

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pencemaran Lingkungan

Pencemaran pada saat ini telah berlangsung dimana-mana dengan laju yang sangat cepat, telah menyentuh semua aspek kehidupan dan mempengaruhi siapa saja dan dimana saja.

Pencemaran menurut UU No. 4 tahun 1982 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup Bab 1, pasal 1 ayat 7; pencemaran lingkungan didefinisikan sebagai masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam lingkungan dan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya

Pencemaran ialah perubahan sifat-sifat fisik, kimia dan biologi yang tidak diinginkan dari udara, tanah dan air yang berpengaruh merugikan terhadap kehidupan manusia atau spesies tertentu, proses industri, kondisi kehidupan dan aspek budaya atau bahkan dapat merusak sumber daya alam

Dengan demikian pencemaran lingkungan adalah terdapatnya sejumlah substansi dalam lingkungan yang berlebihan, melebihi jumlah yang dapat diatur oleh

daya pembersih alami. Secara umum pencemaran menyebabkan kemunduran atau kerusakan alam

Menurut *Roos dalam Lund (1971)*, pencemaran dapat dibedakan menjadi 4 kategori berdasarkan obyek terkena dampak, yaitu

- a. Pencemaran udara;
- b. Pencemaran tanah;
- c. Pencemaran air;
- d. Pencemaran antar sumber daya alam;

2.2. Virgin Coconut Oil

Kelapa merupakan salah satu tanaman perkebunan yang mampu tumbuh dan bereproduksi dengan baik. Hal ini semata-mata dipengaruhi oleh faktor iklim di Indonesia sangat cocok untuk pertumbuhan tanaman kelapa, tanaman kelapa akan mampu tumbuh dengan baik bila di tanam pada ketinggian 0-600 m dpl dengan suhu rata-rata 25°C dan kelembapan udara 80-95%. Daerah ini umumnya dilewati oleh garis khatulistiwa sehingga beriklim tropis.

Buah kelapa berbentuk bulat-lonjong dengan ukuran bervariasi, tergantung pada keadaan tanah, iklim, dan varietasnya. Warna luar kelapa juga bervariasi, mulai dari kuning hingga hijau muda, dan setelah masak berubah menjadi cokelat. Adapun struktur buah kelapa terdiri dari sabut (35%), daging buah (28%), air kelapa (15%), tempurung (12%), serta beberapa bagian lainnya (tangkal buah, kulit luar, lembaga, dan testa). Hampir semua bagian kelapa tersebut bisa dimanfaatkan, tetapi daging

buah merupakan bagian yang paling banyak dimanfaatkan untuk bahan makanan dan bahan baku industri. (Setyamidjaja,1995)

Daging buah kelapa berwarna putih dengan ketebalan cukup bervariasi, tergantung umur dan varietas kelapa. Umumnya, semakin tua buah kelapa, akan memiliki daging buah yang semakin tebal. Seiring dengan pertambahan umur kelapa, kandungan senyawanya pun berubah. Secara umum, kandungan nutrisi dalam sebutir kelapa akan semakin meningkat seiring bertambahnya umur kelapa. Sementara bagian buah yang bisa digunakan (makan) pada semua umur buah kelapa sama, yaitu 53,0 g. Adapun kandungan yang terdapat dalam daging buah kelapa masak disajikan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Komposisi Daging Buah Kelapa

Senyawa Penyusun (100 g)	Buah Muda	Buah Setengah Tua	Buah Tua
Air (kal)	83,3	70,0	46,0
Kalori (g)	68,0	180,0	359,0
Protein (g)	1,0	4,0	3,4
Lemak (g)	0,9	13,0	34,7
Karbohidrat (g)	14,0	10,0	14,0
Kalsium (mg)	17,0	8,0	21,0
Fosfor (mg)	30,0	55,0	21,0
Besi (Mg)	1,0	1,3	2,0
Aktivitas vitamin A(IU)	0,0	10,0	0,0
Thiamin (mg)	0,0	0,05	0,1
Asam askorbat (mg)	4,0	4,0	2,0
Bagian yang dimakan (g)	53,0	53,0	53,0

(Sumber : Dipo Yuwono,2005)

Kelapa terdiri dari sabut, air kelapa, tempurung dan daging buah. Semua bagian tersebut bisa dimanfaatkan menjadi bahan pangan atau bahan baku industri.

Dari sabut kelapa, bisa dibuat berbagai macam produk kerajinan dan sarana pertanian, misalnya coco peat (media tanam), kesed kain tenun, isi jok mobil, tas, isi kasur dan sapu. Air kelapa banyak dimanfaatkan orang untuk membuat nata de coco, asam dan kecap. Tempurung kelapa banyak dibuat menjadi briket, arang tempurung aktif dan liquid smoke.

Belakangan ini, pemanfaatan daging buah kelapa menjadi lebih variatif. Virgin Coconut Oil (VCO) merupakan bentuk olahan daging kelapa yang baru-baru ini banyak diproduksi orang. Di beberapa daerah, VCO lebih terkenal dengan nama minyak perawan, minyak dara atau bahkan minyak kelapa murni. VCO dimanfaatkan sebagai obat dan dipercaya dapat menyembuhkan berbagai penyakit degeneratif misalnya kanker, darah tinggi, kolesterol, jantung dan HIV/AIDS.

Virgin Coconut Oil (minyak kelapa murni) merupakan produk olahan kelapa yang memiliki nilai tambah tinggi tetapi belum banyak dikembangkan di Indonesia. Minyak kelapa murni merupakan minyak kelapa yang diperoleh lewat pemanasan minimal dan tanpa proses pemurnian kimiawi. Minyak tersebut memiliki kandungan asam laurat yang sangat tinggi (45%-55%). Asam laurat adalah sebuah lemak jenuh dengan rantai sedang (jumlah karbonnya 12) yang biasa disebut dengan *Medium Chain Triglyceride* (MCT). Penggunaan minyak kelapa murni atau *Virgin Coconut Oil* lebih diutamakan sebagai produk kesehatan dan kosmetika, sedangkan minyak kelapa konvensional digunakan untuk minyak makan.

Istilah *virgin* sendiri digunakan untuk membedakan bahwa minyak kelapa yang dihasilkan tersebut berbeda dengan minyak kelapa konvensional yang diolah

dari bahan baku kelapa segar tanpa melalui proses penyulingan, yang berarti suhu prosesnya lebih rendah dan tanpa penggunaan bahan kimia.

Codex Alimentarius mendefinisikan bahwa *Virgin coconut oil* adalah minyak dan lemak makan yang dihasilkan tanpa mengubah minyak, minyak diperoleh dengan hanya perlakuan mekanis dan pemakaian panas minimal. Minyak kelapa murni diekstraksi dengan berbagai metode yaitu pemasakan, fermentasi, pendinginan, dan tekanan mekanis atau sentrifungsi

Minyak kelapa murni atau *virgin coconut oil* hanya dapat diperoleh dari daging buah kelapa segar (non-kopra). Berbeda dari minyak kelapa biasa yang terbuat dari kopra, minyak kelapa murni terbuat dari kelapa tua yang masih segar (baru dipetik). Proses pengolahannya pun tidak menggunakan bahan kimia dan pemanasan tinggi. Minyak kelapa yang dihasilkan masih mempertahankan struktur Fitokimianya yang terjadi secara alami (bahan kimia tanaman) yang menghasilkan rasa dan bau kelapa yang unik

Proses produksi minyak kelapa murni yang tidak menggunakan proses pemanasan tinggi bukan hanya menghasilkan lemak-lemak berantai sedang (MCT), tetapi juga dapat mempertahankan keberadaan vitamin E dan enzim-enzim yang terkandung dalam daging buah kelapa. Minyak kelapa murni yang dibuat dari kelapa segar berwarna putih ketika minyaknya dipadatkan dan jernih kristal seperti air ketika dicairkan

Virgin Coconut Oil yang dikenal sebagai minyak laurat tinggi mengandung asam lemak jenuh (*saturated fatty acid*) yang bernama *gliserol* dan membentuk *trigliserida* rantai sedang (MCT).

Kelapa yang digunakan dalam pembuatan minyak kelapa murni adalah kelapa yang sudah cukup tua kadang sampai ada yang sudah keluar bijinya (kentos) sehingga daging yang didapat lumayan tebal dengan harapan akan menghasilkan santan yang banyak dan pasti menghasilkan minyak yang banyak pula. Untuk ampas yang didapat itu sendiri juga mengalami perbedaan dengan ampas yang dihasilkan dari kelapa yang biasa (belum keluar biji/kentos). (Bambang, 2006)

Selain menghasilkan pendapatan yang besar bagi masyarakat, industri VCO memiliki permasalahan yang selama ini kurang diperhatikan, permasalahan tersebut adalah limbah cair yang belum dimanfaatkan. Limbah cair ini merupakan sisa dari proses pengendapan santan.

Pada proses pengendapan terbentuk krim santan dan skim santan, karena pada pengendapan santan krim santan berada pada bagian atas, karena mengandung minyak dalam jumlah banyak, seperti yang kita tahu, bahwa berat jenis minyak lebih ringan dibandingkan berat jenis air. Sementara skim santan berada pada bagian bawah karena terdiri dari air dan protein. Skim santan ini yang nantinya akan terbuang, limbah ini memiliki dampak yang kurang baik bagi lingkungan.

2.3. Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair adalah pupuk yang kandungan bahan kimianya maksimum 5 %. Pupuk organik cair memiliki beberapa keuntungan. Pertama, pupuk tersebut mengandung zat tertentu seperti mikroorganisme yang jarang terdapat pada pupuk organik padat. Dalam bentuk kering, beberapa mikroorganisme mati dan zat tidak bisa aktif. Jika dicampurkan dengan pupuk organik padat, pupuk organik cair dapat mengaktifkan unsur hara yang ada dalam pupuk organik padat. (Parnata, 2004).

Penelitian mengenai pemanfaatan limbah cair menjadi pupuk organik cair telah dilakukan dengan menggunakan limbah cair industri kerupuk kulit. Berikut hasil analisis laboratorium terhadap fermentasi limbah industri kerupuk kulit dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Pupuk Organik Cair Limbah Industri Kerupuk Kulit

Sampel limbah	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	Bahan Organik (%)
Rd	60	5	21	0.44
Frd	70	6	23	10.34
Rb	1980	21	170	9.44
Frb	410	127	140	12.54

(Buletin penalaran mahasiswa UGM 2003)

Keterangan:

Rd = Rendaman

Frd = Fermentasi rendaman

Rb = Rebusan

Frb = Fermentasi rebusan

Berdasarkan tabel diatas, maka unsur yang dibutuhkan oleh tanaman yakni N, P, K cenderung meningkat. Demikian pula dengan bahan organik dalam dalam limbah juga cenderung meningkat. (Buletin penalaran mahasiswa UGM 2003)

Kualitas produk pupuk organik cair yang dihasilkan memang lebih rendah dari pupuk kimia yang tersedia ditoko-toko yang banyak digunakan oleh petani, inilah yang membedakan pupuk organik cair dengan pupuk buatan sehingga tidak dapat dijadikan unsur utama bagi tanaman (Anonim,1994). Kandungan N, P dan K pada berbagai pupuk kimia dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Kandungan N, P dan K Berbagai Pupuk Kimia

Nama pupuk	%N	% P	% K
Zwavelvure amoniak (ZA)	20-21	-	-
Ureum	45-46	-	-
Cholisalpeter	14-16	-	-
Tripelfosfat	-	56	-
Kalkfosfat	-	25-28	-
Kalniet	-	-	14-15
Zwalvelvure Kali	-	-	48-52
Monoammonium fosfat	10-12	50-60	-
Kalium Nitrat	20-21	-	42-45

(Sumber : Effi Ismawati, 2003)

Pupuk organik cair yang dihasilkan sangat baik digunakan sebagai pupuk organik karena daya penambahan pupuk organik tanah yang ringan strukturnya dapat ditingkatkan sedang tanah yang berat menjadi ringan serta meningkatkan kapasitas ikat tanah. Disamping itu penambahan pupuk organik cair pada tanah dapat

mempertinggi daya ikat tanah terhadap unsur hara sehingga tidak mudah larut dalam air. (Sugito,1995)

Berbagai macam pupuk organik dan kandungannya yang dijual dipasaran dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut ini

Tabel 2.4 Pupuk Organik Cair Yang Ada Di Pasaran

Nama pupuk	%N	% P	% K
Biomikro	1.2	0.1	0.14
Trisekar 1	3.61	1.24	5.60
Trisekar 2	7.51	2.57	3.86
Trisekar 3	7.50	1.70	9.45
Florest	2.2	0.2	3.0

(Sumber: Effi Ismawati, 2003)

Tujuan dari Syarat teknis minimal pupuk organik adalah untuk perlindungan resiko lingkungan yang tidak dikehendaki dan untuk meyakinkan penggunaan bahwa pupuk organik aman untuk digunakan. Berikut ini syarat teknis minimal pupuk organik menurut Kepmen N0 02/Pert/HK.060/2/2006 dan Standar mutu internasional ditunjukkan pada tabel 2.5 dan 2.6 dibawah ini:

Tabel 2.5 Syarat Teknis Minimal Pupuk Organik

No.	Parameter	Kandungan	
		Padat	Cair
1.	C-organik (%)	>12	< 4,5
2.	C/N ratio	10 – 25	-
3.	Bahan ikutan (%)	maks 2	-
4.	(krikil, beling, plastik)	4-12 13-20	- -
5.	Kadar air (%):		
	- granul		
	- curah		
	Kadar logam berat	≤ 10	≤ 10
	As (ppm)	≤ 1	≤ 1
	Hg (ppm)	≤ 50	≤ 50
6.	Pb (ppm)	≤ 10	≤ 10
	Cd (ppm)		
	pH	4 - 8	4 - 8
7.	Kadar total (%)		
	- P ₂ O ₅	< 5	< 5
	- K ₂ O	< 5	< 5
8.	Mikroba patogen (<i>E.Coli</i> , <i>Salmonella</i>)	Dicantumkan	Dicantumkan
9.	Kadar unsur mikro (%)	Maks 0,500	Maks 0,2500
	Zn	Maks 0,500	Maks 0,2500
	Cu	Maks 0,500	Maks 0,2500
	Mn	Maks 0,002	Maks 0,0005
	Co	Maks 0,20	Maks 0,1250
	B	Maks 0,001	Maks 0,0010
	Mo	Maks 0,400	Maks 0,0400
	Fe		

(Sumber : Kepmen No 02/pert/HK.060/2/2006)

Tabel 2.6 Standar Mutu Internasional

Parameter	Satuan	Satandar Mutu
a. Sifat Fisik		
- Kadar Air	% Berat Kering	< 20
- Kadar Humus		< 40
- pH		7 ± 0,5
- Bau		Bau Tanah
b. Sifat Kimia		
- Nitrogen (N)	%	
- P ₂ O ₅	%	> 6,00
- K ₂ O	%	
- Magnesium (Mg)	%	
- Kalsium (Ca)	%	> 3,19
- Belerang (S)	%	
- Molibdenum (Mo)	%	
- Boron (B)	%	> 0,05
- C/N ratio	%	
c. Kadar Logam Berat		
- Arsenik (As)	mg/kg	< 20
- Kadmium (Cd)	mg/kg	< 10
- Kromium (Cr)	mg/kg	< 3
- Tembaga (Cu)	mg/kg	< 45
- Merkuri (Hg)	mg/kg	< 150
- Nikel (Ni)	mg/kg	< 1
- Timbal (Pb)	mg/kg	< 50
- Seng (Zn)	mg/kg	< 150
d. Sifat Biologi		< 400
- <i>Coliform</i>	MPN/g	< 1.000
- <i>Salmonella Sp</i>	MPN/g	< 3

(Sumber: Suhut Simamora,2006)

2.4.Fermentasi

2.4.1. Pengertian Fermentasi

Beberapa pengertian fermentasi dapat diuraikan dibawah ini:

Ada beberapa pengertian fermentasi yang dijadikan dasar teori dalam penelitian ini

1. Fermentasi adalah proses pembusukan, yang memanfaatkan mikroorganisme secara anaerobik
2. Fermentasi adalah proses removal limbah cair, secara anaerobik yang menggunakan mikroorganisme sehingga menghasilkan gas metan.
3. Fermentasi adalah suatu reaksi oksidasi-reduksi dalam sistem biologis yang menghasilkan energi, dimana sebagai donor dan akseptor elektronnya digunakan senyawa organik
4. Fermentasi merupakan proses pemecahan senyawa organik menjadi senyawa sederhana yang melibatkan mikroorganisme Pemecahan glukosa menjadi alkohol.(www.wikipedia.com).
5. Fermentasi adalah proses dimana bahan organik dipecah tanpa adanya oksigen. Dalam kondisi anaerob, dekomposisi bahan organik terjadi sebagai akibat kegiatan mikroorganisme yang mesofil dan termofil hal ini akan menghasilkan karbondioksida, hidrogen, etil alkohol dan asam-asam organik , seperti asam asetat, format, laktat, suksinat, dan butirrat (Rao 1994).

2.4.2. Proses Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan dengan bantuan starter dan dalam keadaan anaerob. Ada tiga tahap proses pembentukan oleh bakteri anaerob secara berurutan, yaitu sebagai berikut:

1. Perombakan senyawa kompleks seperti karbohidrat, protein dan lemak menjadi senyawa yang lebih sederhana. Pada tahap ini pH berkisar 6-7. bakteri mesofilik yang berperan dalam proses ini bekerja pada suhu 50-60° C. Akibatnya Ph akan terus turun dan diikuti dengan bau busuk
2. Perubahan senyawa sederhana menjadi asam organik seperti asam organik seperti asam lemak, asam asetat, asam butirat, asam propinat dan lain-lain. Namun, pada waktu yang bersamaan terbentuk ion bufer sehingga pH dapat netral kembali, untuk mencegah penurunan pH secara drastis, dilakukan penambahan kapur sebagai penetral. Pada tahap ini juga terjadi perombakan asam organik dan senyawa nitrogen serta sebagian kecil CO², N₂, CH₄, dan H₂.
3. Pembentukan gas metan, karbondioksida, hidrogen sulfida, hidrogen dan nitrogen yang dibentuk dari senyawa-senyawa asam yang ditandai dengan naiknya pH menjadi basa. Sementara hasil sampingannya berupa lumpur organik yang sangat baik untuk tanaman. (Gumbira,1987)

Bakteri yang berperan dalam proses pengomposan anaerobik yaitu sebagai berikut:

- Bakteri pembentuk asam: *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Escherichia*, *Aerobacter*.
- Bakteri pembentuk gas metan, karbondioksida, hidrogen sulfida, hidrogen dan nitroen: *Metthanobacterium omelianskii*, *Methanobacterium sohngeniei*, *Methanobacterium suboxydans*, *Methanobacterium popicium*, *Methanobacterium formicum*, *Methanobacterium ruminantium*, *Methanobacterium mazei*.

Kegiatan fermentasi anaerobik ini lama proses ini tergantung pada perlakuan yang diberikan, kadar air, ukuran bahan, temperatur, pH, dan aerasinya. Beberapa bahan organik yang sulit terurai pada proses aerobik biasanya akan terurai pada proses anaerobik sehingga hampir semua bahan organik dapat diuraikan secara anaerobik. Pembasmian patogen pada pembuatan secara aerobik dapat dilakukan dengan meningkatkan suhu hingga sampai 70°C, namun pada proses anaerobik, patogen dapat terbunuh dengan sendirinya karena kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Pada proses fermentasi anaerobik, bahan dapat dimasukan sewaktu-waktu dalam reaktor fermentasi (Yuwono, 2005)

2.4.3. Prinsip Fermentasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam proses fermentasi secara anaerobik menyangkut rasio derajat keasaman (pH), temperatur (suhu),

- Derajat keasaman (pH)

Derajat Keasaman (pH) optimal yang dibutuhkan dalam proses anaerobik adalah 6,8-7,2.

- Temperatur

Suhu di daerah tropis berkisar 25-35° C sudah cukup bagus. namun, suhu optimal tersebut dapat dibantu dengan meletakkan tempat pengomposan di lokasi yang terkena sinar matahari langsung. Apabila sinar matahari dimanfaatkan untuk menaikkan suhu maka gas metan yang dihasilkan semakin tinggi dan poses pembusukkan bejalan lebih cepat. Dengan demikian, gas metan perlu dikeluarkan setiap hari, yaitu dengan membuka lubang gas.

2.5. **Effective Microorganism 4 (EM4)**

Effective Microorganism 4 (EM4) berupa larutan cair berwarna kuning kecoklatan, ditemukan larutan cair berwarna kuning kecoklatan, ditemukan pertama kali oleh Prof, Dr. Teruo Higa dari Universitas Ryukus Jepang. Cairan ini berbau sedap dengan rasa asam manis dan tingkat keasaman (pH) kurang dari 3,5. apabila tingkat keasaman melebihi 4,0 maka cairan ini tidak dapat digunakan lagi.

Mikroorganisme efektif atau EM adalah suatu kultur campuran berbagai mikroorganisme yang bermanfaat (terutama bakteri fotosintesi, bakteri asam laktat, ragi, actinomycetes dan jamur peragian) yang dapat digunakan sebagai inokulan

untuk meningkatkan keragaman mikroba tanah dan dapat memperbaiki kesehatan serta kualitas tanah. Pada gilirannya juga akan memperbaiki pertumbuhan serta jumlah mutu hasil tanaman. Berikut ini adalah fungsi dari masing-masing mikroorganisme larutan EM4. (Murbando, 1995)

Setiap spesies mikroorganisme yang bermanfaat (terutama bakteri fotosintesis, bakteri asam laktat, ragi, actinomycetes dan jamur peragian) yang dapat digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman mikroba tanah dan dapat memperbaiki kesehatan serta kualitas tanah. Pada gilirannya juga akan memperbaiki pertumbuhan serta jumlah mutu hasil tanaman.

Setiap mikroorganisme mempunyai peranan masing-masing. Bakteri fotosintesis adalah pelaksana kegiatan EM yang terpenting karena mendukung kegiatan mikroorganisme lain dan juga memanfaatkan zat-zat yang dihasilkan oleh mikroorganisme lain. EM tidak berbahaya bagi lingkungan karena kultur EM tidak mengandung mikroorganisme yang secara genetika telah dimodifikasi. EM terbuat dari kultur campuran berbagai spesies mikroba yang terdapat dalam lingkungan alami diseluruh dunia. Bahkan, EM4 bisa diminum langsung.

Tabel 2.6 Fungsi Mikroorganisme Di Dalam Larutan EM₄

NAMA	FUNGSI
Bakteri fotosintesis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membentuk zat-zat yang bermanfaat dari sekresi akar tumbuhan, bahan organik, dan gas-gas berbahaya (misalnya Hidrogen Sulfida) dengan menggunakan sinar matahari dan panas bumi sebagai sumber energi. Zat-zat bermanfaat itu antara lain asam amino, asam nukleik, zat-zat bioaktif dan gula. Semuanya mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. 2. Meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme lainnya.
Bakteri asam laktat	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menghasilkan asam laktat dari gula. 2. Menekan pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan, misalnya Fusarium. 3. Meningkatkan percepatan perombakan bahan organik. 4. Dapat menghancurkan bahan-bahan organik seperti lignin dan selulosa, serta memfermentasikan tanpa menimbulkan pengaruh-pengaruh merugikan yang diakibatkan oleh bahan-bahan organik yang tidak terurai
Ragi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membentuk zat antibakteri dan bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman dari asam-asam amino dan gula yang dikeluarkan oleh bakteri fotosintesis. 2. Meningkatkan jumlah sel aktif dan perkembangan akar.
Actinomycetes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menghasilkan zat-zat antimikroba dari asam amino yang dihasilkan oleh bakteri fotosintesis dan bahan organik. 2. Menekan pertumbuhan jamur dan bakteri.
Jamur fermentasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menguraikan bahan organik secara tepat untuk menghasilkan alkohol, ester dan zat-zat antimikroba. 2. Menghilangkan bau serta mencegah serbuan serangga dan ulat yang merugikan.

(Sumber: Yuwono, 2005)

2.6. Persyaratan Kompos

2.6.1. Tidak mengandung bahan asing

Tidak mengandung bahan asing seperti berikut :

- 1) Semua bahan pengotor organik atau anorganik seperti logam, gelas, plastik dan karet.
- 2) Pencemar lingkungan seperti senyawa logam berat, B3 dan kimia organik seperti pestisida .

2.6.2. Kematangan fermentasi

Karakteristik fermentasi yang telah selesai mengalami proses dekomposisi adalah sebagai berikut:

- 1) Aroma berubah menjadi agak sedap
- 2) Lama proses fermentasi berkisar antara 10-15 hari
(www.warintek.progressio.or.id)
- 3) Temperature berkisar 25-35°C dan pH berkisar 6,8-7,2.

2.6.3. Unsur mikro

Unsur mikro nilai-nilai ini dikeluarkan berdasarkan:

- 1) Konsentrasi unsur-unsur mikro yang penting untuk pertumbuhan tanaman (khususnya Cu, Mo, Zn).
- 2) Logam berat yang dapat membahayakan manusia dan lingkungan tergantung pada konsentrasi maksimum yang diperbolehkan dalam tanah.

2.6.4. Organisme patogen

Organisme pathogen tidak melampaui batas berikut :

- 1) *Fecal Coli* 1000 MPN/gr total solid dalam keadaan kering.
- 2) *Salmonella* sp. 3 MPN / 4 gr total solid dalam keadaan kering.

Hal tersebut dapat dicapai dengan menjaga kondisi operasi pengomposan pada temperatur 55 °C.

Karena proses pengomposan merupakan proses aerob dan anaerob maka mikroba yang bekerja untuk menguraikan senyawa organik yang ada dalam bahan kompos adalah mikroba yang hidup sesuai dengan temperature karena mikroba tersebut dapat hidup seperti pada tabel 2.7

Tabel 2.7 Jenis Mikroba

Jenis Mikroba	Suhu °C		
	Minimum	Optimum	Maksimum
Mikroba Psikrofil	0	10-20	30
Mikroba Mesofil	5	25-40	60
Mikroba Thermofil	40	45-65	80

(Sumber: Dwijosaputro,1984)

2.6.5. Pencemar organik

Kompos yang dibuat tidak mengandung bahan aktif pestisida yang dilarang sesuai dengan Kepmen pertanian No 434.1/KPTS/TP.270/7/2001 tentang Syarat dan Tata Cara Pendaftaran Pestisida pada Pasal 6 mengenai Jenis-jenis Pestisida yang mengandung bahan aktif yang telah dilarang.

2.7. Unsur-Unsur Hara yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tanaman

Berdasarkan jumlah yang dibutuhkan tanaman dan fungsinya, unsur-unsur hara digolongkan ke dalam unsur hara makro dan unsur hara mikro. Unsur hara makro terdiri dari C, H, O, N, S, P, K, Ca dan Mg. Unsur N, P, K merupakan unsur yang dibutuhkan paling banyak sedangkan yang lainnya dibutuhkan sedang saja. Unsur hara mikro merupakan unsur hara yang sedikit dibutuhkan yang terdiri atas Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Co, Na dan Si (Syarief, 1989).

a Nitrogen (N)

Nitrogen (N) merupakan unsure hara esensiil (keberadaannya mutlak ada untuk kelangsungan pertumbuhan dan perkembangan tanaman), dan dibutuhkan dalam jumlah banyak sehingga disebut unsure hara makro. Jumlah N (dan dikonversikan ke bentuk urea, kadar N sebesar 46%) yang diserap beberapa tanaman untuk menghasilkan jumlah produk tertentu. Sebagian besar tanah untuk mencukupi kebutuhan tanaman tersebut perlu diberikan tambahan dalam bentuk pupuk.

Nitrogen dalam tanaman dijumpai baik dalam bentuk anorganik maupun organik, yang berkombinasi dengan C, H, O, dan kadang-kadang dengan S membentuk asam amino, enzim, asam nukleat, klorofil and alkaloid. Walaupun N anorganik dapat terakumulasi dalam bentuk nitrat, akan tetapi bentuk N organik tetap dominan di dalam tanaman sebagai senyawa protein yang mempunyai berat molekul tinggi.

Tanaman mengandung cukup N akan menunjukkan warna daun hijau tua yang artinya kadar klorofil dalam daun tinggi. Sebaliknya apabila tanaman kekurangan

atau defisiensi (kahat) N maka daun akan menguning (klorosis), karena kekurangan klorofil. Proses penguningan daun tanaman yang kekurangan N dimulai dari daun-daun yang tua dan akan terus ke daun-daun muda jika kekurangan N terus berlanjut. Kejadian ini menunjukkan bahwa N dalam tanaman bersifat mobil, artinya apabila kekurangan N maka N dalam jaringan tua akan dimobilisasi ke jaringan-jaringan muda (titik-titik tumbuh), sehingga pada jaringan tua klorosis sedangkan pada jaringan muda/ titik-titik tumbuh masih hijau. (Lakitan,1989)

b. Fosfor (P)

Fosfor (P) merupakan unsur hara esensial tanaman. Tidak ada unsur lain yang dapat mengganti fungsinya di dalam tanaman, sehingga tanaman harus mendapatkan atau mengandung P secara cukup untuk pertumbuhannya secara normal. Fungsi penting fosfor di dalam tanaman yaitu dalam proses fotosintesis, respirasi, transfer dan penyimpanan energi, pembelahan dan pembesaran sel serta proses-proses di dalam tanaman lainnya. Oleh karena P dibutuhkan tanaman cukup besar maka disebut unsure hara makro, selain N dan K. pada umumnya kadar P di dalam tanaman di bawah kadar N dan K, yaitu sekitar 0,1 hingga 0,2 %. Besarnya P (P_2O_5) yang diserap beberapa tanaman dengan produksi tertentu. Di dalam tanah P terdapat dalam berbagai bentuk persenyawaan yang sebagian besar tidak tersedia bagi tanaman. Sebagian pupuk yang diberikan ke dalam tanah, tidak dapat digunakan tanaman karena bereaksi dengan bahan-bahan tanah lainnya sehingga tidak dapat digunakan tanaman. Sehingga nilai efisiensi pemupukan P pada umumnya rendah hingga sangat rendah.

Fosfor meningkatkan kualitas buah, sayuran, biji-bijian dan sangat penting dalam pembentukan biji. Selain itu P sangat penting dalam transfer sifat-sifat menurun dari satu generasi ke generasi berikutnya. Fosfor membantu mempercepat perkembangan akar dan perkecambahan, dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air, meningkatkan daya tahan terhadap penyakit yang akhirnya meningkatkan kualitas hasil panen.

Tanda atau gejala pertama tanaman kekurangan P adalah tanaman menjadi kerdil. Bentuk daun tidak normal dan apabila defisiensi akut ada bagian-bagian daun, buah, dan batang yang mati. Daun-daun tua akan terpengaruh lebih dulu dibandingkan dengan yang muda. (Lakitan, 1989)

c. Kalium (K)

Kalium diserap tanaman dari tanah dalam bentuk Ion (K^+). Walaupun telah diketahui esensial bagi tanaman akan tetapi fungsi/peranan secara pasti belum diketahui secara jelas. Tidak seperti halnya dengan N dan P, unsur K di dalam tanaman tidak dalam bentuk senyawa organik. Fungsi utama yang telah lama diketahui adalah erat hubungannya dengan metabolisme tanaman dari beberapa proses yang terjadi di dalam tanaman.

Fungsi kalium:

- Esensial dalam sintesis protein
- Membantu dalam keseimbangan ion di dalam tanah
- Penting dalam pembentukan buah

- Terlibat aktif dalam lebih 60 sistem enzim yang mengatur raksi-reaksi kecepatan pertumbuhan tanaman.
- Membantu tanaman mengatasi gangguan penyakit.

2.8 Bahan Organik Tanah

Bahan organik tanah dapat didefinisikan sebagai sisa-sisa tanaman dan hewan di dalam tanah pada berbagai pelapukan dan terdiri dari baik masih hidup maupun mati. Di dalam tanah dapat berfungsi atau dapat memperbaiki baik pada sifat kimia, fisika maupun biologi tanah; sehingga ada sebagian ahli mengatakan bahwa bahan organik di dalam tanah mempunyai fungsi yang tidak tergantikan.

Usaha-usaha mempertahankan kadar bahan organik tanah hingga mencapai kondisi ideal (5% pada tanah lempung berdebu) adalah merupakan tindakan yang baik, berwawasan lingkungan dan berfikir untuk kelesrariannya. Pengaruh bahan organik dalam usaha pertanian ini menjadi sangat penting setelah banyak masyarakat lebih menghargai hasil-hasil pertanian ramah lingkungan (pertanian organik) atau sering dinyatakan kembali ke alam (*back to nature*).

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan bahan organik kedalam tanah lebih kuat pengaruhnya kearah perbaikan sifat-sifat tanah dan bukan khususnya untuk meningkatkan unsur hara di dalam tanah.

Sebagai contoh Urea N 46% sedangkan bahan organik mempunyai kadar $N < 3\%$, sangat jauh perbedaan kadar unsur N. Akan tetapi Urea hanya menyumbangkan 1 unsur hara yaitu N sedangkan bahan organik memberikan hampir semua unsur yang dibutuhkan tanaman dalam perbandingan yang relatif setimbang, walaupun kadarnya sangat kecil. Sehingga jangka panjang pengelolaan tanah atau kesinambungan usahatani, sangat baik apabila memperhatikan dan mempertahankan kadar bahan organik tanah.

Penggunaan bahan organik ke dalam tanah harus memperhatikan perbandingan kadar unsur C terhadap unsur hara (N, P, K dsb), karena apabila perbandingannya sangat besar bisa menyebabkan terjadinya imobilisasi, imobilisasi ini adalah proses pengurangan jumlah kadar unsur hara (N, P, K dsb) di dalam tanah oleh aktivitas mikroba, sehingga kadar unsur hara tersebut yang dapat digunakan tanaman berkurang. (Winarso,2005)

2.9 Hipotesa

Dari tinjauan pustaka diatas, maka dapat diambil hipotesa sebagai berikut

1. Fermentasi menggunakan Effective Mikroorganism 4 dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik yang dapat meningkatkan kandungan organik yang terdapat dalam pupuk sehingga fermentasi limbah VCO layak digunakan sebagai pupuk.