

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair merupakan larutan yang terbentuk dari proses dekomposisi bahan organik tumbuhan dan hewan yang berbentuk cairan. Pupuk organik cair mampu meningkatkan pertumbuhan dan tanaman yang dihasilkan karena POC bisa mempertahankan kandungan unsur hara di dalam tanah, juga dapat mengatasi masalah sampah organik di lingkungan sekitar, mudah menyerap, dan bisa menyiram serta memupuk tanaman secara bersamaan. Proses pembuatan pupuk organik cair dilakukan dengan memanfaatkan mikrobia dalam proses pembusukan bahan-bahan organik. Pembuatan POC dari air limbah ikan lele menggunakan bantuan bioaktivator berupa *Effective Microorganism 4* (EM4) dan molase (Meriatna dkk. 2019).

Pemberian pupuk organik mampu meningkatkan aktivitas mikroba tanah, menekan keberadaan penyakit tanaman dan penyerapan unsur hara untuk meningkatkan produktivitas tanah dan tanaman (Prasetyo dan Evizal, 2021). Pupuk organik dapat dihasilkan dari limbah-limbah pertanian dengan metode fermentasi dengan perombakan bahan organik yang dibantu oleh aktivitas mikroorganisme dapat senyawa kompleks menjadi sederhana menghasilkan pupuk organik dengan bentuk cair ataupun padat. Kelebihan penggunaan pupuk organik cair jika dibandingkan dengan pupuk organik padat yaitu mampu mengatasi defisiensi hara dengan cepat, menyediakan hara tanaman dengan

waktu relatif singkat, dan dapat langsung diserap oleh tanaman (Warintan dkk., 2021).

Penggunaan pupuk organik cair diharapkan mampu mengurangi penggunaan pupuk anorganik dengan hara makro dan mikro esensial N, P, K, S, Ca, Mg, B, Mo, Cu, Fe, Mn (Prasetyo dan Evizal, 2021). Penggunaan pupuk organik bukan untuk menggantikan fungsi pupuk anorganik secara keseluruhan, tetapi sebagai pelengkap untuk memenuhi kebutuhan hara bagi tanaman, agar kondisi dan kesuburan tanah dapat diperbaiki namun tetap memperhatikan baku mutu hara yang telah ditetapkan (Mumita dan Taher, 2021).

Berdasarkan pembuatan pupuk organik harus memenuhi kriteria Standarisasi Nasional Indonesia pada kriteria mutu Pupuk Organik Cair (POC) yang ditetapkan oleh Menteri Pertanian untuk menjaga kualitas pupuk organik cair sehingga dengan adanya SNI maka pupuk organik cair telah dihasilkan dapat digunakan pada tanaman dengan baik dan hasil yang maksimal. Persyaratan teknis pupuk organik cair (POC) yang telah ditetapkan diatur oleh Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Syarat Teknis POC

No.	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1.	C-Organik	% (w/v)	Minimum 10
2.	Hara makro: N + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O	% (w/v)	2-6
3.	N-organik	% (w/v)	Minimum 0,5

Lanjutan Tabel 1.

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.	pH	-	4-9
6.	<i>E. coli</i>	cfu/mL atau MPN/mL	$< 1 \times 10^2$
	<i>Salmonella</i> sp.	cfu/mL atau MPN/mL	$< 1 \times 10^2$
7.	Logam berat		
	As	ppm	Maksimum 5,0
	Hg	ppm	Maksimum 0,2
	Pb	ppm	Maksimum 5,0
	Cd	ppm	Maksimum 1,0
	CrNi	ppm	Maksimum 40
		ppm	Maksimum 10
8.	Unsur/senyawa lain**		
	Na	ppm	Maksimum 2.000
	Cl	ppm	Maksimum 2.000

Sumber: Menteri Pertanian Republik Indonesia

Keterangan:

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

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

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

## B. Unsur Hara

Unsur hara merupakan suatu jenis unsur kimia tertentu yang dibutuhkan oleh tanaman untuk tumbuh dan berkembang juga memenuhi kebutuhan fisiologisnya. Unsur hara dapat dibagi menjadi dua macam yaitu unsur hara makro dan mikro dimana unsur hara makro adalah zat yang diperlukan tanaman dengan jumlah yang besar. Sedangkan unsur hara mikro adalah zat yang diperlukan tanaman dengan jumlah yang kecil. Unsur hara utama yang

dibutuhkan oleh tumbuhan yaitu unsur hara makro N, P, K (Mpapa, 2016). Unsur hara makro bebas memiliki kandungan yaitu karbon atau zat arang, hidrogen dan oksigen yang berfungsi sebagai pembentukan jaringan pada tumbuhan berupa pembentukan karbohidrat, respirasi, fotosintesis, kerja kimia dan kerja mekanis pada tumbuhan sehingga dapat berlangsung lancar (Triadiawarman dkk., 2022).

Unsur hara nitrogen adalah unsur hara yang mutlak dan sangat dibutuhkan oleh tanaman. Nitrogen berperan sebagai unsur yang membentuk zat hijau daun atau klorofil yang sangat penting dalam proses fotosintesis. Nitrogen juga berperan sebagai pembentukan protein, lemak dan berbagai senyawa organik lainnya. Unsur hara makro nitrogen juga dapat merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman secara keseluruhan terkhusus pertumbuhan akar, batang dan daun. Tanaman dengan kandungan nitrogen tinggi ditandai dengan daun yang berwarna lebih hijau dan tidak mudah gugur, sedangkan tanaman yang kekurangan nitrogen ditandai dengan warna daun yang menguning dan pucat hingga berwarna hijau kemerahan (Fitrianti dkk., 2021).

Unsur hara fosfor merupakan bahan mentah dalam proses pembentukan sejumlah protein tertentu. Unsur hara fosfor berfungsi dalam merangsang pertumbuhan akar terkhusus akar benih dan tanaman muda. Fosfor juga berfungsi membantu tanaman dalam proses asimilasi dan pernapasan tanaman dan mempercepat pembungaan serta proses pemasakan biji dan buah. Tanaman dengan kandungan fosfor tinggi ditandai perakaran yang

lebat yang membuat pertumbuhan tunas daun terhambat, dan buah yang cepat matang sebelum waktunya (Frimansyah dkk., 2017).

Unsur hara kalium merupakan unsur yang menjadi sumber daya tahan tanaman terhadap kekeringan dan penyakit. Kalium memiliki fungsi yaitu membantu proses pembentukan protein dan karbohidrat tanaman. Unsur hara kalium dapat memperkuat tanaman sehingga bunga, daun dan buah tidak mudah gugur atau rontok (Frimansyah dkk., 2017).

### **C. Fermentasi Dan Mikroorganime Lokal (MOL)**

Fermentasi adalah suatu proses dimana terjadi pemecahan senyawa organik oleh mikroorganime menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Proses fermentasi berlangsung melalui kandungan limbah organik yang akan diurai oleh mikroba dengan proses pemecahan karbohidrat dan asam amino. Proses fermentasi yang berhasil ditandai dengan adanya bau masam atau bau alcohol dan bau seperti tapai dengan warna coklat dan tidak ada mahgot yang hidup di dalamnya (Panjaitan dkk., 2023).

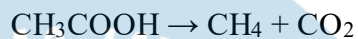
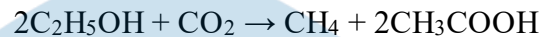
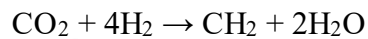
Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam proses fermentasi adalah pemilihan substrat sebagai bahan baku fermentasi yang mengandung nutrisi bagi mikroba sehingga dapat menghasilkan produk fermentasi. Pemilihan mikroorganime disesuaikan dengan jenis substrat dan tujuan hasil berupa produk fermentasi yang diharapkan. Penambahan sumber mikroba untuk membantu melancarkan proses fermentasi dapat diperoleh dari bahan tambahan EM4 dan MOL (Erita, 2021).

Fermentasi anaerobik adalah fermentasi yang dilakukan dengan mikroorganisme yang tumbuh dalam kondisi tanpa oksigen. Proses fermentasi yang dilakukan secara anaerobik, yaitu proses yang dimana kondisi fermentasi tidak melibatkan oksigen dan sinar matahari dalam prosesnya. Sistem anaerobik merupakan penguraian bahan organik yang tidak memanfaatkan oksigen dan menghasilkan metabolis berupa metana, karbondioksida dan senyawa tertentu seperti asam organik (Sundari dkk. 2014).

Proses fermentasi pupuk organik dengan anaerob terjadi melalui beberapa tahap, yaitu tahap hidrolisis, tahap asidogenesis, tahap asetogenesis, dan tahap methanogenesis. Tahap hidrolisis merupakan tahap dimana bakteri mampu mengubah substrat organik menjadi cairan monomer atau polimer seperti protein, karbohidrat dan lemak yang akan diubah menjadi asam amino, asam lemak dan monosakarida. Tahap asidogenesis ditunjukkan saat bakteri mampu mengubah produk hasil reaksi hidrolisis menjadi asam berikatan pendek (volatil, keton, alkohol, hidrogen dan karbondioksida). Produk yang dihasilkan adalah asam propanoat ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ ), asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), asam butirat ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ), asam formiat ( $\text{HCOOH}$ ), asam laktat ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ ), etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$ ) dan methanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) (Aditya dan Qoidani, 2017).

Tahap asetogenesis merupakan tahap dimana proses tersebut dapat mengolah sisa produk asidogenesis (asam butirat, asam propanoat dan alkohol) menjadi hidrogen, karbondioksida dan asam asetat. Tahap akhir yaitu metanogenesis merupakan proses yang menunjukkan mikroorganisme yang

akan mengubah hidrogen dan asam asetat oleh pembentuk asam menjadi gas metana dan karbondioksida. Proses ini dapat dilihat dengan persamaan reaksi sebagai berikut (Aditya dan Qoidani, 2017):



Mikroorganisme adalah makhluk hidup berukuran sangat kecil yang terbentuk dari satu atau beberapa sel berupa tumbuhan atau hewan yang biasanya hidup secara parasit maupun saprofit. Mikroorganisme Lokal (MOL) merupakan sekumpulan mikroorganisme yang berguna menjadi starter dalam penguraian dan fermentasi bahan organik menjadi pupuk organik padat maupun cair. Mikroorganisme lokal sebagai agen dekomposer pada pembuatan pupuk organik dapat mengubah struktur fisik dan kimia suatu bahan. Mikroorganisme dapat tumbuh dan berkembang secara alami pada suatu media biakan khusus yang mengandung zat penting yang mendukung proses tumbuhnya mikroba (Manullang dkk., 2018).

Mikroorganisme lokal berperan sebagai komponen dasar pupuk, serta dekomposisi bahan organik limbah pertanian, limbah rumah tangga dan limbah industri (Manullang dkk., 2018). Proses pembuatan MOL berhasil ditandai dengan ciri bau yang dihasilkan beraroma alkohol atau tapai, bila bau yang dihasilkan beraroma busuk maka MOL dianggap tidak berhasil. Faktor yang mempengaruhi proses keberhasilan pembuatan MOL yaitu saat fermentasi media yang digunakan seperti bak fermentasi atau ember yang kurang rapat,

suhu yang ketika menutup botol serta suhu tempat penyimpanannya tidak sesuai (Ekawandani dan Halimah, 2021).

Mikroorganisme yang berperan pada proses fermentasi pupuk organik cair umumnya yaitu *Bacillus circulans*, *Bacillus panthotenticus*, *Bacillus alvei* dan *Bacillus polymyxa*, genus *Yeast cell*, genus *Lactobacillus*, genus *Pseudomonas* dan spesies *Staphylococcus aureus*. Identifikasi bakteri dapat dilakukan secara mikroskopis dan makroskopis yang dilakukan dari beberapa isolat yang telah dibuat melalui pembuatan medium. Bakteri-bakteri tersebut yang nantinya akan menunjang proses keberhasilan pada fermentasi pupuk (Usdar dkk., 2021).

*Bacillus* adalah salah satu bakteri berbentuk batang, dengan ukuran  $0,3 - 2,2 \mu\text{m} \times 127 - 7,0 \mu\text{m}$  dan sebagian besar *Bacillus* bersifat motil, bergerak dengan flagelum lateral yang khas, dalam keadaan lingkungan yang tidak mendukung biasanya bakteri ini membentuk endospora. Bakteri ini merupakan bakteri gram positif, dengan sifat kemoheterotrof, kemoheterotrof merupakan organisme yang memperoleh sumber energinya dari senyawa kimia, sedangkan sumber nutrisi untuk metabolismenya berasal dari bahan organik. Jalur metabolisme *Bacillus* adalah melalui respirasi aerob, dimana proses perombakan bahan organik menjadi ATP dibantu oleh adanya oksigen. Bakteri ini banyak ditemukan di tanah dan air, dan *Bacillus* digunakan dalam banyak proses medis, farmasi, pertanian, dan industri. Berdasarkan taksonominya, berikut adalah klasifikasi *Bacillus* (Setiaji dkk., 2023):



Kerajaan : Bacteria  
 Sub Kerajaan : Firmicutes  
 Kelas : Bacilli  
 Bangsa : Bacillales  
 Suku : Bacillaceae  
 Marga : *Bacillus*

*Lactobacillus* adalah salah satu bakteri asam laktat dengan ciri-ciri mikroorganisme secara makroskopis bentuk koloni bakteri, warna koloni, tepi koloni, dan elevasi koloni dan secara mikroskopi bentuk sel, susunan sel. Pewarnaan gram *Lactobacillus* merupakan bakteri gram positif yang berwarna ungu kondisi hidup *Lactobacillus* merupakan bakteri anaerob fakultatif yang sering tumbuh lebih baik dalam kondisi mikroaerofilik. Peran *Lactobacillus* dalam proses fermentasi sebagai dekomposer mempercepat pembuatan pupuk organik cair. Tempat hidup *Lactobacillus* sering ditemukan pada saluran pembuangan kontaminasi terhadap kotoran manusia dan di tanah bagian Rhizosphere tanaman. *Lactobacillus* merupakan salah satu jenis bakteri asam laktat yang banyak terlibat dalam pangan hasil fermentasi seperti bekasam, sawi asin, sourkraut, dan tempoyak. Berdasarkan taksonominya, berikut adalah klasifikasi *Lactobacillus* (Widowati dkk. 2014):

Kerajaan : Bacteria  
 Sub Kerajaan : Bacillota  
 Kelas : Bacilli  
 Bangsa : Lactobacillales

Suku : Lactobacillaceae

Marga : *Lactobacillus*

*Pseudomonas* adalah bakteri gram negatif yang berbentuk batang dan aerob. Bakteri ini dapat ditemukan di berbagai tempat, seperti tanah, air, tanaman, dan hewan. Beberapa manfaat bakteri *Pseudomonas*, di antaranya sebagai fitostimulator pada tanaman, mampu mendegradasi sampah plastik. *Pseudomonas* dapat digunakan sebagai agensia pengendali hayati penyakit tanaman dalam pupuk cair. *Pseudomonas* dapat digunakan sebagai salah satu jenis bakteri pembuatan pupuk organik cair dan juga pupuk hayati organik untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan melindungi tanaman dari patogen tanah. Berdasarkan taksonominya, berikut adalah klasifikasi *Pseudomonas* (Widowati dkk. 2014):

Kerajaan : Bacteria

Sub Kerajaan : Proteobacteria

Kelas : Gamma Proteobacteria

Bangsa : Pseudomonadales

Suku : Pseudomonadaceae

Marga : *Pseudomonas*

Mikroorganisme akan tumbuh dan bekerja dengan optimal saat kondisinya sesuai. Proses fermentasi berlangsung dalam pH 3-4, dengan kadar garam dan kadar gula tinggi, terdapat kandungan air sekitar 30-40%, terdapat mikroorganisme yang mendukung proses fermentasi, dan dengan suhu lingkungan 30-40 °C (Nur dkk., 2016). Suhu 23°C – 45°C termasuk kedalam

keadaan mesofilik, mikroorganisme pengurai mampu berkembang serta aktivitas mikroorganisme didominasi fungi dan protobakteri. Peningkatan suhu dapat terjadi selama proses fermentasi, hal ini terjadi akibat aktivitas bakteri saat mendekomposisi bahan organik (Setyawati dkk., 2021).

EM4 adalah teknologi kultur mikroorganisme yang menguntungkan dan memiliki banyak kegunaan seperti meningkatkan bakteri pengurai bahan organik, menekan pertumbuhan bakteri pathogen, dan menstimulasi enzim pencernaan untuk menjaga kualitas perairan. EM4 berfungsi dalam mempercepat proses pembuatan pupuk organik dan menghasilkan pupuk yang berkualitas. Penambahan molase dilakukan untuk menambah sumber energi dan penyubur bagi bakteri dalam melakukan dekomposisi dan menghasilkan pupuk organik cair. EM4 mengandung mikroorganisme fermentasi bakteri *fotosintetik*, *Lactobacillus*, *Actinomycetes*, *Streptomyces*, ragi yang dapat mempercepat proses fermentasi pembuatan POC (Meriatna dkk., 2019).

EM4 dapat mendukung proses dekomposisi bahan organik, yang seharusnya membutuhkan waktu 3 bulan menjadi hanya 14 sampai dengan 21 hari. Kemampuan EM4 memproses mineralisasi saat fermentasi dipengaruhi mikroba pelarut fosfat. Fosfat terlarut secara biologi oleh mikroba pelarut fosfat dengan memproduksi enzim fosfatase, enzim yang dihasilkan akan memutuskan ikatan fosfat dari senyawa organik pengikatnya sehingga menjadi bentuk yang dapat dimanfaatkan tumbuhan menjadi fosfat anorganik. Tanaman tidak dapat menggunakan fosfor organik secara langsung, sehingga proses mineralisasi

dapat menjadi solusi untuk menyederhanakan bentuk agar mampu diserap tanaman (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Tetes tebu atau molase merupakan produk yang dihasilkan melalui proses samping industri gula dimana terdapat kandungan senyawa nitrogen serta sumber karbon bagi mikro yang ada di EM4. Fermentasi akan memecah senyawa organik menjadi senyawa sederhana yang melibatkan mikroorganisme untuk menyeimbangkan karbon (C) dan Nitrogen (N). Molase berperan sebagai aditif penyuburan mikroorganisme, karena molase mengandung nutrisi bagi bakteri *Sacharomyces cereviceae*. Bakteri *Sacharomyces cereviceae* yang ternutrisi akan menguraikan material organik yang akan diolah menjadi pupuk organik cair agar terfermentasi maksimal (Wijaya, 2008).

#### **D. Air Limbah Lele**

Ikan lele adalah salah satu jenis ikan yang hidup di air tawar yang di budidayakan dengan metode intensif sehingga menghasilkan padat tebar persatuan volum atau luas yang tinggi. Metode padat tebar akan mendorong para pembudidaya menggunakan pakan buatan berprotein untuk mencukupi kebutuhan pakan lele. Budidaya ikan lele yang dilakukan akan menghasilkan air limbah yang di dalamnya dapat terakumulasi residu organik yang berasal dari pemberian pakan ikan, kotoran, partikel sisa pakan ikan, bakteri, serta alga (Gustiar et al., 2020).

Terdapat beberapa spesies ikan lele di Indonesia yaitu *Clarias batrachus*, *Clarias leiacanthus*, *Clarias maladerma*, *Clarias nieuhofi*, *Clarias*

*tejsmani*, dan *Clarias gariepinus*. Salah satunya adalah Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) merupakan salah satu varietas unggul yang telah dikembangkan oleh peneliti di tanah air. Lele ini merupakan hasil perbaikan genetik yang dilakukan oleh Balai Besar Pengembangan Budi Daya Air Tawar Sukabumi dengan melakukan silang balik (*backcross*) betina generasi kedua (F2) dengan induk jantan generasi ke-enam (F6). Induk betina F2 berasal dari keturunan kedua Lele Dumbo yang diintroduksi ke Indonesia pada tahun 1985 (Kordi dan Ghufon, 2010). Pada tahun 2004, Lele Sangkuriang resmi dilepas sebagai varietas Lele unggul berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. KP.26/MEN/2004 tertanggal 21 Juli 2004.

Secara morfologi ikan Lele Sangkuriang tidak memiliki banyak perbedaan dengan Lele Dumbo, karena Lele Sangkuriang sendiri merupakan hasil kawin silang dari induk Lele Dumbo. Tubuh ikan Lele Sangkuriang mempunyai bentuk tubuh memanjang, berkulit licin, berlendir, dan tidak bersisik. Berdasarkan taksonominya, berikut adalah klasifikasi Lele Sangkuriang (Kordi dan Ghufon, 2010).

Kerajaan	: Animalia
Sub Kerajaan	: Chordata
Kelas	: Pisces
Bangsa	: Siluriformes
Suku	: Claridae
Marga	: <i>Clarias</i>
Spesies	: <i>Clarias gariepinus</i>

Air limbah budidaya ikan lele merupakan bagian dari limbah pakan buatan yang mempunyai kandungan protein tinggi untuk menunjang kehidupan atau pertumbuhan ikan. Air limbah ikan lele terbentuk dari sisa pakan yang tidak termakan, kotoran di kolam ikan lele, urin dan makan tambahan dari dedaunan hijau yang belum terdekomposisi secara sempurna dan menjadi sumber unsur hara makro dan mikro. Air limbah budidaya lele adalah limbah cair organik yang berfungsi dalam memperbaiki struktur tanah, dan memperbaiki kehidupan mikroorganisme ditanah (Akmal dkk. 2019).

#### **E. Daun Gamal**

Daun gamal merupakan salah satu daun tanaman leguminosa berupa pohon perdu yang sering digunakan oleh peternak sebagai pakan ternak. Pohon gamal dapat tumbuh pada daerah kering dan mampu beradaptasi pada musim kemarau. Tanaman gamal merupakan tanaman golongan legum yang memiliki kandungan hara esensial yang cukup tinggi. Menurut Qoniah dan Umi (2019), kandungan daun gamal yaitu 3-6 % N, 0,31% P, 0,77% K, 15-30% serat kasar, dan 10% abu K. Kemampuan daun gamal dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman karena daun gamal memiliki kandungan unsur hara makro terutama unsur N sebesar 3,09% N dan tergolong sangat tinggi.

Daun Gamal sebagai pupuk cair organik merupakan salah satu cara yang efektif sebagai salah satu bahan organik pembuatan POC juga keberadaan daun gamal cukup tersedia dan banyak mengandung unsur organik. Daun gamal berperan aktif pada tanaman yang memerlukan

pertumbuhan secara vegetatif. Pembuatan pupuk organik cair berbahan dasar daun gamal menggunakan penambahan EM4 dan tetes tebu sebagai bioaktivator dalam proses fermentasi dapat menghasilkan POC yang berkualitas (Nurhadi dkk., 2019).

Keunggulan dari penggunaan tanaman gamal dibandingkan dengan jenis legume lainnya yaitu, tanaman gamal mudah dibudidayakan, pertumbuhannya cepat, produksi biomassa yang tinggi dan tanaman ini mudah untuk mengalami dekomposisi atau penguraian. Daun gamal mengandung nitrogen yang cukup tinggi dengan C/N rendah. Sehingga daun gamal dapat dimanfaatkan sebagai penambah utama sumber unsur hara N (Jusuf, 2007). Berdasarkan taksonominya, berikut klasifikasi tanaman gamal (Jusuf, 2007):

Kerajaan : Plantae  
Sub Kerajaan : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Bangsa : Fabales  
Suku : Fabaceae  
Marga : *Gliricidia*  
Species : *Gliricidia sepium*

Secara morfologi gamal merupakan jenis perdu atau pohon dengan tinggi mencapai 2-15 meter. Batangnya tegak dengan permukaan kulit yang halus, beralur dan berwarna coklat keabu-abuan. Daunnya majemuk menyirip dengan jumlah daun 7-17 pasang dengan posisi saling berhadapan kecuali di bagian ujung ibu tangkai daun, helaian daun berbentuk jorong atau lanset, dengan

panjang 15-30 cm, berambut ketika muda, ujung daun runcing dengan pangkal daun membulat. Helai anak daun gundul, tipis, hijau di atas dan keputih-putihan di sisi bawahnya (Jusuf, 2007).

#### **F. Kulit Pisang Kepok**

Kulit pisang kepok adalah salah satu limbah dari hasil pertanian yang belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat. Umumnya Masyarakat hanya menggunakan buah dari pisang kepok untuk dijadikan olahan makanan dan kulit buah akan dibuang dan menjadi limbah. Berdasarkan potensinya, kulit pisang kepok dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan pupuk organik cair. Kulit pisang kepok mempunyai kandungan kalium yang tinggi, karena pisang kepok menyerap kalium dari tanah selama pertumbuhan untuk mendukung berbagai fungsi penting tanaman. Kalium ini kemudian terakumulasi dalam berbagai bagian tanaman, termasuk kulit pisang kepok (Setiawati dkk. 2013).

Pisang kepok merupakan salah satu jenis pisang yang cenderung memiliki kandungan kalium yang lebih tinggi dibandingkan varietas pisang lainnya dimana kalium dalam kulit pisang kepok dapat menyuburkan tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Kulit pisang kepok mengandung unsur kimia seperti magnesium, sodium, kalium, fosfor dan sulfur, kandungan unsur hara yang ada dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Kulit pisang kepok mengandung cukup tinggi kalium dan fosfor sehingga kulit pisang kepok dapat menjadi sumber utama unsur hara K dan P terbesar. Berdasarkan analisis yang dilakukan maka dapat diketahui bahwa kandungan unsur hara yang



terdapat di pupuk cair kulit pisang kepok yaitu, N-total 0,18%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,043%; C-organik 0,55%; pH 4,5; C/N 3,06%; dan K<sub>2</sub>O 1,137% (Nasution dkk. 2014).

Klasifikasi tanaman pisang kepok menurut (Nasution dkk. 2014), adalah sebagai berikut :

Kerajaan : Plantae  
Sub Kerajaan : Spermatophyta  
Kelas : Monocotyledoneae  
Bangsa : Musales  
Suku : Musaceae  
Marga : *Musa*  
Spesies : *Musa paradisiaca*.

Secara morfologi tanaman pisang kepok (*Musa paradisiaca*) merupakan tanaman dalam golongan terna monokotil tahunan berbentuk pohon yang tersusun atas batang semu. Batang semu ini merupakan tumpukan pelepah daun yang tersusun secara rapat dan teratur. Percabangan tanaman bertipe simpodial dengan meristem ujung memanjang dan membentuk bunga lalu buah. Pisang mempunyai bunga majemuk yang tiap kuncup bunga dibungkus oleh seludang berwarna merah kecoklatan (Wijaya dkk., 2023).

## G. Karakteristik Bakteri

Isolasi bakteri adalah salah satu metode yang dilakukan untuk memisahkan satu jenis bakteri dari mikroorganisme yang ditumbuhkan dalam media, yang bertujuan agar bakteri tidak bercampur dengan bakteri lain

sehingga dapat diketahui biakan murni. Isolasi bakteri dilakukan untuk mengamati bentuk mikroba yang mengalami pertumbuhan. Teknik inokulasi digunakan dalam isolasi bakteri dengan cara melakukan pemindahan kultur tertentu yang berasal dari media lama ke media baru secara aseptis agar tidak terjadi kontaminasi mikroba yang tidak diinginkan. Isolasi bakteri mempunyai prinsip yaitu dengan memisahkan dan menumbuhkan mikroorganisme pada media agar, dengan melakukan pengenceran (Jufri, 2020). Pengenceran adalah tahap pertama yang dilakukan saat mengisolasi bakteri, pengenceran bertingkat dibuat  $10^{-1}$  sampai  $10^{-5}$  bertujuan untuk mengurangi dan memisahkan jumlah mikroorganisme dalam sampel (Azzahra dkk., 2021).

Bakteri yang tumbuh pada medium menunjukkan bahwa bakteri tersebut telah memperoleh nutrisi. Bakteri sangat membutuhkan sumber nutrisi yaitu dari karbon organik, dimana sumber karbon anorganik nitrogen organik berbentuk protein, asam amino, unsur logam kalium, natrium, magnesium, air sebagai kebutuhan untuk bermetabolisme (Jufri, 2020). Menumbuhkan bakteri atau kultur bakteri dapat dilakukan menggunakan beberapa teknik, yaitu *streak plate*, *spread plate* dan *pour plate*. Teknik *spread plate* disebut juga metode cawan sebar dilakukan untuk mengetahui perkiraan jumlah bakteri dalam satuan sel dengan cara menuang kultur bakteri di atas media agar yang telah memadat. Kultur yang sudah dituang lalu diratakan menggunakan trigalski. Kekurangan metode ini adalah saat meratakan kemungkinan terjadi kontaminasi sangat besar (Damayanti dkk., 2020).

Teknik *streak plate* disebut juga metode cawan gores dilakukan untuk memperoleh koloni yang sudah terpisah dari koloni yang lain dengan membagi cawan petri menjadi 3-4 bagian (Arini, 2016). Kelebihan teknik *streak plate* adalah hasil koloni bakteri yang diperoleh adalah koloni tunggal, jika terjadi kontaminan dapat dengan mudah diamati dan dibedakan, dan goresan dalam media dapat dibuat dengan pola tertentu sehingga koloni dapat dihitung secara akurat (Dahlia dkk., 2017). Metode *pour plate* merupakan metode tuang yang dilakukan dengan menumbuhkan kultur pada media agar yang belum memadat bertujuan agar sel tersebar merata pada bagian permukaan dalam media agar. Adapun kekurangan metode *pour plate* adalah beberapa sel dapat tumbuh menempel berdekatan sehingga hanya dapat dihitung menjadi satu koloni yang akan mempengaruhi hasil perhitungan. Perhitungan jumlah koloni bakteri secara akurat dapat dilakukan jika bakteri tumbuh pada medium padat, membentuk koloni kompak, tidak menjalar (Damayanti dkk., 2020).

Hasil biakan murni dalam medium agar akan menghasilkan koloni murni yang akan diamati bentuk, warna, tepi dan permukaan koloni. Pengecatan Gram mempunyai tujuan yaitu untuk mengetahui Gram bakteri berdasarkan permeabilitas dan dinding sel. Prinsip pengecatan gram yaitu bakteri Gram positif tidak mengalami dekolerasi dan tetap mempertahankan warna dasar kristal violet (Pukhrambam, 2019). Bakteri Gram positif tersusun atas lapisan peptidoglikan yang tebal sehingga memiliki kemampuan menahan kristal violet (Dahlia dkk., 2017). Bakteri Gram negatif selama proses pengecatan akan berubah menjadi merah, terjadi karena lapisan peptidoglikan tipis, sehingga

menggugurkan kristal violet sesudah pemberian alkohol dan menyerap warna dari fuschin (Pukhrambam, 2019).

Uji motilitas adalah uji yang dilakukan untuk menentukan pergerakan bakteri. Uji dilakukan dengan menusuk biakan ke dalam medium agar tegak. Pengamatan hasil dilakukan setelah masa inkubasi 37°C selama 24 jam, lalu diamati jenis pertumbuhan koloni jika menyebar disekitar tusukan dan berwarna keruh membuktikan bahwa bakteri bergerak (Damayanti dkk., 2020).

Katalase merupakan enzim dalam proses katalisis penguraian hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) diubah  $O_2$  dan air. Proses aerob akan membentuk hidrogen peroksida, yang mendukung fase pertumbuhan sehingga akan menguraikan zat toksik. Bakteri anaerob tidak obligat dan tidak memerlukan enzim, sehingga tidak memiliki kemampuan memproses enzim. Hasil positif uji katalase ditandai dengan terdapat gelembung oksigen dari hasil pemecahan  $H_2O_2$  oleh enzim katalase (Helgesen dkk., 2017). Hasil negatif uji katalase akan ditandai tidak terbentuk gelembung, dan merupakan bakteri Gram positif. Salah satu jenis bakteri yang tidak menghasilkan enzim katalase yaitu bakteri asam laktat (BAL) (Damayanti dkk., 2020).

Uji biokimia fermentasi karbohidrat memiliki tujuan untuk mengidentifikasi bakteri yang dapat memfermentasi karbohidrat, hasil positif ditandai dengan terjadi perubahan warna ungu menjadi kuning dan terdapat pembentukan gelembung gas dalam tabung durham. Uji fermentasi karbohidrat dilakukan dengan medium Nutrient Broth (NB) dan diberi indikator phenol red dimana sumber karbon yang digunakan adalah glukosa, laktosa dan sukrosa.

Kemampuan bakteri untuk memfermentasi glukosa menunjukkan bahwa bakteri dapat membentuk asam dari fermentasi serta gelembung gas dipengaruhi adanya reaksi fermentasi karbohidrat (Panjaitan dkk., 2020).

Uji reduksi nitrat dilakukan untuk mengetahui kecepatan bakteri melakukan denitrifikasi dalam mereduksi nitrat. Denitrifikasi adalah salah satu proses perubahan nitrat menjadi nitrogen ( $N_2$ ), proses ini berpengaruh pada siklus N sebagai reaksi mikrobial tanah dan limbah cair. Hasil positif bakteri denitrifikasi ditandai ciri medium hasil uji berwarna merah atau merah muda (Agustiyani dkk., 2018).

Uji indol merupakan uji untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam memecah triptofan asam amino menjadi senyawa Indol. Triptofan merupakan asam amino yang dapat mengalami proses hidrolisis oleh triptofanase untuk menghasilkan produk indol, amonia dan asam piruvat. Hasil positif ditandai terbentuk lapisan merah muda dan merah yang disebabkan penambahan aldehida yang membentuk lapisan berwarna (Rifai, 2021). Hasil negatif menunjukkan bahwa bakteri tidak melakukan produksi enzim triptofanase sehingga lapisan cincin berwarna merah muda pada permukaan biakan tidak terbentuk (Damayanti dkk., 2020).

## H. Hipotesis

1. Kualitas kandungan unsur hara NPK paling tinggi terdapat pada perlakuan air limbah budidaya ikan lele ditambah daun gamal ditambah kulit pisang.

2. Bakteri yang berperan pada proses fermentasi pembuatan POC yaitu *Genus Bacillus, Lactobacillus, Yeast cell* dan *Staphylococcus aureus*.

