

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pupuk

Pupuk merupakan suatu bahan yang ditambahkan ke media tanaman sebagai nutrisi untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Unsur hara yang diperlukan oleh tanaman adalah karbon, hidrogen, oksigen (ketersediaan di alam melimpah), natrium, fosfor, kalium, kalsium, magnesium (hara makro), dan zat besi (hara mikro). Pupuk dapat diberikan lewat tanah, daun, atau diinjeksi ke batang tanaman. (Kementrian Pertanian, 2015). Macam-macam pupuk terbagi menjadi dua, yaitu pupuk anorganik dan pupuk organik.

Pupuk anorganik adalah pupuk hasil proses rekayasa secara kimia, fisik dan atau biologis yang merupakan hasil dari industri atau pabrik pembuat pupuk. Kandungan hara di dalam pupuk anorganik sudah ditentukan oleh produsen dan menjadi ciri khas dari merek pupuk. (Peraturan Menteri Pertanian, 2003).

Sedangkan pupuk organik adalah pupuk yang dibuat dari sisa tanaman atau hewan melalui proses pengomposan. Pupuk organik terbagi menjadi pupuk organik padat dan pupuk organik cair. Pupuk organik padat maupun cair berfungsi untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi pada tanah yang lebih ramah lingkungan.

2.2 Pupuk Organik

Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari sisa tanaman atau hewan yang telah mengalami rekayasa berbentuk padat atau cair yang digunakan untuk memasok bahan organik, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Peraturan Menteri Pertanian, 2006). Bahan organik tidak dapat menggantikan peran dari pupuk anorganik sebagai pemasok hara, karena kandungan unsur hara dalam bahan organik relatif rendah, namun demikian bahan organik dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik

Pada umumnya pupuk organik mengandung hara makro N, P, K rendah tetapi mengandung hara mikro dalam jumlah cukup yang sangat diperlukan pertumbuhan tanaman. sebagai bahan pembenah tanah, pupuk organik mencegah terjadinya erosi, pergerakan permukaan tanah dan retakan tanah. Pupuk organik bukanlah untuk

menggantikan peran pupuk kimia melainkan sebagai pelengkap fungsi pupuk kimia. Pupuk organik dan pupuk kimia akan lebih optimal dan lebih efisien penggunaannya bila dimanfaatkan secara bersama-sama. Penambahan pupuk organik dapat mengurangi dampak negatif pupuk kimia serta memperbaiki sifat fisik, biologi dan kimia tanah secara bersamaan (Wahyono, 2011). Pupuk organik dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Sumber : Petrokimia Gresik (2022)

Gambar 2.1 Pupuk Organik

2.3 Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair merupakan larutan hasil pembusukan bahan organik yang berasal dari sisa-sisa tanaman atau sayuran, limbah buah-buahan, limbah ikan, dan kotoran hewan misalnya kotoran sapi dan urin kambing. Pupuk organik cair dapat dibuat dari bahan-bahan organik berbentuk cair dengan cara mengomposkan dan diberikan aktivator pengomposan sehingga dapat dihasilkan pupuk organik cair yang mengandung unsur hara yang lengkap. Pupuk organik cair umumnya tidak berbahaya bagi tanah dan tanaman, meskipun digunakan secara sering.

Kelebihan pupuk organik cair, yaitu mampu memberikan hara bagi tanaman tanpa merusak unsur hara di dalam tanah dan lebih mudah diserap oleh tanaman. Unsur hara makro yang ada di pupuk organik cair sama dengan limbah padat organik yaitu, Nitrogen (N), Phosphor (P) dan Kalium (K). Selain itu, pupuk ini juga memiliki bahan pengikat, sehingga larutan pupuk yang diberikan ke permukaan tanah bisa langsung digunakan oleh tanaman. Pupuk organik cair dalam proses pembuatannya memerlukan waktu yang lebih cepat dari pupuk organik padat. (Nur dkk, 2016). Pupuk organik cair dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Pupuk Organik Cair

Sumber : Hijau Tani (2022)

Gambar 2.2 Pupuk Organik Cair

Manfaat pupuk organik cair diantaranya, yaitu :

- a. Meningkatkan pembentukan klorofil daun dan pembentukkan akar pada tanaman sehingga meningkatkan kemampuan fotosintesis tanaman dan penyerapan nitrogen dari udara.
 - b. Dapat meningkatkan perkembangan kecambah (benih) tanaman sehingga tanaman menjadi kokoh dan kuat.
 - c. Meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan.
 - d. Meningkatkan pembentukkan bunga dan bakal buah.
- (Marpaung, 2018).

Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik Cair Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian dapat dilihat pada Tabel 2.1 (halaman 9).

2.4 Unsur Hara Makro Pupuk Organik Cair

1. Nitrogen (N)

Nitrogen (N) dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak sehingga disebut unsur hara makro. Nitrogen berperan untuk merangsang pertumbuhan vegetatif, pembuat tanaman hijau, penyusun bahan klorofil daun, lemak dan protein. Namun jika kandungannya terlalu tinggi, maka akan menyebabkan pembungaan dan pembuahan terhambat, batang mudah roboh dan tidak tahan terhadap penyakit. Fungsi nitrogen pada tanaman adalah:

- a. Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.
- b. Menyehatkan pertumbuhan daun.
- c. Meningkatkan kadar protein tanaman.

d. Meningkatkan perkembangbiakan mikroorganisme dalam tanah (Rajiman, 2020).

2. Fosfor (P)

Fosfor merupakan unsur hara yang terpenting bagi tumbuhan setelah nitrogen. Unsur ini merupakan bagian penting dari nukleoprotein inti sel yang mengendalikan pembelahan dan pertumbuhan sel, demikian pula untuk DNA yang membawa sifat-sifat keturunan organisme hidup. Senyawa fosfor juga mempunyai peranan dalam pembelahan sel, merangsang pertumbuhan awal pada akar, pemasakan buah, transport energi dalam sel, pembentukan buah dan produksi biji (Yulipriyanto, 2010). Kandungan fosfor berkaitan dengan kandungan N dalam substrat, semakin besar nitrogen yang dikandung maka multiplikasi mikroorganisme yang merombak fosfor akan meningkat, sehingga kandungan fosfor dalam pupuk cair juga meningkat. Kandungan fosfor dalam substrat akan digunakan oleh sebagian besar mikroorganisme untuk membangun selnya. Proses mineralisasi fosfor terjadi karena adanya enzim fosfatase yang dihasilkan oleh sebagian besar mikroorganisme (Hidayati dkk, 2011).

3. Kalium (K)

Kalium (K) merupakan unsur hara utama bagi tumbuhan yang dimana sangat diperlukan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama penyakit. Kalium (K) berperan dalam memperkuat tubuh tanaman agar daun, bunga, dan buah tidak mudah gugur. Kegunaan utamanya untuk membantu pembentukan protein dan karbohidrat, meningkatkan kualitas bunga dan buah, meningkatkan resistensi dari penyakit hama dan kekeringan. Kekurangan kalium dapat menghambat pertumbuhan tanaman, daun tampak seperti terbakar dan tanaman mudah patah dan roboh (Rajiman, 2020).

Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Oganik Cair Berdasarkan Peraturan Menteri
Pertanian (PERMENTAN No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019).

Tabel 2.1 Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Cair Organik

No.	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1.	C – Organik	% (w/v)	Minimum 10
	Hara makro :		
2.	N P ₂ O ₅ K ₂ O	% (w/v)	2 – 6
3.	N – Organik	% (w/v)	Minimum 0,5
	Hara mikro**		
	Fe total	ppm	90 – 900
	Mn total	ppm	25 – 500
4.	Cu total	ppm	25 – 500
	Zn total	ppm	25 – 500
	B total	ppm	12 – 250
	Mo total	ppm	2 – 10
5.	pH	-	4 – 9
		Cfu/ ml Atau	< 1 x 10 ²
	<i>E.coli</i>	MPN/ ml	
6.		Cfu/ ml Atau	< 1 x 10 ²
	<i>Salmonella sp</i>	MPN/ ml	
	Logam berat		
	As	ppm	Maksimum 5,0
	Hg	ppm	Maksimum 0,2
7.	Pb	ppm	Maksimum 5,0
	Cd	ppm	Maksimum 1,0
	Cr	ppm	Maksimum 40
	Ni	ppm	Maksimum 10
	Unsur/senyawa lain***		
8.	Na	ppm	Maksimum 2.000
	Cl	ppm	Maksimum 2.000

Sumber : Peraturan Menteri Pertanian (2019).

2.5 Tanaman Gamal

Tanaman gamal (*Gliricidia sepium*) adalah nama jenis perdu dari kerabat polong-polongan (suku *Fabaceae* atau *Leguminosae*). Penyebaran alami tanaman ini tidak diketahui dengan jelas karena telah dibudidayakan sejak lama, tetapi bukti kuat menunjukkan bahwa penyebarannya terbatas pada hutan hujan tropis di dataran rendah pesisir Pasifik dan beberapa lembah pedalaman di Amerika Tengah dan Meksiko. Tanaman ini sekarang sudah menyebar di seluruh daerah tropis termasuk Indonesia (Direktorat Perbenihan Tanaman Hutan, 2002). Taman gamal dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Sumber : Kampus Tani (2022)

Gambar 2.3 Daun Gamal

Tanaman gamal (*Gliricidia sepium*) diklasifikasikan sebagai berikut (Sutanto, 2002) :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Fabales</i>
Famili	: <i>Fabaceae</i> atau <i>Leguminosae</i>
Subfamili	: <i>Faboideae</i>
Genus	: <i>Gliricidia</i>
Spesies	: <i>Gliricidia sepium</i> atau <i>Gliricidia maculate</i>

Pada Gambar 2.3. Tanaman gamal mampu beradaptasi disegala jenis tanah, tanah kering, tanah yang kurang subur, dan juga tahan asam. Batang gamal berukuran kecil hingga sedang, tingginya dapat mencapai 2-15 m, sering bercabang

dari dasar dengan diameter basal dapat mencapai 15-30 cm. Kulit batang halus dengan warna bervariasi, dari putih abu-abu, dan coklat tua. Batang dan cabang-cabangnya pada umumnya ada bercak putih kecil. Tipe daun gamal adalah majemuk menyirip dengan jumlah daun antara 5-20 anak daun. Helai daun berbentuk oval atau elips, panjang daun 2-7cm, lebar daun 1-3cm, dan warna bagian bawah daun buram (Winata dkk, 2012). Kelopak daun berwarna hijau kemerahan, mahkota bunga berwarna ungu merah jingga bercampur putih. Bunga daun gamal mampu melakukan penyerbukan sendiri (Purwanto, 2007).

Tanaman gamal memiliki kandungan unsur hara yang tinggi yaitu mengandung nitrogen, fosfor, kalium, kalsium dan magnesium. Berikut persentase kandungan unsur hara yang terdapat pada daun gamal dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kandungan unsur hara daun gamal

N	P	K	Ca	Mg
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
3,15	0,22	1,35	1,35	0,41

Sumber : Oviyanti, 2016.

Beberapa kegunaan tanaman gamal yaitu (Purwanto, 2007) :

1. Meningkatkan bahan organik tanah dan kadar nitrogen tanah.
2. Mengurangi laju erosi.
3. Meningkatkan penyerapan air oleh tanah
4. Sebagai tanaman pagar pada padang penggembalaan ternak.
5. Sumber pakan bagi ternak untuk ruminansia (hewan memamah) seperti sapi, kerbau, rusa, dan domba.

2.6 Limbah Pertanian

Limbah pertanian adalah sisa dari proses produksi pertanian. Limbah pertanian antara lain dapat berupa jerami tanaman pangan, limbah tanaman perkebunan dan kotoran ternak (Nurhayati dkk, 2011). limbah yang sudah dimanfaatkan untuk kebutuhan pertanian dan perkebunan baru sebesar 30% hingga 40% dari limbah yang tersedia. Jumlah tersebut dinilai masih sangat kurang mengingat limbah yang tersedia pada saat pemanenan yang melimpah pemanfaatan pupuk organik dari limbah pertanian adalah langkah *recycle* atau pemanfaatan

kembali limbah yang terbuang yang cukup strategis, karena limbah atau sampah yang secara langsung dirasakan membawa banyak masalah terutama sebagai sumber pencemaran lingkungan, sumber penyakit dan mengganggu kebersihan lingkungan (Wiswasta dkk, 2016). Beberapa limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan untuk pupuk organik cair karena berbagai potensinya adalah batang pisang, sabut kelapa dan air kelapa tua.

2.6.1 Batang Pisang

Tanaman pisang (*Musa paradisiaca L.*) berasal dari Asia Tenggara dan tersebar di negara Spanyol, Italia, Amerika serta Indonesia. Pisang merupakan salah satu buah tropik yang mempunyai nilai ekonomi tinggi, ketersediaanya tidak mengenal musin dan harganya terjangkau. Tanaman pisang bersifat monokarifik artinya hanya berbuah sekali kemudian mati. Tanaman pisang akan berproduksi dengan baik apabila pertumbuhannya juga subur. Pisang umumnya dapat tumbuh di dataran rendah dengan ketinggian 1000 m diatas permukaan laut. Tanaman pisang memiliki tinggi 1-3 meter. Tanaman pisang tumbuh pada iklim tropis basah, lembab dan panas (Hairuddin dkk, 2017).

Tanaman pisang (*Musa paradisiaca L.*) diklasifikasikan sebagai berikut (Suhastyo, 2011) :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Monocyledoneae</i>
Ordo	: <i>Zingiberales</i>
Famili	: <i>Musaceae</i>
Genus	: <i>Musa</i>
Spesies	: <i>Musa paradisiaca L</i>

Tanaman pisang banyak mengandung manfaat. Misalnya, daun pisang dapat dimanfaatkan sebagai pembungkus makanan, batang pisang dapat dimanfaatkan sebagai pembungkus bibit tanaman, buah pisang dapat dimanfaatkan sebagai vitamin dan mineral, dan juga bunga atau jantung pisang dapat dibuat sayuran atau diolah menjadi manisan (Badan Pengkajian Teknologi Pertanian Sulbar, 2021).

Hampir semua tanaman pisang bisa menjadi bahan baku pembuatan pupuk organik cair. Salah satunya adalah batang pisang. Batang pisang tersedia dalam

jumlah banyak dan mudah dijumpai di sekitar kita. Batang pisang dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Sumber : Filmela (2022)

Gambar 2.4 Batang Pisang

Batang pisang berbentuk bulat silindris dan berlapis. Batang pisang terdapat dua bagian, yaitu batang asli dan batang semu. Batang asli merupakan batang yang terdapat di pangkal batang posisinya berada di bawah permukaan tanah yang menyerupai umbi batang. Sedangkan batang semu yang terdiri dari pelepah daun yang saling menutupi, tumbuh tegak serta berada di atas permukaan tanah. Batang pohon pisang mengandung air lebih banyak. Warna dari batang pisang didominasi warna hijau muda dengan lapisan kecoklatan, batang pisang tidak menghasilkan kambium sehingga teksturnya lunak. Selama pertumbuhan, batang pisang akan terus membentuk lapisan baru untuk menutupi lapisan lama yang sudah mengering (Ryan dkk, 2020). Berikut persentase kandungan unsur hara pada batang pisang dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kandungan unsur hara batang pisang

Ca (%)	P (%)	K (%)
16	32	23

Sumber : Sari, dkk (2019).

Kandungan fosfor yang tinggi inilah menjadikan batang pisang sangat cocok dijadikan pupuk cair organik karena berfungsi sebagai pengaktifan pertumbuhan tanaman seperti pertumbuhan buah, akar dan batang pada tanaman, selain itu kandungan fosfor pada batang pisang dapat berfungsi untuk mempercepat pemasakan buah dan biji pada tanaman. (Sari dkk, 2019).

2.6.2 Sabut Kelapa

Buah kelapa terdiri dari beberapa komponen yaitu, tempurung kelapa, sabut kelapa, daging buah kelapa, dan air kelapa. Limbah sabut kelapa merupakan sisa buah kelapa yang sudah tidak terpakai yaitu terletak dibagian kulit kelapa. Komposisi buah kelapa yaitu sabut kelapa 35%, tempurung 12%, air buah 25% dan daging buah 28% (Triarlina dkk, 2017). Sabut kelapa mampu mengikat dan menyimpan air dengan kuat serta mengandung unsur-unsur hara seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), natrium (N) dan phosphor (P) (Ramadhan dkk, 2018). Sabut kelapa mengandung banyak unsur kalium, sehingga dapat menjadi alternatif sumber kalium organik pada pembuatan pupuk organik cair dan juga dapat menggantikan pupuk KCl (Kementrian Pertanian, 2021). Sabut kelapa dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Sumber : Rumah Mesin (2022)

Gambar 2.5 Sabut Kelapa

Berikut persentase kandungan unsur hara yang terdapat pada sabut kelapa dapat dilihat pada Tabel 2.4. (Sabri, 2017).

Tabel 2.4 Kandungan unsur hara sabut kelapa

Air (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
53,83	0,28	0,1	6,726	140	170

2.6.3 Air Kelapa Tua

Produksi air kelapa di Indonesia cukup berlimpah, namun pemanfaatannya masih kurang terutama air kelapa tua. Air kelapa tua dapat digunakan sebagai bahan campuran pembuatan pupuk organik cair sebagai pengganti pupuk kimia atau anorganik yang berguna untuk pertumbuhan tanaman. Air kelapa tua mengandung

asam askorbat atau vitamin, asam amino, protein, lemak, gula, kalsium dan mineral. Air kelapa tua merupakan salah satu bahan alami yang mengandung hormon sitokinin, auksin, dan giberlin, hormon sitokinin berperan dalam memacu tunas dan pembelahan sel (Mergiana dkk, 2021). Air kelapa tua dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Sumber : *goodlife* (2022)

Gambar 2.6 Air Kelapa Tua

Berikut persentase kandungan unsur hara makro pada air kelapa tua yang dapat dijadikan pupuk organik cair (Rosniawaty dkk, 2022) pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Kandungan unsur hara air kelapa tua

Unsur	Kandungan
Nitrogen	0,04%
Phospor	0,01%
Kalium	0,015%
C-Organik	1,19%

2.7 Gula Merah

Gula merah adalah produk olahan nira kelapa atau aren. Gula merah merupakan karbohidrat sederhana yang dapat digunakan sebagai energi dalam fermentasi, penambahan gula dalam proses fermentasi adalah sebagai sumber nutrisi yang dapat digunakan oleh mikroorganisme dalam tumbuh dan berkembang. Gula merah memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang dapat digunakan sebagai sumber karbohidrat pada pembuatan pupuk organik cair. Gula merah dapat dilihat pada Gambar 2.7 dan persentase kandungan mineral makro gula merah dapat dilihat pada Tabel 2.6.



Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

Gambar 2.7 Gula Merah

Tabel 2.6 Kandungan mineral makro gula merah

Kandungan Mineral	Coconut Palm Sugar
Mineral makro dalam bahan kering	mg/L (ppm)
Nitrogen (N)	2,020
Fosfor (P)	790
Kalium (K)	10300
Kalsium (Ca)	60
Magnesium (Mg)	290
Natrium (Na)	450
Klorin (Cl)	4700
Belerang (S)	260

Dianalisis oleh : Philippine Coconut Authority – Plant and Tissue Analysis Laboratory (Sept. 11, 2000).

2.8 Bioaktivator *Effective Microorganism 4* (EM 4)

Effective microorganism 4 (EM4) pertama kali ditemukan oleh Prof. Dr. Teuro Higa dari Universitas Ryukyus, Jepang. Larutan EM4 ini mengandung mikroorganisme fermentasi. Jumlah mikroorganisme fermentasi EM4 sangat banyak, sekitar 80 genus. Dari sekian banyak mikroorganisme, ada lima golongan utama yang terkandung di dalam EM4, yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp.*, *Streptomyces sp.*, ragi (*yeast*), *Actinomycetes*. Mikroorganisme efektif atau EM4 adalah suatu kultur campuran berbagai mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman mikroba tanah dan dapat memperbaiki kesehatan serta kualitas tanah (Rasmito dkk, 2019). *Effective microorganism 4* (EM4) dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Sumber : Dokumentasi pribadi (2022)

Gambar 2.8 *Effective Microorganism 4*

Secara global terdapat 5 golongan yang pokok yaitu :

1. Bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp.*)

Bakteri ini merupakan bakteri bebas yang dapat mensintesis senyawa nitrogen, gula, dan substansi bioaktif lainnya. Hasil metabolir yang diproduksi dapat diserap secara langsung oleh tanaman dan tersedia sebagai substrat untuk perkembangbiakan mikroorganisme yang menguntungkan.

2. Bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*)

Bakteri yang memproduksi asam laktat sebagai hasil penguaraian gula dan karbohidrat lain yang bekerjasama dengan bakteri fotosintesis dan ragi. Asam laktat ini merupakan bahan sterilisasi yang kuat yang dapat menekan mikroorganisme berbahaya dan dapat menguraikan bahan organik dengan cepat.

3. *Streptomyces sp.*

Streptomyces sp. mengeluarkan enzim streptomisin yang bersifat racun terhadap hama dan penyakit yang merugikan.

4. Ragi (*yeast*)

Ragi memproduksi substansi yang berguna bagi tanaman dengan cara fermentasi. Substansi bioaktif yang dihasilkan oleh ragi berguna untuk pertumbuhan sel dan pembelahan akar. Ragi ini juga berperan dalam perkembangan atau pembelahan mikroorganisme menguntungkan lain seperti *Actinomycetes* dan bakteri asam laktat.

5. *Actinomycetes*

Actinomycetes merupakan organisme peralihan antara bakteri dan jamur yang mengambil asam amino dan zat serupa yang diproduksi bakteri fotosintesis dan merubahnya menjadi antibiotik untuk mengendalikan patogen, menekan jamur dan bakteri berbahaya dengan cara menghancurkan khitin yaitu zat esensial untuk pertumbuhannya. *Actinomycetes* juga dapat menciptakan kondisi yang baik bagi perkembangan mikroorganisme lain.

2.9 Fermentasi

Fermentasi adalah proses perubahan kimia pada zat organik oleh aksi enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Fermentasi membutuhkan starter berupa bakteri yang akan tumbuh pada substrat. Starter adalah populasi mikroorganisme yang jumlah dan kondisi fisiologisnya siap untuk diinokulasikan ke dalam media fermentasi (Rasmito dkk, 2019). Fermentasi yang dilakukan oleh mikroorganisme baik secara aerob maupun anaerob yang mampu mengubah senyawa kompleks menjadi lebih sederhana. Hal tersebut bertujuan untuk mempercepat penyerapan nutrisi pada tanaman. Fermentasi secara aerobik membutuhkan oksigen, sedangkan kondisi anaerob merupakan proses dekomposisi bahan organik tanpa menggunakan oksigen. Prinsip dari fermentasi ini adalah bahan organik dihancurkan oleh mikroba dalam kisaran temperatur dan kondisi tertentu (Makiyah, 2013).

Mikroorganisme merupakan faktor terpenting dalam proses fermentasi karena mikroorganisme ini yang merombak bahan organik menjadi kompos. Sebagian besar dari mikroorganisme yang melakukan dekomposisi berasal dari bahan organik yang digunakan dan sebagian lain berasal dari tanah. Mikroorganisme ini dapat diperbanyak dengan menambahkan stater atau aktivator.

Reaksi yang terjadi pada perombakan pada kondisi anaerobik adalah: (Setyorini, 2012).



2.10 Faktor Yang Mempengaruhi Fermentasi

1. Ukuran Bahan

Bahan yang berukuran kecil akan lebih cepat didekomposisi karena luas permukaannya meningkat sehingga mempermudah aktivitas mikroorganisme perombak. Untuk pengomposan anaerobik, bahan organik perlu dicacah sehingga berukuran kecil. Bahan sebaiknya dicacah hingga berukuran 0,5-1 cm yang bertujuan untuk mempercepat proses penguraian oleh bakteri dan mempermudah pencampuran bahan (Nur dkk, 2016).

2. Komposisi

Komposisi larutan bioaktivator harus sesuai dengan jumlah bahan yang akan digunakan. Apabila larutan bioaktivator kurang atau lebih sedikit, maka kemungkinan besar pupuk cair akan gagal dan bahan akan cepat membusuk (Kusumaningtyas, 2012).

3. Suhu

Proses pembuatan pupuk organik cair secara anaerob akan berjalan baik jika bahan berada dalam suhu yang sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme. Suhu yang optimal dalam proses fermentasi pupuk organik cair sekitar 25-55°C. Apabila suhu terlalu tinggi maka mikroorganisme akan mati, namun apabila suhu relatif lebih rendah maka mikroorganisme belum dapat bekerja (Indriani, 2004).

4. pH (Derajat Keasaman)

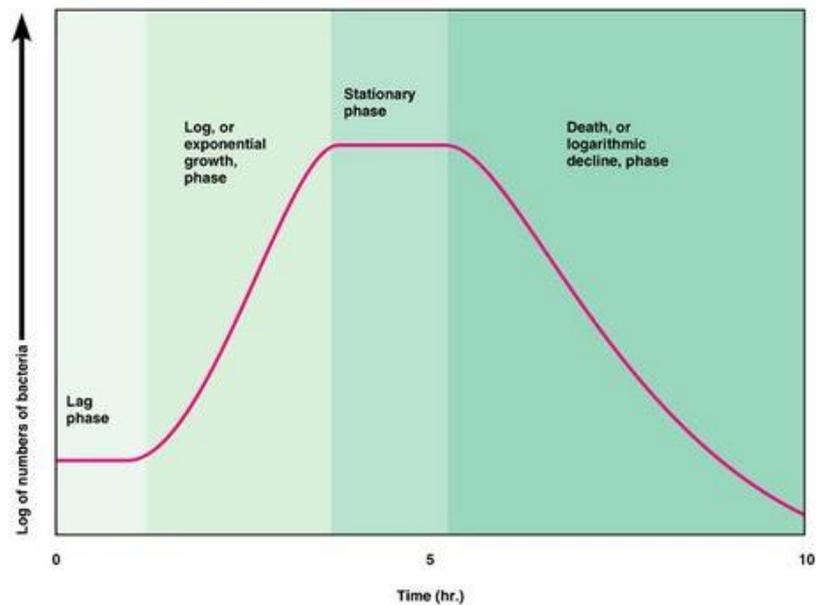
pH yang optimum untuk proses penguraian bahan organik berkisar antara 6,5 sampai 7,5 (netral). Pengomposan akan melepaskan asam, sehingga dapat menurunkan pH (pengasaman). Namun disisi lain pengomposan akan memproduksi amonia, sehingga mampu meningkatkan pH pada fase-fase awal pengomposan. Keasaman kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral (Rajiman, 2020).

5. Lama Waktu Fermentasi

Lama waktu fermentasi merupakan salah satu faktor penting dalam proses fermentasi karena berkaitan dengan fase pertumbuhan mikroba yang akan

berkembang dari waktu ke waktu sehingga akan mempengaruhi kandungan produk yang akan dihasilkan (Hamdiyati, 2011).

2.11 Fase – fase Pertumbuhan Mikroorganisme



Gambar 2.9 Fase - fase pertumbuhan Mikroorganisme

Berikut ini fase - fase pertumbuhan mikroorganisme :

1. Fase Lag/Adaptasi

Saat mikroorganisme ditempatkan kedalam suatu medium, mula-mula akan mengalami fase adaptasi untuk menyesuaikan dengan kondisi sekitarnya. Lamanya fase adaptasi dapat dipengaruhi oleh :

a. Medium dan lingkungan pertumbuhan

Jika nutrient yang tersedia dan kondisi lingkungan yang berbeda dengan sebelumnya, maka diperlukan waktu untuk penyesuaian.

b. Jumlah inokulan

Jumlah awal sel yang semakin tinggi akan mempercepat fase adaptasi.

2. Fase Pertumbuhan Logaritmik/Pertumbuhan Eksponensial

Pada Fase ini mikroorganisme membelah dengan cepat dan konstan. Pada fase ini kecepatan pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh medium tempat tumbuhnya seperti pH dan kandungan nutrient, serta kondisi lingkungan

termasuk suhu dan kelembaban udara. Pada fase ini, mikroba membutuhkan energi lebih banyak dibandingkan dengan fase lainnya. Selain itu juga sensitive terhadap keadaan lingkungan.

3. Fase Pertumbuhan Stasioner/Pertumbuhan tetap

Pada Fase ini jumlah populasi mikroorganisme tetap karena jumlah sel yang tumbuh sama dengan sel yang mati. Ukuran sel pada fase ini menjadi lebih kecil, karena sel tetap membelah meskipun zat nutrisi sudah mulai habis. Pada fase ini sel-sel menjadi lebih tahan terhadap keadaan ekstrim seperti panas, dingin, radiasi, dan bahan kimia.

4. Fase Kematian

Pada fase ini sebagian populasi mikroorganisme mulai mengalami kematian karena beberapa sebab yaitu, nutrient didalam medium/tempat sudah habis, energi cadangan di dalam sel habis. Kecepatan kematian dipengaruhi oleh kondisi nutrient, lingkungan, dan jenis mikroorganisme. (Aznury dkk, 2017).