II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pupuk Organik Cair

Pupuk Organik adalah pupuk yang berasal dari bahan alami yang berupa sisa-sisa tanaman yang telah terdekomposisi dan kotoran hewan seperti pupuk kandang dan kompos. Manfaat pupuk organik adalah memberikan kesuburan pada tanah dengan adanya keseimbangan pada ekosistem pertanian dan dapat memperbaiki struktur tanah serta berperan bagi mikroorganisme tanah dalam melakukan siklus hara. Pupuk organik juga lebih ramah bagi lingkungan karena tidak meninggalkan residu yang berbahaya (Halawa dkk., 2025). Pupuk Organik Cair adalah larutan cair yang memiliki kandungan satu atau lebih unsur hara pokok yang mudah larut pada tanaman karena lebih mudah untuk diserap tanaman (Mardi dkk., 2025).

Kelebihan pupuk organik cair (POC) adalah membantu mengatasi kekurangan unsur hara dengan waktu singkat dan tidak merusak tanaman serta tanah walaupun digunakan secara terus-menerus. Pupuk organik cair memiliki bahan pengikat sehingga pupuk dapat diaplikasikan langsung pada permukaan tanah. Kandungan yang dimiliki pada pupuk organik cair diantaranya yaitu N 0,12%, P2O5 0,03%, K 0,31%, Ca 60,4 ppm, Mn 2,46 ppm, Fe 12,89 ppm dan Mo 0,2 ppm (Setyawati dkk., 2022). Manfaat pupuk organik cair adalah membantu pembentukan klorofil agar proses fotosintesis dan penyerapan nitrogen dari udara pada daun lebih optimal, struktur tanaman diperkuat agar lebih tahan dari tekanan lingkungan sekitar serta memperkuat daya tahan

tanaman pada kondisi kering. Pupuk organik cair juga berfungsi merangsang pertumbuhan cabang produktif, menyongkong pembentukan bunga dan bakal buah serta menurunkan kemungkinan kegagalan dari gugur bunga dan buah yang sedang berkembang (Mardi dkk., 2025).

B. Pembuatan Pupuk Organik

Pembuatan pupuk organik harus memenuhi kriteria Standarisasi Nasional Indonesia pada kriteria mutu Pupuk Organik Cair (POC). Standardisasi Nasional Indonesia (SNI) untuk kriteria mutu Pupuk Organik Cair (POC) yang ditetapkan oleh Menteri Pertanian berfungsi untuk tetap menjaga kualitas dari pupuk organik cair sehingga dengan adanya SNI maka pupuk organik cair telah dihasilkan dapat cocok untuk digunakan. Persyaratan teknis pupuk organik cair (POC) yang telah ditetapkan, diatur oleh Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Teknis POC.

No.	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1.	C-Organik	% (w/v)	Minimum 10
2.	Hara makro: N + P2O5 + K2O	% (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	2-10
4.	pH	-	4-9
6.	*E. coli*	cfu/mL atau MPN/mL	$< 1 \times 10^2$
	Salmonella sp.	cfu/mL atau MPN/mL	$< 1 \times 10^2$

Lanjutan Tabel 1.

7.	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
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 sintesis.
**) Minimum 3 (tiga) unsur
***) Khusus untuk pupuk organik hasil ekstraksi rumput laut dan produk lainnya.

Pembuatan pupuk organik cair yaitu penguraian bahan organik yang menggunakan mikroba. Proses pembuatan pupuk organik dilakukan secara anaerob yang merupakan yaitu penguraian bahan organik tanpa adanya oksigen sehingga dihasilkan produk akhir metabolis yaitu berupa metana, karbondioksida dan senyawa tertentu berupa asam organik (Mustikarini dkk., 2022). Fermentasi aerob adalah proses penguraian bahan organik yang terjadi karena adanya oksigen sehingga terjadi perubahan karbohidrat menjadi karbondioksida dan air menjadi lebih sedikit dan cepat serta proses perubahan warna menjadi lebih lambat. Proses anaerob yang terjadi tidak ada oksigen menghasilkan proses hidrolisisnya lebih cepat dan menghasilkan energi seperti panas yang mengakibatkan perubahan warna pupuk organik cair menjadi lebih pekat (Nada dkk., 2025). Pupuk organik cair yang berhasil ditandai dengan larutan berwarna coklat muda, tidak ada belatung atau sejenisnya, memiliki

endapan putih yang ada pada permukaan, memiliki aroma yang khas berupa aroma tape dan tidak berbau busuk. Penurunan pH yang terjadi setelah fermentasi menunjukkan bahwa keasaman mengalami peningkatan selama proses fermentasi (Nursuci dkk., 2025).

Suhu optimal pada proses fermentasi POC yaitu 25-55℃. Mikroorganisme akan mati apabila suhu terlalu tinggi, namun apabila suhu terlalu rendah juga akan mengakibatkan mikroorganisme tidak dapat bekerja dengan optimal (Mustikarini dkk., 2022). Penurunan suhu diakibatkan oleh jumlah bahan organik yang tersisa telah berkurang sehingga mikroorganisme mempunyai substrat yang lebih sedikit untuk diuraikan. Suhu yang lebih rendah dan stabil menunjukkan bahwa pupuk cair ideal. Kenaikan suhu menunjukkan fermentasi yang berada di fase aktif, mikroorganisme tepat berada di puncak aktivasnya dalam mengurai komponen organik berupa protein dan lemak yang berubah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Suhu yang stabil pada akhir fermentasi menjadi tanda yang menunjukkan proses dekomposisi telah berada di tahap akhir sehingga sebagian bahan organik kompleks memecah menjadi senyawa yang lebih stabil (Afa dkk., 2024).

Penurunan pH pada pupuk organik cair yaitu disebabkan oleh pengaruh dari bioaktivator yang bersifat asam dan terjadinya mikroorganisme yang terlibat dalam aktivitas pada proses fermentasi yang terjadi perubahan dari bahan organik menjadi asam organik (Mustikarini dkk., 2022). pH dengan nilai kisaran 4-9 dianggap ideal sebagai pupuk organik cair karena pH tidak terlalu asam untuk digunakan ke pupuk organik karena dapat merusak

tanaman, namun pH tersebut cukup asam sehingga mendukung proses penyerapan nutrisi bagi tanaman (Afa dkk., 2024). Nilai pH yang rendah diakibatkan oleh sejumlah mikroorganisme yang terdapat pada fermentasi yang mengubah bahan organik menjadi asam organik kemudian kondisi asam terbentuk atau terjadinya proses pelepasan asam (Cholisoh dkk., 2023). Pupuk organik cair yang mengalami perubahan warna dipengaruhi dari lama waktu fermentasi yaitu semakin lama fermentasi yang dilakukan maka mengakibatkan karbohidrat terurai yang menghasilkan gula sederhana, asam organik, air dan energi seperti panas (Nada dkk., 2025).

C. Unsur Hara

Unsur hara adalah suatu kandungan yang sangat penting bagi tanaman dan tanah ideal dapat menyediakan beberapa unsur hara lainnya. Penyerapan unsur hara harus selalu diperbaiki dan dipulihkan supaya kandungan unsur hara yang ada pada tanah keseimbanganya tetap terjaga. Nitrogen adalah unsur hara utama pada tumbuhan yang dibutuhkan dalam pembentukan dan pertumbuhan dari bagian vegetatif tanaman berupa daun, batang dan akar, namun apabila hara nitrogen berlebihan dapat menghambat pembuahan pada tanaman. Nitrogen juga merupakan unsur yang ada pada molekul klorofil sehingga daun yang berubah warna menjadi kuning atau terjadi klorosis disebabkan oleh kekurangan nitrogen pada tanaman yang dimulai dengan daun menguning dari bagian bawah tanaman. Nitrogen merupakan unsur hara yang diperlukan tanaman untuk proses pertumbuhan karena berfungsi sebagai penyusun protein dengan senyawa molukel tertinggi diantaranya ikatan

peptida yang mengikat rantai-rantai asam amino (Bunga dkk., 2023).

Nitrogen adalah unsur hara penyusun klorofil yang membuat tanaman berwarna hijau (Bunga dkk., 2023). Kadar nitrogen yang rendah diakibatkan kandungan nitrogen yang ada di dalam bahan kurang walaupun telah difermentasi dan kandungan nitrogen belum dapat meningkat serta pada saat fermentasi terjadi proses penguapan (Pandi dkk., 2023). Ketersediaan nitrogen dengan jumlah yang tinggi disebabkan oleh terjadinya proses dekomposisi yang lebih sempurna, sedangkan nitrogen yang rendah diakibatkan bahan baku yang mengandung nitrogen rendah sehingga kemungkinan bahan tersebut menguap karena tidak terjadinya dekomposisi yang sempurna (Andesta dkk., 2023).

Fungsi fosfor yaitu diperlukan pada proses fotosintesis, transfer, respirasi dan penyimpanan energi, berfungsi juga dalam proses pembelahan dan pembesaran sel. Akar tanaman menyerap unsur hara dalam bentuk ion H_2PO_4- dan $H_2PO_4^{2-}$. Faktor adanya fosfor dalam tanah juga dipengaruhi oleh pH dan kandungan bahan organik (Wahyono dkk., 2026). Kandungan fosfor yang mengalami peningkatan berkaitan dengan adanya nitrogen. Kandungan nitrogen yang semakin tinggi maka kandungan fosfor juga akan meningkat juga. Kandungan fosfor yang tinggi dipengaruhi oleh kandungan nitrogen yang tinggi karena kadar nitrogen yang tinggi maka aktivitas mikroorganisme yang bertugas untuk merombak fosfor juga akan meningkat sehingga kandungan fosfor juga akan meningkat. Jika nitrogen tersedia dengan jumlah

yang cukup maka unsur hara yang lain juga akan tersedia dengan cukup termasuk unsur fosfor (Cholisoh dkk., 2023).

Kalium adalah unsur kedua terbanyak setelah nitrogen yang ada pada tanaman yang diserap oleh tanaman dalam bentuk K+ monovalensi dan transformasi K pada tanaman tidak terjadi. Fungsi kalium yaitu membantu terjadinya pembentukan protein dan karbohidrat, resistensi pada tanaman terhadap tanaman terjadi peningkatan, memperkuat kualitas biji dan buah dan memperkokoh tanaman agar tidak mudah jatuh serta memperkuat bunga dan buah agar tidak mudah gugur (Bunga dkk., 2023).

D. *Efektif Mikroorganisme* 4 (EM_4)

Effective Microorganism 4 adalah campuran mikroorganisme yang berkerja sama dalam mempercepat proses fermentasi bahan organik serta dapat membantu dalam menurunkan pencemaran pada limbah industri (Jonathan dan Goeltom, 2025). EM_4 juga mampu mempercepat fermentasi bahan dekomposisi sehingga mudah diserap oleh unsur hara pada tanaman (Puspitasi dkk., 2022). Penambahan EM_4 berfungsi untuk membantu nutrisi dari bahan organik memecah sehingga proses fermentasi lebih cepat dan fungsi dari gula pasir yaitu sebagai substrat yang lebih mudah untuk dicerna serta dapat digunakan untuk pertumbuhan organisme. Proses fermentasi didiamkan selama 1 minggu yang bertujuan agar bahan organik terurai yang kemudian dimetabolisme oleh mikroorganisme sehingga didapatkan nutrisi yang berbentuk berupa protein, asam amino, enzim dan vitamin yang dimanfaatkan oleh tanaman untuk pertumbuhannya (Sitompul dkk., 2023).

Effective Microorganism 4 (EM_4) adalah biakan dari mikroorganisme yang hidup di dalam tanah yang subur secara alami yang berfungsi dalam meningkatkan produksi. *Effective Microorganism* 4 (EM_4) dapat memfermentasikan bahan organik dengan waktu yang singkat (Wahyudi dkk., 2025). *Effective Microorganism* 4 memiliki berbagai kelompok mikroorganisme yang berperan dalam proses memfermentasikan bahan organik. Mikroorganisme yang terdapat pada EM_4 diantaranya ada 5 golongan pokok yaitu *Actinomycetes, Lactobacillus* sp., bakteri fotosintetik (*Rhodopseudomas* sp.), *Streptomyces* sp., dan ragi (*yeast*). Bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp.) berfungsi dalam mempercepat penguraian bahan organik menjadi senyawa organik yang lebih sederhana karena dibantu oleh jamur fermentasi (*Saccharomyces* sp.) (Sari dkk., 2022).

Citrobacter adalah salah satu jenis bakteri pelarut fosfat. Bakteri pelarut fosfat adalah salah satu mikroorganisme tanah yang mampu dalam memperbaiki penyediaan P pada kondisi tanah asam dengan menghasilkan asam organik yang mengakibatkan Al dan Fe turun karena terjadi pengikatan oleh asam organik. Bakteri *Citrobacter* termasuk ke dalam kategori bakteri pemacu pertumbuhan tanaman karena menghasilkan vitamin dan fitohormon yang dapat memperbaiki pertumbuhan akar dan penyerapan unsur hara meningkat (Yuliansari dan Fatmalia, 2020).

Klebsiella adalah salah satu mikroba tanah yang berperan sebagai penyedia unsur hara tanah dengan melalui penambatan N_2 dari udara berubah menjadi unsur N yang tersedia di dalam tanah dan melalui pelarutan fosfat dan

hara lainnya yang tidak tersedia menjadi tersedia. Peran lainnya yaitu memacu pertumbuhan tanaman melalui produksi hormon tumbuh berupa IAA giberilin, sitokinin, etilen dan lainnya. Peran lainnya yaitu menekan penyakit tanaman yang berasal dari tanah dan meningkatkan penyerapan unsur hara serta toleransi tanaman terhadap kekeringan meningkat (Sahwan, 2015).

E. Kulit Pisang Kepok

Kulit pisang kepok adalah salah satu limbah yang dibuang menjadi sampah, sehingga apabila tidak dikelola dengan baik maka akan mengeluarkan bau yang tidak sedap. Kulit pisang kepok dapat digunakan sebagai bahan pupuk organik dan pupuk anorganik. Kulit pisang kepok juga memiliki senyawa yang bermanfaat untuk dijadikan pupuk organik berupa magnesium, natrium, fosfor dan belerang. Kulit pisang mengandung kalium yang tinggi sehingga kalium ini berperan penting dalam proses pergerakan nutrisi dan air antar sel tumbuhan dan akan meningkatkan kesuburan tanaman (Pakpahan dkk., 2023). Kandungan kalium yang tinggi pada kulit pisang menjadi kunci nutrisi yang diperlukan oleh tanaman. Kulit pisang yang telah kering memiliki kandungan kalium sebesar 42% lebih banyak dari kotoran hewan (pupuk kandang) yang memiliki kadar sebesar 0,2% (Sitompul dkk., 2023). Kulit pisang kepok mengandung protein, lipid, karbohidrat dan serat. Kandungan lainnya yaitu mineral diantaranya kalsium, natrium, besi, mangan, dan brom (Dewi dkk., 2022).

F. Urin Kambing

Urin kambing adalah salah satu bahan yang dapat digunakan untuk

pupuk organik dan memiliki unsur N yang tinggi. Kandungan nitrogen adalah pembentuk jaringan pada makhluk hidup karena merupakan unsur penyusun protein. Unsur nitrogen memiliki fungsi sebagai penyusun klorofil yang membuat dedaunan pada tumbuhan menjadi warna hijau. Tanaman yang memiliki banyak nitrogen maka daunnya berwarna kuning pucat hingga kehijauan kemerahan, sedangkan apabila memiliki unsur nitrogen berlebihan maka daun akan berwarna hijau kelam (Gultom dkk., 2022).

Urin kambing dapat digunakan sebagai bahan Pupuk Organik Cair (POC) karena urin kambing memiliki kandungan unsur N dan K yang tinggi dan memiliki hormon pertumbuhan pada tanaman berupa auksin dan sitokinin. Hormon auksin adala hormon yang mampu mengatur proses fisiologis tanaman dan hormon auksin mampu dalam meningkatkan pertumbuhan sel akar dan batang pada tanaman. Hormon sitokinin adalah hormon yang mampu melakukan pembelahan sel pada bagian tunas dan daun pada tanaman serta mengelola proses fisiologis tumbuhan sehingga tumbuh menjadi sehat dan hasil panen meningkat (Nurlaili dkk., 2025).

Urin kambing digunakan untuk pupuk organik salah satunya berfungsi untuk memenuhi ketersedian unsur nitrogen di dalam tanah untuk digunakan oleh tanaman. Urin kambing memiliki berbagai kandungan nutrisi berupa nitrogen, kalium, dan hormon pertumbuhan yang diperlukan tanaman dengan jumlah yang besar. Urin kambing juga mengandung unsur fosfor, walaupun kadar fosfornya lebih kecil dibandingan nitrogen. Namun fosfor ini berfungsi sebagai pembentuk akar dan bunga pada tanaman. Selain itu, urin kambing

juga memiliki kandungan kalium yang cukup signifikan dengan lima kali lebih besar dibandingkan kotoran ternak padat. Kalium berperan dalam fungsi tanaman seperti fotosintesis dan pergerakan air (Nurlaili dkk., 2025).

G. Air Cucian Beras

Air cucian beras memiliki kandungan nutrisi yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman karena adanya kandungan karbohidrat sederhana berupa glukosa dan sukrosa yang mampu menjadi sumber energi bagi mikroorganisme tanah dan ketersediaan nutrisi pada tanaman menjadi meningkat. Kandungan lain pada air cucian beras yaitu vitamin B kompleks berupa tiamin, riboflavin, dan niacin yang berfungsi dalam metabolisme tanaman. Kandungan mineral yang ada pada air cucian beras yaitu kalium, fosfor, dan magnesium. Kalium berfungsi sebagai nutrisi dalam pertumbuhan dan perkembangan, sedangkan fosfor berfungsi sebagai proses fotosintesis. Sehingga dengan adanya mineral-mineral ini mampu meningkatkan kualitas tanah dan hasil tanaman (Gulo dkk., 2024).

Nutrisi pada air cucian beras juga diperlukan oleh tanaman untuk proses pertumbahan dan perkembangan. Air cucian beras berperan sebagai biostarter karena terdapat mikroorganisme pengurai yang mampu menguraikan limbah organik dan mempercepat pembuatan pupuk organik cair serta mempercepat proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Air cucian beras juga terkandung karbohidrat, vitamin dan mineral yang membantu peningkatan pertumbuhan tanaman dan mempertahankan kualitas tanah (Gulo dkk., 2024).

H. Air Kelapa Tua

Air kelapa tua adalah salah satu bahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan pertumbahan dan kesuburan tanaman. Air kelapa tua juga bertujuan untuk pengembangan embrionik karena menjadi sumber zat pengatur tumbuhan yang memiliki banyak zat-zat aktif. Kandungan zat-zat yang dimiliki air kelapa tua yaitu vitamin, asam amino dan mineral yang bertujuan sebagai kofaktor pembentukan enzim sehingga memperlancar metabolisme. Zat lainnya yaitu sitokinin yang berfungsi sebagai zat yang membantu pertumbuhan tunas yang masih tidur. Air kelapa tua juga mengandung unsur kimia berupa mineral, vitamin, gula, asam amino dan fitohormon yang berdampak besar bagi pertumbuhan tanaman (Lisnayanti dkk., 2024).

Kandungan air kelapa yaitu hormon sitokinin 5,8 mg/l, auksin 0,07 mg/l dan sedikit giberelin serta senyawa lain yang mampu meransang pertumbuhan dan perkecambahan. Kandungan sitokinin berfungsi sebagai peransang pembelahan sel. Bahan pembangun lain yang dikandung oleh air kelapa yaitu protein, lemak, mineral, karbohidrat, vitamin C dan vitamin B kompleks lengkap. Kandungan air kelapa yaitu nutrisi dan hormon pertumbuhan yang berfungsi untuk pembelahan sel, pembentukan meristem batang, pertumbuhan akar, mobilisasi nutrisi dan perkecambahan biji (Ayu dkk., 2024).

I. Isolasi Bakteri

Isolasi bakteri adalah suatu tahap awal penting yang dilakukan dalam metode kultur mikroorganisme. Tujuan dari isolasi yaitu memisahkan mikroorganisme yang tercampur pada sampel sehingga di dapatkan koloni bakteri. Metode isolasi bakteri juga bermacam-macam diantaranya yaitu metode *pour plate* (cawan tuang) dan *streak plate* (teknik gores). Metode *pour plate* atau cawan tuang adalah teknik yang berfungsi untuk menumbuhkan mikroorganisme pada media agar yang dilakukan dengan media yang masih cair dicampurkan dengan stok kultur bakteri, sehingga sel-sel menyebar dengan rata pada permukaan agar. Pengenceran diperlukan pada metode ini sebelum bakteri ditumbuhan pada media agar di dalam cawan petri (Zainal dkk., 2025).

Metode *pour plate* dilakukan dengan inokulasi medium agar yang mencair pada suhu 45-50℃ dengan campuran bahan dengan kandungan mikroba yang dituangkan ke dalam cawan petri steril. Proses inkubasi berlalu sehingga menunjukkan berbagai koloni yang menyebar di permukaan agar yang berasal dari 1 sel sehingga bakteri ini dapat dilakukan isolasi lebih lanjut (Hanum dan Yurlisni, 2022). Tujuan *pour plate* atau cawan tuang yaitu menumbuhkan bakteri yang dapat menyebar ke seluruh media (Laili dkk., 2022). Kelebihan dari metode *pour plate* yaitu dapat digunakan untuk menghasilkan biakan murni. Kekurangan metode *pour plate* adalah hasil perhitungan yang kurang pasti pada jumlah sel mikroba disebabkan oleh beberapa sel berdekatan yang mungkin masih membentuk satu koloni.

Mikroba yang ditumbuhkan pada medium padat harus tumbuh agar koloni tampak jelas dan kompak, diperlukan persiapan dan waktu inkubasi agar pertumbuhan koloni dapat dihitung dengan baik (Zainal dkk., 2025).

Streak plate adalah teknik mikroba yang berfungsi untuk memisahkan mikroorganisme yang tumbuh pada permukaan media padat sehingga dihasilkan bentuk koloni individu yang terpisah. Kelebihan teknik ini yaitu didapatkan koloni murni dari kultur campuran disebabkan oleh koloni akan tumbuh terpisah karena goresan yang semakin jauh maka jumlah mikrobanya akan semakin sedikit (Jamilatun, 2025). Kelebihan lain dari metode ini yaitu mudah untuk dilakukan, mempersingkat waktu dan murah. Kekurangan dari metode ini yaitu diperlukan keterampilan yang cukup baik untuk menghasilkan koloni terpisah (Pakaya dkk., 2025).

J. *Total Plate Count* (TPC)

Total Plate Count (TPC) adalah metode untuk menghitung jumlah koloni bakteri yang dilakukan dengan pengenceran. Jumlah koloni yang dihitung dengan rentang 30-300 CFU (*Colony Forming Unit*). Hal ini dilakukan untuk mengurangi adalah kesalahan dalam menghitung. Jumlah koloni yang melebihi 30-300 CFU dapat dikategorikan sebagai TUBD (terlalu banyak untuk dihitung) atau TNTC (*too numeous to count*). Perhitungan koloni bakteri dapat dilihat dengan ukuran koloni yang besar, kecil atau menjalar yang terikat dapat dihitung sebagai satu garis dan dianggap berasal dari 1 bakteri. Perhitungan juga dapat dilakukan dengan menggunakan *colony counter* (A'yunin dkk., 2022). Menurut Laili dkk., 2022 rumus untuk

menghitung *Total Plate Count* (TPC) sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Koloni per Cawan} \times \frac{1}{Faktor\ pengenceran}$$

K. Karakteristik Morfologi Bakteri

Morfologi koloni adalah pengamatan dasar dalam makroskopis yang bertujuan untuk mengidentiikasi bakteri. Morfologi koloni yang diamati diantaranya yaitu bentuk koloni (bulat, berbentuk akar, atau tidak beraturan), warna, ukuran, bentuk, tepian (halus, lobatus, bergelombang, bergerigi dan filamentus) dan elevasi koloni (datar, naik, cembung dan umbonatus). Morfologi koloni dalam pengamatan mikroskopik yaitu dengan cara pewarnaan Gram yang melihat bentuk sel dan warna sel (Suryani dan A'yun, 2022).

Uji fermentasi karbohidrat adalah salah satu uji yang berguna untuk mengetahui isolat bakteri mampu dalam memecahkan atau menghancurkan karbohidrat (Sari dkk., 2023). Hasil positif pada uji fermentasi karbohidrat yaitu adanya perubahan warna dari warna merah menjadi warna kuning yang menunjukkan bahwa terbentuknya asam serta terdapat gelembung gas di dalam tabung Durham. Hasil negatif pada uji fermentasi karbohidrat yaitu tidak terjadi perubahan warna (Sari dan Saputri, 2026).

Uji pembentukan indol adalah uji yang bertujuan untuk mengetahui mikroorganisme yang mampu mendegrasikan atau menurunkan asam triptofan sehingga terbentuk indol. Hasil positif dapat terjadi disebabkan karena adanya kandungan enzim tripfanase pada mikroorganisme. Enzim tripfanase adalah katalis pengurai indol yang terdapat dalam asam amino triptofan (Sari dkk.,

2023). Hasil positif dari uji pembentukan indol yaitu lapisan berwarna merah. Warna merah terbentuk karena terdapat senyawa indol pada medium yang diekstrak pada reagen dari komponen butanol sehingga terjadi reaksi dengan p-dimetilaminobenzaldehida yang membentuk kompleks warna merah. Hasil negatif dari uji pembentukan indol yaitu tidak adanya lapisan warna merah muda pada permukaan kultur, hal ini menunjukkan bahwa bakteri tidak dapat menghasilkan indol dari triptofan. Triptofan adalah asam amino yang terdapat pada struktur protein yang digunakan oleh mikroorganisme dengan adanya proses pemecahan dari komponen protein (Sari dan Saputri, 2026).

Tujuan uji reduksi nitrat yaitu untuk mengetahui kemampuan dari reduksi nitrat. Hasil positif uji reduksi nitrat yaitu ditandai dengan adanya perubahan warna pada penambahan larutan A+B menjadi warna merah. Perubahan warna yang ditambahkan larutan A+B+zinc menjadi warna putih (Prasetya, 2026). Uji katalase adalah uji yang bertujuan untuk mengetahui bakteri yang mampu menghasilkan enzim katalase yang dapat memecah hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi oksigen (O_2) dan air (H_2O). Hasil positif dari uji katalase yaitu ditunjukkan dengan adanya gelembung gas setelah isolat ditetesi dengan larutan hidrogen peroksida (Putri dkk., 2024).

Uji motilitas adalah uji yang dilakukan untuk melihat adanya pergerakan bakteri pada media tumbuh. Hasil positif pada uji motilitas yaitu ditandai dengan terjadinya pertumbuhan koloni yang menyebar dan tidak ada bekasan pada tusukan. Hasil negatif pada uji motilitas yaitu adanya bekas tusukan pada permukaan media tumbuh (Fallo dkk., 2023). Pergerakan bakteri

pada uji motilitas menggunakan alat gerak berupa flagella yang berbentuk benang yang memanjang dari membran plasma dan dinding sel. Bakteri yang tidak memiliki flagella adalah bakteri yang tidak motil yang menunjukan bahwa hasil negatif (Putri dkk., 2024).

Pengecatan Gram adalah salah satu cara yang dilakukan untuk mengklasifikasi bakteri menjadi 2 kelompok diantaranya yaitu bakteri gram positif yang ditunjukkan dengan warna ungu dan bakteri gram negatif yang ditunjukkan dengan warna merah (NauE dkk., 2022). Pengecatan gram bertujuan untuk mengetahui morfologi sel berupa bentuk sel dan sifat sel (Wulandhani dkk., 2024). Fungsi pengecatan Gram adalah mempermudah dalam melihat bakteri pada mikroskop, mempermudah untuk melihat ukuran dan bentuk bakteri. Fungsi lainnya yaitu untuk melihat warna pada sel atau bagian-bagian dari sel sehingga warna dari bakteri lebih kontras dan lebih jelas (Pettalolo dkk., 2025). Bakteri Gram negatif memiliki ciri yaitu berwarna merah yang disebabkan oleh zat warna safranin. Bakteri Gram memiliki peptidoglikan yang tipis sehingga mengakibatkan membran luar bakteri Gram negatif rusak karena adanya pencucian dengan alkohol dan melarutkan zat warna kristal violet (Dewi dan Trimulyono, 2024).

L. Hipotesis

1. Kandungan NPK terbaik pupuk organik cair dari kulit pisang kepok dan urin kambing dengan penambahan aktivator EM_4 yaitu pada P3 (500 gram kulit pisang kepok : 500 mL urin kambing).

2. Genus bakteri yang berperan pada proses fermentasi pupuk organik cair dari kulit pisang kepok dan urin kambing dengan penambahan aktivator EM_4 yaitu *Genus Bacillus, Lactobacillus, Klebsiella, dan Citrobacter*.