

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.18/1999 Jo.PP85/1999, limbah didefinisikan sebagai sisa atau buangan dari suatu usaha dan atau kegiatan manusia. Limbah adalah bahan buangan tidak terpakai yang berdampak negatif terhadap masyarakat jika tidak dikelola dengan baik. Limbah industri maupun rumah tangga (domestik) apabila tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan. Bahan yang sering ditemukan dalam limbah antara lain senyawa organik yang dapat biodegradasi, senyawa organik yang mudah menguap, senyawa organik yang sulit terurai, logam berat yang toksik, padatan tersuspensi, nutrien, mikrobia pathogen, dan parasit (Waluyo, 2010).

Menurut Abdurrahman (2006), berdasarkan wujud limbah yang dihasilkan, limbah terbagi 3 yaitu :

1. Limbah Padat

Limbah padat adalah limbah yang memiliki wujud padat yang bersifat kering dan tidak dapat berpindah kecuali dipindahkan. Limbah padat ini biasanya berasal dari sisa makanan, sayuran, potongan kayu, ampas hasil industri, dan lain-lain.

2. Limbah Cair

Limbah cair adalah limbah yang memiliki wujud cair. Limbah cair ini selalu larut dalam air dan selalu berpindah (kecuali ditempatkan pada wadah/bak). Contoh dari limbah cair ini adalah air bekas cuci pakaian dan piring, limbah cair dari industri, dan lain-lain.

3. Limbah Gas

Limbah gas adalah limbah yang berwujud gas. Limbah gas bisa dilihat dalam bentuk asap dan selalu bergerak sehingga penyebarannya luas. Contoh dari limbah gas adalah gas buangan kendaraan bermotor, buangan gas dari hasil industri.

2.2 Limbah Rumah Tangga

Berdasarkan Peraturan Pemerintah nomor 81 Tahun 2012, sampah rumah tangga adalah sampah yang berasal dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga yang tidak termasuk tinjau dan sampah spesifik. Dalam pengelolaan limbah atau sampah rumah tangga hambatan yang sering terjadi dalam pengolahannya yakni seperti kurangnya tingkat kepedulian dari lingkungan rumah tangga itu sendiri, serta kurangnya tempat-tempat pembuangan sampah. Beberapa cara pengelolaan sampah/limbah rumah tangga yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan perencanaan yang baik terhadap pengelolaan sampah/limbah tersebut seperti daur ulang, pembakaran, pemisahan, pengomposan, dan pembusukan (Rosmidah Hasibuan, 2016). Sumber limbah rumah tangga terbagi menjadi 2 yaitu limbah organik dan limbah anorganik.

2.3 Limbah Organik

Limbah organik merupakan limbah yang dapat diuraikan secara sempurna melalui proses biologi baik aerob maupun anaerob. Limbah organik yang dapat diurai melalui proses biologi mudah membusuk, seperti sisa makanan, sayuran, potongan kayu, daun-daun kering, dan sebagainya. Limbah organik dapat mengalami pelapukan (dekomposisi) dan terurai menjadi bahan kecil dan berbau (Latifah, 2011).



Gambar 2.1 Limbah Organik Rumah Tangga

Sumber: idntimes.com

Secara umum limbah organik rumah tangga merupakan limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga berupa sisa-sisa sayuran maupun limbah buah seperti kulit, biji-bijian, bisa juga berupa kertas, kardus, atau karton. Pengolahan limbah rumah tanggat yang tepat sangat diperlukan untuk menghindari terjadinya pencemaran terhadap lingkungan (Dahruji, dkk., 2017).

Pencemaran lingkungan umumnya disebabkan oleh berbagai jenis sampah salah satunya yaitu sampah rumah tangga organik yang merupakan zat-zat atau benda-benda dari hasil kegiatan manusia seperti daun kering, sisa makanan (sayur-sayuran dan buah-buahan) yang sudah tidak dapat digunakan lagi. Sampah rumah tangga organik sampai saat ini masih menjadi permasalahan yang belum dapat diatasi dengan baik dan benar. Keadaan sampah yang semakin hari menjadi banyak dan menumpuk mengakibatkan terjadinya pencemaran terhadap lingkungan di sekitarnya. Pembusukan sampah organik dalam suasana anaerob (tanpa oksigen) akan menimbulkan bau tak sedap terhadap lingkungan. Sampah organik yang mengandung kandungan protein yang tinggi akan meningkatkan bau yang dihasilkannya, karena protein yang mengandung gugus amin itu akan terurai menjadi gas amonia (Hasibuan, 2016).

Maka dari itu, limbah organik rumah tangga sebaiknya diolah kembali menjadi produk serbaguna seperti *eco-enzyme* agar tidak mencemari lingkungan. Jenis limbah organik yang dapat digunakan ialah limbah dapur berupa sisa sayuran seperti kol, sawi, dan jenis sayur lainnya. Selain itu sisa-sisa buah seperti kulit ataupun biji buah juga dapat digunakan. Jenis buah yang dapat digunakan seperti jeruk, nanas, pepaya, mangga ataupun sisa buah lainnya. Dalam pembuatan produk *eco-enzyme* ini, limbah yang digunakan berupa kulit jeruk, kulit nanas, kulit pepaya, dan limbah sisa sayuran berupa kol (kubis).

2.3.1 Kulit Jeruk

Kulit jeruk mengandung beberapa senyawa yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut, seperti kandungan minyak atsiri di dalamnya. Kulit jeruk mengandung berbagai zat, yang paling dominan adalah minyak atsiri dan pektin (Friatna, dkk, 2011). Minyak atsiri dalam kulit jeruk memiliki kandungan yang dapat memberikan efek menenangkan. Minyak atsiri yang tercium melalui hidung akan

melewati reseptor penangkap aroma. Reseptor akan mengirimkan sinyal-sinyal kimiawi ke otak dan akan mengatur emosi seseorang, sehingga minyak atsiri biasa digunakan pada campuran aromaterapi pada bidang kesehatan (Rusli, 2010).



Gambar 2.2 Kulit Jeruk

Sumber: Harismi, 2019.

Menurut Istianto dan Muryati (2014), kulit jeruk manis mengandung minyak atsiri. Kandungan minyak atsiri pada kulit jeruk sebesar 2,49%. Secara kimiawi, kulit jeruk mengandung atsiri yang terdiri atas komponen seperti terpen, sesquiterpen, aldehida, ester dan sterol. Kandungan terbesar yang ada pada minyak atsiri jeruk adalah limonen sebanyak 70-92% tergantung dari jenis jeruknya (Naibaho, 2010). 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 dan Muryati, 2014). Kulit jeruk juga mengandung pektin sebesar 15-25%. Pektin merupakan polimer asam yang ada pada kulit buah. Pektin dapat membentuk gel bila dicampur dengan gula pada suhu tinggi (Regiandira, 2015).

2.3.2 Kulit Nanas

Kulit nanas merupakan produk hasil olahan industri yang terdiri dari sisa daging buah, kulit, dan kulit terluar, Jika kulit nanas tidak dimanfaatkan bisa menyebabkan pencemaran lingkungan (Audies, 2015). Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2012 melaporkan bahwa produksi nanas di Kampar mencapai 25.652

ton/tahun, sehingga dapat diasumsikan bahwa produksi limbah nanas mencapai 17.956 ton/tahun.

Proporsi limbah pengalengan buah nanas terdiri dari 56% kulit, 17% mahkota, 15% pucuk, 5% hati, 2% hiasan dan ampas nanas (Murni dkk., 2008). Limbah nanas telah terbukti menjadi pakan alternatif yang layak untuk digunakan sebagai sumber serat pada sapi lokal Thailand. Limbah nanas memiliki manfaat diantaranya dalam hal peningkatan kepadatan kalori, nilai pencernaan dan pemanfaatan pakan dibandingkan dengan jerami pangola (Suksathit, 2011).



Gambar 2.3 Kulit Nanas

Sumber: Kusmiadi, 2017

Kulit buah nanas mempunyai kandungan zat aktif diantaranya adalah antosianin, vitamin C dan flavonoid (Angraeni dan Rahmawati, 2014). Selain itu terdapat enzim bromelin dan tannin (Caesarita, 2011). Menurut penelitian Yeragamreddy, dkk.. (2013), menyatakan bahwa kulit nanas positif mengandung tanin, saponin, steroid, flavonoid, fenol dan senyawa-senyawa lainnya yang disajikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 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.

Mardalena, dkk. (2011), melaporkan bahwa kulit buah nanas mengandung total antioksidan sebesar 38,95 mg/100 gr dengan komponen bioaktif berupa vitamin C sebesar 24,40 mg/100 gr, beta karoten sebesar 59,98 ppm, flavonoid 3,47%, kuersetin 1,48%, fenol 32,69 ppm dan saponin 5,29%.

Kulit nanas mengandung enzim bromelin sebanyak 0,050-0,0754% (Murniati cit Ulya, 2014). 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 (Kumaunang dan Kamu, 2011). Enzim bromelin bisa digunakan sebagai efek antibakteri yang menekan pertumbuhan bakteri secara bakteriosida maupun bakteriostatik. 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 (Rakhmanda, 2008). 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). Kegunaan lain dari enzim bromelin adalah memperlancar pencernaan protein, menyembuhkan artritis, sembelit, infeksi

saluran pernafasan, angina, dan trauma (Wuryanti, 2006). Bromelin telah terbukti menunjukkan berbagai aktivitas fibrinolitik, antiedematous, antitrombotik, dan kegiatan anti-inflamasi baik in vitro dan in vivo.

Tanin mempunyai aktivitas sebagai antibakteri (Roslizawaty dkk, 2013). Kulit buah nanas telah dilakukan tes phytochemical dan menunjukkan 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 (Rakhmanda, 2008). Senyawa flavonoid mampu berperan secara langsung sebagai antibiotik dengan mengganggu fungsi organisme seperti bakteri atau virus (Subroto dan Saputro, 2006). Flavonoid mengakibatkan transpor nutrisi yang menyebabkan timbulnya efek toksik terhadap bakteri dan perubahan komponen organik (Angraeni dan Rahmawati, 2014).Antosianin dipercaya berperan dalam sistem biologis, termasuk kemampuan sebagai pengikat radikal bebas (Smith cit Arviani, 2010). Antosianin merupakan senyawa flavonoid yang memiliki kemampuan sebagai antioksidan (Santoso cit 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 (Mahyanti, 2007).

Pada penelitian Suerni dkk, (2013), menyatakan bahwa dalam buah nanas mengandung senyawa saponin yang merupakan salah satu penyebab dihasilkannya zona hambat pada uji daya hambat *Staphylococcus aureus*. Saponin dapat meningkatkan permeabilitas membran sel bakteri sehingga dapat mengubah struktur dan fungsi membran, mengganggu tegangan permukaan dinding sel, dan pada saat tegangan permukaan terganggu, saponin akan dengan mudah masuk ke dalam sel dan akan mengganggu metabolisme, kemudian menyebabkan denaturasi protein membran sehingga membran sel akan rusak dan lisis.

2.3.3 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.



Gambar 2.4 Kulit Pepaya

Sumber: Blogunik.com

Buah pepaya merupakan buah lokal Indonesia yang mempunyai berbagai manfaat. Secara empiris masyarakat di daerah Papua menggunakan kulit buah pepaya sebagai bahan penyembuh untuk menanggulangi ruam kulit, kulit yang terbakar sinar matahari berlebihan, dan menghilangkan noda hitam pengganggu di wajah. Kulit buah pepaya mengandung serat, abu, senyawa fenolik, vitamin C, beberapa material kalium, belerang dan tembaga (Santos, dkk., 2014). Pada penelitian Santos, dkk. (2014), analisis kandungan senyawa fenolik dan vitamin C kulit pepaya lebih tinggi dibanding dengan biji pepaya. Penelitian Ang Yee, dkk. (2012), kandungan antioksidan ekstrak kulit buah pepaya lebih tinggi dibanding dengan ekstrak biji buah pepaya. Selain itu, kulit buah pepaya mengandung enzim papain yang jauh lebih banyak terutama pada kulit buah yang masih muda, begitupun dengan senyawa metabolit sekunder lainnya seperti alkaloid, flavonoid, saponin, dan lain-lain. Senyawa ini jumlahnya akan semakin berkurang saat buah pepaya semakin matang. Selain enzim papain, kulit pepaya juga mengandung alkaloid karpina, glukosid, saponin, sakrosa, flavonoid, dextrosa dan lain-lain (Anonim artikel kesehatan, 2012).

2.3.4 Limbah Sisa Sayuran

Selama ini limbah sayuran menjadi sumber masalah bagi upaya mewujudkan kebersihan dan kesehatan masyarakat. Sampah dapur seperti sayur-sayuran dan buah-buahan merupakan bahan buangan yang biasanya dibuang secara open dumping tanpa pengelolaan lebih lanjut sehingga akan meninggalkan gangguan lingkungan dan bau tidak sedap.



Gambar 2.5 Kubis

Sumber: Dwiputra, 2020

Salah satu sayuran yang dapat digunakan dalam pembuatan *eco-enzyme* adalah kubis. Kubis (*Brassica leracea L*) merupakan sayuran daun yang cukup populer di Indonesia. Di beberapa daerah orang lebih sering menyebutnya sebagai kol. Kubis memiliki ciri khas membentuk krop (Saenab, 2010). Kubis mempunyai kandungan air yang tinggi, karbohidrat, protein, dan lemak (Latifah, 2011). Ditambahkan oleh Ongkowijoyo (2011), kubis tersebut juga mengandung serat, fosfor, besi, kalium, kalsium, vitamin A, vitamin C, dan Vitamin K. Selain mudah terdekomposisi, bahan ini juga kaya akan nutrisi yang dibutuhkan tanaman (Purwendro dan Nurhidayat, 2006).

2.4 Gula Merah

Gula merah adalah hasil olahan nira yang dibuat dalam bentuk padatan yang dicetak dengan tempurung kelapa atau bambu sehingga bentuknya silindris (Ningtya, dkk., 2013). Nira yang digunakan dalam pembuatan gula merah adalah nira yang telah melalui proses penguapan pada kadar airnya. Prinsip pembuatan gula adalah dengan menguapkan kadar air bahan baku hingga mencapai kadar air optimum pada pembuatan gula merah. Penguapan atau evaporasi air pada pembuatan gula merah dapat dilakukan dengan cara memanaskan bahan baku dalam wadah terbuka sampai mencapai kekentalan tertentu sehingga gula dapat dicetak (Nurlela, 2002).

Mutu gula merah dapat ditentukan berdasarkan warna, bentuk, dan kekerasan. Gula merah mempunyai tekstur yang kompak, tidak terlalu keras, sehingga mudah dipatahkan. Gula merah memiliki rasa manis dengan sedikit asam yang disebabkan karena adanya kandungan asam-asam organik di dalamnya. Kandungan asam-asam organik inilah yang menyebabkan gula merah mempunyai aroma yang khas. Rasa manis pada gula merah dikarenakan adanya kandungan beberapa jenis gula seperti sukrosa, fruktosa, glukosa, dan maltosa (Nurlela, 2002). Gula merah memiliki kandungan vitamin c, fosfor, kalium dan zat besi yang bagus untuk kesehatan tubuh.

Gula merah ini sendiri terdiri dari beberapa jenis tergantung dari bahan bakunya, diantaranya gula merah tebu, gula aren, gula kelapa, dan gula siwalan. Nilai gizi yang terdapat dari masing-masing jenis gula merah tersebut berbeda-beda tergantung pada bahan bakunya masing-masing. Nilai gizi yang terkandung

dalam setiap 100 gram beberapa jenis gula merah dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Nilai Gizi Beberapa Jenis Gula Merah

Komposisi (mg)	Gula Merah Tebu	Gula Aren	Gula Kelapa
Kalori	356,0	386,0	386,0
Protein	0,4	0,0	3,0
Lemak	0,5	0,0	10,0
Hidrat Arang	90,6	95,5	76,0
Kalsium	51,0	75,0	76,0
Fosfor	44,0	35,0	37,0
Besi	4,2	3,0	2,6
Vitamin A	0,0	0,0	0,0
Vitamin B1	0,02	0,0	0,0
Vitamin B2	0,03	0,0	0,0
Vitamin C	0,0	0,0	0,0
Air	7,4	9,0	10,0

Sumber: Tan (1980).

2.4.1 Gula Aren

Gula aren merupakan salah satu olahan makanan bersumber dari hasil pengolahan air nira yang berasal dari tandan bunga jantan pohon aren. Pengolahan nira hingga menjadi gula aren melalui proses perebusan hingga nira berubah menjadi cairan kental dan berwarna pekat. Bentuk, tekstur, warna dan rasanya mirip dengan gula merah/gula jawa, yang membedakan hanya bahan bakunya. Proses pembuatan gula aren umumnya lebih alami, sehingga zat-zat tertentu yang terkandung di dalamnya tidak mengalami kerusakan dan tetap utuh. Gula aren banyak dikonsumsi sebagai salah satu bahan pemanis alami yang cukup aman bagi tubuh. Selain itu, kandungan dalam gula aren tersebut cukup penting peranannya untuk membantu memenuhi kebutuhan tubuh akan nutrisi tertentu (Santoso, dkk.,1988).



Gambar 2.6 Gula Merah

Sumber: Indra, 2020.

Ciri-ciri gula aren asli dan yang dicampur bahan lain dapat dibedakan secara fisik, yaitu: (Lutony, 1993)

- a. Gula aren asli lebih halus dibandingkan gula aren dengan campuran bahan lain.
- b. Gula aren asli rasa manisnya seperti rasa legit dan tidak membuat batuk, sedangkan gula aren yang dicampur bahan lain memiliki rasa yang sangat manis (karena menggunakan pemanis sintetis) dan agak pahit jika dimakan.
- c. Gula aren asli jika dipotong/diiris kemudian dibiarkan akan lembut dan akan lengket, sedangkan gula aren yang telah dicampur bahan lain jika dipotong/diiris kemudian dibiarkan tidak akan terlalu lengket.
- d. Dilihat dari warnanya gula aren yang asli lebih menyatu, sedangkan yang telah dicampur bahan lain warnanya agak kusam.
- e. Gula aren asli memiliki aroma yang khas dan wanginya sangat menggugah selera. Namun gula yang telah menggunakan campuran aromanya tidak terlalu wangi.

Nira aren yang diolah menjadi gula aren harus memenuhi persyaratan pH 6 - 7,5 dan kadar brix diatas 17%, sehingga mutu gula aren yang dihasilkan baik (Phaichamnan, dkk., 2010).

2.4.2 Antioksidan Gula Aren

Antioksidan merupakan senyawa penting dalam menjaga kesehatan tubuh karena berfungsi sebagai penangkap radikal bebas yang banyak terbentuk dalam tubuh (Kumalaningsih, 2006). Antioksidan dalam bahan makanan dapat berasal dari kelompok yang terdiri atas satu atau lebih komponen pangan, substansi yang dibentuk dari reaksi selama pengolahan atau dari bahan tambahan pangan yang khusus diisolasi dari sumber-sumber alami dan ditambahkan ke dalam bahan makanan. Adanya antioksidan alami maupun sintetis dapat menghambat oksidasi lipid, mencegah kerusakan, perubahan dan degradasi komponen organik dalam bahan makanan sehingga dapat memperpanjang umur simpan (Rohdiana, 2001).

Antioksidan alami dapat diperoleh dari beragam sumber bahan pangan, seperti sayur-sayuran, buah-buahan, rempah-rempah, dan lain-lain. Contoh dari antioksidan alami adalah vitamin C, vitamin E, dan β -karoten. Menurut Santoso

(2005), senyawa antioksidan alami dalam tumbuhan umumnya adalah senyawa fenolik dan polifenolik, seperti golongan flavonoid, turunan asam sinamat, kumarin, tokoferol, dan asam-asam organik polifungsional. Golongan flavonoid yang memiliki fungsi sebagai antioksidan meliputi flavon, flavanol, isoflavon, katekin dan kalkon, sedangkan turunan asam sinamat meliputi asam kafeat, asam ferulat, asam klorogenat, dan lain-lain (Santoso, 2005).

Dalam gula aren terdapat kandungan antioksidan dalam jumlah yang banyak. Kandungan antioksidan tersebut mempunyai kemampuan untuk menangkal radikal bebas, sehingga dapat melindungi tubuh dari ancaman penyakit yang berbahaya seperti kanker kulit (Suheri, 2016). Menurut Rosida (2000) dalam Nuraini, dkk (2014), gula merah mengandung asam amino bebas yaitu, lisin, tryptophan, asam glutamate, asam aspartate, alanine dan glisin. gula merah aren memiliki komposisi kimia yaitu kadar air 9,16%, sukrosa 84,31%, gula pereduksi 0,53%, lemak 0,11%, protein 2,28%, total mineral 3,66%, kalsium 1,35 % dan fosfor 1,37% (BPTP Banten, 2005).

Pada proses fermentasi, gula merah berperan penting dalam hasil produksi *eco-enzyme*. Hal ini dikarenakan, gula (sukrosa) memiliki peranan penting sebagai sumber nutrisi bagi pertumbuhan bakteri, dimana semakin tinggi kandungan sukrosa semakin banyak pula volume yang dihasilkan setelah proses fermentasi (Pemabyun, 2002). Pernyataan tersebut selaras dengan hasil penelitian Rumokoi (1990), yang menyatakan bahwa gula merah mengandung sukrosa kurang lebih 84%, sehingga gula merah mampu menyediakan energi yang lebih tinggi dibandingkan gula lainnya.

2.5 *Eco-enzyme*

Eco-enzyme dikembangkan pertama kali oleh Dr. Rasukan Poompanvong yang berasal dari Negara Thailand (Baharu, 2018). *Eco-enzyme* merupakan cairan multifungsi yang dihasilkan dari hasil fermentasi limbah atau sampah organik, gula merah atau gula pasir, dan air (Megah, dkk, 2017). Pembuatan *eco-enzyme* memberikan dampak yang luas bagi lingkungan secara global maupun ditinjau dari segi ekonomi. Ditinjau dari manfaatnya terhadap lingkungan, selama proses fermentasi berlangsung (dimulai dari hari pertama) akan menghasilkan dan melepaskan gas O₃ yang dikenal sebagai ozon. Ozon ini akan bekerja dibawah

lapisan stratosfer untuk mengurangi gas rumah kaca dan logam berat yang terkandung di atmosfer. Selain itu juga dihasilkan gas NO_3 dan CO_3 yang dibutuhkan oleh tanah sebagai nutrisi untuk tanaman (Larasati, dkk., 2020).



Gambar 2.7 *Eco-enzyme*

Sumber: Belitung Tribun News, 2020

Cairan *eco-enzyme* ini berwarna coklat gelap dan memiliki aroma yang asam segar yang kuat (Hemalatha, 2020). Cairan *eco-enzyme* memiliki kandungan alkohol dan asam asetat. Alkohol dan asam asetat dihasilkan dari proses metabolisme bakteri yang secara alami terdapat dalam sisa buah dan sayur. Proses metabolisme anaerobik, atau disebut juga fermentasi, merupakan upaya bakteri untuk memperoleh energi dari karbohidrat dalam kondisi anaerobik (tanpa oksigen) dan dengan produk sampingan (*byproduct*) berupa alkohol atau asam asetat (tergantung jenis mikroorganismenya). Fungi dan beberapa jenis bakteri menghasilkan alkohol dalam proses fermentasi, sedangkan kebanyakan bakteri menghasilkan asam asetat. Proses fermentasi ini merupakan hasil dari aktivitas enzim yang terkandung dalam bakteri atau fungi. Dalam proses pembuatan *eco-enzyme*, antara alkohol, asam asetat, atau keduanya dapat dihasilkan, tergantung jenis mikroorganismenya yang terdapat pada sampah organik (Larasati, dkk., 2020).

Keistimewaan *eco-enzyme* adalah tidak memerlukan lahan yang luas untuk proses fermentasi, bahkan produk ini tidak memerlukan bak komposter dengan spesifikasi tertentu. Botol-botol bekas air mineral maupun bekas produk lain yang sudah tidak digunakan dapat dimanfaatkan kembali sebagai tangki fermentasi *eco-enzyme*. Hal ini juga mendukung konsep reuse dalam menyelamatkan lingkungan. Fermentasi *eco-enzyme* dapat menggunakan media atau wadah seukuran botol

sehingga dapat menghemat tempat pengolahan serta dapat diterapkan di rumah (Lutfiyah., dkk. 2010).

2.6 Mekanisme Pembentukan *Eco-enzyme*

Proses fermentasi dari pembentukan *eco-enzyme* yakni 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). Enzim sampah memiliki kekuatan tertinggi untuk mengurangi atau menghambat pathogen karena sifat asam dari enzim sampah membantu mengekstraksi enzim ekstraseluler dari limbah organik ke dalam larutan selama fermentasi (Bhavani Prakash, 2011). Selama proses fermentasi, berlangsung reaksi:



Dalam proses fermentasi glukosa dirombak untuk menghasilkan asam piruvat. Asam piruvat dalam kondisi anaerob akan mengalami penguraian oleh piruvat dekarbosisilase menjadi asetaldehid, selanjutnya asetaldehid diubah oleh alkohol dehidrogenase 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.

2.7 Produk *Eco-Enzyme* dan Pengemasan

Eco Enzyme siap untuk dipanen dengan cara disaring dan disimpan di wadah tertutup. Waktu minimum pemanenan *eco-enzyme* yakni 90 hari, dikarenakan pada bulan pertama fermentasi *eco-enzyme* menghasilkan alkohol. Pada bulan kedua, cairan yang dihasilkan berupa asam asetat, dan pada bulan

ketiga cairan fermentasi sudah menghasilkan *enzyme*. Hasil panen *Eco- Enzyme* dapat dikemas di botol kaca atau plastik bertutup rapat. *Eco-Enzyme* juga dapat dikemas menggunakan botol-botol bekas, toples bekas, jerigen bekas, hal ini bertujuan agar terbiasa memanfaatkan barang daur ulang supaya tidak menciptakan sampah baru (Modul *Eco-Enzyme*, 2020). Standar baik *eco-enzyme* yang memenuhi syarat mutu dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Standar Mutu *Eco-Enzyme*

Jenis Uji	Persyaratan
pH	<4,0
Aroma	Asam Segar Khas Fermentasi

Sumber: Modul Belajar Pembuatan *Eco-Enzyme*, 2020.

2.8 Manfaat *Eco-Enzyme*

Hasil akhir *eco-enzyme* menghasilkan residu tersuspensi di bagian bawah yang merupakan sisa sayur dan buah. Residu dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Liquid *eco-enzyme* itu sendiri, dapat dimanfaatkan sebagai: (Rochyani, dkk., 2020).

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.

Selain itu, ampas dari *eco-enzyme* yang sudah dipanen juga bisa dimanfaatkan, yaitu:

1. Bahan fermentasi *eco-enzyme* yang baru (sebagian kecil saja), untuk bisa mempercepat proses fermentasi *eco-enzyme* yang baru.
2. Membersihkan saluran kloset dengan cara diblender halus kemudian dituang ke kloset pada malam hari.
3. Mengusir tikus dengan cara dikeringkan dan ditaruh di tempat di mana tikus suka berada.

4. Mengharumkan mobil. Caranya adalah dengan dikeringkan dan dimasukkan ke dalam tas kain kecil.
5. Sebagai pupuk tanaman organik.

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. Selain itu, kandungan *Enzyme* itu sendiri adalah Lipase, Tripsin, Amilase yang 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 & Sulaeman, 2009).

2.9 Hand Sanitizer

Hand Sanitizer merupakan cairan pembersih tangan berbahan dasar alkohol yang digunakan untuk membunuh mikroorganisme dengan cara pemakaian tanpa dibilas dengan air. Di dalam cairan ini terdapat berbagai kandungan yang sangat cepat membunuh mikroorganisme yang ada di kulit tangan (Benjamin, 2010). Sediaan *hand sanitizer* merupakan pembersih tangan yang praktis dan mudah dibawa kemana-mana serta memiliki kandungan antiseptik. *Hand sanitizer* sering digunakan juga dalam keadaan darurat ketika air tidak dapat ditemukan. Kandungan antiseptik yang terdapat di dalam *hand sanitizer* umumnya berupa ethyl alcohol 62%, pelembut dan pelembab (Shu, 2013).

Terdapat dua jenis *hand sanitizer* yaitu *hand sanitizer* gel dan *hand sanitizer* spray. *Hand sanitizer* gel merupakan pembersih tangan berbentuk gel yang berguna untuk membersihkan kuman pada tangan, mengandung bahan aktif alkohol 60%. *Hand sanitizer* spray merupakan pembersih tangan berbentuk spray untuk membersihkan atau menghilangkan kuman pada tangan. *Hand sanitizer* yang berbentuk cair atau spray lebih efektif dibandingkan *hand sanitizer* gel dalam menurunkan angka kuman (Diana, 2012).

SNI *Hand Sanitizer* Gel pembersih tangan atau *Hand sanitizer* ini juga dikenal dengan detergen sintetik cair pembersih tangan merupakan sediaan pembersih yang dibuat dari bahan aktif detergen sintetik dengan atau tanpa penambahan zat lain yang tidak menimbulkan iritasi pada kulit (SNI, 1992). Di negara berkembang, detergen sintetik telah menggantikan sabun sebagai bahan kebersihan. Di Indonesia, syarat mutu detergen sintetik cair pembersih tangan diatur berdasarkan SNI 06-2588-1992 yang dapat dilihat dalam tabel 2.4.

Tabel 2.4 Standar Mutu *Hand Sanitizer*

No	Jenis Uji	Persyaratan
1	Kadar Zat Aktif	Min. 5,0%
2	pH	4,5-8,0
3	Emulsi Cairan	Stabil
4	Zat Tambahan	Sesuai Peraturan Yang Berlaku

Menurut Marriot (1999), *hand sanitizer* yang ideal harus memiliki beberapa hal seperti dibawah ini :

1. Memiliki sifat menghancurkan mikroba, aktivitas spektrum melawan fase vegetatif bakteri, kapang, dan khamir.
2. Tahan terhadap lingkungan (efektif pada lingkungan yang mengandung bahan organik, deterjen, sisa sabun, kesadahan air, dan perbedaan pH).
3. Mampu membersihkan dengan baik.
4. Tidak beracun dan tidak menimbulkan iritasi.
5. Larut dalam air dalam berbagai konsentrasi.
6. Bau dapat diterima.
7. Konsentrasi stabil, mudah digunakan dan tidak mahal.
8. Mudah pengukurannya jika digunakan dalam larutan.

2.10 Antiseptik

Antiseptik adalah senyawa kimia yang digunakan untuk membunuh atau menghambat pertumbuhan bakteri. Penggunaan *hand sanitizer* dengan cara ditetaskan atau disemprotkan pada telapak tangan bertujuan untuk menjaga tubuh terhindar dari berbagai penyakit khususnya infeksi. Antiseptik berbeda dengan antibiotik dan disinfektan, perbedaannya yaitu antibiotik digunakan untuk membunuh mikroorganisme di dalam tubuh dengan cara merusak dinding

sel mikroorganisme, disinfektan digunakan untuk membunuh mikroorganisme pada benda mati, sedangkan antiseptik digunakan untuk membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme dengan cara mengoksidasi protein didalam tubuh mikroorganisme.

Antiseptik yang kuat dan dapat mengiritasi jaringan kemungkinan dapat dialih fungsikan menjadi disinfektan contohnya adalah fenol yang dapat digunakan baik sebagai antiseptik maupun disinfektan. Penggunaan antiseptik sangat direkomendasikan ketika terjadi epidemi penyakit karena dapat memperlambat penyebaran penyakit (Retnosari dkk, 2006).

2.11 Bakteri

Kuman atau bakteri adalah suatu makhluk hidup yang terdiri dari satu sel dan dapat memperbanyak diri dengan cepat, terutama bila terdapat pada suasana yang baik dan sesuai di dalam media dimana makanan tersedia untuk kuman. Satu kuman akan berkembang biak menjadi sangat banyak dalam waktu yang singkat. Sebagai makhluk hidup, kuman dapat mengeluarkan bahan-bahan sisa dari hidupnya, berupa racun yang dapat membahayakan kelangsungan hidup manusia yang dihinggapinya oleh kuman tersebut (Hapsari, 2015).

Mikroba yang terdapat pada tangan biasanya berupa bakteri kapang, khamir, dan virus. Setiap orang memiliki rata-rata 150 bakteri atau kuman di telapak tangannya. Jenis kuman dalam jumlah besar yang terdapat di tangan adalah *Helobacter pylori* yang dapat menyebabkan maag, *Escherichia coli* yang dapat menyebabkan diare, *Salmonella sp.* yang dapat menyebabkan tipus dan diare (Khaeri, 2009). Kuman yang lain seperti *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus haemoliticus*, *Clostridium welchii*, *Pseudomonas spp.*, *Staphylococcus aeruginosa*, bakteri *Coliform*, *Staphylococcus epidermis*, *Proteus spp*, *Klebsiella spp.* dan *Entamoeba coli* (Rachmawati dan Yumna, 2008).

Bakteri *Staphylococcus aureus* memiliki potensi untuk menyebabkan penyakit saluran pernafasan, saluran pencernaan, dan infeksi melalui kulit. Bahan makanan yang kontak tangan langsung tanpa proses mencuci tangan, sangat berpotensi terkontaminasi *Staphylococcus aureus* (Hapsari, 2015).

Bakteri *Esherichia coli* dapat menyebabkan infeksi pada saluran pencernaan manusia, diantaranya enteroagregatif. Bakteri *Shigella* dapat menyebabkan infeksi saluran pencernaan. Bakteri mempunyai spektrum yang sangat luas. Makan disaat kondisi tangan kotor juga memicu hadirnya infeksi bakteri (Hapsari, 2015).