

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Limbah Tahu

Tahu pertama kali dibuat oleh masyarakat Thionghoa di daratan Cina sejak 2200 tahun yang lalu, tepatnya sejak Dinasti Han memegang kekuasaan. Kata “tahu” sendiri sesungguhnya berasal dari bahasa cina yakni “teu-hu”, dimana suku kata “teu” berarti kacang kedelai, sedangkan “hu” berarti hancur menjadi bubur. Dengan demikian secara harafiah, tahu adalah makanan yang bahan bakunya kedelai yang dihancurkan menjadi bubur. Karena itu hingga kini tahu selalu identik dengan masyarakat Tionghoa. Pembuatan tahu pertama kali di Indonesia diperkenalkan oleh para pedagang dan imigran Cina yang datang dan menetap di Indonesia (Lies, 2005).

Salah satu kebutuhan yang paling mendasar bagi manusia adalah kebutuhan akan pangan. Seiring meningkatnya permintaan masyarakat akan pemenuhan pangan, maka banyak industri yang bergerak dibidang pengolahan bahan pangan, baik industri besar maupun usaha kecil menengah. Salah satu jenis usaha kecil menengah dalam pengolahan bahan pangan adalah industri pembuatan tahu. Dalam proses produksinya, pabrik tahu menghasilkan limbah padat dan cair yang kemudian langsung dibuang ke lingkungan (tanah dan badan sungai) yang dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan.

Limbah padat ampas tahu mengandung protein dan lemak yang tinggi, adapun komposisi kandungan bahan-bahan yang terdapat dalam ampas tahu yaitu protein 8,66%, lemak 3,79%, air 51,63% dan abu 1,21%. Pada umumnya

ampas tahu digunakan sebagai pakan ternak karena kandungan protein dan lemak yang tinggi sehingga baik untuk perkembangan ternak. Selain digunakan sebagai pakan ternak, ampas tahu juga digunakan sebagai pupuk, namun saat ini pembuatan pupuk berbahan dasar ampas tahu masih dilakukan secara sederhana. Pembuatan pupuk dengan bahan dasar ampas tahu dapat dilakukan dengan teknik vermikompos, yaitu menggunakan cacing untuk merombak ampas tahu menjadi produk kompos (Lies, 2005).

B. Cacing Tanah

Cacing tanah merupakan salah satu kelompok hewan invertebrata yang termasuk dalam filum Annelida dan kelas Oligochaeta. Berdasarkan ukuran tubuhnya cacing tanah terbagi dalam dua kelompok yaitu Megadrilli dan Mikrodrilli. Kelompok Megadrilli adalah cacing berukuran tubuh besar atau sering juga dikenal sebagai cacing tanah (Earthworm) sedangkan Mikrodrilli merupakan cacing tanah berukuran kecil (panjang tubuh 5-15mm dan diameter tubuh 0,25-0,75mm) yang secara taksonomi tergolong dalam famili enchytraeidae (Palungkun, 1999).

Secara ekologi, cacing tanah terbagi dalam 3 kelompok yaitu epigeik, endogeik dan aneciqueik. Ketiga kelompok cacing tersebut memiliki peran masing-masing dalam kesuburan tanah. Cacing epigeik merupakan cacing tanah yang hidup dan aktif pada lapisan permukaan tanah, tidak membuat lubang dan pemakan sersah. Cacing endogenik memiliki ukuran tubuh lebih besar dan peranannya penting dalam menyuburkan tanah, karena pergerakannya cepat sehingga efektif membuat lubang tanah. Cacing

aneciqueik mempunyai bobot yang paling berat dari kelompok lainnya, dengan kebiasaan makan dan membuang kotoran di permukaan tanah, sehingga berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah lapisan atas. Keberadaan cacing tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah, karena melalui aktifitasnya di tanah dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah (Palungkun, 1999).

Cacing tanah tidak memiliki mata, tetapi di tubuhnya terdapat prostomium. Prostomium merupakan organ syaraf perasa dan berbentuk seperti bibir. Organ ini terbentuk dari tonjolan daging yang dapat menutupi lubang mulut. Prostosium membuat cacing tanah peka terhadap benda-benda di sekelilingnya, hal tersebut menyebabkan cacing tanah dapat menemukan bahan organik yang menjadi makanannya walaupun tidak memiliki mata (Palungkun, 1999).

Tubuh cacing tanah menghasilkan lendir yang diproduksi oleh kelenjar lendir pada epidermis. Lendir ini berfungsi melapisi seluruh tubuh dan melicinkan saluran di dalam tanah agar cacing lebih mudah bergerak di tempat kasar. Dalam keadaan normal, cacing tanah keluar ke permukaan tanah pada malam hari untuk mencari makan dan siang hari untuk bersembunyi di lubang-lubang yang lembab (Palungkun, 1999).

C. Klasifikasi dan Struktur Cacing Tanah

Cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) tergolong dalam kelompok binatang avertebrata (tidak bertulang belakang) sehingga sering disebut binatang lunak. Di setiap segmen terdapat rambut yang keras berukuran

pendek yang disebut setae. Segmentasi ini terjadi di luar maupun di dalam meliputi otot, saraf, alat sirkulasi, alat sekresi maupun alat reproduksi (Palungun, 1999).

Menurut Sugiri (1988) klasifikasi cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) adalah sebagai berikut :

Filum : Annelida
Kelas : oligochaeta
Ordo : Opisthophora
Subordo : Lumbricina
Famili : Lumbricide
Genus : Lumbricus
Spesies : *Lumbricus rubellus*

Cacing tanah berbentuk gilig dan silinder. Tubuh bagian depan silindris, sedangkan bagian belakang memipih dorsoventral. Pada cacing tanah dewasa terdapat kletelum (dari segmen 32-37). Kletelum ini berupa pembesaran permukaan tubuh yang melingkar seperti kalung yang dalam pembentukan kokon. Pada cacing yang masih muda, kletelum belum dapat terlihat karena baru terbentuk saat cacing mencapai dewasa kelamin yaitu 2,5-3 bulan (Palungun, 1999).

Alat pencernaan makanan pada cacing tanah berupa saluran yang memanjang. Organ pencernaan cacing terdiri dari prostomium yang merupakan organ syaraf perasa berbentuk seperti bibir, faring, esofagus, tembolok, lambung otot (ampela), usus dan anus. Prostomium terdapat pada bagian anterior tubuhnya. Adanya prostomium menyebabkan cacing tanah lebih peka terhadap benda-benda di sekelilingnya, sehingga dapat

menemukan bahan-bahan organik sebagai bahan makanannya (Palungkun, 1999).

Cacing tanah bersifat hemaprodit, artinya cacing tanah memiliki alat kelamin jantan dan betina dalam satu tubuh, tetapi hewan ini tidak dapat membuahi dirinya sendiri. Alat kelamin betina terdiri atas sepasang ovarium yang terletak pada segmen ke-13 di bagian depan, sepasang infundibulum yang masing-masing bermuara dalam kantong telur yang terletak pada bagian depan segmen ke-14. Dari setiap kantong telur timbul sebuah oviduk yang bermuara keluar pada segmen 14. Alat kelamin jantan terdiri atas dua pasang testes (setiap pasang testes terletak pada segmen 10 dan segmen 11) dan dua buah kantong testes. Dari setiap kantong testes timbul sebuah vaserens yang bermuara dalam saluran sperma yang membujur di kanan dan di kiri dan berakhir pada forus genital pada segmen 15. Perkawinan terjadi pada malam hari. Pada saat kopulasi (perkawinan), klitelum memegang peranan penting. Fungsi klitelum adalah sebagai organ kelamin sekunder pada cacing tanah mensekresikan lendir yang berguna untuk menyelubungi perlekatan cacing pertama dengan pasangannya, melindungi dan melancarkan jalannya spermatozoa pada saat kopulasi serta membentuk dinding kokon (Palungkun, 1999).

Siklus hidup cacing tanah dimulai dari kokon, cacing muda atau juvenil, cacing produktif dan cacing tua. Lama siklus hidup ini sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, keberadaan cadangan makanan dan jenis cacing tanah. Cacing tanah mulai berkembang dari kokon. Kokon yang

baru keluar dari tubuh cacing umumnya berwarna kuning kehijauan dan akan berubah menjadi kemerahan sewaktu akan menetas. Kokon akan menetas sekitar 14-21 hari setelah terlepas dari tubuh cacing tanah. Setelah menetas cacing tanah muda ini akan hidup dan dapat mencapai dewasa kelamin dalam waktu 2,5-3 bulan. Saat dewasa kelamin, cacing tanah akan kawin yang berlangsung selama 6-10 hari dan menghasilkan kokon (Palungun, 1999).

D. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Hidup Cacing Tanah

Menurut Simanjuntak dan Waluyo (1999) dalam habitatnya, cacing tanah berkembang biak dan hidup dalam tanah. Beberapa faktor yang mempengaruhi hidup cacing tanah adalah sebagai berikut.

1. Keasaman tanah (pH)

Cacing tanah sangat sensitif terhadap pH media hidup. Media yang terlalu asam (pH rendah) akan mengakibatkan pembengkakan tembolok cacing dan empelanya, serta dapat menimbulkan kematian bagi cacing. Sedangkan bila media hidup terlalu basa (pH tinggi) akan mengakibatkan dehidrasi pada tubuh cacing tanah. Cacing tanah terlihat pucat atau berubah menjadi gelap dan kemudian mati. pH optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan cacing tanah berkisar antara 6,8-7,2.

2. Suhu

Suhu media tumbuh cacing tanah yang tidak stabil (terlalu rendah maupun terlalu tinggi) akan mempengaruhi proses-proses fisiologis, seperti pernafasan, pertumbuhan, perkembangbiakan dan metabolisme. Suhu media

sebaiknya konstan. Semua aktivitas cacing tanah dipengaruhi oleh suhu media. Suhu optimum pemeliharaan berkisar antara 23-26⁰C.

3. Kelembaban

Kelembaban sangat dibutuhkan untuk menjaga agar kulit cacing tanah berfungsi normal. Apabila kondisi udara terlalu kering akan merusak kulit, sedangkan bila kondisi udara terlalu tinggi, cacing tanah akan segera mencari tempat yang kondisi udaranya baik. Kelembaban yang baik untuk cacing adalah antara 28-24%.

4. Kadar organik

Materi organik tanah sangat menentukan kepadatan organisme tanah. Materi organik tanah merupakan sisa-sisa tumbuhan, hewan, organisme tanah, baik yang telah terdekomposisi maupun yang sedang terdekomposisi. Bahan organik tanah sangat besar pengaruhnya terhadap perkembangan populasi cacing tanah karena bahan organik yang terdapat di tanah sangat diperlukan untuk melanjutkan kehidupannya. Bahan organik juga mempengaruhi sifat fisik-kimia tanah dan bahan organik itu sumber merupakan sumber pakan untuk menghasilkan energi dan senyawa pembentukan tubuh cacing tanah.

E. Peran Cacing Tanah dalam Menghasilkan Pupuk Organik

Cacing tanah memiliki peranan penting dalam mengancurkan bahan organik sehingga dapat memperbaiki struktur tanah. Akibatnya lahan menjadi subur dan penyerapan nutrisi oleh tanaman menjadi lebih baik. Keberadaan cacing tanah dapat meningkatkan populasi mikroorganisme yang bermanfaat

bagi tanaman. Cacing tanah juga dapat mendekomposisikan sampah organik menjadi humus. Umumnya cacing tanah yang digunakan pada proses vermikompos adalah cacing tanah jenis epigeic. Cacing tanah epigeic merupakan cacing tanah pemakan sampah. Cacing tanah epigeic memiliki produktivitas tertinggi dibandingkan dengan cacing tanah aneciuiquik dan endogenik. *Lumbricus rubellus* merupakan cacing tanah yang tergolong dalam kelompok epigeic (Rukmana, 1999).

F. Vermikompos

Menurut Dominguez *et al* (1997) vermikompos adalah proses dekomposisi bahan organik yang melibatkan kerjasama antara cacing tanah dan mikroorganisme tanah lain, sehingga mengandung banyak hormon pertumbuhan tanaman, berbagai mikrobial bermanfaat bagi tanaman, enzim-enzim tanah dan kaya hara yang bersifat lepas lambat. Vermikompos terbentuk oleh aktifitas cacing tanah terhadap residu organik. Cacing tanah menstabilkan residu organik dengan menghasilkan kotoran (cast) yang biasa disebut vermikompos. Mikroorganisme yang berperan dalam proses vermikompos terutama bakteri, fungi dan actinomycetes.

Menurut Palungkun (1999), komposisi komponen vermikompos dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. **Komposisi Komponen Kimiawi pada Vermikompos**

Komponen Kimiawi	Komposisi (%)
Nitrogen (N)	1,1-4,0
Fosfor (P)	0,3-3,5
Kalium (K)	0,2-2,1
Belerang (S)	0,24-0,63
Magnesium (Mg)	0,3-0,6
Besi (Fe)	0,4-1,6

Selama proses vermikompos, nutrisi pada tumbuhan yang penting seperti nitrogen, kalium dan fosfor yang terdapat di dalam bahan makanan diubah melalui aktivitas mikroorganisme menjadi bentuk yang lebih mudah diserap oleh tumbuhan. Pada proses ini cacing tanah mengubah aktivitas mikroorganisme, sehingga laju mineralisasi bahan-bahan organik bertambah cepat. Beberapa enzim yang terlibat dalam dekomposisi bahan organik adalah dehidrogenase, protease, glukosidase dan fosfatase. Vermikompos menghasilkan dua manfaat utama, yaitu biomassa cacing tanah dan vermikompos (Dominguez *et al.*, 1997).

Vermikompos merupakan bahan organik yang memiliki struktur, porositas, aerasi, drainase dan kapasitas menahan kelembaban yang sangat baik. Vermikompos mengandung banyak aktivitas, populasi dan keanekaragaman mikroorganisme. Vermikompos juga mengandung beberapa enzim seperti protease, amilase, lipase, selulase dan kitinase serta zat pengatur tumbuh seperti giberelin, sitokinin dan auksin (Dominguez *et al.*, 1997).

Kandungan komponen kimia vermikompos terdiri dari Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Belerang (S), Magnesium (Mg) dan Belerang (B). Standar kualitas menurut SNI 19 70-30 2004 lihat pada Tabel 2.

Tabel 2. **Standar Kualitas Kompos** (SNI 19 70-30 2004)

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Kadar Air	%		50
2	Temperatur	°C		Suhu air tanah
3	Warna			Kehitaman
4	Bau			Berbau tanah
5	Ukuran Partikel	Mm	0.55	25
6	Kemampuan Ikat Air	%	58	-
7	pH		6.80	7.49
8	Bahan Arang	%	*	1.5
Unsur Hara Makro				
9	Bahan Organik	%	27	58
10	Nitrogen	%	0.40	-
11	Karbon	%	9.80	32
12	Phosfor (P ₂ O ₅)	%	0.10	-
13	C/N-Rasio		10	20
14	Kalium(K ₂ O)	%	0.20	*
Unsur Mikro				
15	Arsen	mg/kg	*	13
16	Cadmium	mg/kg	*	3
17	Cobal (Co)	mg/kg	*	34
18	Chromium	mg/kg	*	210
19	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
20	Mercuri (Hg)	mg/kg		0.80
21	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
22	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
24	Seng (Zn)	mg/kg	*	500
Unsur Lain				
25	Calsium	%	*	25.50
26	Magnesium (Mg)	%	*	0.60
27	Besi (Fe)	%	*	2
28	Alumunium (Al)	%	*	2.20
29	Mangan (Mn)	%	*	0.10
Bakteri				
30	Fecal Coli	MPN.gr		1000
31	Salmonella sp.	MPN/4 gr		3

Keterangan: *Nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum

G. Unsur Hara Bagi Tanaman

Menurut Dipo Yuwono (2006), dalam pertumbuhannya, tanaman memerlukan paling sedikit 16 unsur agar pertumbuhannya normal. Dari 16

unsur tersebut, tiga unsur diperoleh dari udara (karbon, hidrogen dan oksigen) dan sisanya diperoleh dari tanah. Adapun ke-13 unsur yang didapat dari tanah adalah nitrogen (N), fosfor (P), kalium (Ca), magnesium (Mg), sulfur atau belerang (S), klor (Cl), ferum atau besi (Fe), mangan (Mn), kurpurn atau tembaga (Cu), zink atau seng (Zn), boron (B) dan molibdenum (Mo).

Dari 13 jenis unsur yang harus ada guna pertumbuhan tanaman yang baik, hanya 6 unsur yang diambil dalam jumlah banyak. Adapun unsur yang diperlukan dalam jumlah banyak tersebut adalah unsur makro. Unsur makro terdiri atas N, P, K, S, Ca dan Mg. Dari unsur makro tersebut hanya ada 3 yang mutlak ada didalam tanah dan perlu bagi tanaman, yaitu N, P, dan K.

Adapun kegunaan serta peran unsur N, P dan K dalam pertumbuhan tanaman :

1. Nitrogen

Nitrogen (N) berperan untuk merangsang pertumbuhan, khususnya batang, cabang dan daun. Selain berperan dalam merangsang pertumbuhan batang, cabang dan daun, nitrogen juga berperan dalam pembentukan hijau daun yang sangat berguna dalam proses fotosintesis.

2. Fosfor

Unsur fosfor (P) berguna untuk merangsang pertumbuhan akar, khususnya akar benih dan tanaman muda. Selain berfungsi merangsang pertumbuhan akar, fosfor juga berfungsi sebagai salah satu bahan pembentuk protein tertentu, pembentuk asimilasi dan pernafasan serta mempercepat penguapan, pemasakan biji dan buah.

3. Kalium

Kalium (K) memiliki fungsi utama sebagai pembetukan protein dan karbohidrat. Kalium juga berperan dalam menjaga agar batang tumbuhan tetap kokoh dan daun, bunga serta buah tidak mudah gugur.

H. Hipotesis

1. Ampas tahu dapat digunakan sebagai bahan baku vermikompos yang dapat dicerna oleh cacing tanah *L. rubellus*.
2. Kombinasi kotoran sapi dan ampas tahu yang menghasilkan vermikompos terbaik adalah 60 : 40
3. Cacing *L. rubellus* memiliki kemampuan menghasilkan vermikompos yang baik.