tumbuhan tersebut dibakar maka akan menjadi abu, sedangkan senyawa organik akan hilang dalam bentuk gas. Unsur-unsur kimia yang diperlukan tumbuhan diperoleh dari 2 macam sumber, yaitu dari atmosfer dan dari dalam tanah yang diserap oleh akar (Nugroho, 2005 dalam Akhda, 2009).

Unsur hara yang merupakan zat makanan untuk tanaman dibagi dalam dua golongan, yaitu (Lakitan, 1993):

- a. Unsur hara makro, yang terdiri dari : zat arang, oksigen (O), hydrogen (H), fosfat (P), kalium (K), kapur, magnesium (Mg) dan belerang.
- b. Unsur hara mikro yang terdiri dari : zat borium, khlor, kuningan, besi (Fe), mangan (Mn), molybden, dan seng (Zn). Yang kadang-kadang masih diperlukan juga silium (Si), natrium (Na), dan kobalt (Co).

## **2.2 Limbah Cair Tahu**

### **2.2.1 Pengertian Limbah Cair Tahu**

Air limbah merupakan hasil samping dari suatu lingkungan masyarakat dan terutama terdiri dari air yang telah digunakan dan 0,1% darinya berupa adalah zat organik dan zat anorganik (Sugiharto, 1987). Limbah cair tahu merupakan hasil

samping yang dihasilkan dalam proses pembuatan tahu yang diambil dari saluran pembuangan limbah.

### 2.2.2 Sumber Limbah Tahu

Sugiharto (1987) menyatakan bahwa limbah digolongkan berdasarkan sumber asalnya, yaitu:

a. Limbah Rumah Tangga

Yaitu limbah yang sumber utamanya adalah limbah perumahan, limbah daerah perdagangan, daerah kelembagaan dan daerah rekreasi.

b. Limbah Industri

Yaitu limbah yang berasal dari industri. Jumlah limbah bergantung pada besar kecilnya industri, derajat penggunaan air dan derajat pengolahan limbah.

c. Limbah Rembesan dan Tambahan

Apabila turun hujan di suatu daerah, maka air yang turun akan masuk ke dalam saluran air hujan. Jika saluran ini tidak mampu menampungnya maka limpahan air hujan akan bergabung dengan air limbah. Selain itu dapat pula air merembes ke dalam tanah, apabila permukaan tanah bertemu saluran limbah maka akan ada penyusupan air hujan ke air limbah.

Tahu adalah endapan protein dari sari kedelai yang menggunakan bahan penggumpal (Fitriyah, 2011). Penggumpalan tahu dilakukan dengan penambahan cairan garam kalsium, misalnya kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ) dan asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )

(Indahwati, 2008). Limbah cair tahu berasal dari proses pencucian dan perendaman kedelai, serta dari proses pengepresan dan pencetakan tahu. Selain itu juga dari sisa larutan proses pencucian peralatan (Fadilla, 2010).

Kedelai mengalami beberapa perlakuan, pertama kedelai dicuci bersih kemudian direndam selama 1 jam. Kemudian kedelai direbus sampai matang untuk mempermudah pemisahan kulitnya. Dari proses ini dihasilkan limbah ampas tahu. Proses selanjutnya yaitu penggilingan dan pemanasan sehingga dihasilkan bubur kedelai. Dari proses ini dihasilkan banyak limbah cair tahu yang masih mengandung bahan organik. Tahap terakhir yaitu pengepresan dan pengirisan sehingga terbentuk tahu (Nurdiani, 1999 dalam Indahwati, 2008).



Gambar 2. Proses Pembuatan Tahu

Tiap tahapan dalam proses pembuatan tahu umumnya menggunakan air sebagai bahan pembantu dalam jumlah relatif banyak. Untuk 1 kg bahan baku kedelai dibutuhkan rata-rata 45 liter air dan akan dihasilkan limbah cair berupa *whey* tahu rata-rata 43,4 liter (Pohan, 2008). Selama proses pembuatan tahu diperlukan air dalam jumlah yang cukup banyak. Jumlah air yang diperlukan berkisar antara 10 – 30 kali berat kering kedelai yang diolah dan hanya sedikit yang terikut dalam produk. Dengan demikian air limbah yang dihasilkan dari industri tahu relatif banyak (Hendra, 1997 dalam Desiana, 2013).



Gambar 3. Limbah Cair Tahu

Limbah cair yang dihasilkan pada proses pencucian kedelai maupun peralatan proses produksi belum mempunyai kadar asam yang tinggi sehingga masih aman untuk dibuang ke lingkungan. Tetapi pada proses penggumpalan, pencetakan dan pengepresan limbah cair yang dibuang mempunyai karakteristik COD, BOD, suhu, pH dan *Total Padatan Tersuspensi* (TSS) yang cukup tinggi, ini disebabkan karena airnya sudah mengandung kadar asam serta berbau tidak sedap (Kasmiwarni, 2007).

Ekstraksi protein kedelai dengan air panas, akan menyebabkan 79 – 83 % kandungan protein terekstraksi. Dari protein yang terekstraksi tersebut, pada waktu

pengendapan tidak semuanya ikut mengendap. Sehingga sisa protein yang tidak menggumpal terdapat dalam limbah cair tahu (Nuraida, 1993 dalam Indahwati, 2008).

### 2.2.3 Komposisi Limbah Cair Tahu

Sarwono (2004) dalam Desiana (2013) menyatakan sifat limbah cair dari pengolahan tahu antara lain sebagai berikut:

1. Limbah cair mengandung zat-zat organik terlarut yang cenderung membusuk jika dibiarkan tergenang sampai beberapa hari di tempat terbuka.
2. Suhu air tahu rata-rata berkisar antara 40 – 60°C suhu ini lebih tinggi dibandingkan suhu rata-rata air lingkungan. Pembuangan secara langsung tanpa proses, dapat membahayakan kelestarian lingkungan hidup
3. Air limbah tahu bersifat asam karena proses penggumpalan sari kedelai membutuhkan bahan penolong yang bersifat asam. Keasaman limbah dapat membunuh mikroba

Limbah cair tahu mengandung bahan-bahan organik berupa protein 60%, karbohidrat 25% - 50%, dan lemak 10% dan dapat segera terurai dalam lingkungan menjadi senyawa-senyawa turunan yang dapat mencemari lingkungan (Pohan, 2008). Menurut Kangsadyaputra (1986) dalam Indahwati (2008), nilai gizi dalam 1 liter limbah cair tahu adalah protein 7, 1253 mg, pati 7 mg, Ca 0, 2247 mg, Fe 0, 0024 mg, Na 1, 3535 mg, K 0, 5945 mg, dan Vitamin B1 0, 20 mg. Sedangkan hasil analisa sampel limbah cair tahu yang dilakukan oleh Indahwati (2008) yaitu:

Parameter – satuan	Hasil	
	Ulangan I	Ulangan I
Total Nitrogen	1,367	1,378
Phosphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) - %	1270,066	1144,883
Kalium (K <sub>2</sub> O) - %	399,600	598,922
Total besi (Fe) – mg/l	3,230	3,438
Total Natrium (Na) – mg/l	660,403	685,011
Total Kalsium (Ca) – mg/l	595,89	585,62
Total Magnesium (Mg) – mg/l	150,105	139,121
Total Mangan (Mn) – mg/l	86,756	87,862
Total Tembaga (Cu) – mg/l	1,482	1,311

Tabel 2. Analisa Kandungan Limbah Tahu

Dalam limbah cair tahu masih terdapat sisa protein yang tidak menggumpal dan zat-zat lain yang larut dalam air, termasuk lesitin dan oligosakarida. Limbah cair tahu tidak dimanfaatkan akan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan karena senyawa-senyawa tersebut membusuk, sedang pemanfaatannya masih sangat terbatas. Limbah cair tahu berasal dari kedelai yang sudah dimasak, sehingga limbah cair tahu mempunyai nilai protein lebih tinggi dari pada biji kedelai sendiri (Fadilla, 2010). Kadar protein dan karbohidrat limbah cair tahu sebagai hasil sisa dari ekstraksi kedelai tergantung dari proses penggilingan kedelainya. Pada industri tahu yang memakai tenaga manusia untuk penggilingan kedelainya, kadar protein dan karbohidrat masih cukup tinggi. Sedang industri tahu yang sudah menggunakan mesin, kadar protein dan karbohidrat pada ampas lebih kecil (Danial, 2008).

#### 2.2.4 Karakteristik Limbah Cair Tahu

Limbah cair tahu memiliki karakteristik sebagai berikut:

##### 1. Karakteristik Fisika

Karakteristik yang penting adalah kandungan padatan total (*total solid*), suhu, warna dan bau. Padatan total terdiri dari padatan larutan, terendam, terapung, tersuspensi, dan koloid. Suhu limbah cair tahu tinggi yaitu berkisar antara 40 – 60°C. Limbah cair tahu berwarna keruh keputih-putihan dan berbau busuk

##### 2. Karakteristik Kimia

Limbah cair tahu mengandung bahan organik berupa protein, karbohidrat, lemak, minyak dan bahan anorganik seperti fenol, klorida, sulfur, ammonium bebas, logam berat, nitrogen dan fosfor. Protein dan minyak merupakan kandungan besar diantara bahan organik lainnya (Indahwati, 2008). Limbah cair tahu cenderung bersifat asam dengan pH 3–4, hal ini karena proses pembuatan tahu menggunakan bahan penggumpal asam cuka ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) yang juga ikut terlarut dalam limbah tahu.

Limbah cair yang dihasilkan industri tahu banyak mengandung senyawa organik, dan sedikit senyawa anorganik. Senyawa organik apabila berada pada konsentrasi tinggi akan menimbulkan pencemaran pada lingkungan perairan (Bahri, 2006 dalam Novita, 2009).

Berdasarkan hasil studi literatur terhadap karakteristik limbah cair tahu di Medan (Enrico, 2008), diketahui limbah cair tahu rata-rata mengandung BOD (4583 mg/l), COD (7050 mg/l), dan minyak atau lemak (26 mg/l).

### 2.2.5 Proses Penguraian

Proses penguraian zat organik menjadi unsur hara melalui beberapa tahap, yaitu (Pohan, 2008):

a) Proses Aminasi



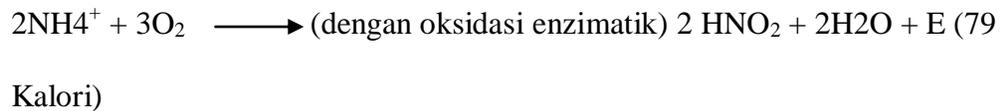
Protein dari limbah cair tahu akan diuraikan oleh bakteri pembusuk atau bakteri pengurai menjadi asam amino, sedangkan energi bakteri (E) yang disebabkan dari perubahan di atas akan digunakan oleh berbagai jasad tanah untuk melakukan kegiatannya termasuk melakukan perubahan senyawa N tahap berikutnya.

b) Proses Amonifikasi



Asam amino yang dibentuk melalui proses aminasi akan diuraikan dan dimanfaatkan oleh jasad renik (bakteri amonifikasi) sampai akhirnya terbentuk ammonium. Ammonium ini dapat diserap oleh tanaman dan sisa ammonium akan diuraikan oleh mikroorganisme tanah lainnya.

## c) Proses Nitrifikasi



Sisa ammonium yang terbentuk dari proses amonifikasi, oleh bakteri nitrifikasi akan diubah menjadi nitrit kemudian menjadi nitrat yang selanjutnya dapat langsung diserap oleh tanaman.

Selain asam amino, didapatkan hasil hydrogen sulfida yang kemudian diuraikan lagi menjadi asam sulfat. Asam sulfat akan mudah diserap tanaman jika dalam bentuk ion sulfat. Dalam pencernaan protein, karbohidrat, lemak akan dihasilkan unsur-unsur antara lain C, H, O, S. Unsur tersebut diubah menjadi unsur makro yang dibutuhkan tanaman, dan juga unsur-unsur P, K, Ca, Fe, Cu. Dari keterangan di atas dapat diketahui bahwa kandungan limbah cair tahu cukup banyak, hanya saja perlu waktu lama untuk terurai menjadi unsur-unsur yang lebih sederhana sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

### 2.2.6 Pemanfaatan Limbah Cair Tahu

Pemanfaatan limbah cair dalam bidang pertanian bukan hal baru lagi. Limbah cair bisa digunakan untuk irigasi tanah pertanian karena limbah mengandung unsur hara N, P, K (Neia, 1989 dalam Indahwati, 2008). Abdullah (2004) dalam Hindersah (2011) merekomendasikan penggunaan limbah tahu dalam pengomposan dengan tujuan efisiensi pengomposan dan meningkatkan nilai ekonomis limbah tahu. Limbah ini sekaligus merupakan sumber mikroba untuk degradasi bahan kompos.

Proses pembuatan tahu, diperoleh ampas tahu dan limbah cair tahu yang masih mengandung banyak protein. Ampas tahu dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, bahan pembuatan oncom dan juga dimanfaatkan sebagai pupuk. Sedangkan limbah cair banyak dimanfaatkan sebagai irigasi tanaman (Indahwati, 2008). Digunakan juga untuk bahan minuman ternak, makanan ikan, bahan pembuatan *nata de soya*, dan juga sebagai pupuk (Asmoro, 2008).

Hasil penelitian Novita (2009), bahwa penyiraman air limbah tahu dengan konsentrasi 25% menghasilkan nilai terbaik pada semua parameter pertumbuhan sawi dengan penyiraman seminggu sekali. Semakin banyak limbah cair yang diberikan pada tanaman tomat, memberikan pengaruh yang lebih rendah. Penelitian Desianan (2013) tentang Pengaruh Pupuk Organik Cair Urin Sapi dan Limbah Cair Tahu terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao*), dihasilkan bahwa pemberian 40 ml/kg tanah urin sapi dan 80 ml/kg tanah media limbah cair tahu memberikan pengaruh tertinggi pada diameter batang, bobot segar tanaman, dan bobot kering tanaman bibit kakao. Asmoro (2008) dalam penelitiannya, tentang Pemanfaatan Limbah Cair Tahu untuk Peningkatan Hasil Tanaman Petsai (*Brassica chinensis*), disimpulkan bahwa pemberian limbah cair tahu 20% dari 1 kg tanah, dapat meningkatkan hasil tanaman petsai (*Brassica chinensis*) yaitu terjadi peningkatan hasil petsai sebesar tiga kali lipat.

Menurut penelitian Setyowati (2001) dalam Fitriyah (2011) limbah tahu selain mengandung N dalam bentuk anorganik juga mengandung N dalam bentuk organik. N organik tidak dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan,

sehingga memerlukan waktu lama untuk dimanfaatkan. Hal ini disebabkan harus mengalami proses demineralisasi. Selain itu, jumlah unsur hara yang diberikan wajib sedikit lebih tinggi atau lebih banyak dari yang dibutuhkan.

Penelitian Rahmawati (2012) tentang pengaruh kompos berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi sebagai media kultur terhadap kepadatan populasi *Spirulina* Sp. diketahui bahwa pemberian limbah cair tahu memberikan pengaruh terbaik pada laju pertumbuhan relatif populasi *Spirulina* Sp. yaitu 0,34 filamen/hari. Semakin meningkat jumlah limbah cair yang diberikan memberikan pengaruh yang lebih rendah pada laju pertumbuhan relatif populasi *Spirulina* Sp.

## **2.3 Kompos Sampah Organik Rumah Tangga**

### **2.3.1 Pengertian Kompos Sampah Organik Rumah Tangga**

Pupuk adalah bahan organik atau anorganik, alami maupun buatan yang ditambahkan dan dapat meningkatkan kesuburan media tanam dengan menambah satu atau lebih hara esensial. Pupuk organik adalah nama kolektif untuk semua jenis bahan organik asal tanaman dan hewan yang dapat dirombak menjadi hara tersedia bagi tanaman untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Krismawati, 2011). Pupuk organik lebih ditujukan kepada kandungan C-organik atau bahan organik dari pada kadar haranya, nilai C-organik itulah yang menjadi pembeda dengan pupuk anorganik (Krismawati, 2011).

Ada beberapa jenis pupuk organik yang berasal dari alam, yaitu pupuk kandang, pupuk hijau, kompos, humus, pupuk burung atau gunao, pupuk hayati dan limbah industri pertanian. Kompos merupakan hasil dari pelapukan bahan-bahan berupa dedaunan, jerami, alang-alang, rumput kotoran hewan, sampah kota dan sebagainya. Kompos dibuat dengan bantuan jasad renik (bakteri) untuk menguraikan bahan-bahan organik sehingga terurai menjadi senyawa yang berguna bagi tanaman (Lingga, 2007).

Pemberian pupuk untuk tanaman, ada beberapa hal yang harus diingat yaitu ada tidaknya pengaruh terhadap perkembangan fisik tanah (fisik, kimia, maupun biologi) yang merugikan serta ada tidaknya gangguan keseimbangan unsur hara tanah yang akan berpengaruh terhadap penyerapan unsur hara tertentu oleh tanaman. Secara kualitatif, kandungan hara dalam tanah tidak dapat lebih unggul dari pada pupuk organik. Namun, penggunaan pupuk organik secara terus-menerus dalam rentang waktu tertentu dapat menjadikan kualitas tanah menjadi lebih baik dibandingkan pupuk anorganik (Berutu, 2009).

Beberapa keunggulan pupuk organik adalah (Krismawati, 2011):

1. Memperbaiki kondisi dan struktur tanah tetap gembur, sehingga ketersediaan air yang dibutuhkan tanaman memadai. Karena bahan organik tersebut dapat mengikat air lebih lama.
2. Meningkatkan ketersediaan unsur hara bermanfaat. Bahan organik mengandung asam humus yang membantu membebaskan unsur-unsur yang tersekat sehingga mudah diserap oleh tanaman.

3. Manfaat bahan organik secara fisik memperbaiki struktur dan meningkatkan kapasitas tanah menyimpan air. Secara kimiawi meningkatkan daya sangga tanah terhadap perubahan pH, meningkatkan kapasitas tukar kation, menurunkan fiksasi P dan sebagai reservoir unsur hara sekunder dan unsur mikro. Secara biologi, merupakan sumber energi bagi mikroorganisme tanah yang berperan penting dalam proses dekomposisi dan pelepasan unsur hara dalam ekosistem tanah.

### **2.3.2 Komposisi Kompos Sampah Organik Rumah Tangga**

Tolok ukur kualitas pupuk organik yang dihasilkan adalah kandungan C-organik, rasio C/N dan N-total. Hasil analisis dari kompos sampah rumah tangga yang diproduksi oleh BPTP Jawa Timur menunjukkan kandungan C-organik berkisar 15,41 -18,89, rasio C/N berkisar 11,88-12,04 - 18,29, dan N-total berkisar 0,58 - 1,57%. Besarnya rasio C/N menunjukkan mudah tidaknya bahan organik terdekomposisi. Rasio C/N tinggi menunjukkan adanya bahan tanah lapuk yang relatif banyak (misalnya selulosa, lemak dan lilin), sebaliknya semakin kecil nilai rasio C/N menunjukkan bahwa bahan organik semakin mudah terdekomposisi. Nisbah C/N yang baik antara 20–30 dan akan stabil pada saat mencapai perbandingan 15 (Krismawati, 2011). Kadar C di dalam kompos menunjukkan kemampuannya untuk memperbaiki sifat fisik tanah. Sementara rasio C/N menunjukkan tingkat kematangan kompos (Sudradjat, 2009).

No.	Komposisi	Analisis								
		pH	C-organik (%)	N-total (%)	C/N Ratio	P2O5 (%)	K2O (%)	Na	Ca	Mg
1.	A	8,4	18,17	1,57	13,56	1,09	1,39	0,48	4,06	0,58
2.	B	8,3	15,41	1,56	12,04	1,06	1,67	0,48	4,86	0,83
3.	C	8,0	18,89	1,29	17,33	1,09	1,22	0,46	5,33	0,63
4.	D	7,9	18,11	1,29	16,46	1,05	1,17	0,41	4,50	0,57
5.	E	6,9	15,46	0,99	16,27	0,77	2,13	0,54	3,18	0,47

Tabel 3. Analisa Kandungan Kompos Sampah Organik Rumah Tangga

Sumber : Laboratorium Tanah Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur, Malang, 2009-2010

(Krismawati, 2011).

Keterangan:

A: Sampah rumah tangga 100%+ Promi

B: Sampah rumah tangga 100%+ EM-4

C: Sampah rumah tangga 100% + Promi+ Pupuk kandang + Dedak+ Tetes

D: Sampah rumah tangga 100% + EM-4+ Pupuk kandang + Dedak+ Tetes

E: Sampah rumah tangga 100% +Super Degra + Pupuk kandang + Dedak + Tetes

Komposisi pupuk organik yang dibuat dari bahan baku limbah organik sampah rumah tangga meliputi (Krismawati, 2011) :

- a. Limbah organik sampah rumah tangga (mudah busuk, mudah terurai, dan mudah hancur) seperti sisa makanan, sisa ikan, sayur-sayuran, kulit buah dan lain-lain.
- b. Aktivator atau dekomposer terdiri dari mikroorganismenya bersifat multifungsi yang berhubungan dengan penggunaan mikroba perombak bahan organik dan mempunyai kemampuan meningkatkan efisiensi pemakaian pupuk N, P, dan

K dan efisiensi perombakan bahan organik tanah, menjaga keseimbangan hara dan berkelanjutan produktivitas tanah.

- c. Kotoran kambing sebanyak 30 kg untuk menyuplai mikroba dan selanjutnya sebagai media tumbuh mikroba tersebut, sehingga kecepatan dekomposisi dapat ditingkatkan.
- d. Tetes (*molasses*) mempunyai komposisi yang penting yaitu TSAI (*Total Sugar as Inverti*) yaitu gabungan dari sukrosa dan gula reduksi untuk fermentasi. Digunakan 1 liter untuk 280-300 kg/4 – 5 gerobak kemudian disiramkan ke bahan sampah.
- e. Dedak (padi) mempunyai kandungan gizi yang dengan komposisi bahan kering 86,5%, Abu 8,7%, Protein kasar 10,8%, Serat kasar 1,5%, Lemak 5,1%, Ca 0,2% dan P 2,5%. Dedak berfungsi untuk menambah kandungan hara dan mempercepat proses dekomposisi. Dedak sebanyak 5 kg kemudian disiramkan ke bahan sampah sebanyak 280 - 300 kg/4 - 5 gerobak sampah.

### 2.3.3 Pengomposan

Secara umum pengomposan dengan sistem aerobik termasuk pupuk kompos sampah organik rumah tangga adalah modifikasi yang terjadi secara biologis pada struktur kimia atau biologi bahan organik dengan kehadiran oksigen, dalam proses ini bakteri berperan. Hasil dari dekomposisi bahan organik secara aerobik adalah CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, humus dan energi yang ditulis dalam persamaan reaksi sebagai berikut (Sudradjat, 2009):



Tujuan pengomposan adalah untuk menurunkan rasio C/N. rasio C/N adalah perbandingan C (karbon) dan N (nitrogen). Bila bahan organik memiliki rasio C/N tinggi tidak dikomposkan dahulu (langsung diberikan ke tanah) maka proses penguraiannya akan terjadi di tanah. Ini kurang baik karena proses penguraian bahan segar dalam tanah biasanya berjalan cepat karena kandungan air dan udaranya cukup. Akibatnya, CO<sub>2</sub> dalam tanah meningkat sehingga berpengaruh buruk bagi pertumbuhan tanaman (Lingga, 2007).

Menurut Krismawati (2011) zat arang atau karbon yang terdapat dalam bahan organik merupakan sumber energi bagi mikroorganisme. Dalam proses pencernaan oleh mikroorganisme terjadi reaksi pembakaran antara unsur karbon dan oksigen menjadi kalori dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Karbon dioksida ini dilepas menjadi gas, kemudian unsur nitrogen yang terurai ditangkap mikroorganisme untuk membangun tubuhnya. Pada waktu mikroorganisme ini mati, unsur nitrogen akan tinggal bersama kompos dan menjadi sumber nutrisi bagi tanaman. Hal ini berarti pupuk organik ini selain sebagai sumber hara (melepaskan unsur hara terutama N dalam waktu relatif cepat) juga dapat digunakan sebagai sumber bahan organik tanah.

Selama proses dekomposisi bahan organik mentah (sampah) menjadi kompos akan terjadi berbagai perubahan hayati yang dilakukan mikroorganisme aktivator, yaitu (Sudradjat, 2009):

- a. Penguraian karbohidrat, selulosa, hemiselulosa, lemak, dan lilin menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O
- b. Protein menjadi amonia, CO<sub>2</sub> dan air

- c. Pembebasan unsur hara dari senyawa organik menjadi senyawa yang dapat diserap tanaman
- d. Terjadi pengikatan jenis unsur hara di dalam sel mikroorganisme, terutama nitrogen, fosfor dan kalium.

Dengan penurunan tersebut maka kadar karbohidrat akan turun dan senyawa nitrogen yang larut (amonia) akan meningkat. Sehingga, C/N semakin rendah dan relatif stabil mendekati C/N tanah.

#### **2.4 Sinkronisasi Unsur Hara Tanaman**

Sinkronisasi adalah laju pelepasan suatu unsur hara dalam bentuk yang tersedia, untuk tanaman dapat secara erat dikaitkan dengan laju kebutuhan tanaman akan hara tersebut. Tingkat sinkronisasi ditentukan oleh kecepatan dekomposisi dan mineralisasi dari bahan organik tersebut. Buruknya tingkat sinkronisasi dapat terjadi jika unsur hara ditambahkan ke dalam tanah pada saat tanaman belum membutuhkan unsur hara tersebut atau jika unsur hara yang tersedia melebihi kecepatan penyerapan oleh tanaman (Stevenson, 1986).

Sinkronisasi merupakan kesesuaian waktu ketersediaan unsur hara dan kebutuhan tanaman akan unsur hara. Penyediaan unsur hara yang tidak sesuai akan menyebabkan terjadinya defisiensi atau kelebihan unsur hara. Sinkronisasi dapat disebabkan oleh penyediaan unsur hara yang lebih lambat atau lebih awal dibanding kebutuhan unsur hara. Apabila penyediaan unsur hara melebihi kebutuhan tanaman maka akan terjadi resiko unsur hara yang hilang dari dikonversi menjadi bentuk yang tidak tersedia (Myer, 1994).

## 2.5 Kailan

### 2.5.1 Morfologi Kailan

Klasifikasi tanaman kailan (Pasaribu, 2009):

Kingdom: Plantae

Divisio: Spermatophyta

Clasis: Dicotyledoneae

Ordo: Cruciferales

Familia: Cruciferaeae

Genus: Brassica

Species: *Brassica oleracea* Var. Acephala

Kailan (*Brassica oleracea* Var. Acephala) merupakan sayuran yang berasal dari Cina. Di Indonesia kailan merupakan jenis sayuran baru, tetapi telah menjadi kegemaran masyarakat. Kailan (*Brassica oleracea* Var. Acephala) dibudidayakan atau tumbuh musiman (annual) atau dwi musim (binnual) yang berbentuk perdu (Berutu, 2009). Tanaman kailan adalah salah satu jenis sayuran yang termasuk dalam kelas dicotyledoneae. Sistem perakaran kailan adalah jenis akar tunggang dengan cabang-cabang akar yang kokoh. Cabang akar (akar sekunder) tumbuh dan menghasilkan akar tertier yang akan berfungsi menyerap unsur hara dari dalam tanah (Lubis, 2010). Perakaran relatif dangkal menembus pada kedalaman tanah 20-30 cm (Berutu, 2009).



A B C  
 Gambar 1. Morfologi Kailan (dok. pribadi)  
 a = daun dan batang Kailan, b = bunga Kailan, c = biji Kailan

Tanaman kailan mempunyai batang berwarna hijau, bersifat tunggal dan bercabang pada bagian atas. Warna batangnya mirip dengan kembang kol. Batang kailan dilapisi oleh zat lilin, sehingga tampak mengkilap, pada batang tersebut akan muncul daun yang letaknya berselang seling (Lubis, 2010). Batang tanaman kailan umumnya pendek dan banyak mengandung air (herbaceous). Di sekeliling batang hingga titik tumbuh terdapat tangkai daun yang bertangkai pendek (Tambutan, 2011).

Kailan merupakan kelompok Achephala yaitu sayuran yang berdaun tebal, datar, mengkilap, berwarna biru dengan batang tebal (Amilah, 2012). Daun memiliki petiol dan letaknya berselang. Daunnya panjang dan melebar seperti daun caisim, sedangkan warna daun mirip daun bunga kol berbentuk bujur telur (Pasaribu, 2009).

Umumnya bunga berwarna kuning namun ada pula yang berwarna putih. Bunganya terdapat dalam tandan yang muncul dari ujung batang atau tunas. Kailan berbunga sempurna dengan enam benang sari yang terdapat dalam dua lingkaran. Empat benang sari dalam lingkaran dalam, sisanya dalam lingkaran luar (Sunarjono 2003 dalam Tambutan 2011).

Buah kailan membentuk silique atau polong, panjangnya antara 2,5 hingga 10 cm. Bunga majemuk menyerbuk secara normal dapat menghasilkan 200 gram biji per tanaman. Bentuk biji memanjang dan berongga. Biji kailan bentuknya bulat kecil berwarna coklat atau coklat kehitaman (Kartama, 2011). Ukuran biji beragam, mulai dari 220 gr hingga 350 gr butir per gr (Rubatzky, 1998). Biji kailan melekat pada kedua sisi sekat bilik yang membagi buah menjadi dua bagian. Biji inilah yang digunakan untuk budidaya kailan (Lubis, 2010).

### **2.5.2 Kandungan Gizi Kailan**

Kailan mengandung karbohidrat dalam bentuk gula. Karbohidrat pada kailan terdapat dalam bentuk monosakarida dan disakarida. Gula yang terkandung akan terbentuk menjadi asam laktat. Kailan yang dipanen masih muda kandungan gulanya lebih sedikit dibanding yang dipanen pada saat yang tepat. Dalam penyimpanan kandungan kailan dapat turun 25 sampai 50% (Pracaya, 2003 dalam Berutu, 2009). Kailan sangat kaya akan komponen glukosinolat, seperti halnya brokoli. Glukosinolat sangat penting karena mempunyai manfaat banyak bagi tubuh, terutama untuk melawan sel kanker (Astaw, 2009 dalam Berutu, 2009).

Zat	Kadar %	AKG
Energi (kkal)	22	1
Total karbohidrat (g)	3,8	1
Serat pangan (g)	2,5	10
Protein (g)	1,1	1,8
Total lemak (g)	0,7	1
Vitamin A (IU)	1.638	33
Vitamin C (mg)	28,2	31
Vitamin E (mg)	0,5	2
Vitamin K (mkg)	84,8	141
Asam folat (mkg)	99	25
Kalsium (mg)	100	10

Tabel 1. Kandungan gizi per 100 gram kailan

(Putra, 2010).

### 2.5.3 Syarat Tumbuh Kailan

#### a. Iklim

Tumbuh di dataran rendah dan dataran tinggi atau dengan ketinggian tempat berkisar antara 700 – 1500 m dari permukaan laut (Suharyon, 2012). Kailan memerlukan curah hujan berkisar 100 - 1500 mm/tahun, keadaan curah hujan ini berhubungan dengan ketersediaan air bagi tanaman. Curah hujan terlalu banyak dapat menurunkan kualitas sayur karena kerusakan daun yang diakibatkan oleh hujan deras (Berutu, 2009).

Kailan merupakan tanaman kubis-kubisan yang paling tahan dan jika diaklimatisasi secara tepat, dapat beradaptasi pada suhu  $-10^{\circ}\text{C}$  bahkan lebih rendah, oleh karena itu tanaman ini sering ditanam pada musim dingin (Berutu, 2009).

Sebagian besar tanaman kubis-kubisan, suhu pertumbuhan optimum adalah antara  $15^{\circ}\text{C}$  dan  $20^{\circ}\text{C}$  dan kualitas produk terbaik tercapai ketika

tanaman matang selama suhu dingin hingga sedang. Suhu di atas 30°C umumnya menekan pertumbuhan, dan suhu 25°C sudah membatasi pertumbuhan. Pada suhu 10°C pertumbuhan tanaman berlangsung lambat. Tanaman muda lebih toleran terhadap suhu rendah dibanding tanaman dewasa (Rubatzky, 1998).

b. Tanah

Jenis tanah yang baik untuk budidaya kubis-kubisan adalah jenis tanah Regosol, tanah Aluvial, tanah Latosol, tanah Mediterian, maupun tanah Andosol. Kailan juga menghendaki keadaan tanah yang gembur dan subur dengan pH 5,5 – 6,5 (Berutu, 2009). Keasaman (pH) tanah harus berada dalam kisaran 6 – 8, jika pH tanah kurang maka harus dikapur (Rubatzky, 1998). Beradaptasi pada hampir semua jenis tanah, baik pada tanah lempung berpasir, gembur, berstruktur ringan atau sedang sampai tanah berstruktur liat berat dan juga pada tanah organik seperti tanah gambut (Suharyon, 2012).

#### **2.5.4 Teknik Budidaya Kailan**

a. Persemaian

Penyemaian dapat dilakukan pada nampan plastik atau rak husus semai. Tempat semai diisi dengan tanah dan pupuk kandang atau kompos dengan perbandingan 1:1. Tabur benih secara merata kemudian percikan air hingga media basah selanjutnya ditutup permukaan selama 2 – 3 hari agar kelembapan terjaga (2012).

b. Penanaman

Media tanam dicampur dengan pupuk kompos atau pupuk organik dengan perbandingan 1:1 kemudian dimasukkan ke dalam polibag. Bibit yang telah berumur 12 hari dapat dipindahkan ke dalam polibag.

c. Pemeliharaan

Penyiraman tergantung keadaan cuaca, pada udara panas dilakukan setiap pagi dan sorehari, penyiraman dilakukan sejak awal penanaman sampai panen.

d. Pemanenan

Panen dapat dilakukan setelah tanaman berumur 45 – 50 hari dengan cara mencabut atau memotong pangkal batangnya. Pemanenan yang terlambat dilakukan menyebabkan tanaman cepat berbunga.

## 2.6 Gambaran al-Qur'an tentang Tanah Yang Subur

Pemahaman fungsi tanah sebagai media tumbuh dimulai sejak peradaban manusia mulai beralih dari manusia pengumpul pangan yang tidak menetap menjadi manusia pemukim yang mulai melakukan pemindahan tanaman pangan ke areal dekat mereka tinggal (Hanafiah, 2005). Kemampuan tanah sebagai habitat tanaman dan menghasilkan hasil panen sangat ditentukan oleh kesuburan tanah. Allah berfirman dalam surat al-A'raf ayat 58 sebagai berikut:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۗ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكْدًا ۚ كَذَٰلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ

لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ﴿٥٨﴾

*“Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur”* (Q.S al A’raf. 58).

Menurut tafsir at-Thabari (2008), pada tanah subur hujan dapat membuat tanah itu menjadi tanah yang bermanfaat sehingga mampu menumbuhkan tanaman. Sedangkan tanah yang tidak subur yaitu hujan tidak mampu membuatnya bermanfaat sehingga hanya menumbuhkan sesuatu yang tidak bermanfaat.

Menurut tafsir al-Aisar, surat al-A’raf ayat 58 mengandung sebuah pemisalan oleh Allah bagi hamba yang mukmin dan kafir, setelah sebelumnya Allah menjelaskan kekuasaannya pada surat al-A’raf ayat 57 yaitu pada tanah, *“tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah, setelah Allah menurunkan air padanya dan menghidupkan kembali orang-orang yang telah mati”*. Ini adalah perumpamaan bagi orang mukmin yang hatinya hidup lagi baik, apabila mendengar ayat yang diturunkan Allah maka bertambah imannya dan amal shalihnya.

..... حَتَّىٰ إِذَا أَفَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُقْنَهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنْزَلْنَا بِهِ الْمَاءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِ مِنْ كُلِّ

الثَّمَرَاتِ ۚ كَذَٰلِكَ نُخْرِجُ الْمَوْتَىٰ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ ﴿٥٧﴾

*“.....hingga apabila angin itu telah membawa awan mendung, Kami halau ke suatu daerah yang tandus, lalu Kami turunkan hujan di daerah itu, Maka Kami*

*keluarkan dengan sebab hujan itu pelbagai macam buah-buahan. seperti Itulah Kami membangkitkan orang-orang yang telah mati, Mudah-mudahan kamu mengambil pelajaran” (Q.S al-A’raf. 57).*

Menurut tafsir al-Jazairi (2007), tanah yang tidak subur yaitu ketika hujan turun tanamannya hanya tumbuh tidak terawat, merana, dan tidak subur. Ini adalah perumpamaan bagi orang yang kafir ketika mendengar ayat Allah mereka tidak mau menerimanya dan tidak memberikan manfaat bagi sikap dan tindakannya, ia tidak berbuat baik dan juga tidak meninggalkan yang buruk.

Banyaknya pencemaran tanah menyebabkan perubahan pada kondisi tanah, diantaranya yaitu akibat pencemaran limbah. Perubahan tanah tersebut yaitu perubahan sifat fisik, kimia dan biologi seperti berkurangnya kemantapan agregat tanah, total porositas tanah serta permeabilitas yang dapat mempengaruhi struktur tanah, aerasi tanah, gerak air tanah dan daya serap tanah. Perubahan ini terjadi karena adanya interaksi antara bahan organik dan anorganik limbah dengan partikel tanah (Tarigan, 2000), sehingga berpengaruh buruk pada tanaman. Pencemaran tanah ini salah satunya diakibatkan oleh perbuatan manusia. Sebagaimana firman Allah dalam surat ar-Ruum ayat 41 sebagai berikut:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ



*“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” (Q.S ar-Ruum.41).*

Menurut Ibnu Abbas RA. dalam tafsir al-Qurthubi (2009) kata الفساد (kerusakan) adalah “*kekeringan, sedikit hasil tanaman dan kurangnya berkah pada pekerjaan*”, agar mereka bertaubat. Menurut Ibnu Athiyah yaitu, apabila curah hujan berkurang maka berkurang juga kedalaman air laut, para nelayan rugi dan binatang laut menjadi tidak berkembang. Menurut Zaid bin Rafi' dalam tafsir Ibnu Katsir (2006) الفساد (kerusakan) yaitu “*terhentinya hujan di daratan yang diiringi oleh masa paceklik sertadari lautan yaitu mengenai binatang-binatangnya*”. Yaitu berkurangnya tanam-tanaman dan buah-buahan disebabkan oleh kemaksiatan. Sedangkan menurut tafsir Jalalain (2010) ظهر الفساد في البر “*telah nampak kerusakan di darat*”, yakni masa paceklik dengan kelangkaan hujan dan kekurangan tumbuh-tumbuhan.

Tanaman juga memerlukan unsur hara untuk pertumbuhan. Unsur hara tersebut dikenal dengan dikenal sebagai unsur esensial karena apabila unsur hara tersebut tidak tersedia tanaman akan mati. Unsur hara makro dan mikro dapat berasal dari pupuk organik. Menurut Sutedjo (2008) pupuk organik merupakan hasil akhir dari perubahan atau penguraian bagian-bagian tanaman dan binatang. Penguraian bahan organik merupakan hasil kerja organisme pengurai. Mikroorganisme bekerja menguraikan bahan organik dan juga membantu melepaskan unsur-unsur yang penting bagi tanaman. Maha besar Allah yang menciptakan segala sesuatu dengan seimbang. Seperti firman Allah dalam surat al-Mulk ayat 3 yang artinya sebagai berikut: “*Yang telah menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. Kamu sekali-sekali tidak*

*melihat pada ciptaan Tuhan Yang Maha Pemurah sesuatu yang tidak seimbang. Maka lihatlah berulang-ulang, adakah kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang?”*

Allah menciptakan segala ciptaan-Nya dalam keadaan seimbang. Diambil contoh hanya pada pupuk organik saja. Jika Allah tidak menciptakan mikroorganisme pengurai maka tumbuhan dan hewan yang telah mati tidak akan terurai, sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dan tidak tersedianya nutrisi yang dibutuhkan bagi kehidupan tumbuhan. Kemudian organisme yang bergantung pada tumbuhan akan menjadi punah.

