

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Eco-enzyme*

Eco-enzyme dikembangkan pertama kali oleh Dr. Rasukan Poompanvong yang berasal dari Negara Thailand. *Eco-enzyme* atau dalam bahasa Indonesia disebut eko-enzim adalah larutan zat organik kompleks yang diproduksi dari proses fermentasi sisa organik, gula dan air. Bermula dari penemuan Dr. Rosukon Poompanvong, seorang peneliti dan pemerhati lingkungan dari Thailand. Inovasi ini memberikan distribusi yang cukup besar bagi lingkungan. Dr. Rosukon juga merupakan seorang pendiri Asosiasi Pertanian Organik Thailand (Organic Agriculture Association of Thailand) yang bekerja sama dengan petani di Thailand bahkan Eropa dan berhasil menghasilkan produk pertanian yang bermutu tetapi ramah lingkungan. Dari usaha dan inovasi yang dilakukan ini, ia dianugerahi penghargaan oleh FAO Regional Thailand pada tahun 2003 (Rochyani dkk., 2020).

Eco-enzyme adalah cairan serbaguna hasil fermentasi dari limbah kulit buah, gula merah dan air. Gagasan *eco-enzyme* ini adalah mengolah enzim dari limbah atau sampah organik tersebut. Pada dasarnya, *eco-enzyme* mempercepat reaksi biokimia di alam untuk menghasilkan enzim yang berguna menggunakan sampah organik. Enzim dari sampah organik ini adalah salah satu cara manajemen sampah yang memanfaatkan sisa-sisa dapur untuk sesuatu yang sangat bermanfaat (Chandra dkk., 2020). Produk *eco-enzyme* merupakan produk yang ramah lingkungan yang sangat fungsional, mudah digunakan, dan mudah dibuat. Pembuatan *eco-enzyme* hanya membutuhkan sisa buah atau sayur, air dan gula. *Eco-enzyme* adalah jenis cuka *homebrew*, direduksi dari alkohol dengan fermentasi limbah dapur sebagai substrat dengan gula. Bahan baku untuk membuat *eco-enzyme* adalah limbah dari sayuran dan buah-buahan. Perbedaan pada bahan baku tentunya akan memberikan efek yang berbeda pula pada hasil konversi proses yang dilakukan. Gula yang ditambahkan digunakan oleh mikroba sebagai nutrisi. *Eco-enzyme* bertindak sebagai agen anti jamur, anti bakteri dan insektisida. Ini juga dapat digunakan sebagai agen pembersih. Standar *eco-enzyme* yang baik dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Syarat Standar *Eco-enzyme* yang Baik

Kriteria Uji	Persyaratan
pH	< 4
Aroma	Asam segar khas fermentasi

Sumber : Modul Belajar Pembuatan *Eco-enzyme*, 2020



Gambar 2.1 Eco-enzyme

(Lea Wee dari straittimes.com, belitung.tribunnews.com)

2.2 Sampah Organik

Sampah adalah hasil dari kegiatan sehari-hari manusia yang sudah tidak terpakai. Sumber sampah bisa berasal dari kegiatan rumah tangga, pasar, perkantoran, rumah penginapan, hotel, rumah makan, industri, atau aktivitas manusia lainnya (Purwendro dkk., 2006). Sampah organik sangat didominasi dengan sampah sisa makanan (hewani dan nabati), sayur-sayuran, buah-buahan. Sampah organik tersebut masih dapat menjadi produk yang berguna jika diolah dengan prosedur yang baik, tetapi jika tidak ditangani dengan baik maka hanya akan menjadi sumber penyakit.

Sampah organik tersebut dibagi menjadi sampah organik lunak dan sampah organik padat atau keras. Pada umumnya, sampah organik lunak di daur ulang dengan teknologi pengomposan menghasilkan kompos (Gani, 2007). Sampah organik juga dibagi menjadi dua yaitu sampah organik kering dan sampah organik basah. Sampah organik kering adalah yang memiliki kandungan air yang rendah, contohnya adalah daun-daun kering dan ranting pohon. Sampah organik basah adalah yang memiliki kandungan air yang cukup tinggi, contohnya adalah kulit buah, sisa sayuran dan buah-buahan.



Gambar 2.2 Sampah Organik

Dampak dari pembuangan limbah padat organik yang berasal dari kegiatan rumah tangga yang didegradasi oleh mikroorganisme akan menimbulkan bau yang tidak sedap (busuk) akibat penguraian limbah tersebut menjadi yang lebih kecil yang disertai dengan pelepasan gas yang berbau tidak sedap. Limbah organik yang mengandung protein akan menghasilkan bau yang tidak sedap lagi (lebih busuk) karena protein yang mengandung gugus amin itu akan terurai menjadi gas ammonia (Hasibuan, 2016). Bahan baku *eco-enzyme* adalah sampah organik yaitu dapat berupa limbah sayur-sayuran atau buah-buahan. Salah satu limbah buah yang digunakan adalah buah nanas, buah pepaya dan buah jeruk.

2.2.1 Kulit Nanas

Nanas adalah tanaman yang berasal dari Amerika tropis, yaitu Brazil, Argentina dan Peru. Nanas merupakan salah satu buah yang banyak ditemukan di Indonesia, karena tanaman ini merupakan tanaman yang dapat tumbuh di daerah tropis. Satu pohon nanas menghasilkan satu buah nanas. Buah nanas bisa dimakan sebagai buah dan juga diperlukan sebagai bahan baku industri makanan seperti selai, jelly dan sirup (Samadi, 2014).

a. Taksonomi Nanas

Tumbuhan nanas diklasifikasikan sebagai berikut (Samadi, 2014) :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (tumbuhan berbiji)
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i> (berbiji tertutup)
Kelas	: <i>Monocotelededonae</i>
Ordo	: <i>Farinosaae</i>

Famili : *Bromealiaceae*
 Genus : *Ananas*
 Species : *Ananas comosus* (L) Mer

b. Morfologi Nanas

Nanas adalah tanaman yang dapat hidup diberbagai musim. Panjang buah nanas 20-30 cm, dengan diameter bawah 2-3,5 cm, tengah 5,5-6,5 cm dan atas lebih kecil. Memiliki batang yang pendek beruas-ruas dan dikelilingi daun yang tersusun spiral. Daun nanas memanjang, sempit dan sedikit tajam (Sutedja, 2014).

c. Kandungan Kulit Nanas

Kulit nanas merupakan produk hasil olahan industri yang terdiri dari sisa daging buah, kulit, dan kulit terluar. Jika kulit nanas tidak dimanfaatkan dengan baik maka bisa menyebabkan pencemaran lingkungan (Audies, 2015).



Gambar 2.3 Kulit Nanas
(Ruminansia, 2016)

Kulit buah nanas mempunyai kandungan zat aktif diantaranya adalah antosianin, vitamin C dan flavonoid (Angraeni dkk., 2014). Selain itu terdapat enzim bromelin dan tannin. Kulit nanas positif mengandung tanin, saponin, steroid, flavonoid, fenol dan senyawa-senyawa lainnya (Yeragamreddy dkk, 2013) yang disajikan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kandungan Senyawa Kimia Ekstrak Kulit Nanas

Komponen Fitokimia	<i>Ananas comosus</i>
Karbohidrat	+
Tanin	+
Saponin	+

Terpenoid	+
Steroid	+
Flavonoid	+
Alkaloid	+
Fenol	+
Resin	-
Balsam	-
Glikosida Jantung	+
Antrakuinon	+
Asam Amino	+

Sumber : Yeragamreddy dkk., 2013

Kulit nanas hanya diibuang begitu saja sebagai limbah, padahal kulit nanas mengandung vitamin C, karotenoid dan flavonoid. Sejumlah derivat tanaman mengandung fitokimia seperti fenolik, flavonoid, tanin, lignin dan non fenolik seperti karotenoid dan vitamin C yang berfungsi sebagai antioksidan dan antikarsinogenik (Hatam dkk., 2013). Senyawa fenol memiliki aktivitas sebagai antibakteri yang bekerja dengan cara berinteraksi dengan sel bakteri melalui proses absorpsi yang melibatkan ikatan hidrogen (Putri dkk., 2014).

Tabel 2.3 Kandungan Kulit Nanas secara Kuantitatif

Komponen	Nilai
Antioksidan	38,95 mg/100 gr
Vitamin C	24,40 mg/100 gr
Beta karoten	59,98 ppm
Flavonoid	3,47 %
Kuersetin	1,48 %
Fenol	32,69 ppm
Saponin	5,29 %

Sumber: Mardalena dkk., 2011

Kulit nanas mengandung enzim bromelin sebanyak 0,050-0,0754 %' Bromelin dikenal secara kimia sejak tahun 1876 dan mulai diperkenalkan sebagai bahan terapeutik saat ditemukan konsentrasinya yang tinggi pada bonggol nanas tahun 1957. Bromelin, yang didapatkan dari ekstrak mentah tanaman nanas (*Ananas comosus*. L), mengandung beberapa jenis proteinase (Naritasari dkk, 2010).

Enzim bromelin merupakan enzim proteolitik yang memiliki kemampuan untuk mengkatalisis reaksi hidrolisis dari protein. Enzim bromelin bisa digunakan sebagai efek antibakteri yang menekan

pertumbuhan bakteri secara bakteriosida maupun bakteristatik. Cara kerja bromelin sebagai antiseptik yaitu dengan menurunkan tegangan permukaan bakteri dengan menghidrolisis protein dari saliva dan glikoprotein menjadi mediator bakteri untuk melekat dipermukaan gigi. Bromelin juga memiliki efek anti inflamasi telah lama digunakan di Central dan South America untuk meningkatkan penyembuhan luka, mengobati pembengkakan dan mengurangi peradangan setelah operasi (Khosropanah dkk., 2012). Bromelin telah terbukti menunjukkan berbagai aktivitas fibrinolitik, antiedematous, antitrombotik, dan kegiatan anti-inflamasi baik in vitro dan in vivo.

Tanin mempunyai aktivitas sebagai antibakteri. Kulit buah nanas telah dilakukan tes phytochemical dan menunjukan terdapatnya senyawa Tanin. Tanin telah ditemukan untuk membentuk reversibel kompleks dengan protein kaya prolin dalam penghambatan sintesis protein sel. Tanaman yang mempunyai tanin sebagai komponen utama yang ada pada zat dari alam dan digunakan untuk mengobati gangguan usus seperti diare dan disentri (Praveena dkk, 2014). Tanin merupakan senyawa fenolik yang larut dalam air, berasal dari tumbuhan berpembuluh dengan berat molekul 500 hingga 3000 gram/mol. Senyawa ini banyak terdistribusi pada kulit batang, daun, buah dan batang, umumnya berasa sepat. Tanin mempunyai aktivitas biologis sebagai pengkhelat ion logam, antioksidan biologis dan merupakan senyawa antibakteri (Suwandi, 2012).

Flavonoid merupakan salah satu kelompok senyawa metabolit sekunder yang sering ditemukan di dalam jaringan tanaman, berdasarkan hasil penelitian sebelumnya telah dipercaya flavonoid yang merupakan salah satu senyawa fenolik mempunyai sifat antioksidatif, mencegah kerusakan sel dan komponen selularnya oleh radikal bebas reaktif (Redha, 2010). Flavonoid mempunyai fungsi sebagai antijamur dan antibakteri. Cara kerja flavonoid dengan denaturasi protein sel bakteri. Senyawa flavonoid mampu berperan secara langsung sebagai antibiotik dengan mengganggu fungsi organisme seperti bakteri atau virus. Flavonoid mengakibatkan transpor nutrisi yang menyebabkan timbulnya efek toksik terhadap bakteri

dan perubahan komponen organik (Angraeni dkk.,2014). Antosianin dipercaya berperan dalam sistem biologis, termasuk kemampuan sebagai pengikat radikal bebas (Arviani, 2010). Antosianin merupakan senyawa flavonoid yang memiliki kemampuan sebagai antioksidan (Ariviani, 2010). Antioksidan yang terdapat pada serat kulit nanas termasuk dalam golongan senyawa polifenol, yaitu antioksidan yang mempunyai beberapa gugus fungsi fenol. Antioksidan tipe ini mencegah proses oksidasi melalui mekanisme penangkapan radikal bebas. Sehingga, konsentrasi oksidan dan antioksidan dalam tubuh tetap seimbang.

2.2.2 Kulit Pepaya

Pepaya merupakan tanaman yang berasal dari Meksiko dan Amerika Selatan, dan menyebar ke berbagai negara tropis, termasuk ke Indonesia (Warisno, 2003). Buah pepaya sangat mudah ditemukan karena buah ini tidak mengenal musim. Tanaman pepaya termasuk ke dalam tumbuhan yang dapat tumbuh setahun atau lebih.

a. Taksonomi Pepaya

Tumbuhan pepaya diklasifikasikan sebagai berikut (Putra, 2015) :

Kingdom : *Plantae*
 Sub kingdom : *Tracheobionta*
 Super divisio : *Spermatophyta*
 Divisi : *Magnoliophyta*
 Kelas : *Magnoliopsida*
 Subkelas : *Dilleniidae*
 Ordo : *Violale*
 Famili : *Caricaceae*
 Genus : *Carica*
 Spesies : *Carica pepaya L.*

b. Morfologi Pepaya

Pada umumnya tumbuhan pepaya tidak bercabang atau bercabang sedikit, dapat tumbuh setinggi 5 sampai 10 meter dengan daun yang membentuk spiral pada batang pohon bagian atas. Daunnya menyirip lima

dengan tangkai yang panjang dan berlubang dibagian tengah. Warna buah pepaya ketika belum masak berwarna hijau sedangkan warna orange ketika sudah matang. Daging buah berwarna kuning hingga merah tergantung varietasnya. Bagian tengah pada buah pepaya berongga dan berisi biji-biji yang masih muda berwarna putih dan pada buah yang sudah matang berwarna hitam (Putra, 2015).



Gambar 2.4 Kulit Pepaya

c. Kandungan Kulit Pepaya

Kulit buah pepaya merupakan limbah dari buah pepaya yang memiliki kandungan zat-zat makanan yang cukup tinggi. Penelitian penggunaan tepung kulit pepaya (*Carica papaya* L) sampai 12% dapat digunakan dalam pakan ayam petelur dan tidak memberikan efek negatif pada kualitas telur. Tepung kulit buah pepaya mengandung protein yang tinggi, yaitu 25,74% dan serat kasar 20,06%, lemak 4,52%, Kalsium 1,12%, fosfor 0,47%, energi metabolis 2997.6 Kkal/kg (Leke dkk., 2019). Kulit buah pepaya juga mengandung folat, vitamin A, magnesium, tembaga, asam pantotenat, fiber.3, vitamin B kompleks, beta karoten, lutein, zeaxanthan, vitamin E, kalsium, kalium, vitamin K, lycopene, dan enzim papain. Kulit buah pepaya merupakan limbah yang tidak digunakan dan terbuang yang akhirnya dapat mencemari lingkungan.

Tabel 2.4 Kandungan Senyawa Kimia pada Kulit Pepaya

Kandungan Fitokimia	<i>Carica papaya</i>
Alkaloid karpina	+
Glukosid	+
Saponin	+
Dextrose	+
Enzim papain	+

Sumber : Trisna, dkk, 2018

Kulit buah pepaya mengandung serat, abu, senyawa fenolik, vitamin C, beberapa material kalium, belerang dan tembaga. Kulit buah pepaya juga mengandung senyawa fenol yangmana kandungan fenol pada kulit buah lebih besar daripada biji pepaya.

Tabel 2.5 Kandungan Senyawa pada Kulit Pepaya

Kandungan	Nilai
Fenol	5,53 mg/100 gr
Vitamin C	2,96 mg/100 gr

Sumber: Santos dkk., 2014

2.2.3 Kulit Jeruk

Indonesia terdapat berbagai macam varietas jeruk. Keragaman jeruk sangat tinggi yang ditunjukkan oleh banyaknya anggota pada marga *citrus*. Di indonesia penyebaran spesies jeruk sangat cepat dan luas.

a. Taksonomi Jeruk

Tumbuhan jeruk diklasifikasikan sebagai berikut (Rukmana, 2003) :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub Divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Ordo	: <i>Rutales</i>
Famili	: <i>Rutaceae</i>
Genus	: <i>Citrus</i>
Spesies	: <i>Citrus sinensis</i> Osb. Zin. <i>Citrus aurantium</i> L.

b. Morfologi Jeruk

Pohon jeruk manis dapat tumbuh mencapai ketinggian 6 meter. Jeruk manis berbuah satu kali setahun. Batang pohon jeruk memiliki banyak cabang. Daun yang berwarna hijau dengan permukaan daun yang licin dan mengkilat. Buah jeruk manis memiliki bentuk yang bulat atau hampir bulat, berukuran besar (Rukmana, 2003).

c. Kandungan Kulit Jeruk

Kulit jeruk merupakan salah satu sisa dari buah jeruk yang tidak digunakan lagi sehingga hanya menjadi sampah organik saja. Tetapi jika diolah dengan baik maka akan menjadi produk yang bermanfaat. Kulit jeruk mengandung beberapa senyawa yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut, seperti kandungan minyak atsiri di dalamnya. Minyak atsiri dalam kulit jeruk memiliki kandungan yang dapat memberikan efek menenangkan. (Rusli, 2010).

Kulit buah jeruk dibagi menjadi dua bagian yaitu flavedo (kulit bagian luar yang berbatasan dengan epidermis) dan albedo (kulit bagian dalam yang merupakan jaringan busa). Flavedo sebagai lapisan kedua ditandai dengan adanya warna hijau, kuning, orange, kelenjar minyak dan tidak terdapat ikatan pembuluh. Pigmen yang terdapat pada flavedo adalah kloroplas dan karotenoid. Albedo merupakan jaringan seperti spon berwarna putih yang berhubungan dengan core ditengah-tengah buah. Berfungsi untuk menyediakan air dan nutrisi dari pohon untuk pertumbuhan dan perkembangan buah. Bagian albedo mengandung banyak selulosa, hemiselulosa, lignin dan senyawa pektat. Bagian kulit dan albedo buah jeruk lebih banyak mengandung pektin dibandingkan jaringan parenkim (Winarno, 2002).



Gambar 2.5 Kulit Jeruk

Kulit jeruk manis mengandung minyak atsiri. Minyak atsiri memiliki sifat anti jamur atau membasmi kuman dan merupakan komponen yang dibutuhkan untuk menghambat bakteri patogen anti mikroba (Hapsari, 2015). Manfaat kulit jeruk manis selain sebagai anti depresi, tonik, pereda

radang tenggorokan dan batuk, juga bermanfaat sebagai antiseptik (Istianto dkk., 2014).

Jeruk manis (*Citrus sinensi L*) mempunyai rasa yang manis, kandungan air yang banyak dan memiliki kandungan vitamin C yang tinggi (berkisar 27- 49 mg/100 gram daging buah). Vitamin C bermanfaat sebagai antioksidan dalam tubuh, yang dapat mencegah kerusakan sel akibat aktivitas molekul radikal bebas (Endarto dkk., 2016).

Jeruk manis memiliki kandungan fenol total lebih tinggi dalam kulit buah jeruk dibandingkan buah jeruk yang sudah dikupas. Kulit jeruk mengandung sejumlah besar senyawa fenolik, terutama asam fenolat dan flavonoid. Kandungan total fenol dalam kulit jeruk sebesar 5,4 mg/g kulit jeruk (Hasanah, 2017).

2.3 Gula Merah

Gula atau sukrosa adalah senyawa organik dan termasuk golongan karbohidrat. Gula memiliki rumus molekul $C_{12}H_{22}O_{11}$ dan berbentuk kristal dengan ukuran hampir seragam berkisar 0,8-1,2 mm (Sinuhaji, 2017). Gula memiliki berat molekul sebesar 342 gr/mol dengan berat jenis 1,6 g/ml dan titik leleh $160^{\circ}C$.

Gula merah adalah gula yang berwarna kekuningan atau kecoklatan. Gula ini terbuat dari cairan nira yang dikumpulkan dari pohon kelapa, aren, tebu, kelapa dan lontar yang pucuknya belum membuka dan diperoleh dengan cara penyadapan. Contoh nira yang dikumpulkan kemudian direbus secara perlahan sehingga mengental lalu dicetak dan didinginkan. Setelah dingin maka gula merah dikonsumsi (Rahmadiani, 2012). Gula merah mempunyai kelebihan antara lain warna kecoklatan dan aroma yang khas serta mempunyai nilai indeks glikemik yang rendah dibandingkan gula pasir yaitu 35 (Pertiwi, 2015), sehingga baik dikonsumsi oleh masyarakat yang ingin menjaga kesehatan.



Gambar 2.6 Gula Merah
(Nawansih, 2013., Indra, 2020)

2.4 Fermentasi

Fermentasi berasal dari kata *fervere* (Latin), yang berarti mendidih, menggambarkan aksi ragi pada ekstrak buah selama pembuatan minuman beralkohol (Walker dkk., 1993). Fermentasi merupakan suatu proses perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Suprihatin, 2010). Teknologi fermentasi adalah bentuk salah satu upaya dalam memanfaatkan bahan-bahan yang harganya relatif murah menjadi suatu produk yang bernilai tinggi dan berguna untuk masyarakat luas. Proses fermentasi dibutuhkan starter sebagai mikroba yang akan ditumbuhkan dalam substrat. Starter merupakan populasi mikroba dalam jumlah dan kondisi fisiologis yang siap diinokulasikan pada media fermentasi (Prabowo, 2011). Proses fermentasi menggunakan aktivitas suatu mikroba atau campuran beberapa spesies mikroba. Mikroba yang banyak digunakan dalam proses fermentasi antara lain yaitu khamir, kapang dan bakteri. Fermentasi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu spontan dan tidak spontan. Fermentasi spontan adalah fermentasi yang dalam pembuatannya tidak menambahkan starter mikroorganisme. Sedangkan fermentasi tidak spontan adalah fermentasi yang dalam pembuatannya ditambahkan starter mikroorganisme. Mikroorganisme tumbuh dan berkembang merubah bahan yang akan difermentasi menjadi produk yang diinginkan (Suprihatin, 2010).

Reaksi dalam proses fermentasi sangat berbeda-beda tergantung pada jenis gula yang digunakan dan produk yang akan dihasilkan. Glukosa ($C_6H_{12}O_6$) merupakan gula yang sederhana, melalui proses fermentasi akan menghasilkan etanol ($2C_2H_5OH$). Selama proses fermentasi mikroba memproduksi enzim untuk menghidrolisis substrat menjadi komponen sederhana (Lin, 2005).

Terdapat enam komponen utama dalam proses fermentasi yang perlu diperhatikan, antara lain (Stanbury dkk., 1984) :

1. Formulasi media yang digunakan untuk pertumbuhan inokulum dalam proses fermentasi.
2. Media, fermenter dan peralatan harus dalam keadaan steril.
3. Ketersediaan inokulum aktif dan murni untuk proses produksi.
4. Pertumbuhan optimum inokulum sangat didukung oleh kondisi fermenter.
5. Ekstraksi produk akhir dan proses fermentasi.

6. Pemisahan limbah sisa fermentasi.

2.4.1 Jenis-jenis Fermentasi

Fermentasi memiliki beberapa jenis yang dapat dibedakan menjadi 3 yaitu, berdasarkan produk yang dihasilkan, penggunaan oksigen dalam fermentasi dan proses fermentasi yang dihasilkan oleh mikroba.

A. Berdasarkan produk yang dihasilkan, fermentasi dibagi menjadi dua, yaitu (Belitz, 2009) :

1. Homofermentatif

Homofermentatif adalah fermentasi yang mana produk akhirnya berupa asam laktat. Contohnya adalah fermentasi pada yoghurt.

2. Heterofermentatif

Heterofermentatif adalah fermentasi yang mana produk akhirnya berupa asam laktat dan etanol dengan jumlah sama banyak. Contohnya adalah pada pembuatan tape, fruit wine dan ginger ale.

B. Berdasarkan penggunaan oksigen dalam proses fermentasi dibagi menjadi dua, yaitu (Fardiaz, 1992) :

1. Fermentasi Aerob

Fermentasi aerob adalah fermentasi yang memerlukan adanya oksigen untuk membantu proses fermentasi tersebut.

2. Fermentasi Anaerob

Fermentasi anaerob adalah fermentasi yang tidak memerlukan adanya oksigen untuk membantu proses fermentasi.

C. Berdasarkan proses fermentasi yang dihasilkan oleh mikroba, yaitu (Stanbury dkk., 1984) :

1. Fermentasi yang memproduksi sel mikroba (biomass)

Produksi komersial dari biomass dapat dibedakan menjadi produksi yeast untuk industri roti dan produksi sel mikroba sebagai makanan manusia dan hewan.

2. Fermentasi yang menghasilkan enzim dari mikroba

Tanaman, mikroba dan hewan dapat memproduksi enzim, namun enzim yang dihasilkan oleh mikroba memiliki keunggulan yaitu, mampu dihasilkan dalam jumlah yang banyak dan mudah meningkatkan produktivitas.

3. Fermentasi yang menghasilkan metabolit mikroba

Metabolit mikroba dapat dibedakan menjadi dua yaitu metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer merupakan senyawa yang secara langsung terlibat dalam pertumbuhan suatu tumbuhan sedangkan metabolit sekunder adalah senyawa yang dihasilkan dalam jalur metabolisme lain yang walaupun dibutuhkan tapi dianggap tidak penting perannya dalam pertumbuhan suatu tumbuhan (Julianto, 2019).

2.4.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Fermentasi

Proses fermentasi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain pH, mikroorganisme, suhu, waktu, media (makanan atau nutrisi), dan oksigen.

1. Derajat Keasaman (pH)

pH optimum untuk proses fermentasi yang baik adalah antara 4,5-5, pada pH 3 proses akan berkurang kecepatannya. Hal itu dapat terjadi karena pH mempengaruhi efektivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme dalam membentuk kompleks enzim substrat. Selain itu perubahan pH dapat menurunkan aktivitas enzim yang dapat disebabkan karena terjadinya proses denaturasi (Poedjiadi dkk., 2006).

2. Mikroorganisme

Pemilihan mikroba atau mikroorganisme biasanya didasarkan pada jenis karbohidrat yang digunakan sebagai medium (Budiyanto, 2006). Biasanya fermentasi dilakukan dengan kultur murni yang dihasilkan di laboratorium. Kultur ini dapat disimpan dalam keadaan kering atau dibekukan.

3. Suhu

Suhu pada fermentasi dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme. Meningkatnya suhu maka kecepatan reaksi enzimatik mikroba akan meningkat pula. Hal ini disebabkan karena substrat tersebut akan bertumbukan dengan

tempat aktif lebih sering ketika molekul itu bergerak lebih cepat (Campbell dkk, 2002).

4. Waktu

Waktu yang dibutuhkan untuk proses fermentasi tergantung pada jenis substrat, suhu, pH fermentasi dan mikroorganisme yang digunakan. Laju perbanyakan bakteri sangat bervariasi dikarenakan tergantung dengan spesies dan kondisi pertumbuhannya. Pada kondisi optimal, bakteri akan membelah diri setiap 20 menit sekali. Untuk beberapa bakteri memilih waktu generasinya yaitu selang waktu antara pembelahan, dapat dicapai selama 20 menit.

5. Media (makanan atau nutrisi)

Media adalah salah satu faktor yang sangat penting dalam proses fermentasi karena mikroorganisme dapat hidup, tumbuh serta berkembang biak dan mensintesis produk dalam media tersebut. Oleh karena itu, media harus dipersiapkan dengan kandungan bahan-bahan yang memenuhi syarat dan cukup untuk mikroorganisme tersebut berkembang biak dan untuk diubah menjadi produk. Mikroba memerlukan unsur karbon dan nitrogen. Karbon dapat meningkatkan energi dan biosintesis sehingga persediaannya cukup. Sedangkan sumber nitrogen dapat mempercepat pertumbuhan sel dalam proses fermentasi. Salah satu sumber nitrogen adalah urea (Trismilah dan Sumaryanto, 2005).

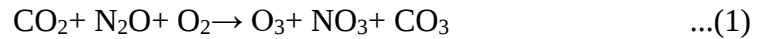
6. Oksigen

Udara atau oksigen selama proses fermentasi harus diatur sebaik mungkin untuk memperbanyak atau menghambat pertumbuhan mikroba tertentu. Setiap mikroba membutuhkan oksigen yang berbeda untuk pertumbuhan dalam proses fermentasi.

2.5 Mekanisme Pembentukan *Eco-enzyme*

Proses fermentasi dari pembentukan *eco-enzyme* menghasilkan gas. Selama fermentasi karbohidrat diubah menjadi asam volatile dan disamping itu, asam organik yang ada dalam bahan limbah juga larut ke dalam larutan fermentasi karena pH enzim sampah bersifat asam di alam (Nazim dan Maeera, 2013).

Selama proses fermentasi, berlangsung reaksi:



Enzim sampah memiliki kekuatan tertinggi untuk mengurangi atau menghambat patogen karena sifat asam dari enzim sampah membantu mengekstraksi enzim ekstraseluler dari limbah organik ke dalam larutan selama fermentasi (Bhavani Prakash, 2011).

Dalam proses fermentasi glukosa dirombak untuk menghasilkan asam piruvat. Asam piruvat dalam kondisi anaerob akan mengalami penguraian oleh piruvat dekarboksilase menjadi asetaldehid, selanjutnya asetaldehid diubah oleh alkohol dehydrogenase menjadi etanol dan karbondioksida, dimana bakteri *Acetobacter* akan merubah alkohol menjadi asetaldehid dan air, yang selanjutnya asetaldehid akan diubah menjadi asam asetat (Madigan, 2002). Setelah proses fermentasi sempurna, barulah *eco-enzyme* (liquid berwarna coklat gelap) terbentuk. Hasil akhir ini juga menghasilkan residu tersuspensi di bagian bawah yang merupakan sisa sayur dan buah. Residu dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik.

Peningkatan kadar fenolik total terjadi pada hasil fermentasi dapat disebabkan oleh reaksi enzimatik pada substrat, sehingga melepaskan senyawa fenolik yang lebih besar sebagai produk akhir. Fermentasi alami menggunakan mikroorganisme merangsang reduksi pH sehingga beberapa enzim yang terlibat dalam hidrolisis polifenol kompleks diaktifkan sehingga menghasilkan polifenol aktif, sederhana dan lebih tinggi (Murelina dkk., 2018).

Pada bulan pertama *eco-enzyme* menghasilkan alkohol. Pada bulan kedua *eco-enzyme* menghasilkan cuka dan pada bulan ketiga menghasilkan enzim. Pembuatan *eco-enzyme* memberikan dampak yang besar bagi lingkungan global ditinjau dari segi ekonomi. Selama proses fermentasi enzim berlangsung didapatkan hasil gas O_3 yang merupakan gas yang dikenal dengan ozon (Rubin, 2001). Salah satu kandungan *eco-enzyme* adalah Asam Asetat (CH_3COOH) yang dapat membunuh kuman, virus dan bakteri. Kandungan dalam enzim adalah Lipase, Tripsin, Amilase, yang mana mampu membunuh atau mencegah bakteri Patogen. Selain itu dihasilkan juga NO_3 (Nitrat) dan CO_3 (Karbon trioksida) yang dibutuhkan oleh tanah sebagai nutrient. Pembuatan *eco-enzyme* dapat

mengurangi konsumsi untuk membeli cairan pembersih lantai ataupun pembasmi serangga (Eviati dan Sulaeman, 2009).

2.6 Manfaat *Eco-enzyme*

Selain membantu mengurangi limbah atau sampah organik basah sehingga zero waste *Eco-enzyme* memiliki banyak manfaat untuk kehidupan sehari-hari, khususnya saat pandemi sekarang ini. *Eco-enzyme* itu sendiri, dapat dimanfaatkan sebagai:

1. Pembersih lantai, sangat efektif untuk membersihkan lantai rumah.
2. Disinfektan, dapat digunakan sebagai antibakteri di bak mandi.
3. Hand sanitizer, dapat digunakan sebagai antibakteri ketika tidak ada air dan sabun.
4. Insektisida, digunakan untuk membasmi serangga (dengan mencampurkan ezim dengan air dan digunakan dalam bentuk spray).
5. Cairan pembersih di selokan, terutama selokan kecil sebagai saluran pembuangan air kotor (Rochyani dkk., 2020).

Pembuatan enzim ini juga memberikan dampak yang luas bagi lingkungan secara global maupun ditinjau dari segi ekonomi. Sebagaimana diketahui jika satu kandungan dalam *Eco-enzyme* adalah Asam Asetat (CH_3COOH), yang dapat membunuh kuman, virus dan bakteri. Sedangkan kandungan Enzyme itu sendiri adalah Lipase, Tripsin, Amilase dan Mampu membunuh atau mencegah bakteri Patogen. Selain itu juga dihasilkan NO_3 (Nitrat) dan CO_3 (Karbon trioksida) yang dibutuhkan oleh tanah sebagai nutrient. Dari segi ekonomi, pembuatan enzim dapat mengurangi konsumsi untuk membeli cairan pembersih lantai ataupun pembasmi serangga (Eviati dan Sulaeman, 2009).

2.7 Disinfektan

2.7.1 Pengertian Disinfektan

Disinfektan didefinisikan sebagai bahan kimia atau pengaruh fisika yang digunakan untuk mencegah terjadinya infeksi atau pencemaran jasad renik seperti bakteri dan virus, juga untuk membunuh atau menurunkan jumlah mikroorganisme atau kuman penyakit lainnya (Rismana, 2002). Disinfektan

biasanya dijadikan bahan disinfeksi tangan, lantai, ruangan, peralatan dan pakaian. Dalam suatu waktu tertentu disinfektan digunakan sebagai salah satu cara dalam proses sterilisasi atau proses pembebasan kuman.

Disinfektan yang ideal adalah disinfektan yang berkerja dengan cepat untuk menginaktivasi mikroorganisme pada suhu kamar, berspektrum luas, pH, temperatur, tidak bersifat korosif, bersifat biodegradable, memiliki kemampuan menghilangkan bau yang tidak sedap, mudah digunakan dan ekonomis (Siswandono, 1995; Butcher dan Ulaeto, 2010).

Dalam proses disinfektan dikenal 2 cara, yaitu cara fisik dan kimia. Banyak bahan kimia yang dapat berfungsi sebagai disinfektan, tetapi umumnya dikelompokkan ke dalam golongan aldehyd atau golongan pereduksi, yaitu bahan kimia yang mengandung gugus $-COH$; golongan alkohol, yaitu senyawa kimia yang mengandung gugus $-OH$; golongan halogen atau senyawa terhalogenasi, yaitu senyawa kimia golongan halogen atau yang mengandung gugus $-X$; golongan fenol dan fenol terhalogenasi, golongan garam amonium kuarterner, golongan pengoksidasi, dan golongan biguanida (Pankey, 2014).

Beberapa jenis disinfektan terbukti efektif membunuh virus dan bakteri pada permukaan kayu, lantai, dinding, besi, kaca dan lingkungan sekitar. Selain itu harga ekonomis dengan variasi serta bahan baku yang cukup banyak menyebabkan disinfektan merupakan pilihan utama untuk penyemprotan lingkungan sekitar dibandingkan menggunakan hand sanitizer atau dengan bahan sejenisnya (Fadli, 2020).



Gambar 2.7 Produk Disinfektan
(Sienantra, dkk., 2020)

2.7.2 Macam-Macam Disinfektan

Disinfektan dapat dikelompokkan menjadi 8 kelompok yaitu (Srikandi, 1992) :

1. Grup alkohol larut

Konsentrasi sebesar 70 – 90 %. Keuntungan dari disinfektan ini adalah bakterisidal cepat, dan tuberkulosidal. Kelemahannya adalah tidak membunuh spora, dan menyebabkan korosi metal kecuali ditambahkan pereduksi (2% Na nitrit) yang menyebabkan kulit terasa kering. Contohnya isopropil alkohol.

2. Grup gas sterilisasi

Waktu reaksinya 4 – 8 jam. Kelebihan dari jenis ini adalah tidak berbahaya untuk kebanyakan bahan, dapat mensterilkan bahan dan dapat digunakan untuk bahan yang tidak panas. Kelemahannya adalah membutuhkan peralatan khusus. Contohnya etilen oksida.

3. Grup gas sterilisasi

Jenis ini merupakan larutan jenuh dalam bentuk gas. Kelebihannya adalah dapat membunuh spora, tidak korosif, dan dapat digunakan untuk bahan yang tidak panas. Kelemahannya adalah membutuhkan bahan yang relatif lama sebagai disinfektan, menimbulkan bau, keracunan pada membran kulit dan membran mukus. Contohnya formaldehida.

4. Grup halogen

Jenis ini memiliki konsentrasi berupa hipoklorit konsentrasi tinggi HClO (warexin)-larutan 1,5% yodium tinktur-konsentrasi tertinggi. Keuntungannya adalah Khlorin: tuberkulosidal, Yodium: pencuci dan desinfektan, tidak meninggalkan warna, meninggalkan residu anti bakteri, yodium tinktur bersifat tuberkulosidal. Kelemahannya adalah Khlorin : memutihkan bahan, korosi logam, tidak stabil di dalam air sadah, larutan harus segar. Yodium: yodium tinktur menimbulkan warna dan iritasi kulit, aktifitasnya hilang di dalam air sadah, korosif terhadap

logam, menyebabkan pengeringan kulit. Contoh khlorin dan yodium.

5. Grup fenol

Jenis ini memiliki konsentrasi sebesar kreosol 2% dan Lisol 1%. Keuntungannya adalah aktifitasnya tidak hilang oleh bahan organik, sabun, ataupun air sadah dan meninggalkan efek residu jika mengering. Kelemahannya adalah kreosol harus digunakan dalam air lunak. Contohnya kreosol, fenol semi sintetis, dan lisol.

6. Grup detergen kationik (amonium quaternam)

Keuntungan jenis ini adalah tidak berbau. Kelemahannya adalah tidak bersifat tuberkulosidal, aktivitas virisidal terbatas, harus dilarutkan dalam destilata, aktivitas hilang oleh protein, sabun dan serat selulosa dan aktivitasnya lemah sehingga harus dikombinasi dengan grup fenol.

7. Grup detergen anionik (adiktif sabun atau detergen)

Jenis ini memiliki konsentrasi bahan heksakhlorfen – septisol 2% dan phisohek 3%. Keuntungannya adalah aktivitas anti bakteri lama dan baik digunakan sebagai pencuci. Kelemahannya adalah tidak bersifat sporosidal maupun tuberkolosidal, cara kerja lambat, beracun jika terus-menerus dan diserap di dalam tubuh. Contohnya heksakhlorfen (G-11) dan tertrakhloralisilana.

Syarat Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 06-1842-1995 pada suatu produk disinfektan sebagai pembersih lantai adalah sebagai berikut :

Tabel 2.6 Syarat Mutu pada disinfektan

No	Kriteria Uji	Persyaratan	
		Fenol dan turunannya	Senyawa lain
1	pH	6 – 11	6 – 11
2	Koefisien fenol	Minimum 2,50	Minimum 2,50
3	Stabilitas emulsi dalam air sadah	Stabil	Tidak membentuk emulsi
4	Daya membersihkan	-	Maksimum 7 %

Sumber : Badan Standar Nasional, 1995

2.8 Spektrofotometri Ultra-Violet Visibel

Spektrofotometri adalah alat yang terdiri dari spektrofotometer dan fotometer. Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi. Spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi relatif, jika energi tersebut ditransmisikan sebagai fungsi panjang gelombang (Gandjar, 2007). Prinsip kerjanya berdasarkan penyerapan cahaya atau energi radiasi oleh suatu larutan. Jumlah cahaya atau energi radiasi yang diserap memungkinkan pengukuran jumlah zat penyerap dalam larutan secara kuantitatif (Triyati, 1985). Cahaya adalah suatu bentuk energi radiasi yang memiliki sifat sebagai gelombang dan partikel. Pembiasan dan pemantulan cahaya oleh suatu medium dapat terjadi karena sifat sebagai sebuah gelombang, sedangkan sifat sebagai sebuah partikel dapat terjadinya efek fotolistrik. Energi radiasi terdiri dari sejumlah besar gelombang elektromagnetik yang berbeda-beda seperti tertera pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Daerah Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Macam Sinar	Panjang Gelombang
Sinar X	10 – 100 pkm
Ultra-violet jauh	10 – 200 nm
Ultra-violet dekat	200 – 400 nm
Sinar Tampak	400 – 750 nm
Infra-merah dekat	0,75 – 2 μ m
Infra-merah tengah	2,5 – 50 μ m
Infra-merah jauh	50 – 1000 μ m
Gelombang mikro	0,1 – 100 cm
Gelombang radio	1 – 1000 m

(Pecsok dkk, 1976; Skoog dan West, 1971).

Bagian-bagian suatu radiasi dapat dipisah-pisahkann menjadi spectrum elektromagnetik. Cahaya Tampak merupakan bagian kecil dari seluruh radiasi elektromagnetik. Spektrum cahaya Tampak terdiri dari komponen-komponen merah, jingga, kuning, hijau, biru dan ungu, dimana masing-masing warna mempunyai panjang gelombang yang berbeda. Satuan yang banyak dipergunakan untuk menyatakan panjang gelombang adalah Angstrom, 1 A = 10⁻¹⁰ meter. Metode Spektrofotometer Ultra-Violet dan Sinar Tampak telah banyak digunakan untuk penetapan senyawa-senyawa organik yang umumnya untuk penentuan senyawa dakan jumlah sangat kecil (Skoog dan West, 1971; Triyati,

1985). Dalam suatu larutan gugus molekul yang dapat mengabsorpsi cahaya dinamakan gugus kromofor, contohnya antara lain: $C = C$, $C = O$, $N = N$, $N = O$, dan sebagainya. Molekul-molekul yang hanya mengandung satu gugus kromofor dapat mengalami perubahan pada panjang gelombang seperti pada Tabel 2.8 (Triyati, 1985).

Tabel 2.8 Perkiraan Panjang Gelombang Warna-Warna Dalam Daerah Cahaya Tampak

Warna	Warna Pelengkap	Panjang gelombang (nm)
Ungu	Hijau kuning	400 – 435
Biru	Kuning	435 – 480
Biru hijau	Oranye	480 – 490
Hijau biru	Merah	490 – 500
Hijau	Merah lembayung	500 – 560
Hijau kuning	Ungu	560 – 580
Kuning	Biru	580 – 595
Oranye	Biru hijau	595 – 610
Merah	Hijau biru	610 – 750

(Skoog dan West, 1971)

Peralatan Spektrofotometer Ultra-violet dan sinar tampak meliputi sumber radiasi atau cahaya, monokromator, sel absorpsi, detektor dan pencatat. Sumber cahaya dipergunakan untuk pengukuran absorpsi. Sumber cahaya ini harus memancarkan sinar dengan kekuatan yang cukup untuk penentuan dan pengukuran, juga harus memancarkan cahaya berkesinambungan yang berarti harus mengandung semua panjang gelombang dari daerah yang dipakai. Kekuatan sinar radiasi harus konstan selama waktu yang diperlukan. Sumber Cahaya Tampak yang paling umum dipakai adalah lampu Wolfram. Sedangkan sumber radiasi Ultra-violet biasa dipergunakan lampu Hidrogen atau Deuterium yang terdiri dari tabung kaca dengan jendela dari kwartz yang mengandung Hidrogen dengan tekanan tinggi. Oleh karena kaca menyerap radiasi Ultra-violet, maka sistim optik Spektrofotometer Ultra-Violet dan sel harus dibuat dari bahan kwartz.

Monokromator dipergunakan untuk memisahkan radiasi ke dalam komponen-komponen panjang gelombang dan dapat memisahkan bagian spektrum yang diinginkan dari lainnya. Sel absorpsi dipakai dari bahan silika, kuvet dan plastik banyak dipakai untuk daerah Sinar Tampak. Kualitas data absorbans sangat tergantung pada cara pemakaian dan pemeliharaan sel. Sidik jari, lemak atau pengendapan zat pengotor pada dinding sel akan mengurangi transmisi. Jadi sel-sel itu harus bersih sekali sebelum dipakai (Glasston 1960; Pecsok dkk, 1976; Skoog dan West 1971).

Detektor dipergunakan untuk menghasilkan signal elektrik. Dimana signal elektrik ini sebanding dengan cahaya yang diserap. Signal elektrik ini kemudian dialirkan ke alat pengukur (Glasston 1960; Pecsok dkk, 1976; Skoog dan West 1971; Triyati, 1985). Rekorder dipergunakan untuk mencatat data hasil pengukuran dari detektor, yang dinyatakan dengan angka. Prinsip kerja Spektrofotometer Uv-Vis suatu sumber cahaya; dipancarkan melalui monokromator. Monokromator menguraikan sinar yang masuk dari sumber cahaya tersebut menjadi pita-pita panjang gelombang yang diinginkan untuk pengukuran suatu zat tertentu, yang menunjukkan bahwa setiap gugus kromofor mempunyai panjang gelombang maksimum yang berbeda. Dari monokromator tadi cahaya/energi radiasi diteruskan dan diserap oleh suatu larutan yang akan diperiksa di dalam kuvet. Kemudian jumlah cahaya yang diserap oleh larutan akan menghasilkan signal elektrik pada detektor, yang mana signal elektrik ini sebanding dengan cahaya yang diserap oleh larutan tersebut. Besarnya signal elektrik yang dialirkan ke pencatat dapat dilihat sebagai angka (Triyati, 1985).

Dalam analisis Spektrofotometri Ultraviolet dan Sinar Tampak harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut, karena berhubungan dengan warna (Glasston 1960; Pecsok dkk., 1976; Skoog dan West, 1971).

1. Kestabilan warna

Sedapat mungkin warna yang dihasilkan stabil untuk beberapa lama.

2. Reaksi warna yang spesifik.

Sebaiknya dipakai reaksi warna yang spesifik untuk unsur tertentu, sehingga adanya unsur-unsur lain tidak mengganggu dan pemisahan tidak perlu dilakukan.

3. Sifat zat warna

Kalau zat warna yang terbentuk berada dalam keadaan tertutup dan segera diperiksa karena penguapan akan menyebabkan pemekatan larutan.

4. Sensitif

Sensitif yaitu dengan perubahan konsentrasi yang kecil, akan menyebabkan pemekatan larutan.

5. Larutan homogen

Larutan yang homogen akan mengabsorpsi cahaya di setiap bagian sama.