

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **1.1 Lamtoro**

##### **2.1.1 Klasifikasi Tanaman Lamtoro**

Lamtoro merupakan perdu yang memiliki tinggi mencapai 2-10 m. Lamtoro memiliki batang pohon yang keras dan berukuran tidak besar dengan bentuk silindris. Daun majemuk terurai dalam tangkai, menyirip genap ganda dua sempurna dan anak daun kecil-kecil terdiri dari 5-20 pasang. Daun berbentuk lanset memiliki ujung runcing tepi yang rata. Memiliki daun dengan panjang 6-21 mm dan lebar 2-5 mm. Berikut ini adalah klasifikasi tanaman lamtoro (Widyaningrum, 2019):

Kingdom : Plantae  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Ordo : Fabales  
Famili : Fabaceae  
Genus : Leucaena  
Spesies : Leucaena leucocephala



Gambar 2.1 Daun Lamtoro (Purba, 2019)

##### **2.1.2 Manfaat Daun Lamtoro**

Tanaman lamtoro dapat tumbuh dengan baik dan banyak ditemukan diberbagai daerah di Indonesia. Pemanfaatan yang telah dilakukan masyarakat Indonesia yaitu sebagai pohon peneduh, pencegah erosi, sumber bahan kayu dan sebagai bahan pakan ternak. Pupuk organik dengan bahan daun lamtoro mampu

meningkatkan kesuburan tanah dan meningkatkan pertumbuhan maupun perkembangan tanaman untuk menghasilkan berbagai macam unsur hara. Daun lamtoro sebagai pupuk hijau mengandung unsur hara yang diperlukan oleh tanaman dalam proses pertumbuhan (Widyaningrum, 2019).

Daun lamtoro mengandung unsur hara esensial yang sangat dibutuhkan oleh tanaman dalam pertumbuhan dan perkembangan. Pertumbuhan vegetatif tanaman seperti akar, batang dan daun sangat membutuhkan unsur hara makro untuk proses pertumbuhannya. Apabila ketersediaan unsur hara makro dan mikro tidak lengkap maka dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan (Sutiyoso, 2003).

### 2.1.3 Kandungan Daun Lamtoro

Sebagai bahan untuk membuat pupuk organik cair, daun lamtoro merupakan salah satu tanaman legume yang memiliki kandungan unsur hara relatif tinggi terutama nitrogen dan merupakan tanaman yang mudah terdekomposisi sehingga mampu menyediakan unsur hara lebih cepat. Tanaman lamtoro dapat digunakan sebagai pupuk karena daunnya mengandung nitrogen 2,0-4,3 %. Selain itu, daun lamtoro juga mengandung 0,2-0,4% P dan 1,3-4,0% K. Daun lamtoro yang basah mengandung unsur N, P, K yang lebih besar dibanding daun lamtoro kering (Ratrinia, 2014).

## 2.2 Limbah Cair Industri Tempe

Industri tempe skala rumah tangga merupakan salah satu industri mikro yang banyak dijumpai di masyarakat. Produksi tempe ini banyak dilakukan di daerah perumahan serta lingkungan pemukiman penduduk. Namun saat ini masih banyak dari industri tersebut belum memiliki sistem pengolahan limbah yang baik. Limbah cair yang diperoleh sebagai hasil sampingan pembuatan tempe jika tidak dikelola dengan baik dan hanya langsung dibuang ke perairan akan sangat mengganggu lingkungan disekitarnya karena dapat merusak kualitas air tanah, mengakibatkan timbulnya bau yang tidak sedap, serta memicu tumbuhnya berbagai bakteri. Limbah cair diperoleh dari proses perendaman, pencucian, dan perebusan kedelai yang biasanya langsung dibuang ke badan air seperti sungai tanpa proses pengolahan terlebih dahulu.

Limbah tempe dengan kandungan protein merupakan salah satu limbah yang masih bernilai ekonomis, karena kandungan senyawa organik dan *nutrient* yang terdapat didalamnya masih relatif tinggi jika dibandingkan dengan *yeast extract*. Pemanfaatan limbah cair tempe dari proses perendaman dan perebusan dapat dibuat sebagai pupuk organik cair. Limbah cair tempe tersebut memiliki kandungan senyawa kompleks yang terdiri dari protein, lemak, karbohidrat, air, kalsium, fosfor, dan besi yang disajikan pada Tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Kandungan Limbah Cair Industri Tempe

Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)	Air (%)	Kalsium (ppm)	Fosfor (ppm)	Besi (ppm)
0,42	0,13	0,11	98,87	13,60	1,74	4,55

(Diba dkk., 2013)

Dari kandungan senyawa kompleks yang terkandung pada limbah cair industri tempe di atas, maka limbah cair industri tempe memiliki peluang untuk dijadikan pupuk organik cair. Hasil penelitian Prasetio dan Widyastuti (2020) pada pembuatan pupuk organik cair dari limbah cair industri tempe menghasilkan pupuk organik cair dengan kandungan hara makro nitrogen 1,14% dan fosfor sebesar 3,66%.

### 2.3 Pupuk Organik Cair

Pupuk organik merupakan bahan yang berasal dari sisa-sisa tanaman, hewan, seperti pupuk kandang, kompos, pupuk hijau, jerami, dan bahan lain yang dapat berperan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. 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 (Meriatna dkk., 2018).

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. 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 (Rasmito dkk., 2019).

Menurut Simamora, dkk. (2005) pupuk organik cair adalah pupuk yang bahan dasarnya berasal dari hewan atau tumbuhan yang sudah mengalami fermentasi dan bentuk produknya berupa cairan. Kandungan bahan kimia di dalamnya maksimal 5%. Penggunaan pupuk cair memiliki beberapa keuntungan sebagai berikut:

1. Pengaplikasiannya lebih mudah jika dibandingkan dengan pengaplikasian pupuk organik padat.
2. Unsur hara yang terdapat dalam pupuk cair mudah diserap tanaman.
3. Mengandung mikroorganisme yang jarang terdapat dalam pupuk organik padat.
4. Pencampuran pupuk cair organik dengan pupuk organik padat mengaktifkan unsur hara yang ada dalam pupuk organik padat tersebut (Simamora dkk, 2005).

Dibandingkan dengan pupuk cair anorganik, pupuk organik cair secara umumnya tidak merusak tanah dan tanaman walaupun digunakan sesering mungkin. Selain itu, pupuk ini juga memiliki bahan pengikat, sehingga larutan pupuk yang diberikan ke permukaan tanah bisa langsung digunakan oleh tanaman (Hadisuwito, 2012).

Pertumbuhan tanaman tidak hanya dikontrol oleh faktor dalam (internal), tetapi juga ditentukan oleh faktor luar (eksternal). Salah satu faktor eksternal tersebut adalah unsur hara esensial. Unsur hara esensial adalah unsur-unsur yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman. Apabila unsur tersebut tidak tersedia bagi tanaman, maka tanaman akan menunjukkan gejala kekurangan unsur tersebut dan pertumbuhan tanaman akan terganggu. Berdasarkan jumlah yang diperlukan, terdapat unsur hara makro dan mikro. Unsur hara makro diperlukan bagi tanaman dalam jumlah yang lebih besar. Sedangkan unsur hara mikro diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang relatif kecil (beberapa ppm/ part per-million dari berat keringnya).

Unsur hara makro antara lain N, P, K, C, H, O, S, Ca, dan Mg. Sedangkan unsur hara mikro diantaranya adalah Fe, B, Mn, Cu, Zn, Mo, dan Cl. Diantara 105 unsur yang ada di permukaan bumi, ternyata hanya 16 unsur yang mutlak diperlukan

tanaman untuk tumbuh dan berproduksi. Dan berbagai unsur tersebut, unsur N, P, dan K yang diperlukan tanaman dalam jumlah yang besar.

### 2.3.1 Unsur Nitrogen

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. Unsur nitrogen diserap oleh tanaman dalam bentuk ion amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) atau ion nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ). Fungsi nitrogen bagi tanaman adalah sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.
2. Dapat menyehatkan pertumbuhan daun, daun tanaman lebar dengan warna yang lebih hijau (pada daun muda berwarna kuning).
3. Meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman.
4. Meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun-daunan.
5. Meningkatkan berkembang biaknya mikroorganisme di dalam tanah.

Tanaman yang kekurangan unsur hara nitrogen akan menunjukkan gejala sebagai berikut:

1. Daunnya berwarna kekuningan.
2. Pertumbuhan akan terhambat dan berpengaruh pada pembuahan.
3. Perkembangan buah tidak sempurna, umumnya kecil-kecil dan cepat matang.

### 2.3.2 Unsur Fosfor

Fosfor juga merupakan salah satu unsur hara makro primer sehingga diperlukan tanaman dalam jumlah banyak untuk tumbuh dan berproduksi. Tanaman mengambil unsur fosfor dalam bentuk  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{HPO}_4^-$ .

Secara umum fungsi dari fosfor dalam tanaman yaitu sebagai berikut (Winarso, 2005):

1. Mempercepat perkembangan akar dan perkecambahan.
2. Meningkatkan efisiensi penggunaan air.
3. Meningkatkan daya tahan tanaman terhadap penyakit.
4. Mempercepat pembungaan dan pemasakan buah dan biji.

Tanaman yang kekurangan unsur hara fosfor akan menunjukkan gejala yaitu hambatan pada pertumbuhan sistem perakaran, daun, batang, daun-daunnya berwarna hijau tua/keabu-abuan, mengkilap, sering juga terdapat pigmen merah pada daun bagian bawah dan dapat mengakibatkan tanaman tumbuh dengan lambat atau terhambat (kerdil).

### 2.3.3 Unsur Kalium

Kalium merupakan unsur hara esensial yang digunakan pada proses untuk menunjang hidup tanaman, kalium diserap tanaman dalam bentuk  $K^+$ . Zat kalium memiliki sifat mudah larut dan hanyut, selain itu mudah difiksasi dalam tanah. Kalium berperan membantu dalam pembentukan protein dan karbohidrat, meningkatkan resistansi tanaman terhadap penyakit, meningkatkan kualitas biji/buah, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap iklim tidak menguntungkan serta membantu kesetimbangan ion dalam tanaman (Winarso, 2005).

Kekurangan kalium pada tanaman akan menunjukkan gejala seperti terbakarnya daun yang dimulai dari ujung atau pinggir, munculnya bercak-bercak berwarna coklat pada daun-daun dan batang yang tua (Winarso, 2005).

## 2.4 Fermentasi

Fermentasi merupakan proses yang dilakukan oleh mikroorganisme baik aerob maupun anaerob yang mampu mengubah senyawa kompleks menjadi lebih sederhana. Hal tersebut bertujuan untuk mempercepat penyerapan nutrisi pada tanaman. Mikroorganisme berperan untuk menjaga keseimbangan karbon (C) dan nitrogen (N) yang merupakan faktor penentu keberhasilan dalam proses fermentasi. Karbon (C) berfungsi sebagai sumber energi bagi mikroorganisme perombak bahan organik dan nitrogen digunakan oleh mikroorganisme untuk pembentukan protein dalam tubuhnya. Oleh karena itu, dibutuhkan tambahan material tetes tebu yang mengandung komponen nitrogen yang diperlukan untuk menambah kandungan unsur hara agar proses fermentasi berjalan dengan sempurna. Selain itu, tetes tebu yang mengandung karbohidrat dalam bentuk gula yang tinggi (64%) serta disertai berbagai nutrisi yang diperlukan mikroorganisme juga dapat meningkatkan

kecepatan proses fermentasi menjadi pupuk dalam waktu yang relatif singkat (Wijaya, 2008).

Dalam penelitian ini proses fermentasi yang dilakukan adalah fermentasi anaerob. Fermentasi anaerob sebagai proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerobik, yaitu tanpa memerlukan oksigen (Mustam dan Ramdani, 2020).

Menurut Sundari dkk. (2014) proses anaerob berlangsung secara bertahap. Tahap pertama, beberapa jenis bakteri fakultatif akan menguraikan bahan organik menjadi asam lemak. Kemudian diikuti tahap kedua, dimana kelompok mikroba lain akan mengubah asam lemak menjadi amoniak, metan, karbondioksida dan hidrogen. Berikut reaksi yang terjadi pada proses anaerobik saat pembuatan pupuk organik cair (Setyorini, 2012):

Bahan Organik  $\xrightarrow{\text{mikroorganisme}}$   $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{S} + \text{Hara} + \text{Humus}$

#### 2.4.1 Bioaktivator

Bioaktivator merupakan bahan yang mengandung mikroorganisme yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan pupuk organik cair. Penambahan bioaktivator dapat meningkatkan jumlah populasi bakteri pada bahan organik sehingga proses dekomposisi bahan organik berjalan cepat (Mirwan, 2015).

Bioaktivator mengandung mikroorganisme efektif yang secara aktif dapat membantu:

1. Mendekomposisi dan memfermentasi sampah organik dan limbah ternak.
2. Menghambat pertumbuhan hama dan penyakit tanaman dalam tanah.
3. Membantu meningkatkan kapasitas fotosintesis tanaman.
4. Menyediakan nutrisi bagi tanaman serta membantu proses penyerapan dan penyaluran hara dari akar ke daun.
5. Meningkatkan kualitas bahan organik sebagai pupuk.
6. Memperbaiki kualitas tanah.
7. Meningkatkan kualitas pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman.
8. Menghasilkan energi, misalnya pada proses pembuatan biogas.

Pada proses pengomposan bahan organik ditambahkan bioaktivator yang mengandung mikroorganisme yang dapat mereduksi lignin, selulosa, protein, lipid,

amilum, dan mikroorganisme yang dapat memfiksasi nitrogen. Mikroorganisme yang terkandung dalam bioaktivator dapat mempercepat laju pengomposan bahan organik sehingga kandungan fosfat dapat dimanfaatkan langsung oleh tumbuhan. Kelebihan penggunaan bioaktivator yaitu bioaktivator mengandung *strain* terpilih berdaya adaptasi tinggi yang dikemas dalam bahan pembawa alami sehingga dapat mempertahankan daya hidup mikroba hingga satu tahun, tidak mencemari lingkungan karena tidak mengandung senyawa kimia, mempercepat proses pengomposan, lebih mudah, lebih murah dan tidak memerlukan bahan tambahan lain serta meningkatkan kandungan bahan organik tanah, memperbaiki struktur tanah, dan ketersediaan hara dalam tanah (Sutoro, 2010).

#### 2.4.2 Tetes Tebu

Tetes tebu merupakan hasil samping industri gula yang mengandung senyawa nitrogen dan kandungan gula yang cukup tinggi terutama kandungan sukrosa. Tetes tebu merupakan sumber karbon dan nitrogen bagi ragi yang terdapat di dalam bioaktivator (Wijaya, 2008). Tetes tebu (*molase*) kaya akan biotin, asam pantotenat, tiamin, fosfor, dan sulfur. Tetes tebu digunakan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme untuk denitrifikasi, fermentasi anaerobik. Karbohidrat dalam *molase* siap digunakan untuk fermentasi tanpa perlakuan terlebih dahulu karena sudah berbentuk gula berupa sukrosa (Hidayat, 2006).

#### 2.4.3 Faktor yang Memengaruhi Fermentasi

Dalam proses fermentasi pembuatan pupuk organik cair, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan agar menghasilkan pupuk yang berkualitas. Hal-hal tersebut meliputi:

##### 1. 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, 2003).

## 2. pH (Derajat Keasaman)

pH merupakan parameter yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba dan pembentukan produk. Menurut Sutanto (2002), bahwa pH optimum untuk proses penguraian bahan organik adalah 5-8. Proses penguraian akan menyebabkan perubahan pada bahan organik dan pH bahan itu sendiri.

## 3. Ukuran Bahan

Bahan yang berukuran kecil akan cepat didekomposisi karena luas permukaannya meningkat sehingga mempermudah aktivitas mikroorganisme perombak. Untuk pengomposan anaerobik, dianjurkan untuk menghancurkan bahan hingga umat dan menyerupai bubur atau lumpur yang bertujuan untuk mempercepat proses penguraian oleh bakteri dan mempermudah pencampuran bahan (Yuwono, 2006).

## 4. Lama Fermentasi

Lama fermentasi merupakan salah satu faktor penting dalam proses fermentasi karena hal tersebut berhubungan dengan pertumbuhan mikroorganisme yang tumbuh dan berkembang dari waktu ke waktu sehingga dapat mempengaruhi kandungan produk yang dihasilkan.

## 5. Komposisi Bahan

Komposisi bahan dari beberapa macam bahan organik akan lebih baik dan cepat. Ada juga yang menambahkan bahan makanan dan zat pertumbuhan yang dibutuhkan mikroorganisme sehingga selain dari bahan organik, mikroorganisme juga mendapatkan bahan tersebut dari luar (Indriani, 2003).

## 6. Jumlah Mikroorganisme

Dalam pembuatan pupuk sering ditambahkan mikroorganisme ke dalam bahan organik yang akan dijadikan pupuk. Dengan bertambahnya jumlah mikroorganisme diharapkan proses pembuatan pupuk organik akan lebih cepat (Indriani, 2003).

### 2.4.4 Fase Pertumbuhan Bakteri

Fase pertumbuhan bakteri merupakan fase pembelahan sel bakteri yang melalui beberapa fase yaitu, Fase lag, Fase Logaritma/Exponensial, Fase Stasioner dan Fase Kematian.

a. Fase Lag (Fase Penyesuaian)

Fase Lag merupakan fase penyesuaian bakteri dengan lingkungan yang baru. Lama fase lag pada bakteri sangat bervariasi, tergantung pada komposisi media, pH, suhu, aerasi, jumlah sel pada inokulum awal dan sifat fisiologis mikro organisme pada media sebelumnya (Purba, 2019).

b. Fase Logaritma/Exponensial

Fase logaritma adalah ketika sel telah menyesuaikan diri dengan lingkungan yang baru maka sel mulai membelah hingga mencapai populasi yang maksimum. Fase Logaritma/eksponensial ditandai dengan terjadinya periode pertumbuhan yang cepat. Setiap sel dalam populasi membelah menjadi dua sel (Purba, 2019).

c. Fase Stasioner

Fase stasioner terjadi pada saat laju pertumbuhan bakteri sama dengan laju kematiannya. Sehingga jumlah bakteri keseluruhan bakteri akan tetap. Keseimbangan jumlah keseluruhan bakteri ini terjadi karena adanya pengurangan derajat pembelahan sel. Hal ini disebabkan oleh kadar nutrisi yang berkurang dan terjadi akumulasi produk toksik sehingga mengganggu pembelahan sel (Purba, 2019).

d. Fase Kematian

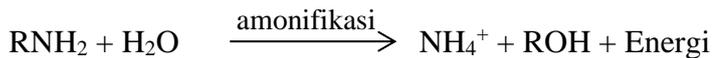
Fase Kematian merupakan fase dimana laju kematian lebih besar yang melampaui laju pertumbuhan, sehingga secara keseluruhan terjadi penurunan populasi bakteri (Purba, 2019).

## 2.5 Proses Degradasi

### 2.5.1 Penguraian Nitrogen

Nitrifikasi merupakan perubahan amonia menjadi nitrit dan nitrat. Nitrifikasi melibatkan bakteri *Nitrosomonas*, *Nitrospira*, *Nitrosogle*, *Nitrococcus*, dan *Nitrobacter*. Dalam bentuk  $\text{NO}_3^-$ , nitrogen mudah keluar dari daerah perakaran. Nitrogen dalam bentuk  $\text{NO}_3^-$  juga dapat tereduksi secara mikrobiologis menjadi  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , atau  $\text{N}_2$  yang menguap atau disebut proses denitrifikasi. Nitrogen lainnya yang bisa hilang melalui penguapan yaitu  $\text{NH}_3$ . Senyawa gas ini dihasilkan dari  $\text{NH}_4^+$  dalam sebuah proses yang disebut volatilisasi (Naibaho, 2019).

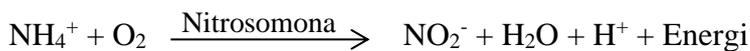
Penguraian N organik terutama protein melibatkan dua proses mikrobiologi yaitu amonifikasi dan nitrifikasi. Amonifikasi merupakan mengubah N organik menjadi amonium melalui proses proteolisis dan aminifikasi. Proteolisis adalah pelepasan amino dari bahan organik. Aminifikasi adalah reduksi N amino menjadi  $\text{NH}_3$ . Adapun reaksinya adalah sebagai berikut (Aditya dan Qoidani, 2017):



Apabila  $\text{O}_2$  tersedia dan faktor-faktor lingkungan lain mendukung  $\text{NH}_4$  akan mudah dioksidasi menjadi  $\text{NO}_2^-$  (nitrit) dan  $\text{NO}_3^-$  (nitrat). Oksidasi ini disebut nitrifikasi dan berlangsung dengan dua langkah yaitu nitritasi dan nitratasi. Secara sederhana proses nitrifikasi adalah sebagai berikut:

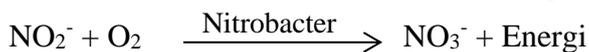
#### a. Tahap Nitritasi

Tahap ini merupakan tahap oksidasi ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) menjadi ion nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) yang dilaksanakan oleh bakteri *nitrosomonas* dengan reaksi berikut:



#### b. Tahap Nitratasi

Tahap ini merupakan tahap oksidasi ion nitrit menjadi ion nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) yang dilaksanakan oleh bakteri *nitrobacter* dengan reaksi berikut:



### 2.5.2 Penguraian Fosfor

Menurut Hyland, dkk. (2005), konversi secara mikrobial pada fosfor disebut mineralisasi. Konversi yang terjadi adalah menguraikan P organik (misalnya: asam nukleat, fosfolipid, dan inositol fosfat) menjadi  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  atau  $\text{HPO}_4^{2-}$ , yang merupakan P terlarut bagi tumbuhan atau disebut sebagai ortofosfat.



### 2.5.3 Penguraian Kalium

Ion K diabsorpsi oleh tanaman yang akan membantu proses fisiologi tanaman seperti fotosintesis atau respirasi sehingga kalium diserap dalam bentuk  $\text{K}^+$ . Kalium pada sel tanaman zat ini terdapat sebagai ion didalam cairan sel dan

keadaan demikian akan merupakan bagian yang penting dalam melaksanakan turgor yang disebabkan oleh tekanan osmosis (Aditya dan Qoidani, 2017).

## 2.6 Standar Pupuk Organik Cair

Berikut adalah persyaratan teknis minimal pupuk organik cair berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No.261/KPTS/SR.310/M/4/2019 dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Standar Kualitas Mutu Pupuk Organik

No.	Parameter	Satuan	Standar
1.	C-Organik	% (w/v)	minimum 10
2.	pH	-	4-9
3.	Hara makro: N + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O	% (w/v)	2-6
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	2-10
5.	<i>E-coli</i>	Cfu/ml atau MPN/ml	<1x10 <sub>2</sub>
	<i>Salmonella sp</i>	cfu/ml atau MPN/ml	<1x10 <sub>2</sub>
6.	Logam berat		
	As	ppm	maksimum 5,0
	Hg	ppm	maksimum 0,2
	Pb	ppm	maksimum 5,0
	Cd	ppm	maksimum 1,0
	Cr	ppm	maksimum 40
	Ni	ppm	maksimum 10
7.	Unsur/senyawa lain***		
	Na	ppm	maksimum 2000
	Cl	ppm	maksimum 2000

(Permentan No. 261 Tahun 2019)

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

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