

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. MOL (Mikroorganisme Lokal)

MOL adalah larutan hasil fermentasi yang berbahan dasar dari berbagai sumber daya yang tersedia disekitar kita. MOL mengandung unsur hara mikro dan makro dan juga mengandung bakteri yang berpotensi sebagai perombak bahan organik, perangsang pertumbuhan dan sebagai agen pengendali hama dan penyakit tanaman. Peranan MOL dalam kompos selain sebagai penyuplai nutrisi juga berperan sebagai komponen bioreaktor yang bertugas menjaga proses tumbuh tanaman secara optimal. Fungsi dari bioreaktor sangatlah kompleks, fungsi yang telah teridentifikasi antara lain adalah penyuplai nutrisi melalui mekanisme eksudat, kontrol mikroba sesuai kebutuhan tanaman, bahkan kontrol terhadap penyakit yang dapat menyerang tanaman (Permana dkk.,2011).

MOL juga merupakan salah satu dekomposer yang dapat digunakan untuk mendekomposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan merupakan salah satu dekomposer yang sedang berkembang pesat pada sistem pertanian organik saat ini. Penelitian tentang MOL sangat diperlukan dalam rangka menghasilkan karya ilmiah yang dapat diterapkan sebagai teknologi tepat guna bagi petani dan untuk menerapkan sistem pertanian organik untuk menciptakan produk pertanian yang berkualitas dan sehat serta menciptakan pertanian berkelanjutan (Kesumaningwati dkk., 2015).

Mikroorganisme perombak bahan organik (biodekomposer) dalam pengertian secara umum adalah mikroorganisme pengurai serat, lignin dan senyawa organik yang mengandung nitrogen dan karbon dari bahan organik (sisa-sisa organik dari jaringan tumbuhan atau hewan yang telah mati). Mikroba perombak bahan organik terdiri atas *Trichoderma reesi*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *Phanerochaeta crysosposium*, *Cellulomonas*, *Pseudomonas*, *Thermospora*, *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *Penicillium* dan *Streptomyces*. Cendawan perombak bahan organik umumnya mempunyai kemampuan yang lebih baik dibanding bakteri dalam mengurai sisa-sisa tanaman (hemiselulosa, selulosa dan lignin). Umumnya mikroba yang mampu mendegradasi selulosa juga mampu mendegradasi hemiselulosa (Alexander, 1977).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Terjadi peningkatan dan penurunan total populasi bakteri. Perlakuan minggu pertama sampai ketiga terjadi peningkatan dikarenakan bakteri mulai membelah diri, pada saat ini metabolisme meningkat dan sintesis bahan sel berjalan cepat. Minggu ketiga sampai kelima mengalami penurunan karena kecepatan bakteri membelah diri semakin berkurang dan tidak sebanding dengan bakteri yang mati. Hal ini disebabkan kandungan C-organik pada larutan MOL yang merupakan sumber energi bagi bakteri menurun. Mikroorganisme yang dimasukkan ke dalam media pada umumnya tidak segera membelah diri, tetapi akan memerlukan waktu untuk penyesuaian diri dalam media tersebut, peningkatan aktivitas membelah diri terjadi pada minggu pertama sampai ketiga dan kemudian akan mengalami penurunan (Hidayat, 2006).

Pertanian organik bila diusahakan secara intensif dapat mengembalikan kesuburan tanah walaupun membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mencapai tingkat kesuburan tanah seperti pada saat sebelum penggunaan pupuk dan pestisida anorganik yang berlebihan. Pupuk organik mempunyai kelebihan antara lain meningkatkan kesuburan kimia, fisik, dan biologi tanah, serta mengandung zat pengatur tumbuh yang penting untuk pertumbuhan tanaman (Sutanto, 2002).

Pupuk organik cair merupakan salah satu pupuk organik. Pupuk cair lebih mudah terserap tanaman karena unsur-unsur didalamnya sudah terurai. Penggunaan pupuk organik cair dengan memanfaatkan jenis MOL menjadi alternatif penunjang kebutuhan unsur hara dalam tanah. Larutan MOL mengandung unsur hara makro, mikro, dan mengandung mikroorganisme yang berpotensi sebagai perombak bahan organik, perangsang pertumbuhan, dan agen pengendali hama dan penyakit tanaman sehingga baik digunakan sebagai dekomposer, pupuk hayati, dan pestisida organik). Faktor-faktor yang menentukan kualitas larutan MOL antara lain media fermentasi, kadar bahan baku atau substrat, bentuk dan sifat mikroorganisme yang aktif di dalam proses fermentasi, pH, temperatur, lama fermentasi, dan rasio C/N larutan MOL (Seni dkk., 2013).

Manfaat dari penggunaan pupuk hayati: (1) menyediakan sumber hara bagi tanaman, (2) melindungi akar dari gangguan hama dan penyakit, (3) menstimulir system perakaran agar berkembang sempurna sehingga

#### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



memperpanjang usia akar, (4) memacu mitosis jaringan meristem pada titik tumbuh pucuk, kuncup bunga dan stolon, (5) sebagai penawar racun beberapa logam berat, (6) sebagai metabolik pengatur tumbuh, dan (7) sebagai bioaktivator. Dengan lengkapnya fungsi pupuk hayati tersebut maka dikenal sebagai Regulator of soil (Kadir dkk., 2008).

Pada penelitian Nurullita (2012) jenis MOL yang digunakan berasal dari bahan sederhana yang banyak ditemui di tingkat rumah tangga, meliputi MOL campuran (berisi kotoran sapi, dedak, molase, EM4, dan air), MOL tape nanas, MOL nasi basi, dan MOL sludge. Teknik pengomposan yang dipilih adalah teknik keranjang takakura dan teknik drum berputar. Kualitas kompos yang dideskripsikan berupa bau, warna, dan bentuk fisik kompos. Lama pengomposan diperhitungkan berdasarkan waktu yang diperlukan untuk penyusutan berat kompos menurun sampai dengan 60% dari berat awal. Untuk tiap jenis perlakuan berat sampah yang diujikan 1,5 kg. Hasil penelitian menunjukkan suhu kompos sesuai untuk proses dekomposisi yaitu berkisar 30-38°C, pH sesuai untuk dekomposisi yaitu 7, bau kompos hanya ada 3 yang sesuai bau tanah yaitu MOL campuran dengan teknik keranjang takakura dan drum berputar serta MOL tape nanas dengan teknik keranjang takakura.

## 2.2. Fermentasi

Fermentasi mempunyai pengertian aplikasi metabolisme mikroba untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang bernilai tinggi, seperti asam-asam organik, protein sel tunggal, antibiotik dan polimer (Muhiddin dkk., 2001). Kualitas produk fermentasi tergantung pada jenis mikroba serta medium padat yang digunakan (Supriyati dkk., 1998). Fermentasi mulai menjadi ilmu pada tahun 1857 ketika Louis Pasteur menemukan bahwa fermentasi merupakan sebuah hasil dari sebuah aksi mikroorganisme yang spesifik (Riadi, 2007)

Fermentasi dapat terjadi karena ada aktivitas mikroorganisme penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai, proses ini dapat menyebabkan perubahan sifat bahan tersebut. Lama fermentasi dipengaruhi oleh faktor-faktor yang secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh terhadap proses fermentasi. Waktu fermentasi MOL berbeda-beda antara satu jenis bahan MOL

### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dengan yang lainnya. Waktu fermentasi ini berhubungan dengan ketersediaan makanan yang digunakan sebagai sumber energi dan metabolisme dari mikroorganisme. Waktu fermentasi MOL ampas tahu 0 dan 35 hari cenderung terjadi peningkatan yang pada MOL tidak difermentasi mengandung fosfor 43,12% mengalami peningkatan setelah dilakukan fermentasi 35 hari meningkat kandungan nitrogen sebesar 199,38% (Marsiningsih dkk., 2015).

### 2.3. MOL Nasi Basi

Bahan pembuatan MOL nasi basi sangat mudah diperoleh. Karena pada umumnya nasi yang basi tidak digunakan lagi dan akan dibuang begitu saja. Mikroorganisme yang terkandung dalam MOL nasi adalah *Azotobacter* dengan manfaat sebagai dekomposer. MOL bisa dimanfaatkan sebagai pupuk cair (POC) ataupun pupuk hayati yang bisa langsung diaplikasikan pada media tanam dan salah satu jenis MOL yaitu MOL dengan bahan baku nasi sisa atau nasi basi (Julita, 2013).

Beras (*Oryza sativa*, L.) adalah pangan pokok hampir sebagian besar penduduk Asia termasuk Indonesia. Sebagai pangan sumber utama karbohidrat, beras mengandung 78,9% padatan berupa pati dan protein 8,16% (Hernawan, 2016). Salah satu karakteristik khas pati adalah kemampuannya menyerap air dan selanjutnya apabila dipanaskan akan mengalami gelatinisasi demikian pula pati dalam biji beras ketika direndam dalam air, dan dipanaskan (Wariyah dkk., 2007).

Beras juga mengandung protein, vitamin (terutama pada bagian aleuron), mineral, dan air. Pada proses pengolahan beras menjadi nasi, beras biasanya akan dicuci berulang kali hingga dianggap bersih. Air cucian tersebut biasanya akan langsung dibuang karena dianggap tidak memiliki nilai apapun, namun sebenarnya air cucian beras mengandung karbohidrat, protein, fosfor dan vitamin B1. Fosfor merupakan unsur hara makro yang sangat dibutuhkan tanaman dan Vitamin B1 memiliki kandungan memacu pertumbuhan tanaman (Fatimah, 2008).

### 2.4. MOL Ampas Tahu

Ampas tahu merupakan limbah dari industri pengelolaan tahu yang selama ini hampir tidak dimanfaatkan, Limbah yang dihasilkan pabrik tahu berupa kulit

#### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



kedelai, ampas, dan air tahu masih dapat dimanfaatkan menjadi produk - produk yang bermanfaat. Ampas tahu merupakan limbah yang mengandung bahan-bahan organik dengan nutrisi yang cukup baik untuk pertumbuhan bakteri metanogenik (Perdana, 2013). Kadar organik dalam limbah ampas tahu adalah protein 26,6%, lemak 18,3%, karbohidrat 41,3%, fosfor 0,29%, kalium 7,85 %, kalsium 0,19%, besi 0,04%, dan air 0,09% (Wahyuningati, 2017).

Menurut hasil penelitian Marsiningsih (2015) interaksi konsentrasi ampas tahu dan lama fermentasi berpengaruh sangat nyata terhadap parameter total populasi bakteri, total populasi jamur, N-total, dan P-tersedia larutan MOL, akan tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap pH larutan MOL. Kualitas larutan MOL terbaik berdasarkan parameter total populasi bakteri ( $29,80 \times 10^8$  spk m L<sup>-1</sup> MOL), N-total (0,06 %) dan P-tersedia (199,38 mg kg<sup>-1</sup>) terdapat pada perlakuan konsentrasi 600 g ampas tahu dengan lama fermentasi lima minggu. Penggunaan ampas tahu sebagai salah satu sumber karbohidrat dan protein bagi mikroorganisme dalam proses fermentasi.

## 2.5. MOL Bonggol Pisang

Bonggol Pisang termasuk bahan yang mudah diperoleh. Banyak mata tunas menjadi inspirasi bahwa disitu ada zat yang luar biasa, yaitu giberellin dan sitokinin. Bahan ini sangat mengandung mikroorganisme untuk datang. Kandungan MOL bonggol pisang adalah kalori 43%, karbohidrat 66%, protein 0,6%, lemak 11,6%, hidrat arang 15%, ca 60%, P 0,5%, Fe 0,01%, vitamin 12%, air 86%, giberellin, sitokinin, 7 isolat, Azospirillum, Azotobacter, Bacillus, Aeromonas, Aspergillus, Mikroba pelarut fosfat, dan mikroba selulitik (Fawzia, 2012). Manfaat dari MOL bonggol pisang adalah sebagai dekomposer dan penyubur tanah (Trubus, 2012).

Jenis mikroba yang telah teridentifikasi pada MOL bonggol pisang antara lain *Bacillus* sp., *Aeromonas* sp., dan *Aspergillus nigger*. Mikroba inilah yang biasa mendekomposisi bahan organik. Berdasarkan hal tersebut maka penggunaan MOL bonggol pisang sebagai dekomposer TKKS diduga mampu meningkatkan kualitas kompos TKKS (Kesumaningwati dkk., 2015).

### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 2.6. Kualitas Pupuk Cair Mikroorganisme Lokal

MOL mempunyai kualitas yang baik apabila sehingga mampu meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman secara berkelanjutan. Larutan MOL apabila telah mengalami fermentasi dapat digunakan sebagai dekomposer dan pupuk cair untuk meningkatkan kesuburan tanah serta sebagai sumber unsur hara bagi pertumbuhan tanaman (Hadinata, 2008).

Kualitas merupakan tingkat yang menunjukkan serangkaian karakteristik yang melekat dan memenuhi ukuran tertentu (Dale, 2003). Faktor-faktor yang menentukan kualitas larutan MOL antara lain media, lama fermentasi, kadar bahan baku atau substrat, bentuk dan sifat mikroorganisme yang aktif di dalam proses fermentasi, pH, temperatur, lama fermentasi, dan rasio C/N dalam bahan (Hidayat, 2006). Terkait kualitas MOL Batara (2015) menyatakan MOL mempunyai sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologi MOL.

### 2.6.1. Sifat Fisik

MOL sebagai suatu larutan mempunyai sifat-sifat fisik yang berhubungan dengan kehidupan mikroorganisme misalnya waktu, suhu dan warna. Waktu pembuatan yang dibutuhkan MOL adalah 3 minggu karena bahan baku MOL sudah hancur atau terurai dengan sempurna (Juanda dkk., 2011). Lama pembuatan juga berpengaruh nyata terhadap suhu MOL. Suhu tertinggi yang dicapai adalah 29<sup>o</sup>C. Hal ini ada kaitannya dengan aktivitas mikroorganisme dalam mendekomposisi bahan organik yang menghasilkan energi dalam bentuk panas. Setelah mencapai puncak, suhu mulai menurun, diduga karena aktivitas mikroorganisme dalam mengurai bahan organik semakin berkurang. MOL juga menghasilkan warna yang berbeda-beda tergantung pada bahan organiknya. Warna MOL adalah warna yang ditimbulkan oleh kandungan bahan organik dan anorganik. Warna bahan-bahan organik misalnya tannin, liginin dan asam humus yang berasal dari dekomposisi bahan baku MOL. Warna ini tidak hanya disebabkan oleh bahan terlarut, tetapi juga oleh bahan tersuspensi (Effendi 2003).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 2.6.2. Sifat Kimia

Dalam dekomposisi bahan baku MOL terjadi perubahan-perubahan kimia. Perubahan ini antara lain tergantung pada pH, kadar karbohidrat, oksigen dan mikroorganisme. Makin lama waktu pembuatan MOL berlangsung, maka dekomposisi bahan organik juga akan semakin lama. Akibatnya, pH menjadi rendah karena terjadi peningkatan konsentrasi ion-ion H<sup>+</sup>. Ion-ion H<sup>+</sup> ini akan menentukan keasaman MOL (Dwijoseputro, 2010). Bahan baku MOL adalah media tumbuh mikroorganisme yang mengandung unsur hara yang dibutuhkan mikroorganisme untuk memperoleh energi, membentuk sel dan melakukan biosintesis produk-produk metabolit. Mikroorganisme membutuhkan serangkaian unsur hara yang berbeda tetapi tidak semua unsur hara diperlukan dalam jumlah yang sama. Unsur hara bisa menjadi faktor pembatas pertumbuhan mikroorganisme apabila kurang tersedia dari yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme. Proses metabolisme ini berlangsung akibat aktifitas biokimia mikroorganisme yang memanfaatkan unsur hara yang tersedia berupa karbohidrat, protein, lemak, mineral maupun vitamin. Setiap mikroorganisme menghasilkan enzim yang berbeda untuk memecah senyawa kompleks polisakarida, protein dan lemak. Enzim ini merupakan enzim ekstraseluler yang memecah senyawa secara hidrolisis (Batara, 2015).

### 2.6.3. Sifat Biologi

Kualitas MOL ditentukan juga oleh populasi mikroorganisme berguna yang terdapat di dalam MOL. Keragaman populasi mikroorganisme dalam setiap MOL mengindikasikan bahwa banyak mikroorganisme yang berperan dalam proses dekomposisi bahan organik MOL. Keragaman populasi ini ditentukan oleh faktor abiotik dan biotik. Faktor abiotik misalnya suhu pertumbuhan mikroorganisme, kandungan air, tekanan osmosis dan aerasi. Faktor biotik yang berhubungan misalnya interaksi dalam satu populasi mikroorganisme atau interaksi antar berbagai populasi mikroorganisme. Mikroorganisme akan saling berinteraksi dalam mendegradasi dan memineralisasi senyawa kompleks bahan organik menjadi senyawa sederhana dan sejumlah unsur hara esensial seperti N, P dan K. Dalam MOL juga terdapat mikroorganisme selulolitik. Cendawan *A. niger* ditemukan dalam MOL keong mas dan dalam MOL urin kelinci ditemukan

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

*Verticillium* sp. Mikroorganisme ini menghasilkan enzim selulase yang mampu menghidrolisis selulosa menjadi oligosakarida dan akhirnya menjadi glukosa yang berfungsi sebagai sumber karbon dan unsur hara bagi pertumbuhan tanaman (Batara, 2015).

## 2.7. Standar Pupuk Cair Organik

Terdapat nilai-nilai standar minimum dan maksimum penentuan kualitas pupuk cair, mulai dari unsur hara makro dan mikro. Tujuan persyaratan teknis minimal kualitas pupuk cair organik ini ialah untuk mengetahui standar nilai yang baik dan layak digunakan. Menteri pertanian menetapkan syarat nilai mengenai teknis minimal kualitas pupuk cair organik dapat dilihat pada Tabel 2.1. sebagai berikut:

Tabel 2.1. Teknis Minimal Kualitas Pupuk Cair Organik

| No | Parameter                                | Satuan | Standar Mutu    |
|----|--|--------|-----------------|
| 1  | C-Organik                                | %      | Min 6           |
| 2  | Bahan Ikutan<br>(Plastik, Kaca, Kerikil) | %      | Maks 2          |
| 3  | Logam Berat                              |        |                 |
|    | - As                                     | ppm    | Maks 2,5        |
|    | - Hg                                     | ppm    | Maks 0,25       |
|    | - Pb                                     | ppm    | Maks 12,5       |
|    | - Cd                                     | ppm    | Maks 0,5        |
| 4  | pH                                       |        | 4-9             |
| 5  | Hara Makro                               | %      |                 |
|    | - N                                      |        | 3-6             |
|    | - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>          |        | 3-6             |
|    | - K <sub>2</sub> O                       |        | 3-6             |
| 6  | Mikroba Kontaminan                       |        |                 |
|    | - <i>E. Coli</i>                         | Mpn/g  | 10 <sup>2</sup> |
|    | - <i>Salmonella</i> sp.                  | Mpn/g  | 10 <sup>2</sup> |
| 7  | Hara Mikro                               |        |                 |
|    | - Fe total atau                          | ppm    | 90-900          |
|    | - Fe tersedia                            | ppm    | 5-50            |
|    | - Mn                                     | ppm    | 250-5000        |
|    | - Cu                                     | ppm    | 250-5000        |
|    | - Zu                                     | ppm    | 250-5000        |
|    | - B                                      | ppm    | 125-2500        |
|    | - Mo                                     | ppm    | 5-20            |

Sumber : Permentan (2011)