

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Pupuk**

Pupuk merupakan material atau bahan yang ditambahkan ke media tanam yang berfungsi untuk mencukupi kebutuhan unsur hara yang diperlukan oleh media tanam tersebut sehingga mampu berproduksi dengan baik. Pupuk terbagi menjadi 2 jenis yaitu pupuk organik dan pupuk non-organik. Pupuk organik adalah pupuk yang dibuat dari tanaman atau hewan melalui proses rekayasa, pupuk organik terbagi menjadi pupuk organik padat dan pupuk organik cair, pupuk organik ini berfungsi untuk memperbaiki sifat fisik, kimi dan biologi pada tanah yang lebih ramah lingkungan. Sedangkan pupuk non-organik atau anorganik adalah pupuk yang dibuat dengan cara mengambil bahan-bahan mineral seperti natrium nitrat yang kemudian diolah oleh pabrik-pabrik dengan kadar hara tertentu sehingga prosesnya tidak alami.

Pemupukan adalah suatu tindakan yang bertujuan untuk meningkatkan hasil pertanian dengan cara memberikan unsur yang dibutuhkan seperti pupuk, jadi tujuan dilakukan pemupukan yaitu untuk merubah kesuburan, mengganti unsur hara yang hilang oleh adanya pengikisan tanah oleh air, yang disebut sebagai erosi dan mengganti unsur hara yang terangkut oleh tanaman (Sutanto, 2002).

Menurut Peraturan Menteri Pertanian No. 2/Pert./HK.060/2/2006, yang dimaksud dengan 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 (Direktorat Sarana Produksi, 2006).

#### **2.1.1 Pupuk Organik**

Pupuk organik adalah nama kolektif untuk semua jenis bahan organik asal tanaman dan hewan yang dapat dirombak menjadi hara tersedia bagi tanaman (Simanungkalit, 2006). Menurut Peraturan Menteri Pertanian No. 2/Pert./HK.060/2/2006, yang dimaksud dengan 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 (Direktorat Sarana Produksi, 2006). Pada umumnya pupuk organik mengandung hara makro N, P, K rendah tetapi mengandung hara mikro dalam jumlah cukup yang sangat diperlukan pertumbuhan tanaman, pemberian pupuk organik kedalam tanah dapat dilakukan seperti pupuk kimia. Penambahan pupuk organik dapat mengurangi dampak negatif pupuk kimia serta memperbaiki sifat fisik, biologi dan kimia tanah secara bersamaan (Rasmito, A, 2019). Syarat-syarat yang dimiliki pupuk organik, yaitu (Sutejo, 2010) :

1. Pupuk tidak meninggalkan sisa asam organik di dalam tanah,
2. Pupuk mempunyai kadar persenyawaan C organik yang tinggi,
3. Pupuk harus memiliki zat N atau zat lemas dalam bentuk persenyawaan organik sehingga lebih mudah diserap oleh tanaman.

### 2.1.2 Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair memiliki ciri berwarna kuning agak kecoklatan dan memiliki bau yang khas tergantung dari bahan yang digunakan, pupuk organik cair dapat dilihat pada gambar 2.1.



Sumber : alam tani, 2022

Gambar 2.1 Pupuk Organik Cair

Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No: 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang “Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah” persyaratan teknis minimal mutu pupuk organik cair dapat dilihat pada tabel 2.1 :

Tabel 2.1 Persyaratan teknis minimal mutu pupuk organik cair\*

No	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1	C - Organik	% (w/v)	Minimum 10
2	Unsur Hara Makro (N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , dan K <sub>2</sub> O)	% (w/v)	2-6
3	N – Organik	% (w/v)	Minimum 0.5
4	Hara Mikro**		
	Fe total	ppm	90 - 900
	Mn total	ppm	25 - 500
	Cu total	ppm	25 - 500
	Zn total	ppm	25 - 500
	B total	ppm	12 - 250
	Mo total	ppm	02-Oct
5	pH	-	4 - 9
6	<i>E.coli</i>	cfu/ml	< 1 x 10 <sup>2</sup>
		atau	
		MoN/ml	
	<i>Salmonella sp</i>	cfu/ml	< 1 x 10 <sup>2</sup>
		atau	
		MoN/ml	
7	Logam berat		
	As	ppm	maksimum 5,2
	Hg	ppm	maksimum 0,2
	Pb	ppm	maksimum 5,0
	Cd	ppm	maksimum 1,0
	Cr	ppm	maksimum 40
	Ni	ppm	maksimum 10
8	Unsur/Senyawa lain***		
	Na	ppm	maksimum 2.000
	Cl	ppm	maksimum 2.000

Sumber : Permentan No: 261/KPTS/SR.310/M/4/2019.

Keterangan :

\*) Dalam prosesnya tidak boleh menambahkan bahan kimia sintesis.

\*\*) Minimum 3 (tiga) unsur.

\*\*\*) Khusus untuk pupuk organik hasil ekstraksi rumput laut dan produk laut lainnya

## **2.2 Limbah Buah-buahan dan Dedaunan**

Limbah buah-buahan merupakan bahan buangan yang jarang dimanfaatkan dan sering dibuang secara *open dumb* tanpa pengolahan lebih lanjut sehingga akan menyebabkan gangguan lingkungan dan bau yang tidak sedap, sedangkan dedaunan liar yang tumbuh di perkarangan rumah biasanya dipotong dan dibuang tanpa adanya pemanfaatan apapun. Padahal limbah buah-buahan dan dedaunan memiliki potensi yang tinggi untuk dimanfaatkan menjadi pupuk organik cair, karena limbah buah-buahan itu sendiri memiliki kandungan Nitrogen (N), Fospor (P), Kalium (K), Vitamin, Kalsium (Ca), Zat besi (Fe), Natrium (Na), Magnesium (Mg) dan lain sebagainya. Kandungan yang ada pada limbah buah-buahan itu sendiri sangat berguna bagi kesuburan tanah, sehingga ada potensi dijadikan sebagai pupuk organik cair maupun mikro organisme lokal (Nur, 2019).

### **2.2.1 Kulit Nanas**

Kulit nanas merupakan salah satu jenis limbah yang tidak jarang dimanfaatkan, padahal kulit nanas merupakan salah satu limbah yang mempunyai kandungan unsur hara yang besar terutama pada bagian nitrogen. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Salim (2008), pupuk organik cair dari kulit nanas mengandung unsur hara 0,70% N, 19,98% C, 0,08% S, 0,03% Na, dengan pH 7,9. Selain itu berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Susi dkk (2018), pupuk organik cair dari limbah kulit nanas mengandung zat unsur hara mikro yang dibutuhkan tanaman seperti 1,27 ppm Fe, 137,25 ppm Mg, 28,75 ppm Mn, dan 27,55 ppm Ca, selain itu kulit nanas memiliki kandungan nutrisi lain yang dibutuhkan oleh tanaman seperti gula, protein, vitamin b3 dan karbohidrat. Kulit nanas juga mengandung zat ZPT, fungsi dari zat ZTP ini untuk membantu hormon pertumbuhan sehingga membuat tanaman semakin subur dan sehat sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman (Pramita, 2018), Selain itu kandungan pada kulit nanas jika digunakan pada pembuatan pupuk organik cair dapat berfungsi sebagai pembantu pertumbuhan tanaman karena kandungan nitrogen yang ada didalamnya.

### 2.2.2 Bonggol Pisang

Bonggol pisang merupakan bagian dari pohon pisang yang jarang dimanfaatkan dikarenakan dinilai tidak memiliki nilai ekonomis. tetapi apabila kita pelajari lebih dalam, bonggol pisang memiliki potensi untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik karena memiliki kandungan unsur hara yang lengkap, kandungan tersebut adalah :

Tabel 2.2 Kandungan Unsur Hara Bonggol Pisang

Unsur Hara	Kandungannya
NO <sub>3</sub> -	3087 ppm
NH <sub>4</sub> -	1120 ppm
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	439 ppm
K <sub>2</sub> O	574 ppm
Ca	700 ppm
Mg	800 ppm
Cu	6,8 ppm
Zn	65,2 ppm
Fe	0,09 ppm
C-Organik	1,06 %
C/N	2,2

Sumber : Suhastyo (2011) dalam Bahtiar, S.A. dkk. (2016)

Ketersediaan unsur hara yang dimiliki oleh bonggol pisang sangat lengkap sehingga mampu mencakup kebutuhan dari tanaman, Bonggol pisang mengandung mikroba pengurai bahan organik antara lain *Bacillus* sp, *Aeromonas* sp, dan *Aspergillus nigger*. Mikroba ini yang biasa menguraikan bahan organik dan bertindak sebagai dekomposer bahan organik yang akan dikomposkan. Bonggol pisang jarang dimanfaatkan oleh manusia dan dibiarkan membusuk secara alami tetapi jika dimanfaatkan dengan baik maka dapat digunakan sebagai mikroorganisme dekomposer. Dalam 100 g bonggol kering, terdapat 66,2 g karbohidrat, selain itu juga mengandung protein dan mineral- mineral penting (Wulandari dkk, 2009).

### **2.2.3 Buah Pepaya**

Pepaya adalah buah yang paling sering kita temui sehari-hari, namun apabila pepaya sudah busuk karena disimpan sehari-hari sering kali masyarakat membuang pepaya tersebut tanpa dimanfaatkan, ketersediaan limbah buah pepaya sangat melimpah contohnya pada pasar tradisional, padahal pepaya memiliki kandungan unsur hara yang tinggi untuk dijadikan pupuk cair organik, buah pepaya mengandung karbohidrat, kalsium, magnesium, potasium dan fosfor yang tinggi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Putra dan Ratnawati (2019) , pupuk organik cair dari limbah buah pepaya dan pisang memiliki kandungan C-organik diantara 3,96% - 7,34%, sedangkan unsur Nitrogen sebesar 1,37% - 3,21%, untuk kadar Fosfor sebesar 2,22% - 3,81% dan untuk kadar kalium sebesar 2,48% - 4,24%. Kandungan unsur kalium yang besar pada buah pepaya dapat bermanfaat bagi tanaman seperti meningkatkan daya tahan terhadap kekeringan dan penyakit, membantu penyerapan air oleh tanaman, dan membantu mempercepat metabolisme unsur nitrogen.

### **2.2.4 Daun Kelor**

Daun kelor merupakan tanaman tropis yang mudah tumbuh dan belum dimanfaatkan secara optimal. Daun kelor memiliki banyak kandungan gizi baik untuk manusia, hewan dan bahkan tumbuhan, Salah satu unsur esensial yang terdapat pada daun kelor yaitu zeatin (unsur Sitokimin) yaitu unsur yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman terutama tanaman yang baru mulai dari perkecambahan biji hingga pemasok nutrisi.

Daun kelor memiliki kandungan nutrisi yang sangat kompleks diantaranya didalam 100gram daun kelor segar mengandung 15gr N, 440mg Ca, 70mg P, 7mg Fe, 110 mg Cu, 5.2mg I, dan 11,300 IU Pro-vitamin A (Wahyuni. Dkk. 2019). Kandungan nitrogen yang dominan terdapat pada daun kelor tersebut sangat berguna bagi tanaman karena berfungsi sebagai pendorong perkembangan tanaman secara keseluruhan.

### **2.2.5 Daun Lamtoro**

Daun lamtoro merupakan daun yang sangat sering dijumpai karena dapat ditemukan diberbagai tempat seperti semak-semak, sepanjang jalan dan hutan, daun lamtoro banyak dibuang masyarakat karena dianggap tanaman liar padahal daun lamtoro memiliki potensi untuk dijadikan pupuk organik cair.

Penambahan daun lamtoro bertujuan untuk meningkatkan kadar nitrogen yang ada pada pupuk organik sehingga dapat digunakan sebagai nutrient pertumbuhan organisme dekomposes pupuk organik cair, kandungan yang terdapat pada daun lamtoro adalah seperti 2,0 – 4,3% kandungan nitrogen, 0,2 – 0,4% kandungan fosfor, dan 1,3 – 4,0% kandungan kalium (Ratrinia, 2014). Kandungan unsur hara kompleks yang terkandung didalam daun lamtoro inilah yang sangat bagus bila digunakan menjadi pupuk organik cair karena kandungan unsur hara makro tanaman menjadi terpenuhi.

### **2.3 Gula Merah**

Gula merah atau gula aren adalah pemanis yang dibuat dari nira yang berasal dari tandan bunga jantan pohon enau, gula merah memiliki aroma dan rasa yang khas. Gula merah biasanya juga diasosiasikan dengan segala jenis gula yang dibuat dari nira, yaitu cairan yang dikeluarkan dari bunga pohon dari keluarga palma, seperti kelapa, aren, dan siwalan. Gula merah biasanya digunakan untuk dikonsumsi, tetapi gula merah bisa digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan pupuk organik cair karena gula merah dapat menjadi sumber nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme.

Gula merupakan karbohidrat sederhana yang dapat digunakan sebagai energi dalam fermentasi, penambahan gula dalam proses fermentasi adalah sebagai sumber nutrient yang dapat digunakan oleh mikroorganisme dalam tumbuh dan berkembang. Gula merah memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang sangat cocok bila digunakan sebagai sumber karbohidrat pada pembuatan pupuk organik cair, berikut ini adalah tabel kandungan dari gula merah :

Tabel 2.3 Kandungan Mineral Gula Merah

Kandungan Mineral	Coconut Palm Sugar
<b>Mineral mikro dalam bahan kering</b>	<b>mg/L (ppm)</b>
Mangan (Mn)	1,3
Boron (B)	0,30
Seng (Zn)	21,20
Besi (Fe)	21,90
Tembaga (Cu)	2,3
<b>Mineral makro dalam bahan kering</b>	<b>mg/L (ppm)</b>
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)

## 2.4 Bioaktivator

Bioaktivator adalah isolasi mikroba yang sudah dimurnikan sehingga memiliki kemampuan khusus untuk mencerna bahan organik yang mengandung serat selulosa, secara sederhana bioaktivator merupakan bahan bioaktif yang dapat merombak bahan-bahan organik. Peran bioaktivator adalah sebagai peningkat kualitas dari pupuk dan juga mempercepat laju proses fermentasi. Berikut ini adalah beberapa bioaktivator yang beredar dimasyarakat :

### 1. Efektif Mikroorganisme (EM4)

EM4 ini terbukti dapat menghilangkan bau yang timbul selama pengomposan. Aktivator ini cocok untuk pembuatan pupuk dari bahan jerami padi, pupuk kandang, limbah buah-buahan, dan lain-lainnya.

### 2. OrgaDec

Bioaktivator ini memiliki kelebihan dimana waktu pengomposan bahan organik menjadi lebih cepat dan juga memiliki ketahanan terhadap beberapa penyakit pada akar. Aktivator ini cocok untuk pengomposan tandan kelapa sawit, kulit kakao, dan lain-lainnya.

### 3. Boisca

Boisca merupakan bioaktivator yang paling sering diaplikasikan pada pembuatan pupuk cair berbahan dasar dari limbah dan sampah rumah tangga, aktivator ini cocok untuk penggunaan beberapa jenis tanaman, pakan ikan dan ternak, serta dapat memperbaiki kualitas tanah dan air.

### 4. Promi

Promi merupakan mikroba unggul Indonesia yang sudah teruji. Aktivator ini digunakan untuk membuat kompos dari limbah pertanian, limbah peternakan, serasah, rumput, dan blotong tebu. Setiap 1 kg promi bisa digunakan untuk mengomposkan 1 ton limbah organik perkebunan sawit dan limbah pertanian lainnya.

## 2.5 Efektif Mikroorganisme (EM4)

Efektif mikroorganisme atau biasa disingkat EM4 adalah suatu pemanfaatan mikroorganisme yang bermanfaat bagi tanaman dalam meningkatkan kesuburan dan kesehatan tanaman. Efektif mikroorganisme (EM4) ditemukan pertama kali oleh Prof. Dr. Teruo Higa dari Universitas Ryukyus, Okinawa, Jepang, dan telah diterapkan secara luas di negara-negara lain di seluruh dunia, efektif mikroorganisme dapat dilihat pada gambar 2.2.



Sumber : Noviyanti, 2022

Gambar 2.2 Bioaktivator EM4

Dalam komposisinya mikroorganisme pada EM4 terdiri dari mikroorganisme fermentasi pokok pada yang berguna untuk pupuk, seperti :

1. *Lactobacillus sp*

*Lactobacillus sp* adalah bakteri yang dapat mengubah laktosa dan gula menjadi asam laktat. Bakteri ini dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme jahat yang berdampak buruk pada tanaman, bakteri ini juga merupakan PGPR (*Plant Growth Promotion Rhizobacteria*) yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman dengan cara menambah ketersediaan unsur hara yang sedikit pada tanah seperti nitrogen dan fosfat.

2. *Rhodopseudomonas sp*

*Rhodopseudomonas sp* atau biasa disebut dengan bakteri fotosintetik adalah bakteri yang dapat membentuk senyawa-senyawa yang bermanfaat dari bahan organik atau gas-gas berbahaya seperti hidrogen sulfida, zat-zat yang dibentuk oleh bakteri ini seperti asam amino, asam nukleik, zat-zat bioaktif dan gula sehingga semua zat tersebut berfungsi untuk mempercepat laju pertumbuhan.

3. *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 kitin yaitu zat esensial untuk pertumbuhannya. *Actinomycetes* juga juga dapat menciptakan kondisi yang baik bagi mikroorganisme lain.

4. *Streptomyces sp*

Adalah bakteri gram positif yang menghasilkan spora yang dapat ditemukan di tanah. Bakteri ini nonmotil dan berfilamen. Selain ditemukan pada tanah, bakteri ini juga dapat ditemukan pada tumbuhan yang membusuk. *Streptomyces* dikenal juga karena memproduksi senyawa volatil yaitu Geosmin yang memiliki bau khas pada tanah. Selain itu, *Streptomyces sp* mengeluarkan enzim streptomisin yang berfungsi sebagai racun pada hama dan penyakit yang merugikan.

## 5. *Yeast* (ragi)

Ragi atau *yeast* berfungsi dalam pembelahan sel mikroorganisme yang menguntungkan seperti actinomycetes dan bakteri asam laktat. Ragi menghasilkan substrat yang berfungsi membantu pertumbuhan sel.

## 2.6 Unsur Hara Makro

Unsur hara adalah macam-macam mineral yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk melakukan fotosintesis, Mineral tersebut dalam bentuk cair yang dapat diserap oleh akar untuk disalurkan ke zat hijau daun.

### 2.6.1 Unsur Nitrogen

Unsur Nitrogen (N) merupakan unsur yang penting pada pertumbuhan tanaman, nitrogen merupakan bagian dari protein dan konstituen dari protoplasma, enzim dan katalis biologis untuk mempercepat proses kehidupan pada tanaman sehingga peranan nitrogen sangatlah besar, nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman, yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian – bagian vegetatif tanaman, seperti daun, batang dan akar (Anwar, 2008). nitrogen berperan dalam proses pembentukan tanaman seperti pada sel dan jaringan tanaman serta organ dari tanaman itu sendiri sehingga peranan nitrogen sebagai pendorong tumbuhnya tumbuhan secara keseluruhan.

Apabila tanaman mengalami kekurangan nitrogen maka akan memiliki efek seperti pertumbuhan menjadi lambat, warna daun menguning, produksi menurun, fase pertumbuhan berhenti bahkan dapat menyebabkan kematian, untuk ciri dari tanaman yang kekurangan unsur nitrogen dapat dilihat pada gambar 2.3. Namun apabila tanaman mengalami kelebihan unsur nitrogen maka akan berdampak buruk juga seperti kualitas buah mengalami penurunan, buah menjadi pahit dan bahkan menyebabkan keracunan pada tanaman.



Sumber : Plantix, 2022

Gambar 2.3 Ciri-ciri tanaman yang kekurangan unsur Nitrogen

### 2.6.2 Unsur Fosfor

Unsur Fosfor (P) merupakan komponen penyusun dari beberapa enzim, protein, ATP, RNA, dan DNA. ATP penting untuk proses transfer energi, sedangkan RNA dan DNA menentukan sifat genetik dari tanaman. fosfor terdapat dalam tiga bentuk yaitu  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ , dan  $\text{PO}_4^{3-}$ , dan umumnya diserap tanaman dalam bentuk ion ortofosfat primer ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) dan ion ortofosfat sekunder ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ). Kandungan  $\text{P}_2\text{O}_5$  berkaitan dengan kandungan N dalam substrat, semakin besar nitrogen yang terkandung maka multiplikasi mikroorganisme yang merombak fosfor akan meningkat, sehingga kandungan fosfor dalam pupuk cair juga akan meningkat (Hidayati, 2011).

Unsur P juga berperan pada pertumbuhan benih, akar, bunga, dan buah. Pengaruh terhadap akar adalah dengan membaiknya struktur perakaran sehingga daya serap tanaman terhadap nutrisi pun menjadi lebih baik. Bersama dengan unsur Kalium Fosfor dipakai untuk merangsang proses pembungaan, Hal itu wajar sebab kebutuhan tanaman terhadap fosfor meningkat tinggi ketika tanaman akan berbunga.

Fosfor berfungsi sebagai perangsang dalam pertumbuhan akar, mempercepat laju pembungaan dan buah. fosfor juga merupakan kandungan untuk bahan pembentukan protein tertentu, unsur fosfor juga berperan dalam proses fotosintesis pada proses asimilasi, dimana fosfor akan membantu dalam penyerapan nitrogen dalam bentuk ion nitrat dan amonium dari dalam tanah oleh tanaman. Dikarenakan fungsinya yang sangat baik pada tumbuhan maka unsur fosfor ini sangat dibutuhkan

pada tanaman, Fosfor mengandung senyawa organik dari tanaman dan mikroba seperti asam nukleat, fitin dan fosfolipid. Dikarenakan perannya yang sangat baik bagi tanaman maka unsur fosfor ini harus dimasukkan pada kandungan pupuk, untuk bahan-bahan yang mengandung fosfor pada pembuatan pupuk dapat digunakan dengan menggunakan daging unggas dan jeroan, bonggol pisang, batang pisang, kotoran kambing dan ayam, kentang, bawang putih, susu kedelai, biji labu, bunga matahari dan lain sebagainya.



Sumber : Pertanian Pontianak, 2022

Gambar 2.4 Ciri-ciri tanaman yang kekurangan unsur fosfor

Efek yang terjadi apabila tanaman kekurangan fosfor dapat dilihat pada gambar 2.4, bagian tepi daun yang menjadi coklat, tulang daun menjadi lebih gelap dan daun sering mengalami rontok. Namun apabila tanaman mengalami kelebihan penyerapan fosfor maka akan mengganggu penyerapan unsur-unsur lain tetapi tidak bisa terlihat secara fisik, unsur tersebut seperti unsur Fe (besi), Zn (seng) dan Cu (tembaga).

### 2.6.3 Unsur Kalium

Kalium adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang K dengan nomor atom 19, unsur kalium memiliki kelebihan dibandingkan unsur kalsium dan magnesium dimana penyerapan unsur pada kalium lebih cepat diserap oleh tanaman. Kekurangan unsur kalsium dapat dilihat pada gambar 2.5 dimana daun kelihatan mengkerut dan layu, pada warna daun akan timbul warna kuning kecoklatan lalu akhirnya daun tersebut mengering dan mati, pada bagian buah tidak akan berukuran besar dan bermutu rendah, pada bagian batang yang kekurangan kalium akan terlihat kerdil dan mudah patah, contoh sederhana tumbuhan yang kekurangan kalium dapat dilihat pada kasus jambu biji yang jatuh dari pohon padahal belum masak.

Kalium dapat ditemukan pada bahan-bahan yang mengandung protein pada bagian tanaman, contoh beberapa tanaman yang mengandung kalium seperti buah alpukat, buah pisang, sayur bayam, buah jeruk, ubi jalar, labu kuning dan lain-lainnya.



Sumber : Pertanian Pontianak, 2022

Gambar 2.5 Ciri-ciri tanaman yang kekurangan unsur kalium

Fungsi kalium bagi tanaman adalah

- Mempengaruhi susunan dan mengedarkan karbohidrat di dalam tanaman.
- Mempercepat metabolisme unsur nitrogen dan aktivator enzim
- Membantu penyerapan air dan unsur hara dari tanah oleh tanaman.
- Mempertinggi daya tahan terhadap kekeringan dan penyakit selain itu juga berperan dalam perkembangan akar.

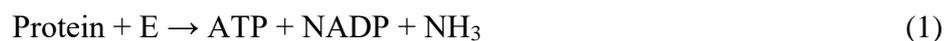
## 2.7 Fermentasi

Fermentasi adalah proses dekomposisi senyawa kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dengan melibatkan mikroorganisme. Proses perombakan bahan organik pada pembuatan pupuk organik cair ini dilakukan oleh mikroba dalam keadaan tanpa adanya oksigen (anaerobik). Proses fermentasi secara anaerobik dilakukan pada wadah tertutup sehingga hampa udara (Sari, M, 2018).

Fermentasi terbagi menjadi 2 mekanisme yaitu fermentasi secara aerobik dan fermentasi secara anaerobik, fermentasi aerobik adalah fermentasi yang membutuhkan oksigen didalam prosesnya, sedangkan untuk fermentasi anaerobik merupakan fermentasi yang tidak membutuhkan oksigen pada prosesnya. Laju fermentasi dapat dipercepat dengan bantuan dari aktivator, aktivator merupakan kumpulan mikroorganisme yang dibutuhkan sehingga dapat mempercepat laju

fermentasi, larutan gula merupakan substrat yang mudah dicerna oleh mikroorganisme dalam prosesnya. Pada proses pembuatan pupuk organik cair (POC) fermentasi yang terjadi ditandai dengan ciri-ciri memiliki bau yang khas, memiliki warna kecoklatan dan terdapat lapisan putih seperti busa pada bagian atas.

Proses fermentasi yang terjadi pada limbah organik akan merubah N organik menjadi senyawa nitrat agar dapat diserap oleh tanaman. Reaksi yang terjadi untuk mendapatkan unsur hara nitrogen (Widari, N,S, dkk 2020) :



Reaksi pembentukan unsur  $\text{NO}_3^-$  yang akan diserap oleh tanaman :



Sedangkan untuk mendapatkan phosphate, bakteri pelarut phosphate *pseudomonas* sp memanfaatkan ATP (Adenosine Tri Phosphate) yang sebelumnya terbentuk pada awal proses fermentasi :



### 2.7.1 Laju Pertumbuhan Mikroorganisme

Laju pertumbuhan mikroorganisme dapat dilihat pada gambar 2.6 sebagai berikut:

#### 1. Fase Lag (Adaptasi)

Fase lag adalah fase penyesuaian bakteri dengan lingkungannya yang baru. Durasi berlangsungnya fase ini bervariasi dan ditentukan dari komposisi media, pH, suhu, aerasi, jumlah sel, dan sifat fisiologis. Ketika sel telah menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya, barulah sel mulai membelah hingga mencapai populasi maksimum.

#### 2. Fase Log (Eksponensial)

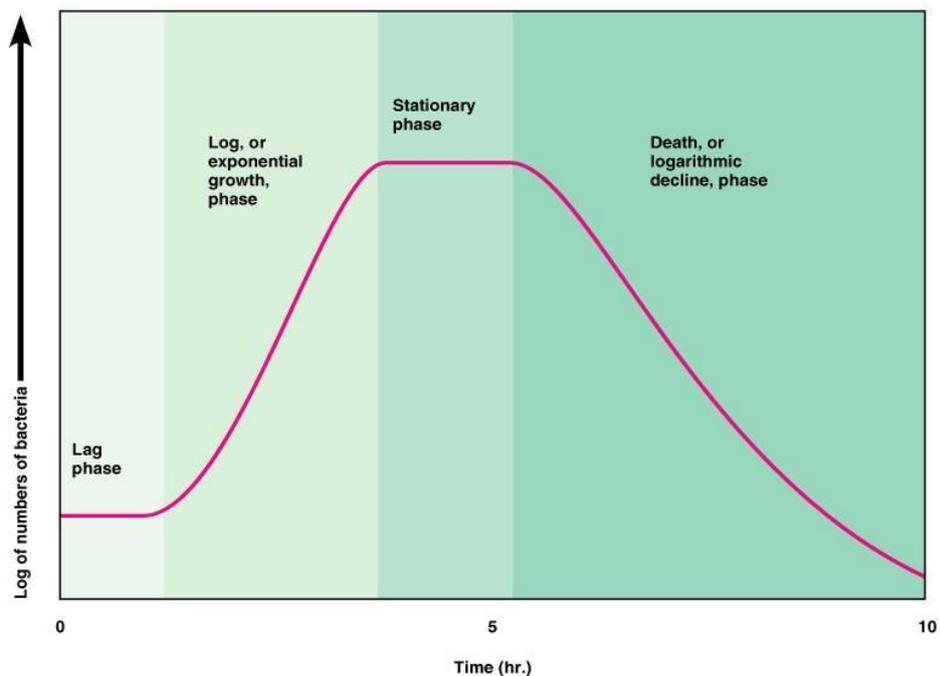
Pada fase log atau eksponensial terjadi pertumbuhan mikroba yang cepat, derajat pertumbuhan bakteri pada fase ini sangat dipengaruhi oleh sifat genetik yang diturunkan. Derajat pertumbuhan juga dipengaruhi oleh kadar nutrisi dalam media, suhu inkubasi, kondisi pH, dan aerasi.

### 3. Fase Stasioner

Pada fase stasioner laju pertumbuhan bakteri akan sama dengan laju kematiannya, hal ini dikarenakan kadar nutrisi yang dibutuhkan berkurang dan terjadi akumulasi produk yang mengganggu pembelahan sel sehingga terjadi keseimbangan jumlah antara laju pertumbuhan dengan laju kematiannya.

### 4. Fase Kematian

Pada fase kematian ini populasi dari mikroba akan berkurang atau mengalami kematian, hal ini dikarenakan jumlah nutrient yang dibutuhkan oleh mikroba telah habis dan tidak lagi memiliki cadangan energi didalam sel. Pada fase ini laju kematian mikroba dipengaruhi oleh kondisi nutrient, lingkungan dan jenis mikroba. (Hamdiyati, 2011).



Sumber : Hamdiyati Y, 2011

Gambar 2.6 Laju pertumbuhan Mikroorganisme

## 2.7.2 Faktor Yang Mempengaruhi Fermentasi Pupuk

### 1. Derajat Keasaman (pH)

Proses pengomposan akan melepaskan asam sehingga dapat menurunkan pH, namun pengomposan juga akan amonia sehingga akan meningkatkan pH pada awal fase pengomposan, Proses pengomposan yang baik adalah ketika pada awal proses pH akan mengalami penurunan karena adanya dekomposisi bahan organik menjadi

asam organik kemudian asam organik akan didekomposisi lebih lanjut sehingga bahan memiliki pH lebih tinggi dan mendekati netral ( pH kompos yang sudah matang ). Menurut Andriany dkk (2018), pH yang optimum untuk penguraian bahan organik secara aerobik adalah sekitar 6 sampai 8 karena pada derajat tersebut mikroorganisme dapat tumbuh dan melakukan aktifitas dalam dekomposisi sampah organik.

## 2. Suhu

Suhu merupakan hal yang penting dalam proses fermentasi, suhu yang optimal akan disukai oleh mikroorganisme untuk melakukan prosesnya karena apabila suhu teralalu tinggi maka mikroorganisme akan mengalami kematian, sedangkan apabila suhu terlalu rendah maka mikroorganisme belum dapat bekerja. Suhu yang optimal dalam proses fermentasi pupuk organik cair sekitar 25-55°C (Indriyani, 2011).

## 3. Lama Waktu Fermentasi

Lama waktu fermentasi berhubungan dengan fase-fase pertumbuhan dari mikroorganisme untuk tumbuh seperti fase adaptasi, fase eksponensial, fase stasioner dan fase kematian sehingga akan mempengaruhi kandungan produk yang dihasilkan (Hamdiyati,2011).

## 4. Ukuran Bahan

Ukuran bahan berpengaruh kepada proses dekomposisi karena jika bahan berukuran kecil akan memperbesar luar permukaan dan mempercepat proses penguraian pada masa fermentasi sehingga mempermudah aktivitas dari mikroorganisme perombak. Bahan yang berukuran tidak terlalu keras sebaiknya dicacah dengan ukuran yang tidak terlalu kecil, hal ini bertujuan agar bahan tersebut tidak terlalu hancur karena jika terlalu hancur akan memiliki kelembapan yang tinggi (Nur, T dkk. 2016).

## 5. Komposisi bahan

Komposisi bahan dari berbagai bahan organik akan lebih baik dan cepat, ada juga yang menambahkan bahan makanan dan zat pertumbuhan yang dibutuhkan oleh mikroorganisme sehingga selain dari bahan organik, mikroorganisme juga mendapatkan bahan yang lebih lengkap (Nur, T dkk. 2016).