

# **PEMANFAATAN KULIT KOPI FERMENTASI SEBAGAI PUPUK CAIR ORGANIK**

**Prof. Dr. Hj. Yani Suryani, M.Si.  
Adisty Virakawugi, M.Si.  
Dr. Tri Cahyanto, M.Si.**

**Penerbit:**  
Bimedia Pustaka Utama  
2022

# **PEMANFAATAN KULIT KOPI FERMENTASI SEBAGAI PUPUK CAIR ORGANIK**

**Penulis:**

Prof. Dr. Hj. Yani Suryani, M.Si.  
Adisty Virakawugi, M.Si.  
Dr. Tri Cahyanto, M.Si.

**Editor:**

Dr. Neneng Windayani, M.Pd.

**Desain Sampul:**

Yuna Islamiati, S.Si.

**Tata Letak**

Beni Sb.

**Diterbitkan oleh:**

Bimedia Pustaka Utama  
Jalan Babakan Loa Permai No. 13  
Padalarang Bandung Barat 40533  
email:info@bimediapustaka.com  
www.bimediapustaka.com  
Cetakan Pertama, Desember 2022  
x + 54 hlm. 17,5 cm x 25 cm  
ISBN: 978-623-8080-02-1

**KONTRIBUTOR**

Chaula Putri Ananda, S.Si.  
Neni Setia Asih, S.Si.  
Via Leila Fahriyah, S.Si.  
Sendy Ali Baehaqi

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku tanpa izin tertulis dari Penerbit

# Kata Pengantar

*Bismillaahirrahmaanirrahiim*

Segala puji dan syukur bagi Allah Swt. Atas segala karunia, nikmat, dan rahmat-Nya serta ilmu yang dianugerahkan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan buku Pemanfaatan Kulit Kopi Fermentasi sebagai Pupuk Cair Organik ini dengan baik. Buku ini merupakan hasil penelitian penulis yang didukung oleh para mahasiswa Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Atas dorongan berbagai pihak, buku yang ada dihadapan para pembaca ini dapat hadir dengan berbagai kekurangan yang ada di dalamnya.

Buku ini hadir dalam rangka menambah khazanah tentang pupuk cair organik melalui proses fermentasi yang memanfaatkan limbah kulit kopi sebagai referensi khususnya bagi mahasiswa dan umumnya bagi masyarakat sebagai pengantar untuk memanfaatkannya secara aplikatif. Limbah kulit kopi masih belum diolah dengan baik, sedangkan minat masyarakat terhadap kopi semakin tinggi dan menyebabkan limbah kulit kopi semakin banyak pula. Maka dari itu, pemanfaatan limbah kulit kopi dapat bermanfaat menjadi sebuah produk pupuk cair organik melalui proses fermentasi yang memberikan nilai yang baik bagi lingkungan, pertanian maupun ekonomi.

Kami sadar betul buku ini masih jauh dari harapan. Masih banyak kekurangan dan hal-hal yang perlu ditambahkan. Oleh karena itu, saran dan masukan para pembaca sangat kami nantikan untuk perbaikan buku ini dikemudian hari. Terimakasih dan selamat membaca.

Bandung, Oktober 2022

Penulis



# DAFTAR ISI

Kata Pengantar .....	iii
Daftar Isi.....	v
Daftar Tabel.....	vii
Daftar Gambar .....	ix
BAB 1 Pendahuluan .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Kopi dan Kulit Kopi .....	2
C. Pupuk.....	5
BAB 2 Pupuk Cair Organik .....	11
A. Pengertian Pupuk Cair Organik.....	11
B. Mikroorganisme dalam Pupuk Cair Organik.....	11
C. Kandungan Pupuk Cair Organik.....	14
BAB 3 Pembuatan Pupuk Cair Organik.....	17
A. Langkah Pembuatan Pupuk Cair Organik .....	17
B. Fermentasi.....	19
C. Faktor Pengaruh Fermentasi.....	24

BAB 4 Pemanfaatan Kulit Kopi sebagai Pupuk Cair Organik.....	27
A. Limbah Kulit Kopi.....	27
B. Pengolahan Pupuk Cair Organik Kulit Kopi.....	29
C. Kandungan Pupuk Cair Organik Kulit Kopi .....	30
D. Daya Tahan Pupuk Cair Organik Kulit Kopi.....	33
BAB 5 Analisis Manfaat Kulit Kopi sebagai Pupuk Cair Organik.	35
A. Bidang Pertanian .....	35
B. Bidang Lingkungan.....	36
C. Bidang Ekonomi.....	39
Daftar Pustaka.....	45
Tentang Penulis.....	51

# DAFTAR TABEL

Tabel 1. Unsur Hara Esensial Tanaman.....	6
Tabel 2. Standar Mutu Kandungan Pupuk Cair Organik.....	15
Tabel 3. Karakteristik Pupuk Cair Organik Kulit Kopi.....	29
Tabel 4. Kandungan Pupuk Cair Organik Kulit Kopi.....	31
Tabel 5. Perbandingan Pertumbuhan Tanaman Yang Diberikan Pupuk Cair Organik Kulit Kopi.....	36



# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Karakteristik Tanaman Kopi Arabika, (a) Bentuk Pohon, (b) Daun, (c) Bunga, dan (d) Biji.....	3
Gambar 2.	Struktur Bagian Buah Kopi.....	4
Gambar 3.	Bentuk Fasa Pupuk, (a) Padat dan (b) Cair.....	7
Gambar 4.	Pupuk Anorganik Produksi Industri.....	9
Gambar 5.	Bakteri <i>Lactobacillus</i> sp.....	12
Gambar 6.	Bakteri <i>Saccharomyces cerevisiae</i> sp.....	13
Gambar 7.	Bakteri <i>Rhodopseudomonas</i> sp.....	13
Gambar 8.	Bakteri <i>Actinomycetes</i> .....	14
Gambar 9.	Pemasangan Alat.....	17
Gambar 10.	Proses Pembuatan Pupuk Cair Organik.....	19
Gambar 11.	Jalur Embden Meyerhof Parnas (EMP) .....	22
Gambar 12.	Fermentasi Homofermentatif.....	23
Gambar 13.	Jalur Fermentasi Etanol.....	23
Gambar 14.	Fermentasi Glutamat .....	24
Gambar 15.	Kurva Pertumbuhan Mikroorganisme.....	32
Gambar 16.	Poin-poin SDGs.....	38



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kopi merupakan tanaman berbiji dengan produk hasil berupa minuman yang sangat diminati masyarakat di dunia. Perusahaan keuangan *Union Bank of Switzerland* (UBS) telah melakukan survei adanya peningkatan ekonomi akibat produksi dan konsumsi kopi secara global. Tercatat bahwa sebanyak lebih dari 70 negara menanam kopi, dengan setengah produksi kopi secara global dihasilkan oleh Negara Bazil, Vietnam, Kolombia, Indonesia, Honduras, dan Ethiopia. Sedangkan setengah konsumsi kopi secara global berada di Uni Eropa. Pemenuhan kebutuhan minat masyarakat tersebut memberikan peluang yang sangat tinggi dalam sektor budidaya tanaman kopi (Syarifudin dan Endarwati, 2019).

Indonesia menjadi Negara ketiga tertinggi di dunia dalam produksi dan ekspor kopi setelah Bazil dan Vietnam. Berdasarkan data oleh Kementerian Perindustrian Republik Indonesia (2013) bahwa perkebunan kopi terluas tercatat berada di Aceh sebesar 101.855 ha, Sumatra Utara 76.258 ha, dan Jawa Barat 21.289 ha. Daerah penghasil kopi tertinggi di Jawa Barat berada di Kabupaten Garut dengan produksi kopi pada tahun 2014 sebesar 1.617 ton/tahun dari luas perkebunan sebesar 3.491 hektar. Adapun menurut Direktorat Jenderal Perkebunan (2019) bahwa jenis kopi yang memiliki nilai produksi tertinggi mencapai 756 ribu ton pada tahun 2018 adalah jenis kopi Robusta dan Arabika.

Tingginya proses produksi kopi menyebabkan pula besarnya produk sampingan atau limbah kopi yang dihasilkan. Menurut Massijaya dkk. (2021) bahwa produksi kopi di Indonesia pada tahun 2013 tercatat sebesar 691 ton dengan potensi limbah sebesar 565 ton. Berdasarkan

data tersebut diketahui bahwa dalam 1 kg ekstraksi kopi pada kegiatan industri akan menghasilkan limbah sebanyak 0,8 kg atau sebesar 80% yang memiliki rasio limbah lebih banyak dibandingkan hasil produk. Potensi limbah yang dihasilkan berupa kulit kopi yang terdiri dari kulit buah basah, limbah cair lendir, serta kulit gelondong atau cangkang kering. Limbah tersebut dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, terlebih bahwa kulit kopi tersebut masih mengandung kafein, polifenol (tannin) dan fenol bebas yang bersifat racun bagi kelangsungan hidup mikroorganisme dalam tanah. Sementara itu, limbah kulit kopi memiliki kandungan nitrogen, fosfor dan kalium yang berpotensi baik bagi pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan kandungan yang dimiliki kulit kopi tersebut, maka kulit kopi dapat dimanfaatkan sebagai pupuk untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Proses fermentasi oleh mikroorganisme menjadi salah satu cara yang dapat digunakan dalam pengolahan senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana untuk dapat diserap oleh tanaman. Senyawa utama tersebut diantaranya adalah unsur makro berupa karbon organik, nitrogen, fosfor, kalium, serta unsur mikro berupa Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, dan Zn. Pengolahan kulit kopi sebagai pupuk organik pun dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik yang dapat membahayakan tanaman dalam penggunaan jangka panjang (Wijiyanti dkk., 2019).

Adapun saat ini, kebutuhan akan pupuk demi peningkatan hasil pertanian sangatlah tinggi. Hal ini seiring dengan tingginya permintaan kebutuhan pangan dan keinginan bahwa Indonesia menjadi pusat ekspor hasil pertanian melalui kegiatan swasembada. Namun, timbul kekhawatiran bahwa hasil pertanian belum dapat memenuhi kebutuhan tersebut karena kebutuhan dasar untuk proses pengolahan pertanian, seperti halnya pupuk, mengalami kenaikan harga sedangkan hasil produksinya tidak dapat menutupi kebutuhan. Sehingga melalui upaya pemanfaatan kulit kopi sebagai pupuk organik secara mandiri dapat membantu mengurangi beban produksi dan meningkatkan hasil pertanian.

## B. Kopi dan Kulit Kopi

Kopi merupakan tanaman yang berasal dari pegunungan Ethiopia, Afrika, yang kini telah dibudidayakan di berbagai Negara, termasuk Indonesia. Tanaman ini memiliki beberapa jenis yaitu kopi arabika, kopi robusta atau *canephora*, kopi liberika, dan kopi hibrida. Klasifikasi tanaman kopi menurut Rahardjo (2012) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Ordo : Rubiales  
Famili : Rubiaceae  
Genus : Coffea  
Spesies : *Coffea* sp. (*Coffea Arabica* L., *Coffea canephora*, *Coffea liberica*, *Coffea excels*)

Kopi yang paling banyak dibudidayakan adalah kopi dengan jenis arabika dan robusta. Kopi arabika sendiri memiliki aroma dan cita rasa otentik yang paling baik diantara kopi lainnya. Kopi arabika hidup di daerah tinggi seperti pegunungan dengan suhu sekitar 10°C – 16°C. Jarak ketinggian habitat kopi arabika bisa mencapai 1.700 meter di atas permukaan laut. Sedangkan kopi robusta memiliki habitat yang lebih rendah dibandingkan kopi arabika yaitu hanya mencapai ketinggian sekitar 1.000 meter di atas permukaan laut (Sariadi, 2009).

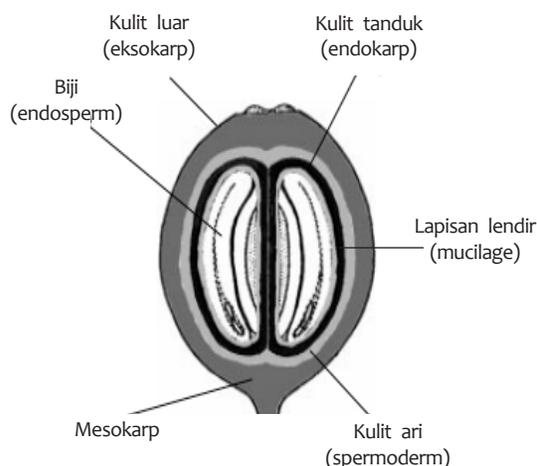
Karakteristik tanaman kopi arabika memiliki bentuk pohon perdu dengan ketinggian yang dapat mencapai 6 meter, jenis perakaran dalam, termasuk dalam jenis tanaman yang dapat melakukan penyerbukan sendiri serta dapat menyilang antar pohon (Hasbullah, dkk., 2021). Daun berwarna hijau yang kecil, memanjang, tebal, memiliki garis gelombang, berbentuk seperti telur, dan meruncing di bagian ujungnya. Bunga tumbuh di ketiak daun dengan 2 - 4 kelompok bunga yang setiap kelompok menghasilkan 4 - 6 kuntum bunga. Buah kopi arabika memiliki warna hijau saat muda, dan berwarna merah saat sudah matang dengan ukurannya 12 - 18 mm. Bentuk dari bijinya yaitu 2 keping dengan 2 bidang yang berbeda dimana terdapat bidang yang datar (perut) dan bidang cembung (punggung) (Panggabean dan Opi, 2011).



Gambar 1. Karakteristik Tanaman Kopi Arabika, (a) Bentuk Pohon, (b) Daun, (c) Bunga, dan (d) Biji  
(Sumber: Fletcher, 2021)

Tanaman kopi pada umumnya berbunga setelah berumur sekitar dua tahun. Apabila bunga sudah dewasa, maka akan terjadi penyerbukan melalui proses pembukaan kelopak dan mahkota yang berkembang menjadi buah. Seiring dengan pertumbuhannya, kulit buah yang berwarna hijau menjadi kuning hingga merah tua. Bunga dapat menjadi buah yang matang dalam waktu sekitar 6 - 11 bulan, bergantung pada jenis tanaman dan faktor lingkungan. Pertumbuhan tanaman kopi bisa optimal karena beberapa faktor seperti pemilihan bibit yang baik, kualitas tanah, serta proses budidaya seperti pemupukan yang dapat memperoleh hasil kopi yang baik (Najiiyanti dan Danarti, 2007).

Berdasarkan Nuraini, dkk (2015) bahwa buah kopi terdiri dari biji (endosperm) 40%, kulit biji (endokarp) 5%, lapisan lendir (mucilage) 10%, kulit dan daging buah kopi 45% yang ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Struktur Bagian Buah Kopi  
(Sumber: Avallone, dkk., 2002)

Produksi kopi hanya diambil biji atau endosperm. Proses produksi kopi dilakukan dengan metode basah dan metode kering. Dalam mengolah kopi arabika lebih sering menggunakan metode basah yang meninggalkan produk sampingan berupa limbah kulit kopi dalam komponen yang besar (Murthy dan Naidu, 2012). Jika dibiarkan begitu saja, kulit kopi dapat mengeluarkan bau tak sedap dan mencemari lingkungan (Nurhayati dkk., 2020).

Limbah kulit kopi dapat memberikan nilai manfaat dalam bidang pertanian sebagai sumber bahan organik dan unsur hara yang dapat memperbaiki struktur tanah. Salah satu upaya pemanfaatan kulit kopi adalah pengolahannya menjadi pupuk. Proses pengolahannya dapat dilakukan melalui proses fermentasi. Keunggulan pupuk dari kulit kopi

diketahui memiliki kandungan nitrogen yang cukup tinggi berkisar 6%. Hal ini dapat menjadi pilihan yang tepat bagi para petani dalam mengurangi limbah dan mengolahnya menjadi pupuk yang bernilai ekonomis (Wardiyanti, 2018).

## C. Pupuk

Pupuk adalah bahan-bahan yang ditambahkan pada tanah untuk menambah unsur-unsur hara atau zat makanan yang diperlukan tanah. Pemupukan bertujuan untuk memelihara atau memperbaiki kesuburan tanah dengan sifat fisik, kimia, dan biologi yang baik. Sifat fisik berkaitan dengan kegemburan, porositas, dan daya serap tanah. Sifat kimia berkaitan dengan pH tanah dan ketersediaan unsur-unsur hara. Sifat biologi berkaitan dengan keberadaan mikroorganisme pada tanah.

Unsur-unsur hara yang diperlukan oleh tanah sangat mempengaruhi kehidupan tanaman yang ada di atasnya untuk tumbuh dengan baik. Tanaman akan menyerap unsur-unsur hara dalam tanah dalam bentuk zat-zat terlarut berupa kation dan anion yang mampu masuk ke dalam pembuluh xylem yang ada pada akar melalui reaksi pertukaran ion. Reaksi pertukaran ion terjadi karena adanya tekanan osmosis antara tanaman dan tanah yang dipengaruhi oleh gaya kohesi air yang kuat. Hal ini menyebabkan unsur hara yang terlarut dalam tanah dapat terserap oleh tanaman. Unsur-unsur yang diperlukan tersebut terdiri atas unsur esensial yang mutlak diperlukan oleh tanaman serta unsur non esensial berupa unsur tambahan yang hanya diperlukan oleh jenis tanaman tertentu.

Pupuk yang baik adalah pupuk yang mengandung unsur-unsur yang diperlukan tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Unsur hara esensial yang diperlukan tanah untuk menunjang pertumbuhan tanaman terbagi menjadi unsur makro dan unsur mikro. Unsur makro adalah unsur yang diperlukan tanaman untuk tumbuh dalam jumlah yang banyak, yaitu Karbon (C), Hidrogen (H), Oksigen (O), Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), dan Belerang (S). Sedangkan unsur mikro adalah unsur tambahan yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit, yaitu Besi (Fe), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), Molibdenum (Mo), Klorin (Cl), Seng (Zn), Nikel (Ni) dan Boron (B). Jumlah unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh serta fungsi setiap unsur hara tersebut ditunjukkan pada tabel 1. Kekurangan unsur-unsur hara tersebut dapat mengakibatkan pertumbuhan tanaman terganggu hingga mengalami kematian.

Tabel 1. Unsur Hara Esensial Tanaman

Unsur	Bentuk ion	Jumlah	Fungsi
Makro Karbon	CO <sub>2</sub>	45%	Komponen utama senyawa organik tumbuhan
Oksigen	O <sub>2</sub>	45%	Komponen utama senyawa organik tumbuhan
Hidrogen	H <sub>2</sub> O	6%	Komponen utama senyawa organik tumbuhan
Nitrogen	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup>	1,5%	Komponen asam nukleat, protein, hormon, klorofil, koenzim
Kalium	K <sup>+</sup>	1,0%	Kofaktor dalam sintesis protein, zat terlarut utama dalam keseimbangan air, dan kerja stomata
Kalsium	Ca <sup>2+</sup>	0,5%	Pembentukan dan stabilitas dinding sel serta pemeliharaan struktur dan permeabilitas membran, mengaktifasi beberapa enzim, dan meregulasi respon-respon sel terhadap stimulus
Magnesium	Mg <sup>2+</sup>	0,2%	Komponen klorofil dan mengaktifasi berbagai enzim
Fosfor	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		Komponen asam nukleat, fosfolipid, ATP, dan beberapa koenzim
Sulfur	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Fe <sup>2+</sup>	0,1%	Komponen protein dan koenzim
Mikro Klorin	Cl <sup>-</sup>	0,01%	Dibutuhkan untuk langkah pemecahan air dalam fotosintesis dan berfungsi dalam keseimbangan air
Besi	Fe <sup>3+</sup> , Fe <sup>2+</sup>	0,01%	Komponen sitokrom dan mengaktifasi beberapa enzim
Mangan	Mn <sup>2+</sup>	0,005%	Aktif dalam pembentukan asam amino, mengaktifasi beberapa enzim, dan dibutuhkan untuk langkah pemecahan air dalam fotosintesis
Boron	H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,002%	Kofaktor dalam sintesis klorofil, terlibat dalam transport karbohidrat dan sintesis asam nukleat, serta berperan dalam fungsi dinding sel
Seng	Zn <sup>2+</sup>	0,002%	Aktif dalam pembentukan klorofil dan mengaktifasi beberapa enzim
Tembaga	Cu <sup>+</sup> , Cu <sup>2+</sup>	0,001%	Komponen dari berbagai redoks dan enzim-enzim lignin-biosintetik
Nikel	Ni <sup>2+</sup>	0,001%	Kofaktor untuk sebuah enzim yang berfungsi dalam metabolisme nitrogen
Molibdenum	MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,0001%	Esensial untuk hubungan mutualistik dengan bakteri pemfiksasi nitrogen dan kofaktor dalam reduksi nitrat

(Sumber: Urry, dkk., 2020)

Pupuk dapat dibedakan dalam bentuk fasa, yaitu padat dan cair yang ditunjukkan pada Gambar 3. Pupuk padat mempunyai kelarutan yang beragam, dari mudah larut hingga sukar larut. Adapun pupuk

cair yang berupa cairan dengan cara penggunaan yang perlu dilarutkan dalam air.



**Gambar 3.** Bentuk Fasa Pupuk, (a) Padat dan (b) Cair  
(Sumber: Achyani, dkk., 2018)

Material pupuk dapat berupa bahan organik ataupun anorganik (mineral). Berikut ini adalah kategori pupuk berdasarkan materialnya:

## 1. Pupuk Organik

Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari tanaman atau hewan yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan mensuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pupuk organik lebih ditujukan kepada kandungan C-organik atau bahan organik daripada kadar haranya, serta kualitas pupuk yang dihasilkan beragam sesuai dengan kualitas bahan asalnya.

Pupuk organik mempunyai keunggulan dan kelemahan. Beberapa keunggulan dari pupuk organik adalah meningkatkan kandungan bahan organik di dalam tanah, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air (*water holding capacity*), meningkatkan aktivitas kehidupan biologi tanah, meningkatkan kapasitas tukar ion dalam tanah, mengurangi fiksasi fosfat oleh Al dan Fe pada tanah masam, dan meningkatkan ketersediaan hara di dalam tanah. Adapun kelemahan dari pupuk organik adalah kandungan haranya rendah, relatif sulit memperolehnya dalam jumlah yang banyak, tidak dapat diaplikasikan secara langsung ke dalam tanah tetapi harus melalui suatu proses dekomposisi, pengangkutan dan aplikasinya mahal karena jumlahnya banyak.

Macam-macam pupuk organik diantaranya sebagai berikut:

- a. Pupuk kandang, produk buangan dari binatang peliharaan yang dapat digunakan untuk menambah unsur hara tanah. Ciri fisik pupuk kandang yaitu berwarna kehitaman, cukup kering, dan tidak berbau menyengat. Sedangkan ciri kimiawinya yaitu rasio karbon dan nitrogen (C/N) kecil atau bahan pembentuknya sudah tidak terlihat dan memiliki temperatur yang relatif stabil.
- b. Pupuk hijau, bagian tumbuhan hijau yang mati dan tertimbun dalam tanah. Pupuk ini dapat menjadi sumber nitrogen yang cukup baik, tetapi mempunyai rasio karbon dan nitrogen (C/N) yang rendah, sehingga dapat terurai dan cepat tersedia bagi tanaman.
- c. Kompos, bahan organik yang telah mengalami degradasi atau penguraian melalui proses fermentasi atau dekomposisi sehingga berubah bentuk aslinya. Bahan-bahan organik tersebut dapat berasal dari tanaman, hewan atau limbah organik lainnya. Ciri fisik pupuk kompos yaitu berwarna kehitam-hitaman dan tidak berbau.
- d. Bokashi, pupuk organik hasil fermentasi bahan organik oleh sejumlah besar jasad renik dalam lingkungan yang hangat, basah dan berudara dengan hasil akhir berupa humus. Humus adalah material organik yang berasal dari degradasi ataupun pelapukan bagian tanaman yang membusuk (mengalami dekomposisi) yang akhirnya mengubah humus menjadi bunga tanah, hingga menjadi tanah.
- e. Pupuk hayati atau mikrob, mikrob hidup yang diberikan ke dalam tanah sebagai inokulan untuk membantu tanaman memfasilitasi atau menyediakan unsur hara tertentu bagi tanaman. Umumnya digunakan mikrob yang mampu hidup bersama (simbiosis) dengan tanaman inangnya, seperti *Azospirillum* spp dan *Azotobacter* spp untuk menambat  $N_2$  dari udara serta *Aeromonas* spp dan *Aspergillus* spp yang melepaskan ikatan P yang sukar larut.
- f. Pupuk cair organik, berasal dari pupuk padat dengan perlakuan perendaman. Biasanya pupuk cair organik telah melalui proses bioremediasi, yaitu proses yang bertujuan untuk memperbaiki kondisi pencemaran yang terdapat pada limbah dengan menggunakan bantuan beberapa macam organisme, sehingga dapat mengubah zat-zat yang berbahaya (toksik) untuk menjadi zat yang tidak berbahaya jika digunakan bagi lingkungan sekitar. Organisme yang digunakan adalah bakteri pengurai yang berasal dari limbah itu sendiri (bakteri indigen).

## 2. Pupuk Anorganik

Pupuk anorganik atau mineral adalah pupuk yang berupa senyawa anorganik dibuat dengan mengubah sumber daya alam melalui proses fisika atau kimia pada skala industri atau pabrik. Pupuk anorganik dapat dihasilkan dalam jumlah yang besar, sehingga diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pertanian.



Gambar 4. Pupuk Anorganik Produksi Industri  
(Sumber: Purba, dkk., 2021)

Pupuk anorganik mempunyai keunggulan dan kelemahan. Keunggulan pupuk anorganik yaitu lebih mudah menentukan jumlah pupuk yang diperlukan sesuai dengan keperluan tanaman, hara yang diberikan dalam bentuk yang tersedia, dapat diberikan pada saat yang tepat, pemakaian dan pengangkutannya lebih mudah dan murah, mengandung unsur hara yang tinggi, kelarutan yang tinggi sehingga lebih cepat tersedia bagi tanaman, serta dapat memperbaiki sifat kimia tanah secara instan. Adapun kelemahan pupuk anorganik yaitu dapat merusak tanah, tanaman dan lingkungan bila tidak dengan perhitungan cara penggunaannya dan umumnya sedikit mengandung unsur hara mikro.

Macam-macam pupuk anorganik diantaranya sebagai berikut:

- Pupuk urea, pupuk tunggal yang mengandung nitrogen (N) tinggi sebesar 45-46% dengan rumus kimia  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ . Kandungan nitrogen yang cukup tinggi tersebut mampu mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sebab unsur nitrogen akan memudahkan proses fotosintesis, sehingga menghasilkan lebih banyak klorofil. Pupuk urea memiliki sifat mudah terlarut sehingga unsur yang dibutuhkan oleh tanaman dapat cepat tersedia.
- Pupuk ZA (*Zwavelzure Ammonium*), mempunyai rumus kimia  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  yang mengandung sekitar 21% nitrogen dan 24% sulfur.

Biasanya diterapkan sebagai pupuk dasar oleh petani, sebab reaksi kerja yang agak lambat dan mampu menambah unsur hara pada tanaman. Pupuk ZA bersifat higroskopis atau mudah menyerap uap air.

- c. SP-36 (*Super Phosphate*), Pupuk yang dibuat dengan pencampuran asam sulfat (belerang) dengan fosfat alam dan mengandung fosfor sekitar 36% dalam bentuk  $P_2O_5$  (fosfat). Pupuk ini dapat meningkatkan kandungan unsur hara fosfor pada tanaman untuk menghasilkan buah, memperbaiki kualitas biji, merangsang pembelahan tanaman, mempercepat pemasakan buah, menguatkan batang tanaman, dan memperbesar jaringan sel.
- d. KCl (Kalium Klorida), dibuat dari proses ekstraksi mineral kalium dan mengandung sekitar 60% Kalium dalam bentuk  $K_2O$ . Pupuk ini memiliki bentuk bubuk atau serbuk merah yang mudah larut dalam air dan larutan asam sitrat, sehingga mudah diserap oleh tanaman. Pupuk ini dapat meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan hama, penyakit dan kekeringan.
- e. NPK (*Nitrogen Phosphate Kalium*), pupuk dengan kandungan nitrogen sebanyak 15%, fosfat dalam bentuk  $P_2O_5$  sebanyak 15%, kalium sebanyak 15%, sulfur sebanyak 10% dan unsur lainnya. Pupuk NPK dapat mencegah tanaman supaya tidak kerdil, meningkatkan pertumbuhan akar yang lebih kuat, banyak, dan panjang sehingga mudah menyerap zat hara dari tanah. Pupuk ini bisa diaplikasikan di berbagai jenis tanah, sebab menimbulkan reaksi kimia yang netral dan dapat digunakan sebagai pupuk dasar atau pupuk susulan.
- f. Dolomite (Kapur Karbonat), sebagai penyedia unsur hara Ca dan Mg yang menimbulkan reaksi kimia basa (alkali) sehingga menetralkan pH tanah. Pupuk ini berbentuk butiran halus berwarna putih keabuan atau putih kebiruan dengan sifat yang mudah diserap air dan mudah dihancurkan. Dolomite dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah, menghilangkan sifat racun dari senyawa - senyawa beracun baik organik maupun non anorganik, merangsang populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah.

# BAB 2

## Pupuk Cair Organik

### A. Pengertian Pupuk Cair Organik

Pupuk cair organik merupakan larutan yang berasal dari bahan organik, yaitu sisa hasil pertanian maupun peternakan berupa limbah atau kotoran hewan yang memiliki kandungan unsur hara yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. Selain mensuplai unsur hara, pupuk cair organik dapat pula memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi media tanam atau tanah. Pupuk cair organik dihasilkan melalui proses pembusukan atau fermentasi secara anaerob atau dalam kondisi tidak membutuhkan oksigen dan tanpa bantuan sinar matahari (Purba, dkk., 2021).

Pupuk organik dapat meningkatkan keanekaragaman hayati pertanian dan produktivitas tanah secara jangka panjang. Hal ini dikarenakan pupuk organik memiliki nutrisi dan bahan organik bagi organisme dalam tanah, seperti jamur mikoriza yang dapat membantu penyerapan nutrisi bagi tanaman. Pupuk organik pun menjadi sumber karbon organik bagi tanah. Dibandingkan dengan pupuk organik padat, pupuk organik cair memiliki keunggulan yaitu penyerapan secara langsung oleh tanaman, mengandung mikroorganisme yang esensial, mencegah defisiensi unsur hara, dan proses pembuatan pupuk organik cair lebih cepat serta penggunaan yang lebih efektif dan efisien (Tanti, dkk., 2019; Wahida dan Suryaningsih, 2016).

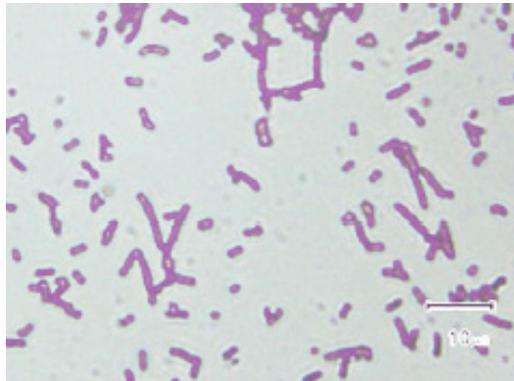
### B. Mikroorganisme dalam Pupuk Cair Organik

Pupuk cair organik dihasilkan melalui proses fermentasi, sehingga mengandung mikroorganisme yang berperan dalam memperbaiki

struktur tanah dan menyuplai unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Mikroorganisme berasal dari larutan EM4 (*Effective Microorganism 4*) yang dapat membantu fermentasi dengan menghasilkan enzim yang berguna bagi pembuatan pupuk cair organik. Mikroorganisme dalam pupuk cair organik diantaranya sebagai berikut:

### 1. *Lactobacillus* sp.

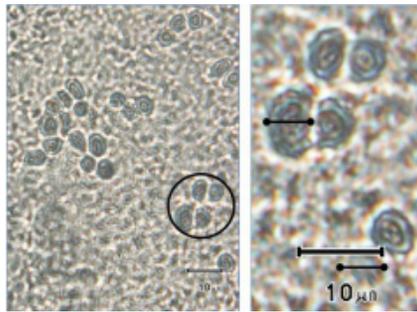
*Lactobacillus* sp. merupakan bakteri gram-positif dan anaerobik fakultatif yang pada umumnya berbentuk batang. Bakteri ini dapat tumbuh baik dengan oksigen maupun tanpa oksigen. Mikroorganisme ini dapat merubah glukosa dan gula lainnya menjadi asam laktat. Selain ini *Lactobacillus* sp. dikenal sebagai salah satu bakteri yang memiliki kemampuan yang baik dalam membusukkan bahan organik berupa tanaman. Asam laktat yang dihasilkannya dapat membuat lingkungannya menjadi asam (Roni dan Herawati, 2012).



Gambar 5. Bakteri *Lactobacillus* sp.  
(Sumber: Wirama, dkk., 2015)

### 2. *Saccharomyces cerevisiae*

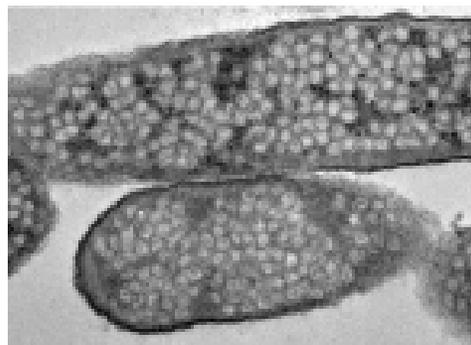
Mikroorganisme ini memiliki ciri berwarna putih, bentuk tubuh kokus, menonjol, serta permukaannya licin, mengkilap, dan halus (Puspita dkk., 2020). *Saccharomyces cerevisiae* berperan sebagai aktivator dalam pembuatan pupuk, bersifat sebagai pereduksi yang kuat yang akan mendegradasi karbohidrat, glukosa, dan pati menjadi karbon dioksida dan alkohol. Penambahannya juga dapat mempercepat proses hidrolisis pada pembuatan pupuk. Jika terdapat oksigen dalam pembuatan pupuk maka dapat mengoksidasi gula menjadi karbon dioksida dan air melalui proses respirasi yang terjadi (Marlina, 2009 dalam Hidayati dkk., 2013).



**Gambar 6.** Bakteri *Saccharomyces cerevisiae* sp.  
(Sumber: Simbolon, dkk., 2018)

### 3. *Rhodopseudomonas* sp.

*Rhodopseudomonas* sp. berperan sebagai bakteri fotosintetik dengan sel berbentuk batang, pembelahan secara asimetris dan memiliki pigmen fotosintesis dalam kondisi fototrofik (Mehrabi dkk., 2001). *Rhodopseudomonas* sp merupakan bakteri gram-negatif non-sulfur, memiliki struktur morfologi yang berbentuk seperti tongkat serta memiliki pigmen warna yang biasanya berwarna keunguan, Bakteri fotosintetik ini dapat mensintesis senyawa nitrogen, gula, serta senyawa bioaktif lainnya dan menghasilkan metabolit yang dapat diserap langsung oleh tanaman (Ekawandani dan Alvianingsih, 2018).



**Gambar 7.** Bakteri *Rhodopseudomonas* sp.  
(Sumber: Adams dan Hunter, 2012)

### 4. *Actinomycetes*

*Actinomycetes* merupakan kelompok organisme hasil peralihan antara bakteri dan jamur. Organisme ini akan mengambil asam amino yang dihasilkan bakteri fotosintetik dan diubah menjadi antibiotik yang dapat berperan dalam mengendalikan patogen. *Actinomycetes* akan menghancurkan kitin yang dimiliki oleh patogen sehingga tidak mengganggu perkembangan mikroorganisme yang berperan (Ekawandani dan Alvianingsih, 2018).



**Gambar 8.** Bakteri Actinomycetes  
(Sumber: Selim, dkk., 2021)

Beberapa mikroorganisme yang terkandung pada EM4 dan jumlahnya diketahui dengan takaran 1 liter mengandung *Lactobacillus sp.* sebanyak  $1,5 \times 10^6$  cfu/mL, *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak  $1,5 \times 10^6$  cfu/mL, dan *Rhodopseudomonas sp.* sebanyak  $10 \times 10^6$  cfu/mL (Suryani dkk., 2017). Organisme tersebut akan membantu fermentasi dengan menghasilkan enzim yang berguna bagi pembuatan pupuk organik cair. Enzim merupakan suatu protein yang diproduksi oleh organisme seperti jamur atau bakteri. Enzim selulase memiliki keutamaan dalam proses perombakan limbah – limbah organik agar menghasilkan glukosa, etanol, protein sel tunggal, dan lainnya (Suryani dkk., 2012).

Pertumbuhan mikroorganisme bergantung pada media tempat hidupnya sebagai nutrisi untuk proses metabolismenya. Nutrisi yang dibutuhkan yaitu karbohidrat sebagai sumber energi, karbon untuk sintesis komponen sel, nitrogen sebagai sumber komponen sel, oksigen sebagai penunjang proses metabolisme, sulfur untuk sintesis asam amino, fosfor sebagai komponen nukleotida, *trace element* dalam bentuk ion-ion logam untuk pertumbuhan, vitamin sebagai koenzim, dan air. Nutrisi tersebut dapat diperoleh dari media organik maupun anorganik (Suryani, 2022).

### C. Kandungan Pupuk Cair Organik

Aplikasi pupuk cair organik pada tanaman harus memiliki kandungan yang sesuai agar potensinya dalam meningkatkan produktivitas tanaman dapat terlaksana dengan baik. Kandungan pupuk cair organik tersebut terpenuhi dalam standar mutu pupuk organik menurut Peraturan Menteri Pertanian No. 261 Tahun 2019 tentang Standar Mutu Pupuk Organik Cair yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Standar Mutu Kandungan Pupuk Cair Organik

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

(Sumber: Peraturan Menteri Pertanian No. 261 Tahun 2019)



# BAB 3

## PEMBUATAN PUPUK CAIR ORGANIK

### A. Langkah Pembuatan Pupuk Cair Organik

#### 1. Persiapan Alat dan Bahan

Pembuatan pupuk cair organik menggunakan alat-alat diantaranya ember atau drum dengan tutup, stop kran, sock pipa paralon ukuran yang disesuaikan dengan stop kran, sealent atau seal karet ban dalam, dan plat plastik yang dibolong-bolongi dengan ukuran sesuai ember atau drum. Alat-alat tersebut dipasang seperti pada gambar 9. Plat plastik yang sudah dilubangi dipasang pada ember atau drum sesuai ukuran dan diberikan penahan di bawahnya untuk menahan residu tidak mencapai dasar. Kemudian ember atau drum dilubangi pada bagian samping bawah untuk dilakukan pemasangan stop kran. Stop kran dipasang pada lubang yang dilapisi dengan sealent pada bagian luar dan dalam. Sock pipa pralon dipasangkan dengan stop kran dari bagian dalam dan pastikan tidak terjadi kebocoran.



**Gambar 9.** Pemasangan Alat  
(Sumber: Achyani, dkk., 2018)

Pembuatan pupuk cair organik dapat mengkombinasikan bahan berupa limbah hasil cucian beras dengan bahan tambahan seperti molase dan EM4. Larutan cucian beras dihasilkan dari limbah rumah tangga berupa hasil kegiatan pembersihan beras yang mengandung beberapa kandungan diantaranya karbohidrat, vitamin, nutrisi dan zat – zat mineral yang berpotensi dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Karbohidrat yang terkandung berperan dalam pembentukan hormon auksin dan giberelin yang merupakan zat perangsang tumbuhan dari akar hingga pucuk (Wardiah, dkk., 2014). Sedangkan molase dihasilkan dari industri gula yang mengandung beberapa senyawa seperti nitrogen, *trace element*, dan juga memiliki kandungan gula yang tinggi sekitar 34% dan kandungan karbon dengan total 37%. Kandungan molase diketahui dapat meningkatkan kandungan C-Organik dan kandungan N-Total dalam pembuatan pupuk (Kusuma, dkk., 2017). Penambahan EM4, bertujuan untuk membantu mempercepat proses pembuatan pupuk organik dan meningkatkan kualitas pupuk cair (Aji, dkk., 2020).

## 2. Pembuatan Pupuk Cair Organik

Proses pembuatan pupuk cair diawali dengan persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan. Selanjutnya, mencampur semua bahan baku ke dalam wadah, yaitu limbah hasil pencucian beras, molase, dan EM4 dengan perbandingan 50:1:1. Setelah semua bahan tercampur, dilakukan proses fermentasi pada campuran bahan tersebut. Proses fermentasi dilakukan dengan cara menutup rapat-rapat tempat fermentasi hingga udara tidak dapat masuk ke dalam tempat fermentasi agar bakteri anaerob dapat berkembang biak. Proses fermentasi rata-rata berlangsung antara 7-10 hari. Pupuk cair organik diaerasi secukupnya untuk membuang gas atau bau hasil fermentasi. Setelah proses aerasi, dilakukan pemisahan antara filtrat berupa cairan dan residu berupa padatan. Filtrat digunakan sebagai pupuk cair organik yang dapat dimasukkan dalam wadah atau kemasan tertutup.

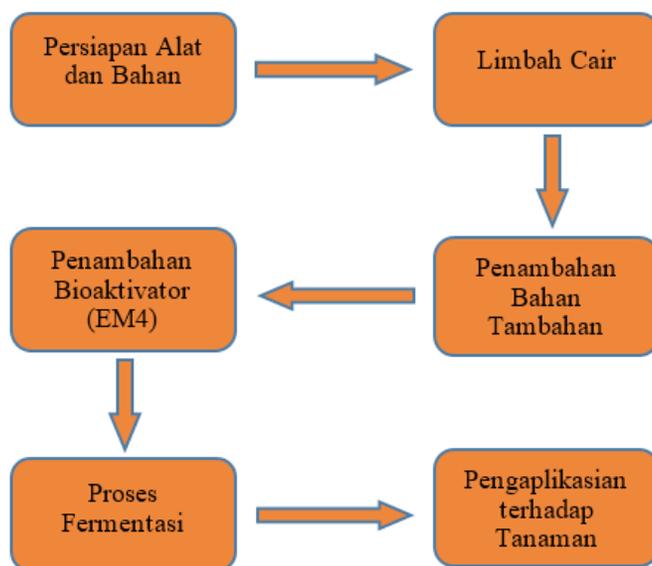
Menurut Warjoto dan Barus (2021) bahwa terlaksananya proses fermentasi dapat ditandai dengan adanya bercak-bercak putih pada permukaan pupuk cair organik yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme pengurai yang tumbuh, warna larutan kuning kecoklatan, dan memiliki aroma yang menyengat. Namun menurut Mangalisu dan Arma (2019) tingkat kematangan yang baik pada pupuk organik cair ditandai dengan hilangnya bau busuk pada pupuk tersebut dan ditumbuhi dengan jamur berwarna putih. Nugroho (2013) dalam Sulfianti dkk. (2021)

menambahkan bahwa pH yang dimiliki pupuk organik cair tersebut berkisar antara 6,5 - 7 atau mendekati netral.

### 3. Pengaplikasian terhadap Tanaman

Pengaplikasian pupuk cair organik terhadap tanaman dilakukan dengan mencampur 10 ml filtrat pupuk cair organik dengan 1 liter air bersih. Pemberian pupuk pada tanaman dapat dilakukan dengan penyemprotan pada bagian daun dan batang, atau menyiramnya pada area tanah di sekitar tanaman tersebut. Pemupukan sebaiknya dilakukan 1 minggu sekali dengan waktu ideal pada pagi hari (06.00 – 09.00) dan sore hari (16.00 – 18.00), hindari pemupukan menjelang hujan untuk menghindari peluruhan pupuk oleh air hujan serta pada saat panas terik matahari ataupun malam hari untuk menghindari kondisi stress pada tanaman. Jika hujan turun setelah 1 jam pemupukan, maka tidak perlu mengulang proses pemupukan.

Secara keseluruhan bahwa langkah pembuatan pupuk cair organik ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Proses Pembuatan Pupuk Cair Organik  
(Sumber: Aji, dkk., 2020)

## B. Fermentasi

Pembuatan pupuk cair dilakukan melalui proses perombakan bahan baku dengan bantuan mikroorganisme atau dikenal sebagai proses

fermentasi. Fermentasi merupakan proses perombakan metabolik dengan bantuan mikroba dengan menghasilkan enzim yang dapat merubah kandungan kimia maupun biologi pada suatu substrat organik sehingga dihasilkan produk yang potensial (Akbar dkk., 2014). Berdasarkan sumber mikroorganismen menurut Hasbullah (2021) fermentasi terbagi atas dua jenis yaitu:

1. Fermentasi secara spontan, yang mana selama proses pembuatan pupuk tidak ditambahkan mikroorganismen starter, tetapi mikroorganismen akan berkembang biak secara spontan karena adanya lingkungan hidup yang potensial dengan pertumbuhannya.
2. Fermentasi secara tidak spontan, dalam proses pembuatannya pupuk ditambahkan mikroorganismen starter yang akan tumbuh dan berkembang biak secara aktif pada bahan organik dan mengubahnya menjadi produk yang diinginkan, seperti halnya dengan penambahan aktivator yaitu EM4.

Pada tahap awal proses fermentasi, bahan organik akan diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti gula, gliserol, asam amino, dan asam lemak. Memasuki tahap selanjutnya yaitu proses perombakan yang dilakukan baik secara aerob maupun anaerob (Tanti dkk., 2019). Berdasarkan proses perombakannya bahwa menurut Gofar dkk. (2021) fermentasi terbagi atas dua jenis yaitu:

1. Secara aerob, dalam proses ini pembuatan pupuk organik cair melalui tahapan pembukaan tutup wadah yang dilakukan untuk membuang gas alkohol yang dihasilkan dari proses fermentasi ataupun untuk mengaduk bahan organik pada larutan. Dalam proses tersebut terdapat siklus keluar masuknya oksigen.
2. Secara anaerob, dalam proses ini dekomposisi terjadi tanpa kehadiran oksigen dimana tutup wadah tidak dibuka hingga akhir fermentasi. Pada proses anaerob umumnya dihasilkan bau yang lebih menyengat dibandingkan proses aerob karena jumlah alkohol yang dihasilkannya lebih tinggi.

Salah satu langkah pembuatan pupuk cair organik adalah penutupan wadah pupuk. Hal ini dilakukan agar tidak ada udara dari luar lingkungan yang masuk ke dalam wadah dan membawa mikroorganismen lain yang dapat mengganggu proses fermentasi. Sehingga, pembuatan pupuk cair organik akan diperoleh hasil yang maksimal dan kandungan yang optimal dengan melakukan proses fermentasi anaerob secara tidak spontan, yaitu dengan bantuan aktivator sebagai penyedia mikroorganismen (Suryani dkk., 2017).

Pada proses pembuatan pupuk dengan fermentasi anaerob, dekomposisi bahan organik yang terjadi selama proses fermentasi menurut Aditya, dkk (2017) terjadi empat tahapan sebagai berikut:

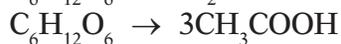
1. Tahap hidrolisis

Tahap hidrolisis terjadi perubahan bahan organik menjadi glukosa sederhana seperti protein, karbohidrat, dan lemak yang diubah menjadi asam amino, monosakarida, dan asam lemak. Persamaan reaksi di bawah mencontohkan reaksi hidrolisis dimana sampah organik dipecah menjadi gula, dalam hal ini, glukosa.



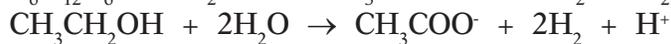
2. Tahap asidogenesis

Tahap kedua merupakan perombakan produk reaksi hidrolisis menjadi asam asetat, CO<sub>2</sub>, asam dengan ikatan pendek, dan alkohol. Produk utama dari asidogenesis adalah asam propanoate (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH), asam butirat (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH), asam asetat (CH<sub>3</sub>COOH), asam formiat (HCOOH), asam laktat (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>), etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-OH) dan methanol (CH<sub>3</sub>OH).



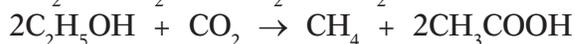
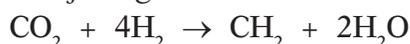
3. Tahap asetogenesis

Tahap ketiga, dengan menggunakan sisa produk tahap kedua maka akan menghasilkan asam asetat, karbondioksida (CO<sub>2</sub>), dan hidrogen (H<sub>2</sub>). Hidrogen memiliki peran perantara yang penting pada proses ini, karena reaksi hanya akan terjadi jika tekanan parsial hidrogen cukup rendah untuk dapat mengubah seluruh asam secara termodinamis oleh bakteri penangkap hidrogen.



4. Tahap methanogenesis

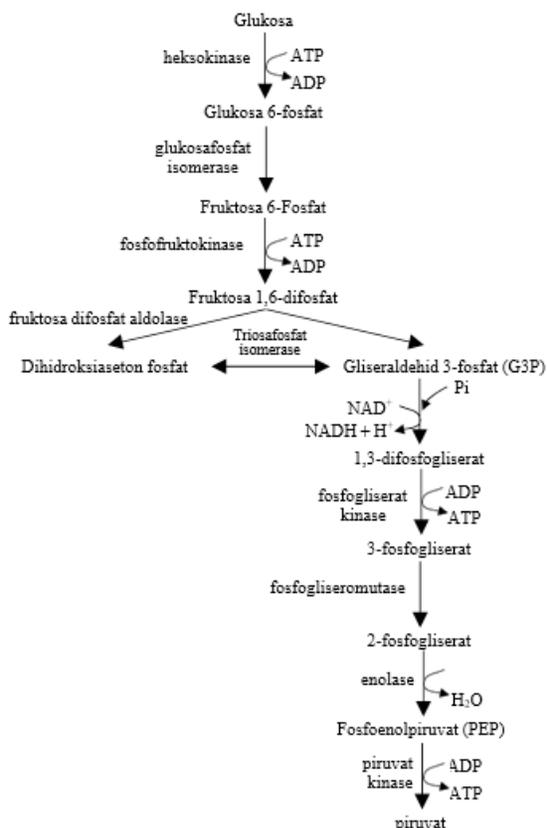
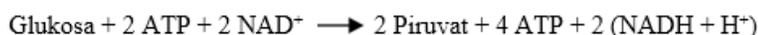
Tahap keempat merupakan perubahan hidrogen dan asam asetat menjadi gas metana dan karbondioksida.



Tingkat keasaman (pH) mempengaruhi proses fermentasi pembuatan pupuk cair organik. Nilai pH akan turun selama awal proses fermentasi karena aktivitas bakteri *Lactobacillus* sp. yang merombak glukosa menjadi

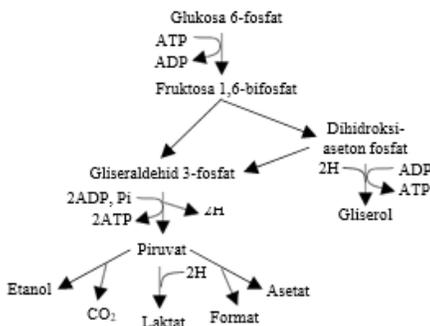
asam-asam organik berupa asam laktat, asam asetat, dan asam piruvat. Kondisi asam ini baik untuk produksi fitohormon yang diketahui berperan dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif, generatif, dan pemasakan buah, diantaranya yaitu auksin, giberelin, dan sitokinin. Asam amino selain berperan dalam jalur metabolisme N tanaman dan sumber N bagi mikroorganisme, secara khusus triptofan dikenal sebagai prekursor metabolisme auksin, sedangkan asam amino levulinat diketahui sebagai prekursor pembentukan klorofil (Aditya, dkk., 2017).

Proses perombakan glukosa menjadi asam-asam organik disebut dengan *glikolisis*. Berdasarkan Suryani (2022) bahwa glikolisis merupakan jalur paling penting dalam menghasilkan energi di dalam sel hidup. Pada umumnya, glikolisis menghasilkan asam piruvat melalui beberapa jalur yaitu Embden Meyerhoff Parnas (EMP), Heksosa Monofosfat (HMP), Ketoglukonat atau Entner Duodoroff (ED), dan Fosfoketolase. Sedangkan dalam pembuatan pupuk cair organik yang memanfaatkan bakteri *Lactobacillus* sp. akan melalui jalur Embden Meyerhoff Parnas (EMP) menghasilkan asam piruvat yang ditunjukkan pada gambar 11.



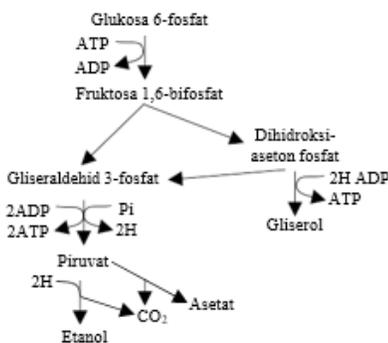
Gambar 11. Jalur Embden Meyerhof Parnas (EMP)  
(Sumber: Doelle, 1975)

Pada tahap akhir fermentasi, bakteri homofermentatif yaitu *Lactobacillus* sp. sebagai mikroorganisme anaerobik akan mengubah asam piruvat menjadi asam laktat dan asam asetat yang ditunjukkan pada gambar 12.



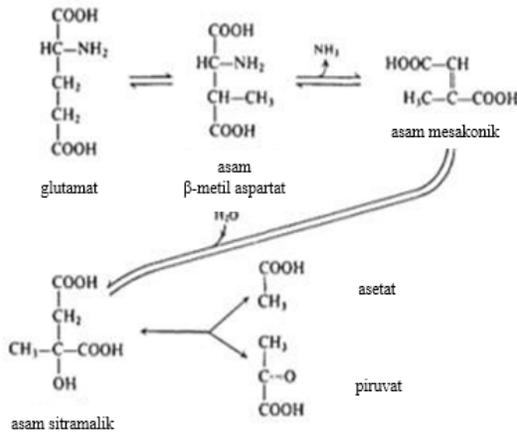
Gambar 12. Fermentasi Homofermentatif  
(Sumber: Purwoko, 2009)

Peran serta bakteri *Saccharomyces cerevisiae* dalam pembuatan pupuk cair organik dapat merombak glukosa menjadi asam asetat dan alkohol melalui jalur fermentasi etanol yang ditunjukkan pada gambar 13.



Gambar 13. Jalur Fermentasi Etanol  
(Sumber: Purwoko, 2009)

Menurut Suryani (2013) bahwa *Saccharomyces cerevisiae* juga mengandung glutamat yang dapat mengasimilasi protein dan menghasilkan asam amino esensial, serta mengandung vitamin B kompleks. Fermentasi glutamat ditunjukkan pada gambar 14.



Gambar 14. Fermentasi Glutamat  
(Sumber: Doelle, 1975)

Tingkat keasaman yang rendah pada pembuatan pupuk cair organik menandakan bahwa pupuk belum sepenuhnya matang sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama lagi agar mikroorganisme jenis lain dari bahan organik dapat memanfaatkan waktunya untuk memakan asam organik pupuk dan menyebabkan adanya kenaikan pH kembali. Menurut Mujdalipah dkk. (2014) bahwa mikroorganisme lain yaitu bakteri metana dapat membantu kenaikan pH kembali selama proses fermentasi karena dapat memecah asam asetat untuk menghasilkan gas metana pada tahap *methanogenesis*.

## C. Faktor Pengaruh Fermentasi

Berdasarkan Suryani (2011) bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi terhadap pertumbuhan mikroorganisme diantaranya sebagai berikut:

### 1. Nutrien (C/N)

Nutrien dibutuhkan untuk membentuk energi dan menyusun berbagai komponen sel. Pada umumnya, sumber energi utama mikroorganisme adalah karbon yang berasal dari karbohidrat. Mikroorganisme lain dapat memiliki sumber energi yang berbeda yaitu menggunakan nitrogen dari komponen organik maupun anorganik untuk sintesis protein. Semakin rendah nilai C/N bahan, waktu yang diperlukan untuk pembuatan pupuk organik semakin cepat.

### 2. Ketersediaan air

Komponen sel terbesar sekitar 70-80% adalah air. Air diperlukan dalam proses pertumbuhan sel, berkembang biak, serta digunakan

sebagai reaktan dalam reaksi biokimia. Ketersediaan air tersebut dinyatakan dalam Hukum Raoult sebagai aktivitas air ( $a_w$ ) dengan kebutuhan minimal pada umumnya sebesar 1.0 sebagai air murni.

3. Suhu

Suhu dapat mempengaruhi proses pertumbuhan mikroorganisme selama fermentasi karena memiliki hubungan dengan aktivitas enzim. Pertumbuhan dapat terjadi antara suhu minimum dan maksimum yaitu berkisar 26-30°C. Kecepatan pertumbuhan akan meningkat lambat dengan kenaikan suhu hingga mencapai titik maksimum. Sedangkan pada suhu di atas maksimum, kecepatan pertumbuhan menurun dengan cepat.

4. Nilai pH

Mikroorganisme dapat tumbuh pada kisaran pH 5-8. Adapun pH optimum mikroorganisme untuk mencapai proses pertumbuhan maksimum adalah 6,5-7,5. Mikroorganisme tidak dapat tumbuh baik pada pH di bawah 5 dan di atas 8. Pada media tumbuh, pH dapat naik dan dapat juga turun tergantung pada hasil metabolisme mikroorganisme. Karbohidrat pada proses fermentasi oksidasi akan menghasilkan asam organik sehingga terjadi penurunan nilai pH. Selain itu munculnya mikroorganisme lain dari bahan yang diuraikan mampu memecah asam organik menjadi gas metana, sehingga pH akan kembali meningkat.

5. Ketersediaan oksigen

Oksigen dapat mempengaruhi proses fermentasi. Berdasarkan kebutuhan oksigen, mikroorganisme memiliki sifat aerobik, anaerobik dan anaerobik fakultatif. Bakteri memiliki sifat aerobik atau anaerobik karena memiliki enzim flavoprotein yang dapat bereaksi dengan oksigen membentuk  $H_2O_2$  sebagai senyawa beracun. Sifat bakteri tersebut mempengaruhinya untuk memiliki enzim superoksida dismutase yang memecah senyawa tersebut menjadi produk akhir yaitu  $H_2O$  yang tidak beracun. Sehingga, proses fermentasi akan diperoleh hasil dan kandungan yang optimal dengan melakukan proses fermentasi secara anaerob atau tanpa oksigen.

6. Zat penghambat

Media pertumbuhan mungkin mengandung komponen yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Komponen tersebut dapat secara alami berasal dari media maupun ditambahkan secara sengaja.



# BAB 4

## PEMANFAATAN KULIT KOPI SEBAGAI PUPUK CAIR ORGANIK

### A. Limbah Kulit Kopi

Menurut Dirjen Perkebunan (2018), kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memegang peranan cukup penting dalam perekonomian Indonesia. Kontribusi penting dari komoditas kopi bagi perekonomian nasional tercermin pada kinerja perdagangan dan peningkatan nilai tambahnya. Sebagai produk ekspor, komoditas kopi dapat memberikan kontribusi berupa penghasil devisa dan pendapatan negara, sumber pendapatan petani, penciptaan lapangan kerja, pendorong pertumbuhan sektor agribisnis dan agroindustri, pengembangan wilayah serta pelestarian lingkungan. Selain peluang ekspor yang semakin terbuka, pasar kopi di dalam negeri masih cukup besar.

Peningkatan permintaan ekspor kopi dunia dan konsumsi dalam negeri yang tinggi akan meningkatkan produksi kopi di Indonesia, khususnya pada jenis kopi Robusta dan Arabika. Dengan tingginya produksi kopi per tahunnya tentu akan berbanding lurus dengan produksi limbah kulit kopi yang dihasilkan. Untuk mengetahui potensi limbah kulit kopi Robusta dan Arabika diperoleh dengan menghitung jumlah produksi kopi Robusta dan Arabika di Indonesia kemudian dikalikan dengan persentase limbah kulit kopi penggilingan buah kopi kering. Menurut Tarmiji (2020), dari 5 kali pengamatan pada 100 kg penggilingan buah kopi, maka yang dihasilkan menjadi biji kopi berkisar antara 44 - 54,5 kg (rata-rata 48,8 kg) dan yang menjadi limbah kulit kopi berkisar antara 45,5 - 56 kg (rata-rata 51,2 kg). Sehingga dapat dilihat berapa besar potensi limbah kulit kopi melalui perhitungan sebagai berikut:

Potensi limbah kulit kopi = Jumlah kopi yang dihasilkan  $\times$  51,2%  
(ton/tahun)

Keterangan:

51,2% = Persentase limbah kulit kopi penggilingan buah kopi

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa limbah kulit kopi Robusta dan Arabika di Indonesia pada tahun 2018 adalah sebagai berikut:

Berat produksi kopi Robusta = 530.306 ton/tahun

% Limbah kulit kopi penggilingan = 51,2%

Potensi limbah kulit kopi Robusta =  $530.306 \times 51,2\% = 271.516,67$

Jadi potensi limbah kulit kopi Robusta di Indonesia tahun 2018 adalah sebesar 271.516,67 ton/tahun

Berat produksi kopi Arabika = 197.611 ton/tahun

% Limbah kulit kopi penggilingan = 51,2%

Potensi limbah kulit kopi Arabika =  $197.611 \times 51,2\% = 101.176,83$

Jadi potensi limbah kulit kopi Arabika di Indonesia tahun 2018 adalah sebesar 101.176,83 ton/tahun

Pemanfaatan limbah kopi hingga saat ini belum maksimal. Dampak limbah kopi terhadap lingkungan secara sederhana adalah menimbulkan bau busuk yang cepat muncul. Hal ini karena kulit kopi masih memiliki kadar air yang tinggi, yaitu 75 - 80% sehingga sangat mudah ditumbuhi oleh mikroba pembusuk, jika dalam jumlah besar dapat mencemari udara. Pada lingkungan perairan, terjadi pengurangan kadar oksigen terlarut dalam air karena dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan limbah kulit kopi sebagai bahan organik. Limbah kulit kopi pun dapat menjadi tempat pertumbuhan berbagai macam mikroorganisme yang membahayakan kesehatan manusia (Juwita, dkk., 2017).

Kulit kopi mengandung bahan organik berupa selulosa 49%, hemiselulosa 24,5%, pektin, dan lignin 7,63% oleh karena itu fisik dari buah kopi memiliki kulit yang sedikit tebal (Diniyah, dkk., 2013). Selain itu kulit kopi tersusun atas nutrisi kimia seperti nitrogen (N), dan Kalium (K). Senyawa sekunder juga terdapat didalam kulit kopi yaitu seperti kafein, tanin, dan polifenol sehingga pemanfaatannya memiliki potensi yang sangat besar terutama dibidang bioteknologi. Komposisi penyusun kulit kopi lainnya pada eksokarp, mesokarp, dan endokarp yaitu protein 5,2%, fiber 30,8%, karbohidrat 35%, dan mineral 10,7%. Pada bagian lapisan lendir mengandung air 84,2%, gula 4,1%, protein 8,9%, dan abu 0,7% (Emanauli dan Prihantoro, 2019).

## B. Pengolahan Pupuk Cair Organik Kulit Kopi

Pengolahan pupuk cair organik dari limbah kulit kopi menggunakan alat yaitu drum, ember, timbangan, blender. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu 2 kg kulit kopi kering, molase 30 mL, starter EM4 sebanyak 100 mL, air cucian beras sebanyak 1 liter, dan air sebanyak 4 liter (Novita dkk., 2019).

Proses pengolahan dilakukan dengan mencacah kulit kopi menjadi bagian-bagian kecil untuk mempermudah proses dekomposisi. Selanjutnya dimasukkan ke dalam ember dengan ditambahkan molase, EM4, air cucian beras, dan air. Campuran pupuk diaduk, kemudian dipindahkan ke dalam drum yang ditutup dengan rapat. Setelah mencapai waktu fermentasi selama 14 hari, pupuk cair organik dapat diaplikasikan sesuai perlakuan dengan melarutkannya ke dalam 100 mL air/polybag.

Poses fermentasi dalam pembuatan pupuk cair organik limbah kulit kopi telah terjadi yang ditandai dengan perubahan warna pupuk menjadi pekat menuju kehitaman, adanya lapisan putih pada bagian permukaan dan aroma khas yang menyengat seperti alkohol. Perubahan karakteristik tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Pupuk Cair Organik Kulit Kopi

Parameter	Karakteristik Pupuk Cair Organik Kulit Kopi	
	Sebelum Fermentasi	Sesudah Fermentasi
Warna	<p>Coklat transparan</p> 	<p>Coklat pekat</p> 
pH	<p>4.4</p> 	<p>3.1</p> 

Tekstur	<p style="text-align: center;">Keras</p> 	<p style="text-align: center;">Lunak dan terdapat lapisan putih di permukaan</p> 
Bau	Tidak menyengat	Asam dan menyengat

(Sumber: Ananda, 2022)

### C. Kandungan Pupuk Cair Organik Kulit Kopi

Pada pembuatan pupuk dihasilkan beberapa unsur hara makro yang dibutuhkan dalam jumlah banyak oleh tanaman yaitu berupa unsur Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K). Unsur hara tersebut merupakan unsur yang paling esensial bagi pertumbuhan tanaman karena jika tidak tersedia maka dapat mengakibatkan defisiensi dan menghambat pertumbuhan tanaman. Adapun unsur C-Organik yang merupakan salah satu sumber nutrisi bagi mikroorganisme tanah. Unsur tersebut berguna dalam penentuan kualitas tanah karena berperan dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah serta meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah sehingga menghasilkan ketersediaan unsur hara yang penting bagi tanaman (Siregar, 2017). Menurut Falahuddin dkk. (2016) kandungan awal hara kulit kopi kering memiliki kadar C-Organik sebesar 45,3 %, Nitrogen sebesar 2,98 %, Fosfor sebesar 0,18 %, dan Kalium sebesar 2,26 %. Komposisi penyusun kulit kopi terdapat kandungan karbohidrat sebesar 35% dimana kandungan tersebut paling tinggi dibandingkan protein, fiber, dan mineral.

Pemanfaatan limbah kulit kopi menjadi pupuk cair organik menghasilkan beberapa kandungan yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. Kandungan tersebut berasal dari kandungan dasar yang terkandung pada kulit kopi yang dirombak melalui proses fermentasi menjadi unsur-unsur yang dapat diserap oleh tanaman. Kandungan tersebut ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Kandungan Pupuk Cair Organik Kulit Kopi

No	Parameter	Nilai Kadar	
		Hasil Uji	Standar Mutu
1.	Nitrogen (N)	0,20 %	2-6 % (w/v)
2.	Fosfor (P)	0,03 %	2-6 % (w/v)
3.	Kalium (K)	0,25 %	2-6 % (w/v)
4.	C-Organik	1,49 %	Minimal 10 % (w/v)

(Sumber: Ananda, 2022)

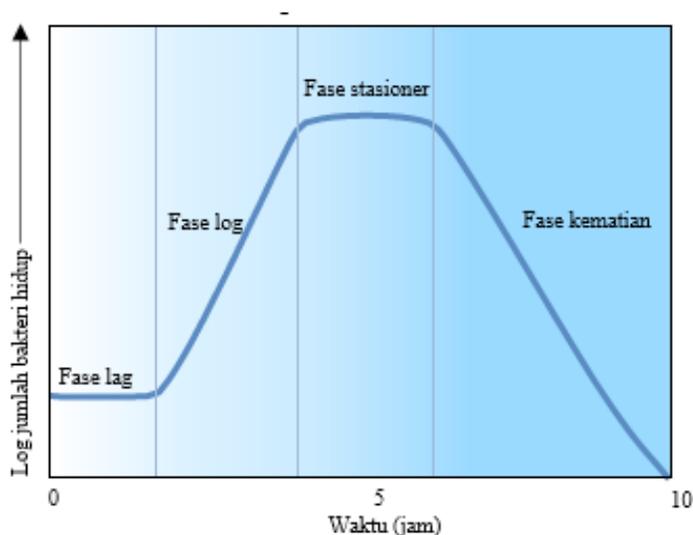
Parameter C-Organik memiliki nilai paling besar dibandingkan parameter N, P, dan K. Tingginya kadar C-Organik dikarenakan tingginya ketersediaan hara pada kulit kopi sebelum proses fermentasi. Penambahan bahan tambahan pada pembuatan pupuk cair organik seperti air cucian beras dan molase dapat meningkatkan kadar C-Organik. Air cucian beras menjadi penyedia karbohidrat yang berasal dari larutnya kulit ari di dalam air (Wandhira dan Mulasari, 2013). Dalam pembentukan C-Organik karbohidrat ditambahkan dengan molase dapat meningkatkan kadar C-Organik yang berperan dalam ketersediaan sumber karbon yang digunakan untuk mendukung kehidupan mikroorganismenya. Sehingga semakin tinggi karbohidrat yang terkandung maka akan semakin tinggi pula C-Organik yang ada pada pupuk cair organik.

Kalium merupakan kadar kedua tertinggi setelah C-Organik yaitu memiliki nilai kadar sebesar 0,025 %. Kalium (K) berperan dalam pembentukan protein dan karbohidrat, pengerasan bagian kayu dari tanaman, peningkatan kualitas biji dan buah. Unsur K diserap dalam bentuk  $K^+$ , terutama pada tanaman muda. Menurut Juwita dkk. (2017) hal tersebut terjadi karena pada proses penguraian menyebabkan beberapa unsur hara seperti Ca, P, dan K meningkat. Namun kalium akan semakin berkurang karena unsur tersebut digunakan dalam aktivitas mikroorganismenya dimana metabolisme tersebut akan berpengaruh dalam mengatur keseimbangan unsur lainnya seperti Nitrogen dan Fosfor. Rendahnya unsur hara tersebut juga disebabkan karena pupuk yang belum matang dapat menyebabkan kadar unsur hara rendah.

Unsur nitrogen merupakan salah satu unsur penyusun protein sebagai pembentuk jaringan dalam makhluk hidup. Sebagian besar dari nitrogen total dalam air dapat terikat sebagai nitrogen organik, yaitu dalam bahan-bahan berprotein. Nitrogen diserap oleh akar tanaman dalam bentuk  $NO_3^-$  (nitrat) dan  $NH_4^+$  (amonium). Nitrogen yang berasal dari bahan organik tertentu diperoleh melalui amonisasi-nitrifikasi. Kadar

nitrogen setelah proses fermentasi menurun dengan peningkatan kadar selama proses fermentasi. Hal ini disebabkan adanya N sebagai produk penguraian protein dari proses dekomposisi. Sedangkan peningkatan kadar nitrogen selama proses fermentasi disebabkan adanya proses amonifikasi, yaitu proses pembentukan amonium dari bentuk teroksidasinya yaitu nitrit (Andiyana, 2004). Nitrogen dapat hilang sebagai gas  $NH_3$ , khususnya pada kondisi temperatur dan pH yang tinggi.

Fosfor merupakan bagian penting dari nukleoprotein inti sel yang mengendalikan pembelahan dan pertumbuhan sel, demikian pula untuk DNA yang membawa sifat-sifat keturunan organisme hidup. Senyawa Fosfor juga mempunyai peranan dalam pembelahan sel, merangsang pertumbuhan awal pada akar, pemasakan buah, transport energi dalam sel, pembentukan buah dan produksi biji. Setelah proses fermentasi dilakukan, kadar fosfor cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena aktivitas mikroorganisme selama proses pertumbuhan. Berdasarkan proses pertumbuhan yang ditunjukkan pada gambar 15, mikroorganisme memiliki fase stationer pada fase ini mikroorganisme mengalami pertumbuhan yang sangat signifikan dan apabila fermentasi dilanjutkan maka mikroorganisme akan mengalami kematian dan didapat hasil hara fosfor (P) yang lebih sedikit (Juwita, dkk., 2017).



Gambar 15. Kurva Pertumbuhan Mikroorganisme  
(Sumber: Tortora, dkk., 2019)

Selain unsur hara Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) terdapat unsur hara makro sekunder yang juga dapat menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Unsur hara makro sekunder yang terdapat

pada pupuk yang terbuat dari kulit kopi diantaranya Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) yang tercantum pada penelitian Yardani dkk. (2021) mengenai penggunaan limbah pertanian yang dijadikan pupuk kompos dengan menggunakan bahan baku lokal salah satunya limbah kulit kopi. Dalam penelitian tersebut diketahui Kalsium (Ca) memiliki kadar sebesar 1,14 % dan Magnesium (Mg) sebesar 0,66 %.

## **D. Daya Tahan Pupuk Cair Organik Kulit Kopi**

Pupuk organik memiliki daya tahan yang cukup lama yaitu lebih dari satu tahun, meskipun kandungan beberapa unsur hara pada pupuk tersebut dapat mengalami penurunan setelah penyimpanan dalam waktu yang lama. Unsur nitrogen akan mengalami penurunan dari minggu pertama, karena sifatnya yang sangat mudah menguap. Sementara unsur Fosfor, Kalium dan beberapa unsur penting lainnya dapat mengalami peningkatan dari minggu pertama hingga kelima, dan mulai stagnan hingga menurun seiring lama penyimpanan.

Pada umumnya semua jenis pupuk organik baik cair maupun padat tidak hanya mengandung unsur hara bagi tanaman, akan tetapi juga berbagai mikroorganisme (agen hayati) sebagai pembenah tanah. Selama proses pembuatan pupuk cair organik dilakukan pemberian bakteri starter, seperti EM4. Keberadaan bakteri menurut Kiral (2021) dapat dilihat melalui beberapa indikasi, diantaranya sebagai berikut:

1. Adanya gas yang keluar dari media penyimpanan.  
Gas ini keluar dalam jumlah yang banyak pada awal pembuatan pupuk cair organik dan akan berkurang seiring lama waktu penyimpanan. Hal ini menandakan bahwa bakteri masih aktif pada pupuk tersebut. Pada kondisi tertentu, kemungkinan gas tidak keluar lagi, akan tetapi belum tentu bakteri pada pupuknya sudah mati, karena terdapat kondisi bahwa bakteri dorman, tertidur, atau tidak ada aktivitas.
2. Adanya lapisan putih di atas permukaan cairan pupuk cair organik.  
Lapisan putih di permukaan cairan pupuk cair organik memiliki kemiripan seperti jamur yang membentuk pola menutupi permukaan pupuk cair.
3. Tercium bau yang tidak busuk  
Bau khas pupuk cair organik berasal dari bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan pupuk cair organik. Bahan dasar

berupa air cucian beras akan memberikan bau yang biasanya mirip dengan tape.

Pengujian pupuk cair organik yang masih memiliki daya tahan baik sebagai pupuk dapat ditentukan dengan keberadaan gas. Pupuk akan kembali mengeluarkan gas dan gelembung udara jika pupuk diberi tambahan makanan bagi mikroorganisme berupa gula dan karbohidrat, seperti air cucian beras dan molase. Jika terdapat aktivitas tersebut, maka mikroorganisme pada pupuk tersebut masih aktif.

# BAB 5

## ANALISIS MANFAAT KULIT KOPI SEBAGAI PUPUK CAIR ORGANIK

### A. Bidang Pertanian

Kulit kopi telah banyak dimanfaatkan sebagai pupuk organik yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini ditunjukkan melalui penelitian yang telah dilakukan Falahuddin, dkk (2016) dalam penggunaan pupuk organik kulit kopi yang berpengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dan lebar daun bibit kopi hingga 56% dengan pertumbuhan maksimal diperoleh pada perbandingan 1:5 untuk pupuk dan tanah. Adapun penelitian yang dilakukan oleh Simanjuntak, dkk (2013) dalam Supeno, dkk (2018) bahwa pupuk organik kulit kopi berpengaruh terhadap pertambahan hasil produksi bawang merah hingga 10% dengan menggunakan pupuk sebanyak 10 ton/ha.

Berdasarkan Falahuddin, dkk (2016) bahwa faktor pengaruh pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman adalah tingkat kehalusan bahan pupuk, atau yang dimaksud adalah kulit kopi. Kulit kopi yang halus dapat mempermudah unsur-unsur yang terkandung di dalamnya untuk diserap oleh tanaman. Hal ini dikarenakan proses penyerapan unsur oleh akar tanaman berupa reaksi penukaran ion, sehingga tanaman akan mudah menyerap unsur berupa ion-ion logam yang terlarut dalam air. Maka dari itu, pupuk organik dalam bentuk cair dapat memberikan manfaat yang lebih baik terhadap pertumbuhan tanaman.

Penelitian yang dilakukan Ananda (2022) bahwa penggunaan pupuk cair organik kulit kopi dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sayur berupa sawi kailan. Tabel 5 menunjukkan perbandingan pertumbuhan tanaman tanpa pupuk dan diberi pupuk cair organik kulit kopi.

Tabel 5. Perbandingan Pertumbuhan Tanaman Yang Diberikan Pupuk Cair Organik Kulit Kopi

Variabel	Perlakuan		Persentase Peningkatan
	Rerata Pertumbuhan Tanpa Pupuk	Rerata Pertumbuhan Dengan Pupuk	
Tinggi tanaman	14.12	22.40	61%
Jumlah daun	8.80	10.60	54%
Diameter batang	5.02	5.80	53%
Panjang akar	13.76	14.00	50%
Bobot basah	10.20	19.20	65%
Bobot kering	1.19	2.07	63%

Pupuk cair organik kulit kopi dengan kadar 20 mL akan memberikan hasil yang optimal terhadap pertumbuhan tanaman sawi kailan. Penggunaan dosis ini akan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman karena unsur hara dengan konsentrasi rendah dapat menyebabkan tanaman kekurangan nutrisi dan unsur hara dengan konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan keracunan bagi tanaman. Hal ini disebabkan oleh keseimbangan sistem metabolisme tubuh yang kemungkinan dapat menyebabkan rusaknya sistem enzim, terhambatnya akar dalam menyerap unsur hara, terhambatnya proses osmosis tanaman dalam fotosintesis dan menyimpan cadangan makanan.

## B. Bidang Lingkungan

Peningkatan minat masyarakat terhadap kopi akan meningkatkan pula produksi kopi, sehingga limbah kulit kopi akan semakin meningkat dan memberikan dampak terhadap lingkungan. Kulit kopi yang tidak dilakukan pengolahan akan berdampak pada pencemaran. Pencemaran tersebut menurut Purnama (2016) dapat berupa:

### 1. Pencemaran Tanah

Perubahan kimiawi tanah yang radikal dapat timbul dari adanya zat yang beracun, seperti halnya kulit kopi yang mengandung kafein, polifenol (tannin) dan fenol bebas. Zat beracun tersebut dapat menyebabkan perubahan metabolisme dari mikroorganisme endemik dan antropoda yang hidup di lingkungan tanah tersebut. Akibatnya bahkan dapat memusnahkan beberapa spesies primer dari rantai makanan, yang dapat

memberi akibat yang besar terhadap predator atau tingkatan lain dari rantai makanan tersebut.

Dampak pada pertanian terutama perubahan metabolisme tanaman yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan hasil pertanian. Meskipun limbah organik kulit kopi dapat terurai, tetapi jika dalam jumlah yang banyak akan menghambat proses penguraian bahan organik dan akar tanaman akan sulit memperoleh nutrisi yang dibutuhkan. Hal ini dapat menyebabkan dampak lanjutan pada konservasi tanaman di mana tanaman tidak mampu menahan lapisan tanah dari erosi.

## 2. Pencemaran Udara

Limbah sampah organik, khususnya kulit kopi, yang membusuk pada umumnya mengeluarkan gas seperti metan ( $\text{CH}_4$ ) dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) serta senyawa lainnya yang dapat menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan. Hal ini akan sangat berdampak pada kualitas udara karena mempunyai efek rumah kaca yang menyebabkan peningkatan suhu dan menyebabkan hujan asam. Selain itu, limbah organik yang sudah membusuk juga biasanya dapat mengeluarkan bau busuk yang dapat mengganggu kesehatan manusia. Perombakan limbah organik kulit kopi dalam suasana anaerob (tanpa oksigen) akan menimbulkan bau tak sedap terhadap lingkungan. Limbah yang mengandung kandungan protein yang tinggi akan meningkatkan bau yang dihasilkannya.

## 3. Pencemaran Air

Proses pencucian limbah oleh air, terutama oleh air hujan, merupakan sumber timbulnya pencemaran air permukaan maupun pada air tanah berupa air lindi. Air lindi akan berpengaruh pada sifat-sifat air bawah tanah seperti tingginya konsentrasi total padatan terlarut, konduktivitas elektrik, tingkat kekerasan, klorida, COD, nitrat dan sulfat, serta mengandung logam berat, yang mana kandungannya cenderung menurun setelah musim hujan dan meningkat sebelum musim hujan. Akibatnya, berbagai sumber air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari menjadi terkontaminasi zat-zat berbahaya dari proses pencucian. Hal ini pun akan meningkatkan pertumbuhan bakteri pada air sehingga air menjadi keruh, berbau dan tidak layak dipakai. Hal tersebut juga dapat mengakibatkan menurunnya derajat kesehatan masyarakat karena pencemaran air.

Limbah organik yang dibuang sembarangan ke lingkungan seperti sungai, got dan saluran air lainnya dapat mengakibatkan bencana alam seperti banjir. Limbah yang dibuang sembarangan tersebut akan mengalir mengikuti arah aliran air yang nantinya akan sampai di sungai dan menuju laut. Hal tersebut dapat merusak keindahan laut dan mengganggu ekosistem yang hidup di dalamnya, dan menyebabkan pencemaran air.

#### 4. Kesehatan Masyarakat

Penimbunan limbah kulit kopi dalam jumlah besar mengakibatkan lingkungan yang kotor dan pemandangan yang kumuh. Timbunan limbah pun dapat mengakibatkan pembusukan dan menjadi sarang bagi vektor seperti tikus, lalat, dan nyamuk. Hal ini dapat menyebabkan wabah penyakit seperti diare, disentri, cacingan, malaria, kaki gajah, demam berdarah dan penyakit lainnya.

Upaya dalam mengelola limbah dapat mendukung pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*) yang diusung oleh PBB dalam pengelolaan lingkungan. Berdasarkan Rahmawati, dkk (2021) bahwa poin-poin SDGs yang berhubungan dengan pengelolaan limbah adalah poin 6, 11, dan 12 yang ditunjukkan pada gambar 16. Poin 6 adalah mewujudkan air bersih dan sanitasi yang layak, sehingga dapat mendukung permasalahan limbah kulit kopi yang dapat menyebabkan pencemaran air. Kemudian, poin 11 adalah mewujudkan kota dan komunitas yang berkelanjutan, sehingga mendukung permasalahan pencemaran tanah yang dapat menimbulkan timbunan limbah yang menyebabkan bencana. Poin 12 adalah menjamin pola produksi dan konsumsi yang berkelanjutan, sehingga tiap kegiatan produksi dan konsumsi pada pengolahan kopi dapat terkontrol bagaimana pola timbunan limbah yang dihasilkan pada tiap prosesnya.



Gambar 16. Poin-poin SDGs  
(Sumber: UNICEF, 2015)

Pengelolaan berkelanjutan bukan sebuah hal baru lagi. Menurut Mahyudin (2017) bahwa pembangunan yang berkelanjutan dapat diartikan sebagai upaya menjadikan hidup lebih bermakna dan tidak sekedar untuk memenuhi kebutuhan. Pengelolaan limbah pun dapat meningkatkan sektor formal dan bisnis informal pada keseluruhan sistem sosial teknis yang menekankan integritas ekologi dan keadilan sosial. Bentuk pengelolaan limbah yang terintegrasi merupakan kombinasi antara teknologi (pemilihan, pengomposan, daur ulang, insinerasi, dan landfilling) yang diaplikasikan dengan mengadaptasi situasi dan kondisi lokal adalah solusi terbaik. Pola pendekatan dalam pengelolaan limbah saat ini ditekankan pada pendekatan padat karya, bukan pendekatan padat modal. Maka dari itu, pembuatan pupuk cair organik menggunakan limbah kulit kopi menjadi salah satu pengelolaan yang baik dalam mendukung tujuan SDGs.

## C. Bidang Ekonomi

### 1. Harga Eceran Tertinggi Pupuk Bersubsidi

Berdasarkan Permentan Nomor 41 Tahun 2021 Tentang Tata Cara Penetapan Alokasi dan Harga Eceran Tertinggi Pupuk Bersubsidi Sektor Pertanian bahwa pupuk bersubsidi adalah pupuk yang pengadaan dan penyalurannya mendapat subsidi dari pemerintah untuk kebutuhan petani yang dilaksanakan atas dasar program Pemerintah di sektor pertanian. Maka dari itu, pemerintah menetapkan harga subsidi pupuk melalui harga eceran tertinggi (HET) berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian No. 771/KPTS/SR.320/M/12/2021 tentang penetapan Harga Eceran Tertinggi (HET) adalah sebagai berikut:

Pupuk urea	: Rp. 2.250 / kg
Pupuk SP-36	: Rp. 2.400 / kg
Pupuk ZA	: Rp. 1.700 / kg
Pupuk NPK	: Rp. 2.300 / kg
Pupuk Organik	: Rp. 800 / kg
Pupuk Organik Cair	: Rp. 20.000 / Liter

### 2. Kajian Biaya Pupuk Cair Organik Kulit Kopi

Kajian biaya pembuatan pupuk cair organik kulit kopi dapat dilakukan dengan menghitung bahan dan peralatan yang habis pakai. Adapun hasil perhitungan kasar usaha pembuatan pupuk organik berdasarkan Supeno, dkk (2018) adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Kajian Biaya Pupuk Cair Organik Kulit Kopi

No	Bahan	Satuan	Banyak	Harga	Jumlah
<b>Biaya Variabel</b>					
1	Kulit kopi	Kg	100	750	75.000
2	EM4	Liter	5	25	125.000
3	Molase	Liter	1.5	20	30.000
4	Air cucian beras	Liter	50	-	-
5	Air	Liter	200	-	-
6	Botol kemasan	Buah	50	3.5	175.000
7	Label kemasan	Buah	50	0.5	25000
Sub Total					430.000
<b>Biaya Tetap</b>					
1	Drum	Buah	1	200	200.000
2	Stop kran	Buah	1	8	8.000
3	Sock pipa paralon	Buah	1	2.5	2.500
4	Seal karet	Buah	1	1	1.000
5	Biaya perawatan	-	-	-	10.000
6	Biaya transportasi	-	-	-	10.000
7	Gaji karyawan	Orang	1	20	20.000
8	Lain-lain	-	-	-	10.000
Sub Total					261.500
Total Biaya					691.500
Jumlah Produksi = 50 botol					
Biaya per produksi = 13.830 (Harga Pokok Produksi)					

### 3. Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi dilakukan untuk mengetahui potensi ekonomi terhadap pupuk cair organik kulit kopi. Analisis tersebut didasarkan pada kajian biaya produksi dan memperhitungkan pendapatan yang akan diperoleh. Sedangkan menurut Isroi (2012) bahwa dalam memperoleh keseimbangan produksi dan hasil penjualan perlu adanya strategi dalam penentuan harga suatu produk, diantaranya:

#### a. Berdasarkan Biaya/Modal

Produsen dapat menetapkan keuntungan yang diharapkan dari produk pupuk cair organik kulit kopi. Sebagai permisalan bahwa keuntungan yang ditetapkan adalah sebesar 20%, maka dapat dilakukan perhitungan yang didasarkan atas harga pokok produksi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{Keuntungan} &= \text{Modal} + (\text{Pesentase keuntungan} \times \text{Modal}) \\
&= \text{Rp. } 13.830 + (20\% \times \text{Rp. } 13.830) \\
&= \text{Rp. } 13.830 + \text{Rp. } 2.766 \\
&= \text{Rp. } 16.596
\end{aligned}$$

Adapun perhitungan dapat dilakukan berdasarkan perhitungan harga jual sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{Keuntungan} &= \frac{\text{Modal}}{\text{Persentase keuntungan}} \\
&= \frac{\text{Rp. } 13.830}{80\%} \\
&= \text{Rp. } 17.287
\end{aligned}$$

#### b. Berdasarkan Harga Pasar

Harga pupuk cair organik kulit kopi dapat ditetapkan melalui hasil survey pasar. Harga pasar dapat diperoleh harga terendah, harga menengah, dan harga tertinggi. Harga tertinggi biasanya telah ditetapkan oleh pemerintah melalui Harga Eceran Tertinggi (HET) untuk menjaga kestabilan ekonomi. Survey tersebut dapat menjadi patokan pihak produsen dalam menetapkan harga jual produk. Produsen dapat menjual produk dengan harga berdasarkan kompetitor, yang mana harga produk ditetapkan lebih rendah untuk menarik daya beli konsumen.

Jika harga produk mengacu kepada harga eceran tertinggi pupuk cair organik, keuntungan yang akan diperoleh dalam pembuatan pupuk cair organik kulit kopi adalah sebagai berikut:

Keuntungan:

$$\begin{aligned}
&\text{Harga satuan} \times \text{jumlah produksi} \\
&\text{Rp. } 20.000 \times 50 \text{ buah} = \text{Rp. } 1.000.000,-
\end{aligned}$$

Untung:

$$\begin{aligned}
&\text{Harga penjualan} - \text{biaya produksi} \\
&\text{Rp. } 1.000.000 - \text{Rp. } 691.500 = \text{Rp. } 308.500,-
\end{aligned}$$

Kelayakan produksi pada produk pupuk cair organik kulit kopi dapat diuji melalui perhitungan B/C Ratio sebagai berikut:

$$\text{B/C ratio} = \frac{\Sigma \text{Penghasilan}}{\Sigma \text{Pengeluaran}} = \frac{\text{Rp. } 1.000.000}{\text{Rp. } 691.500} = 1,45$$

Berdasarkan perhitungan B/C ratio tersebut, pembuatan pupuk organik cair kulit kopi layak dijadikan sebuah usaha karena memiliki nilai B/C ratio lebih dari 1.

$$\begin{aligned}
 \text{BEP Unit} &= \frac{\text{Biaya tetap}}{(\text{harga per unit}) - (\text{biaya variabel per unit})} \\
 &= \frac{\text{Rp. 261.500}}{\text{Rp. 20.000} - \text{Rp. 8.600}} \\
 &= \frac{\text{Rp. 262.500}}{\text{Rp. 11.400}} \\
 &= 22,9
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan BEP unit bahwa produk harus terjual sebanyak 23 unit untuk mendapatkan BEP (*Break Event Point*) pada penjualan ke 24 dalam memperoleh keuntungan, dengan syarat harga per unit harus berada di atas BEP harga sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{BEP Unit} &= \frac{\text{Biaya tetap}}{\text{Kontribusi margin per unit}} \times \text{harga per unit} \\
 &= \frac{\text{Rp. 261.500}}{\text{Rp. 11.400}} \times \text{Rp. 20.000} \\
 &= 22,9 \times \text{Rp.20.000} \\
 &= \text{Rp.458.000,-}
 \end{aligned}$$

### c. Berdasarkan Keuntungan Hasil Tani Konsumen

Strategi ini tidak berdasarkan harga pokok produksi, tetapi berdasarkan keuntungan hasil tani konsumen. Melalui strategi ini, produsen harus memiliki keyakinan bahwa produk yang dibuat memiliki kualitas yang sangat baik dan memberikan keuntungan untuk hasil panen pertanian yang konsumen lakukan. Strategi ini dapat memberikan keuntungan paling besar, tetapi sebanding dengan kesulitan dan tantangan terhadap uji coba produk untuk memperoleh data hasil yang meyakinkan.

Sebagai contoh, berdasarkan data yang diperoleh dari Imsar (2018) bahwa penanaman kopi dalam 1 hektar lahan dapat menampung 800 – 1.100 pohon, maka untuk 1.000 pohon dapat menggunakan pupuk cair organik kulit kopi sebanyak 10 botol. Pendapatan kotor petani rata-rata sebesar Rp.39.895.161, maka jika keuntungan hasil panen setelah

menggunakan pupuk cair organik kulit kopi naik hingga 25% maka diperoleh pendapatan sebesar Rp.49.868.951. Melalui keyakinan tersebut, maka konsumen dapat membagi hasil keuntungan sesuai negosiasi yang dilakukan antara produsen dan konsumen. Jika konsumen memberikan kesepakatan melalui bagi hasil keuntungan sebesar 5%, maka harga pupuk cair organik kulit kopi adalah Rp.498.689 untuk seluruh pemakaian atau Rp.49.868/botol.



# DAFTAR PUSTAKA

- Achyani, Sutanto, A., dan Faliyanti, E. (2018). *Pupuk Organik Kulit Kopi*. Malang: UM Metro Press.
- Adams, P. G., dan Hunter, C. N. (2012). Adaptation of intracytoplasmic membranes to altered light intensity in *Rhodobacter sphaeroides*. *Biochimica et Biophysica Acta - Bioenergetics*. 1817(9): 1616–1627.
- Aditya, C., Qoidani, A. P., dan Soeprijanto, I. (2017). Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Bonggol Pisang melalui Proses Fermentasi. *Skripsi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Aji, B. S., Triana, D. A. O., Listyaningrum, T. A., dan Yanto, P. N. F. (2020). Pupuk Organik cair COSIWA Inovasi Pupuk Organik Cair sebagai Upaya untuk Mendukung SDGs 2045. Universitas Ahmad Dahlan.
- Akbar, R. T. M., Suryani, Y., dan Hermaman, I. (2014). Peningkatan Nutrisi Limbah Produksi Bioetanol dari Singkong Melalui Fermentasi oleh Konsorium *Saccharomyces cerevisiae* dan *Trichoderma viride*. *Jurnal UIN SGD*. 8(2): 1–15.
- Ananda, C.P. (2022). Pengaruh Pupuk Organik Cair Hasil Fermentasi Limbah Kulit Kopi (*Coffea arabica* L.) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* L.). *Skripsi*. UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- Avallone, S., Brillouet, J. M., Guyot, B., Olguin, E., dan Guiraud, J. P. (2002). Involvement of pectolytic micro-organisms in coffee fermentation. *International Journal of Food Science and Technology*. 37(2): 191–198.

- Diniyah, N., Maryanto, Nafi', A., Sulistia, D., dan Subagio, A. (2013). Ekstraksi dan karakterisasi polisakarida larut air dari kulit kopi varietas arabika dan robusta. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 14(2): 73–78.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2019). *Statistik Perkebunan Indonesia 2018-2020 Kopi*. Kementerian Pertanian RI.
- Doelle, H. (1975). *Bacterial Metabolism Second Edition*. New York: Academic Press.
- Ekawandani, N., dan Alvianingsih. (2018). Efektifitas Kompos Daun Menggunakan EM4 dan Kotoran Sapi. *TEDC*. 12(2).
- Emanauli, dan Prihantoro, R. (2019). A Study of Tea Production From Liberica Green Coffee Skin in Tungkal, Jambi as a Refreshing Drink. *Indonesian Food Science dan Technology Journal*. 1(2): 65–69.
- Falahuddin, I., Restu, A., Raharjeng, P., dan Harmeni, L. (2016). Pengaruh Pupuk Organik Limbah Kulit Kopi (*Coffea arabica* L.) Terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi. *Jurnal Bioilmi*. 2(2): 108.
- Fletcher, G. (2021). *Coffea arabica* L. INaturalist.
- Gofar, N., Permatasari, S. D. I., dan Setiawati, P. (2021). *Pengantar Bercocok Tanam Agroekologis*. Bening Media Publishing.
- Hasbullah, Umar Hafidz Asy'ari. (2021). *Teknologi Pengolahan Hortikultura*. PT. Nasya Expanding Management.
- Hasbullah, Umar Hafidz Asyari, Nirwanto, Y., Sutrisno, E., Lismaini, L., Simarmata, M. M., Nurhayati, N., Rokhmah, L. N., Herawati, J., Setiawan, R. B., Xyzquolyna, D., Ferdiansyah, M. K., Anggraeni, N., dan Dalimunthe, B. A. (2021). *Kopi Indonesia*. Yayasan Kita Menulis.
- Hidayati, Y. A., K, T. B. A., dan Harlia, E. (2013). Analisis jumlah bakteri dan identifikasi bakteri pada pupuk cair dari feses domba dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Ilmu Ternak*. 13(2): 1–3.
- Imsar. (2018). Analisis Produksi Dan Pendapatan Usahatani Kopi Gayo (Arabika) Kabupaten Bener Meriah. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
- Isroi. (2012). *Panduan Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dengan "BIANG POC."* Maju Pertanian Indonesia.
- Juwita, A. I., Mustafa, A., dan Tamrin, R. (2017). Studi Pemanfaatan Kulit Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) sebagai Mikro Organisme Lokal (MOL). *Agrointek*. 11(1): 1.
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. (2013). *Produksi Kopi Nusantara Ketiga Terbesar Di Dunia*.

- Kiral. (2021). Berapa Lama Pupuk Organik Bisa Disimpan dan Ciri POC yang Masih Bagus. *Online*. Diakses pada <https://lombokorganik.id/>.
- Kusuma, A. P., Istirokhatun, T., dan Purwono. (2017). Kandungan C Organik Dan Nitrogen Total Dalam Pengolahan Limbah Padat isi Rumen RPH dengan Pengomposan Aerobik. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 6(1): 1–9.
- Mahyudin, R. P. (2017). Kajian Permasalahan Pengelolaan Sampah dan Dampak Lingkungan di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir). *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*. 3(1): 66–74.
- Mangalisu, A., dan Arma, R. (2019). Pengelolaan terpadu limbah cair ternak kambing Desa Kompang Kecamatan Sinjai Tengah Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan. *Jurnal Dedikasi Masyarakat*. 3(1): 36–43.
- Massijaya, M. Y. (2021). *Pengembangan Pertanian Organik di Indonesia*. Bogor: Penerbit IPB Press.
- Mehrabi, S., Ekanemesang, U. M., Aikhionbare, F. O., Kimbro, K. S., dan Bender, J. (2001). Identification and characterization of *Rhodopseudomonas* spp., a purple, non-sulfur bacterium from microbial mats. *Biomolecular Engineering*. 18(2): 49–56.
- Mujdalipah, S., Dohong, S., Suryani, A., dan Fitria, A. (2014). Menggunakan Digester Dua Tahap Pada Berbagai Konsentrasi Palm Oil-Mill Effluent Dan Lumpur Aktif. *Agritech*. 34(1): 56–64.
- Murthy, P., dan Naidu, M. (2012). Sustainable Management of Coffee Industry By-Products and Value Addition- A Review. *Resources, Conservation, and Recycling*. 66: 45–58.
- Nguyen, A. D., Tran, T. D., dan Vo, T. P. K. (2013). Evaluation of Coffee Husk Compost for Improving Soil Fertility and Sustainable Coffee Production in Rural Central Highland of Vietnam. *Resources and Environment*. 3(4): 77–82.
- Novita, E., Fathurrohman, A., dan Pradana, H. A. (2019). Pemanfaatan Kompos Blok Limbah Kulit Kopi Sebagai Media Tanam. *AGROTEK: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*. 2(2): 61–72.
- Nugroho, P. (2013). *Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair*. Pustaka Baru.
- Nuraini, N., Mirzah, M., Disafitri, R., dan Febrian, R. (2015). Peningkatan Kualitas Limbah Kulit Buah Kopi dengan *Phanerochaeta chrysosporium* sebagai Pakan Alternatif. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 17: 143–150.
- Nurhayati, L. S., Yahdiyani, N., dan Hidayatulloh, A. (2020). Perbandingan Pengujian Aktivitas Antibakteri Starter Yogurt Dengan Metode Difusi Sumuran Dan Metode Difusi Cakram. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*. 1(2): 41.

- Panggabean, E., dan Opi, N. (2011). *Buku Pintar Kopi*. Agromedia Pustaka.
- Purba, T., Situmeang, R., dan Rohman, H. F. (2021). *Pupuk dan Teknologi Pemupukan*. Yayasan Kita Menulis.
- Purnama, S. G. (2016). *Pengolahan Sampah Organik Rumah Tangga*. Universitas Udayana.
- Purwoko, T. (2009). *Fisiologi mikroba*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Puspita, D., Nadia, E., Immanuel, E., dan Titania, M. (2020). Isolasi, Identifikasi dan Uji Produksi Yeast yang Diisolasi Dari Nira Kelapa. *Biosfer: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*. 5(1): 1–5.
- Rahardjo, P. (2012). *Panduan Budi Daya Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Penebar Swadaya.
- Rahmawati, A. F., Amin, Rasminto, dan Syamsu, F. D. (2021). Analisis Pengelolaan Sampah Berkelanjutan Pada Wilayah Perkotaan di Indonesia. *Bina Gogik*. 8(1): 1–12.
- Roni, K. A., dan Herawati, N. (2012). Uji Kandungan Asam Laktat Di Dalam Limbah Kubis Dengan Menggunakan NaCl Dan CaCl<sub>2</sub>. *Berkala Teknik*. 2(4): 320–333.
- Sariadi. (2009). Pemanfaatan Kopi Menjadi Biobriket. *Jurnal Reaksi Jurusan Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe*. 7(14).
- Selim, M. S. M., Abdelhamid, S. A., dan Mohamed, S. S. (2021). Secondary metabolites and biodiversity of actinomycetes. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 19(1): 1–13.
- Simbolon, N. C., Mahaputra Wijaya, I. M., dan Wayan Gunam, I. B. (2018). Isolasi Dan Karakterisasi Khamir Potensial Penghasil Bioetanol Dari Industri Arak di Karangasem Bali. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*. 6(4): 316.
- Siregar, B. (2017). Analisa Kadar C-Organik dan Perbandingan C/N Tanah di Lahan Tambak Kelurahan Sicanang Kecamatan Medan Belawan. *Jurnal Warta Edisi*. 53(1): 1–14.
- Sulfianti, Risman, dan Inang Saputri. (2021). Analisis Npk Pupuk Organik Cair Dari Berbagai Jenis Air Cucian Beras Dengan Metode Fermentasi Yang Berbeda. *Jurnal Agrotech*. 11(1): 36–42.
- Supeno, B., Erwan, dan Ernawati, N. M. L. (2018). *Limbah Tanaman Kopi dan Hasil Olahannya Yang Memiliki Nilai Ekonomis Tinggi*. Penerbit Arga Puji Press.
- Suryani, Y. 2011. *Mikrobiologi Pangan*. Bandung: Batic Press Bandung.
- Suryani, Y. (2013). Optimization of Cassava Waste from Bioethanol Post-Production through Bioactivity Process Consortium of *Saccharomyces*

- cerevisiae*, *Trichoderma viride* and *Aspergillus niger* Yani. *Asian Economic and Social Society*. 3(4): 154–162.
- Suryani, Y. (2022). *Fisiologi Mikroorganisme*. Bandung: Gunung Djati Publishing.
- Suryani, Y., Andayaningsih, P., dan Hernaman, I. (2012). Isolasi Dan Identifikasi Jamur Selulolitik Pada Limbah Produksi Bioetanol Dari Singkong Yang Berpotensi Dalam Pengolahan Limbah Menjadi Pakan Domba. *Jurnal ISTEK*. 6(1): 1–10.
- Suryani, Y., Hernaman, I., dan Hamidah, N. H. (2017). Pengaruh Tingkat Penggunaan EM4 (Effective Microorganisms-4) Pada Fermentasi Limbah Padat Dan Serat Kasar. *Jurnal Istek*. 10(1): 139–153.
- Syarifudin, dan Endarwati, O. (2019). Kemenperin: Kopi Kita untuk Dunia. *Online*. Diakses pada <https://kemenperin.go.id>.
- Tanti, N., Nurjannah, dan Kalla, R. (2019). Pembuatan Pupuk Organik Cair Dengan Cara Aerob. *ILTEK: Jurnal Teknologi*. 14(2): 2053–2058.
- Tarmiji, M. (2020). Studi Literatur Pengomposan Limbah Kulit Kopi Sebagai Potensi Pupuk Tanaman Kopi. *Skripsi*. Universitas Islam Indonesia.
- Tortora, G., Funke, B., dan Case, C. 2019. *Microbiology an Introduction Thirteenth Edition*. United State of America: Pearson.
- Urry, L., Cain, ., Wasserman, ., Minorsky, P., Orr, R., dan Campbell, N. (2020). *Campbell Biology Twelfth Edition*. New York: Pearson.
- Wahida, dan Suryaningsih, N. L. S. (2016). Analisis Kandungan Unsur Hara Pupuk Organik Cair Dari Limbah Rumah Tangga Di Kabupaten Merauke. *Agricola*. 6(1): 23–30.
- Wandhira, A. A., dan Mulasari, S. A. (2013). Gambaran Percobaan Penambahan EM-4 dan Air Cucian Beras terhadap Kecepatan Proses Pengomposan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 6(2): 101–112.
- Wardiah, Linda, dan Rahmatan, H. (2014). Potensi Limbah Air Cucian Beras Sebagai Pupuk Organik Cair Pada Pertumbuhan Pakchoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Biologi Edukasi*. 6(1): 34–38.
- Wardiyanti, P. (2018). Pengaruh Pupuk Kompos Limbah Kulit Kopi (*Coffea liberica* W. Bull ex Hiern) Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Terung Kopek (*Solanum melongena* L). *Skripsi*. UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi.
- Warjoto, R. E., dan Barus, T. (2021). Peningkatan Kesadaran Lingkungan Bagi Pengurus Organisasi Siswa Intra-Sekolah: Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah. *Jurnal Bakti Masyarakat Indonesia*. 4(1): 39–47.

- Wirama, I. G. A. G. B., Ramona, Y., dan Arisanti, C. I. S. (2015). Ketahanan *Lactobacillus* sp. Isolat Susu Kuda Sumbawa terhadap pH Rendah dan Asam Deoksikolat serta Kemampuannya Mentransformasi Asam Kolat menjadi Asam Deoksikolat. *Jurnal Biologi*. 19(1): 1–5.
- Yardani, Zauraida, dan Hifnalisa. (2021). Penggunaan Kompos Sumber Bahan Baku Lokal Untuk Meningkatkan Kandungan N, P, dan K Pada Daun Tanaman Kopi Arabika Di Kecamatan Timang Gajah Kabupaten Bener Meriah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 6(3): 318–326.

# TENTANG PENULIS



**Prof. Dr. Hj. Yani Suryani, M.Si** lahir di Ciamis, 18 Mei 1972, merupakan Guru Besar Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung dengan spesialisasi Mikrobiologi. Setelah menyelesaikan pendidikan dasar di SDN Sukamulya Cihaurbeuti Ciamis (1985), SMPN Cihaurbeuti Ciamis (1988), SMAN 2 Tasikmalaya (1991). Kemudian melanjutkan studi pada Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA IKIP Bandung (1996) dan Program Magister Biologi Sekolah Pascasarjana ITB (2001) dengan predikat *cumlaude*. Program Doktor bidang Biologi pada prodi IPA Unpad (2014) dengan predikat *cumlaude*. Riwayat karir sebagai guru PNS pada SMAN 20 Bandung, Dosen pada Jurusan Tadris FTK IAIN Sunan Gunung Djati Bandung, dan sejak 2006 dialihtugaskan pada Jurusan Biologi FST UIN Sunan Gunung Djati Bandung sampai sekarang.

Peraih penghargaan Satyalencana Karya 10 dan 20 Tahun dari Presiden RI., pernah diamanahi sebagai Kaprodi Biologi Jurusan Sains FST UIN Sunan Gunung Djati Bandung (2006-2010, dan 2010-2014). Wakil Dekan II FST UIN Sunan Gunung Djati Bandung (periode 2014-2015 dan periode 2015-2019) dan menjadi anggota Senat Universitas (2019-sekarang). Di sela-sela kesibukannya menjadi dosen ia mengikuti berbagai pelatihan, dan telah banyak menulis puluhan karya tulis ilmiah yang diterbitkan pada jurnal nasional dan internasional, serta melakukan desiminasi pada berbagai forum ilmiah nasional dan internasional.



**Adisty Virakawugi D, M.Si.** Lahir di Bandung, 24 Agustus 1989, merupakan dosen tetap dengan jabatan Lektor di Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri Angkasa V Kabupaten Bandung (2001), SMP Negeri 1 Margahayu Kabupaten Bandung (2004), SMA Negeri 1 Margahayu Kabupaten Bandung (2007). Kemudian melanjutkan studi pada Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA Universitas Pendidikan

Indonesia (2011) dan Program Studi Magister Biologi Sekolah Ilmu Teknologi Hayati ITB (2015). Penulis aktif dalam berbagai kegiatan riset dengan peminatan terkait biodiversitas, fisiologi, perkembangan hewan dan biomedis. Penulis aktif mengikuti berbagai kegiatan pelatihan dan telah menghasilkan berbagai karya tulis ilmiah, serta mendeseminasikannya pada berbagai forum ilmiah.



**Dr. Tri Cahyanto, S.Pd., M.Si.** Lahir di Bandung, 18 Mei 1982, merupakan dosen tetap dengan jabatan Lektor Kepala di Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Menyelesaikan semua jenjang pendidikan di Kota Bandung: SD Negeri Sinyar I Kota Bandung, SMP Negeri 37 Kota Bandung, SMU Negeri 16 Kota Bandung, S-1 Pendidikan Biologi FKIP Universitas Pasundan Bandung, S-2 Biologi Institut Teknologi Bandung (ITB), S-3 Pendidikan IPA (Biologi) Universitas Pendidikan

Indonesia (UPI) Bandung. Jabatan yang pernah diemban diantaranya ketua Jurusan Biologi (2014-2015, 2015-2019), Ketua Laboratorium Terpadu UIN Sunan Gunung Djati Bandung (2019-2023), Kepala Pusat Kajian Halal (2019-2023). Penulis memiliki kepedulian terhadap kajian biodiversitas, lingkungan, tumbuhan dan integrasi keilmuan (halal).

Peraih penghargaan Satyalencana Karya 10 Tahun dari Presiden RI (2019) dan Indonesian Halal Award dan BPJPH Kemenag RI (2022) ini terlibat sebagai pengelola jurnal diantaranya Chief Editor Jurnal Biodjati (2016-2019) dan Chief Editor Indonesian Journal of Halal Research/IJHAR (2019-sekarang). Kedua jurnal tersebut telah dihantarkan oleh penulis dalam memperoleh peringkat Akreditasi SINTA 2. Selain itu,

penulis terlibat secara aktif sebagai editor dan reviewer jurnal serta menulis karya tulis ilmiah yang diterbitkan pada berbagai jurnal nasional maupun internasional. Di sela-sela kesibukan dalam menjalankan tugas Tridharma PT, penulis aktif dalam pengembangan keilmuan biologi, kajian halal dan pengembangan laboratorium pada berbagai forum lokal, nasional maupun internasional sebagai Trainer, Instruktur, Narasumber, dan Fasilitator.

