

UJI KANDUNGAN ASAM LAKTAT DI DALAM LIMBAH KUBIS DENGAN MENGGUNAKAN NaCl DAN CaCl₂

Kgs. Ahmad Roni, Netty Herawati
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Abstrak

Kubis (*Brassica olerace*) merupakan salah satu jenis sayuran yang banyak tumbuh di daerah dataran tinggi. Jenis kubis ada beberapa macam, diantaranya kubis putih dan kubis hijau. Selama ini kubis hanya dijual sebagai sayuran saja dalam jumlah kecil. Sayuran ini bersifat mudah rusak dan busuk, sehingga menghasilkan limbah (bau) yang menjadi suatu permasalahan di lingkungan. Limbah yang dihasilkan dari sayuran kubis yaitu limbah daun yang membusuk. Limbah inilah merupakan tempat hidupnya suatu bakteri yang di namakan *Lactobacillus brevis*, *Laktobacillus delbruckil*, *Laktobacillus fermentum*, *Lactobacillus plantarium*. *Laktobacillus* merupakan suatu mikroorganisme yang berfungsi dalam pembentukan asam laktat. Proses fermentasi asam laktat berlangsung dengan adanya aktifitas bakteri asam laktat tersebut (*laktobacillus*). Fermentasi asam laktat berlangsung secara spontan, karemn terjadi secara alamiah dengan memperhatikan kondisinya yaitu anaerobic dan penggunaan garam secukupnya. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk penambahan optimal penambahan garam, dan waktu fermentasi. Bahan baku yang digunakan adalah limbah kubis yang dipotong kecil-kecil kemudian dimasukkan kedalam wadah tertutup lalu ditambahkan garam dengan konsentrasi 3 % .Penyimpanan dilakukan selama 1, 4, 8, 12, 16 hari. Dari hasil pengamatan, analisa serta perhitungan yang dilakukan, diperoleh hasil konsentrasi NaCl untuk produksi asam laktat yaitu 3%. Sedangkan waktu fermetasi yang optimum didapatkan pada hari kedelapan dengan hasil % yield sebesar 84,96.

Kata kunci : kubis, asam laktat

PENDAHULUAN

Sebagai negara agraris beriklim tropis dengan curah hujan rata-rata tinggi, Indonesia kaya akan ragam jenis-jenis sayur-sayuran diantaranya adalah kubis, sawi, kangkung, wortel dan lain-lain. Seperti halnya jenis-jenis tanaman hortikultura lainnya, kubis bersifat mudah rusak, bila komoditi tersebut ditumpuk dalam suhu kamar, ternyata hanya tahan sampai beberapa hari karena mengalami pembusukan sehingga menghasilkan limbah yang menimbulkan permasalahan lingkungan. Untuk itu dilakukan usaha penanganan limbah sayuran kubis tersebut dengan mengolahnya menjadi suatu produk yaitu asam laktat dengan cara fermentasi (Mustakin, 1993). Fermentasi pada kubis dilakukan dengan cara menambahkan garam pada irisan-irisan kubis kemudian disimpan selama waktu yang telah ditetapkan.

Fermentasi asam laktat dari sayur-sayuran berlangsung secara spontan dan alamiah pada kondisi lingkungan memungkinkan terjadinya interaksi antara mikroba dan bahan organik yang sesuai dengan adanya penambahan garam. Mikroba dapat tumbuh pada suhu 10°C dan optimumnya pada suhu 30°C-40°C, konsentrasi larutan garam yang optimal untuk fermentasi adalah 3% (% b/v) mikroba tidak dapat tumbuh pada konsentrasi larutan garam 6,5% dengan pH 9,6.

Asam laktat yang dihasilkan dari fermentasi limbah sayur kubis ini digunakan untuk pengawetan ikan sebagaimana yang telah dilakukan oleh tim peneliti Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Padang pada Tahun 1994/1995, dimana mereka melakukan penelitian terhadap berbagai macam limbah sayuran (kubis, sawi, campuran) kemudian difermentasi.

Adapun tujuan dari penelitian adalah untuk menentukan kandungan asam laktat pada 50 gram sampel (kubis), dengan konsentrasi 3% dari berat sampel yakni 1,5 gram dengan menggunakan garam NaCl dan CaCl₂ dan menentukan data waktu yang optimum untuk menghasilkan % yield asam laktat dengan fermentor dan dengan zat NaCl dan CaCl₂

TINJAUAN PUSTAKA

Sayuran Kubis (*Brassica Oleraceae*)

Kubis yang dibudidayakan di Indonesia merupakan salah satu bentuk dari species *Brassica Oleraceae* dan family *Cruciferae*. Menurut sejarahnya bentuk liar kubis ini terdapat di sepanjang pantai-pantai laut tengah dan Jazirah Asia kecil atau Turki dan sebagai hasil evaluasinya terbentuklah bentuk-bentuk yang dibudidayakan saat ini.

Kubis yang ada di Indonesia ada dua tipe yaitu :

1. Tipe semusim (*annual type*), ialah tipe kubis yang dapat tumbuh berkrop, berhubungan dan tumbuh di daerah tropika pada umumnya dan di Indonesia pada khususnya
2. Tipe dwi musim (*biennial type*), ialah yang dapat tumbuh dan berkrop di daerah tropis namun tidak mampu berbunga secara alami di daerah tropika karena ketiadaan musim dingin untuk merangsang pembungaannya.

Berdasarkan tatanama botani, tanaman kubis diklasifikasikan ke dalam :

Divisio	: <i>Spermatophyta</i>
Sub Divisio	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dikotyledonae</i>
Famili	: <i>Cruciferae</i>
Genus	: <i>Brassica</i>
Species	: <i>Brassica Oleraceae L. Var. Cavital</i>

Kubis termasuk salah satu sayuran yang digemari oleh hampir setiap orang. Cita rasanya enak dan lezat yang mengandung gizi cukup tinggi, serta komposisinya lengkap, baik vitamin maupun mineral. Komposisi gizi kubis putih dan kubis hijau dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Komposisi gizi kubis hijau dan kubis putih

Komposisi gizi	Kubis Putih	Kubis Hijau
Kalori (cal)	25	25
Protein (gr)	2,7	2,4
Lemak (gr)	0,2	2,2
Karbohidrat (gr)	5,3	4,9
Kalsium (mg)	64	22
Fosfor (mg)	26	72
Zat besi (mg)	0,7	1,1
Natrium (mg)	8	-
Serat (mg)	0,9	-
Vitamin A (mg)	75	90
Vitamin B (mg)	0,1	0,11
Vitamin C (mg)	62	69
Air (gr)	-	91,7

Kubis hijau merupakan jenis kubis yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dibandingkan dengan kubis lainnya.

Jenis-jenis kubis

Kubis yang umumnya ditemui dipasaran adalah kubis berwarna putih kehijauan. Karena juga terdapat kubis yang berpenampilan lain, maka kubis yang umumnya dijumpai di pasaran disebut kubis putih (*B. Oleraceae var capitata L. falba Dc*) (Rukmana, 1994).

Jenis-jenis kubis yang ada dapat digunakan sebagai berikut (Mustakin, 1994) :

1. Kubis yang berwarna keunguan disebut kubis merah (*B. Oleraceae var capitata L. F. Rubra (L) Thell*)
2. Berdaun lebar disebut babat atau kubis savoy (*B. Oleraceae var sabauda L*)
3. Kubis bunga atau terkenal dengan "bloom-kol" (*B. Oleracea var botrytis L. subvar Cauliflower DC*). Broccoli (*B. Oleraceae var botrytis, Cysoma Lam*) seperti kubis bunga hanya bewarna hijau dan kuncup bunganya lebih besar.
4. Kalcan (*B. Oleraceae var gonglodes L*), bagian membentuk umbi (diameter umbi 5-7,5cm)
5. Kubis tunas (*B. Oleraceae var bammivera DC*), tunas ketiak daun tumbuh membulat membentuk krop kecil (diameter umbi 5cm)

Asam Laktat

Nama lain dari asam laktat adalah *asam 2-hidroksi propanoat, asam a hidroksi propanoat*, dengan rumus kimia $CH_3CHOHCOOH$. Asam laktat dapat diperoleh melalui fermentasi dari limbah kubis (sayuran dan buah yang banyak mengandung air). Asam laktat murni tidak berbau, tidak berwarna dan bersifat higroskopis pada suhu kamar. Sifat kimiawi dari asam laktat diantaranya adalah larutan dalam air, alkohol dan eter. Asam laktat tidak larut dalam klorofom, eter disulfida, dan karbon disulfide. Sedangkan sifat asam laktat antara lain adalah berat molekul asam laktat 90,08 gr/mol, densitasnya 1,2060 gr/ml, panas pembakarannya 3,615 cal/gr, titik beku 16,8 °C, berat jenisnya 1,249 dan tekanan 14 mmHg.

Asam laktat pertama kali ditemukan oleh Scheele seorang ahli kimia Swedia pada tahun 1780 yang diperolehnya dari susu, kemudian ditemukan pula asam laktat oleh ahli kimia Perancis Theard, Fourcroy, Vauquelin dan Boillon-Lagrange. Pabrik asam laktat kemudian didirikan pada tahun 1881 oleh Charles E. Avery di Littleton Mass, kemudian diikuti oleh negara lainya seperti : Inggris, Belanda dan Jerman.

Faktor-faktor yang penting dalam fermentasi asam laktat adalah kondisi anaerob (tanpa ada pengaruh udara luar), penggunaan garam secukupnya (3% b/v) yang dapat menyerap keluarnya cairan glukosa yang terdapat pada kubis, pengaturan suhu yang sesuai untuk fermentasi (suhu kamar) dan tersedianya bakteri asam laktat (*Lactobacillus*) (Mustakin, 1993).

Asam laktat digunakan secara luas di industr kimia, antara lain penggunaannya dalam industry makanan dan minuman, industri farmasi dan industri tekstil. Untuk industri makanan dan minuman biasanya diperlukan asam laktat berkadar 50-80%.

Adapun standar mutu asam laktat dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini :

Tabel 2. Standar mutu asam laktat

No	Standar Mutu	Ketetapan
1	PH	5 – 8
2	Warna	Tidak berwarna
3	Bau	Tidak berbau
4	Persentase	50% - 80%

Asam laktat dapat disimpan dalam botol kaca dan botol plastik. Asam laktat merupakan cairan yang tidak beracun dan dapat digunakan untuk industry makanan, namun jika kontak dengan mata atau kulit akan menimbulkan kerusakan, penanggulangannya dapat dilakukan dengan cara dicuci dengan air sampai bersih.

Asam laktat mempunyai sifat-sifat fisika dan kimia seperti dilihat pada Table 3 dibawah ini

Tabel 3. Sifat fisika dan kimia asam laktat

No	Sifat Fisika	Sifat Kimia
1	Titik didih pada 1 atm 122°C	Bersifat hygroskopis
2	Panas pembakaran 1361 KJ/mol	Larut dalam air, alkohol dan eter
3	Kapasitas panas (Cp) pada 20°C 190 J / mol°C	Densitas 1,2060 gr/mol

Sumber : Ilmu Pangan dan Gizi, 1987

Bakteri Asam Laktat

Proses fermentasi asam laktat berlangsung dengan adanya aktivitas bakteri asam laktat yaitu *Lactobaccillus*. Bakteri tersebut memiliki ketahanan yang tinggi terhadap kadar oksigen yang rendah dan sangat tahan terhadap asam.

Asam laktat yang dihasilkan dengan cara fermentasi tersebut akan menurunkan nilai pH dari lingkungan pertumbuhannya dan menimbulkan rasa asam, juga menghambat pertumbuhan

dari beberapa jenis mikroorganisme lainnya. Dua kelompok kecil mikroorganisme dikenal dari kelompok ini yaitu organisme-organisme yang bersifat *homofermentative* dan *heterofermentative*. Jenis-jenis homofermentative menghasilkan hanya asam laktat dan metabolisme gula dan jenis heterofermentative menghasilkan karbondioksida dan sedikit asam-asam lainnya, alkohol dan ester disamping asam laktat. Beberapa jenis bakteri yang penting dalam kelompok bakteri asam laktat yaitu :

1. *Streptococcus thermopiles*, *Streptococcus lactis* dan *Streptococcus cremoris*. Semua ini adalah bakteri berbentuk bulat yang terdapat sebagai rantai dan semuanya mempunyai nilai ekonomis penting dalam industri susu.
2. *Pediococcus cerevisae*. Bakteri ini berbentuk bulat, khususnya terdapat berpasangan atau berempetan (tetrads). Bakteri ini berperan penting dalam fermentasi sayuran dan daging.
3. *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc dextranicum*. Bakteri ini berbentuk bulat yang terdapat secara berpasangan atau rantai pendek. Bakteri-bakteri ini berperan penting dalam permulaan fermentasi sayuran juga ditemukan dalam sari buah, anggur dan bahan pangan lainnya.
4. *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus delbrueckii*. Bakteri ini berbentuk batang dan sering membentuk pasangan dan rantai dari sel-selnya. Jenis ini umumnya lebih tahan terhadap keadaan asam dari pada jenis-jenis *pediococcus* dan oleh karenanya menjadi lebih banyak terhadap pada tahapan terakhir dalam fermentasi tipe asam laktat.
5. *Lactobacillus acidophilus* adalah salah satu dari delapan genera umum dari bakteri asam laktat, tapi genus dan spesiesnya mempunyai karakteristik yang berbeda. Namun secara umum mereka merupakan bakteri gram positif berbentuk kokus atau batang, bersifat non motil, dan non spora yang memproduksi asam laktat sebagai produk utama dari metabolisme fermentasi dan menggunakan laktosa sebagai sumber karbon utama dalam memproduksi energi. *Lactobacillus acidophilus* dapat tumbuh baik dengan oksigen ataupun tanpa oksigen, dan bakteri ini dapat hidup pada lingkungan yang sangat asam sekalipun, seperti pH 4-5 atau di bawahnya dan bakteri ini merupakan bakteri homofermentatif yaitu bakteri yang memproduksi asam laktat sebagai satu-satunya produk akhir. Bakteri ini merupakan bakteri *Lactobacillus* yang dikenal sangat baik.

Mikroorganisme

Mikroorganisme yang dipakai pada penelitian ini adalah *Lactobacillus*. *Lactobacillus* yang merupakan genus bakteri gram-positif, anaerobic fakultatif atau mikroaerofilik. Genus bakteri ini membentuk sebagian besar dari kelompok bakteriasam laktat, dinamakan demikian karena kebanyakan anggotanya dapat merubah laktosa dan gula lainnya menjadi asam laktat. Kebanyakan dari bakteri ini umum dan tidak berbahaya bagi kesehatan.

Dalam manusia, bakteri ini dapat ditemukan di dalam vagina dan sistem pencernaan, dimana mereka bersimbiosis dan merupakan sebagian kecil dari flora usus. Banyak spesies dari *Lactobacillus* memiliki kemampuan membusukkan materi tanaman yang sangat baik. Produksi asam laktatnya membuat lingkungannya bersifat asam dan mengganggu pertumbuhan beberapa bakteri merugikan. Beberapa anggota genus ini telah memiliki genom sendiri. Banyak *Lactobacillus* bersifat tak umum, bakteri ini bekerja secara metabolisme homofermentatif (hanya membentuk asam laktat dari gula, bandingkan dengan *laktobasili* heterofermentatif yang dapat membentuk alkohol atau asam laktat dari gula) dan juga aerotoleran, walaupun tak memiliki sama sekali rantai pernafasan. Aerotoleransi ini bergantung pada mangan dan telah diteliti sebagai *Lactobacillus*

plantarum. Banyak *Lactobacillus* tidak memerlukan besi untuk pertumbuhan dan memiliki toleransi hidrogen peroksida yang sangat tinggi.

Lactobacillus plantarum

Lactobacillus plantarum merupakan salah satu jenis BAL homofermentatif dengan temperatur optimal lebih rendah dari 37°C. *L. plantarum* berbentuk batang (0,5-1,5 s/d 1,0-10 μ m) dan tidak bergerak (nonmotil). Bakteri ini memiliki sifat katalase negatif, aerob atau fakultatif anaerob, mampu mencairkan gelatin, cepat mencerna protein, tidak mereduksi nitrat, toleran terhadap asam, dan mampu memproduksi asam laktat. Dalam media agar, *L. plantarum* membentuk koloni berukuran 2-3 mm, berwarna putih opaque, konveks, dan dikenal sebagai bakteri pembentuk asam laktat.

L. plantarum mampu merombak senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan hasil akhirnya yaitu asam laktat. Menurut Buckle et al. (1978) asam laktat dapat menghasilkan pH yang rendah pada substrat sehingga menimbulkan suasana asam. *L. plantarum* dapat meningkatkan keasaman sebesar 1,5 sampai 2,0% pada substrat. Dalam keadaan asam *L. plantarum* memiliki kemampuan untuk menghambat bakteri patogen dan bakteri pembusuk. Pertumbuhan *L. Plantarum* dapat menghambat kontaminasi dari mikroorganisme patogen dan penghasil racun karena kemampuannya untuk menghasilkan asam laktat dan menurunkan pH substrat, selain itu BAL dapat menghasilkan hidrogen peroksida yang dapat berfungsi sebagai antibakteri.

Proses Fermentasi

Proses fermentasi merupakan suatu proses memanfaatkan mikroorganisme sebagai katalis yang disebut juga biokatalis. Lamanya proses katalis fermentasi tergantung pada kemampuan hidup suatu mikroorganisme didalam substrat. Pada fermentasi asam laktat memakai pola pertumbuhan dan pembentukan produk tipe yaitu pola pertumbuhan minimum yang diikuti oleh pembentukan produk minimum dan selanjutnya pembentukan produk maksimum pada saat laju pertumbuhan minimum (*mixed-growth associated*).

Faktor pengendalian proses yang digunakan antara lain :

1. pH. Setiap mikroorganisme mempunyai pH optimum tertentu untuk dapat tumbuh dengan cepat. pH 3–4 merupakan kondisi yang baik untuk pertumbuhan mikroba, terutama bakteri asam laktat seperti *lactobacillus* dan *streptococcus*. Prinsip dasar pengaturan pH adalah dengan penambahan asam atau basa. Bila pH proses turun dari pH yang ditetapkan atau pH proses menjadi asam maka untuk meningkatkannya dilakukan dengan penambahan basa sehingga pH cairan sesuai dengan pH yang ditetapkan.
2. Suhu mempengaruhi laju reaksi, namun bila suhu terlalu tinggi untuk pertumbuhan mikroorganisme maka dapat menyebabkan kerusakan terhadap enzim. Akibatnya akan mempengaruhi aktivitas enzim tersebut. Bila suhu terlalu rendah akan mengakibatkan aktivitas enzim terhambat. Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan pertumbuhan mikroorganisme harus dilakukan proses fermentasi pada kondisi suhu optimum. Suhu yang optimum untuk proses fermentasi ini adalah berkisar antara 30-35°C yaitu pada keadaan termofilik. Pengendalian suhu dalam proses fermentasi dapat dilakukan dengan mengukur selisih suhu cairan didalam sistem fermentasi dengan suhu lingkungan.

3. Aerasi dan agitasi. Aerasi merupakan pemasokan oksigen dalam media cair yang dapat dilakukan dengan jalan mengalirkan oksigen. Tujuan dari pemasokan oksigen adalah untuk mencegah terjadinya defisit oksigen selama fermentasi berlangsung. Agitasi merupakan penyeragaman distribusi oksigen bebas didalam media cair dilakukan dengan jalan pengadukan. Perpindahan oksigen yang terjadi dalam sistem fermentasi bawah permukaan melalui beberapa tahap yaitu fasa gas ke fasa cair dan selanjutnya ke sel mikroorganisme yang terdapat dalam media cair fermentasi. Aerasi dan agitasi sangat berguna untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut dan mencegah terjadi akumulasi asam laktat pada medium fermentasi. Proses fermentasi berlangsung secara anaerob yaitu tanpa adanya oksigen bebas, sumber oksigennya berasal dari oksigen yang terbentuk akibat biotransformasi senyawa-senyawa organik yang terjadi selama proses fermentasi berlangsung.
4. Fermentor merupakan wadah tempat berlangsungnya pertumbuhan mikroorganisme dan pembentukan produk selama proses fermentasi berlangsung. Fermentor atau bioreaktor yang digunakan pada penelitian ini adalah fermentor batch (curah), yang mana proses fermentasi berlangsung secara tertutup tanpa ada penambahan umpan atau nutrien ke dalam media fermentasi, produk yang dihasilkan diambil setelah proses fermentasi berakhir.

Kegunaan asam laktat

Asam laktat dapat digunakan dalam berbagai aplikasi. Dalam industri makanan asam laktat dapat digunakan sebagai bahan pengawet asinan, sirup dan bir. Asam laktat juga bisa digunakan untuk pengawet ikan dan daging segar. Dalam industri tekstil digunakan sebagai pelarut dan pengontrol pH, selain itu asam laktat dapat juga digunakan sebagai bahan pembuatan tinta, resin dan cat.

Natrium Chlorida (NaCl)

Senyawa-senyawa natrium adalah senyawa alkali yang paling banyak digunakan, sebab hampir semuanya dapat dibuat dari NaCl yang murah harganya. Dua senyawa natrium yang penting adalah NaOH dan Na_2CO_3 .

Natrium hidroksida (NaOH) disebut juga dengan nama soda api atau caustic dihasilkan dari elektrolisis NaCl, dan merupakan basa kuat yang paling banyak digunakan. Selain untuk menetralkan asam-asam NaOH merupakan bahan baku untuk membuat sabun, deterjen, kertas, serat rayon, dan untuk memisahkan belerang dari nyamuk bumi.

Senyawa-senyawa natrium didalam dapat kita jumpai pada air laut (NaCl), sendawa chili (NaNO_3), tumbuh-tumbuhan pantai (Na_2CO_3), dan bijih silikat (Na_2SiO_3). Diantara logam-logam alkali atau golongan IA, natrium paling banyak terdapat dialam. Tidaklah aneh jika natrium dan senyawa-senyawanya cukup murah harganya jika dibandingkan dengan alkali-alkali lain. Sebagai contoh, di laboratorium kita lebih sering menggunakan NaOH dan KOH tatkala kita membutuhkan suatu basa kuat. Semua klorida mudah larut dalam air kecuali Ag, Hg, Br. Disamping harganya murah NaCl mempunyai titik leleh yang cukup rendah.

Boleh dipastikan bahwa setiap kita selalu menelan NaCl melalui makanan, sebab suatu masakan tanpa garam akan hambar rasanya. Air laut dibiarkan menguap, sehingga kita mendapatkan kristal NaCl. Untuk memperoleh NaCl yang lebih murni, diadakan proses rekristalisasi.

Disamping sebagai bahan penyedap makanan, NaCl juga digunakan pada industri susu serta untuk mengawetkan ikan dan daging mentah, pengelola kulit. Selain itu juga natrium klorida digunakan juga bahan baku untuk membuat natrium (Na), klorin (Cl_2), H_2 , HCl, serta senyawa-senyawa natrium seperti untuk mencairkan salju di jalan raya. NaCl, natrium klorida digunakan sebagai campuran pendinginan pada pembuatan es.

Kalsium Klorida (CaCl_2)

Garam kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dapat meningkatkan aktivitas air sehingga mengakibatkan penurunan ketahanan sel terhadap panas, namun penambahan CaCl_2 ke dalam medium pertumbuhan untuk spora *Bacillus megaterium* menghasilkan spora yang lebih tahan panas. Kalsium klorida mudah larut dalam air, panas mesin pendingin dapat menurunkan titik beku karena CaCl_2 sangat higroskopis.

Peranan Garam dan Suhu Fermentasi

Garam ditambahkan mempunyai peranan penting dalam fermentasi asam laktat. Garam berfungsi untuk mengatur fermentasi yang terjadi dan membantu mencegah pelunakan dan perubahan lain yang tidak diinginkan pada produk. Garam akan menarik air dan zat-zat gizi dari jaringan sayuran kubis. Zat-zat gizi tersebut (terutama gula) melengkapi substrak untuk pertumbuhan bakteri asam laktat. Selain itu garam bersama-sama dengan asam yang dihasilkan dalam fermentasi asam laktat. Garam akan menghambat bakteri yang tidak diinginkan. Konsentrasi garam yang cukup akan memungkinkan pertumbuhan bakteri asam laktat (Mustakin, 1993).

Buah-buahan dan sayur-sayuran yang bisa diawetkan dengan cara perendaman didalam larutan garam misalnya ketimun, kubis, sawi hijau, bawang merah, cabai, lobak, olif dan sebagainya. Buah-buahan dan sayur-sayuran tersebut dapat difermentasikan dalam keadaan utuh atau dipotong/ diiris-iris seperti pada kubis dan sawi hijau. Konsentrasi garam yang digunakan juga berbeda-beda tergantung dari tendensi dari buah-buahan dan sayuran untuk menjadi lunak selama penggaraman menimbulkan rasa asam, juga menghambat pertumbuhan dari beberapa jenis mikroorganisme lainnya.

Dua kelompok kecil mikroorganisme dikenal dari kelompok ini yaitu organisme-organisme yang bersifat *homofermentative* dan *heterofermentative*. Jenis-jenis homofermentative menghasilkan hanya asam laktat dan metabolisme gula dan jenis heterofermentative menghasilkan karbondioksida dan sedikit asam-asam lainnya, alkohol dan ester disamping asam laktat.

METODELOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Operasi Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Bahan dan Peralatan Penelitian

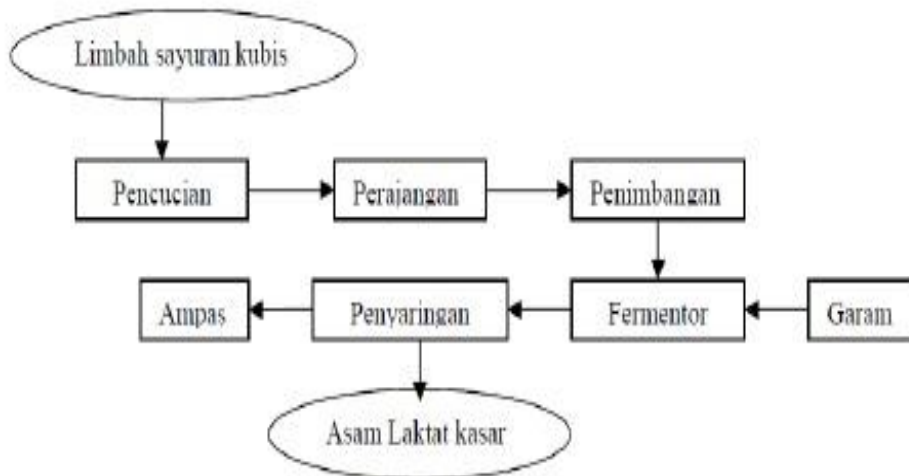
Bahan-bahan yang digunakan : Limbah sayur kubis, NaCl, CaCl_2 , NaOH, indikator PP.

Alat-alat yang digunakan : buret, fermentor, erlemeyer, gelas ukur, pisau, timbangan, kertas saring.

Prosedur Kerja Fermentasi Asam Laktat

1. Limbah sayur kubis dicuci bersih, ditiriskan sampai tidak ada lagi tetesan air
2. Limbah sayur kubis yang telah bersih, dipotong-potong dengan pisau sesuai dengan ukuran yang diinginkan (acak) dan ditimbang. Limbah kubis yang telah dicuci, dipotong dan ditimbang dimasukkan ke dalam fermentor dan ditambahkan garam NaCl 3% dari berat sampel
3. Limbah sayur kubis yang telah bersih, dipotong-potong dengan pisau sesuai dengan ukuran yang diinginkan (acak) dan ditimbang. Limbah kubis yang telah dicuci, dipotong dan ditimbang dimasukkan ke dalam fermentor dan ditambahkan garam CaCl₂ 3% dari berat sampel
4. Fermentor ditutup rapat sehingga tidak ada udara yang mempengaruhi proses fermentasi
5. Fermentasi dilakukan selama 20 hari dengan variabel waktu 1 hari, 4 hari, 8 hari, 12 hari dan 16 hari
6. Hasil fermentasi disaring, diukur volumenya dan pH serta diamati warna dan bau lalu dititrasi dengan NaOH untuk mengetahui ada atau tidaknya asam laktat.

Diagram Alir Pembuatan Asam Laktat



Gambar 1. Skema Prosedure Kerja

PEMBAHASAN

Hasil Penelitian Fermentasi Kubis dengan NaCl

Tabel 4. Hasil fermentasi kubis dengan NaCl

Hari	Sampel	V. Hasil Fermentasi	PP	pH	V. Titrasi (5ml) (NaOH)
1	Sampel 1 Sampel 2 Sampel 3 Sampel 4 Sampel 5	Tidak terdapat hasil			
4	Sampel 1 Sampel 2 Sampel 3 Sampel 4 Sampel 5	20 ml 25 ml 27 ml 25 ml 21 ml	3 tetes 3 tetes 3 tetes 3 tetes 3 tetes	2,82 2,62 2,57 2,40 2,50	2,6 ml 2,3 ml 2,5 ml 3,1 ml 2,8 ml
8	Sampel 1 Sampel 2 Sampel 3 Sampel 4 Sampel 5	27 ml 29 ml 32 ml 28 ml 25 ml	3 tetes 3 tetes 3 tetes 3 tetes 3 tetes	3,1 3,5 3,5 3,4 3,2	3,7 ml 5,0 ml 5,2 ml 4,9 ml 4,8 ml
12	Sampel 1 Sampel 2 Sampel 3 Sampel 4 Sampel 5	24 ml 25 ml 28 ml 26 ml 23 ml	3 tetes 3 tetes 3 tetes 3 tetes 3 tetes	2,5 2,3 2,4 2,4 2,3	3,2ml 3,5 ml 4,5 ml 2,5 ml 3,5 ml
16	Sampel 1 Sampel 2 Sampel 3 Sampel 4 Sampel 5	23 ml 24 ml 25 ml 23 ml 20 ml	3 tetes 3 tetes 3 tetes 3 tetes 3 tetes	2,9 2,7 2,8 2,6 2,4	3,5 ml 2,5 ml 3,2 ml 2,4 ml 3,0 ml

Tabel 5. Hasil fermentasi kubis dengan CaCl₂

Hari	Sampel	V. Hasil Fermentasi	PP	pH	V. Titrasi (5ml) NaOH)
1	Sampel 1 Sampel 2 Sampel 3 Sampel 4 Sampel 5	Tidak terdapat hasil			

4	Sampel 1	27 ml	3 tetes	3,2	2 ml
	Sampel 2	29 ml	3 tetes	3,0	2,2 ml
	Sampel 3	33 ml	3 tetes	3,3	2,3 ml
	Sampel 4	28 ml	3 tetes	3,2	2,2 ml
	Sampel 5	26 ml	3 tetes	3,4	2 ml
8	Sampel 1	29 ml	3 tetes	4,1	4,1 ml
	Sampel 2	33 ml	3 tetes	4,1	4,0 ml
	Sampel 3	35 ml	3 tetes	4,0	4,2 ml
	Sampel 4	30 ml	3 tetes	4,4	4,5 ml
	Sampel 5	25 ml	3 tetes	4,2	5,2 ml
12	Sampel 1	24 ml	3 tetes	3,2	3,2 ml
	Sampel 2	30 ml	3 tetes	3,0	3,5 ml
	Sampel 3	32 ml	3 tetes	3,5	3,6 ml
	Sampel 4	27 ml	3 tetes	2,5	4,0 ml
	Sampel 5	23 ml	3 tetes	2,3	3,2 ml
16	Sampel 1	23 ml	3 tetes	2,3	2,6 ml
	Sampel 2	26 ml	3 tetes	2,4	2,8 ml
	Sampel 3	30 ml	3 tetes	2,3	3,1 ml
	Sampel 4	26 ml	3 tetes	2,2	2,3 ml
	Sampel 5	22 ml	3 tetes	2,1	2,0 ml

Tabel 6. Persentase yield asam laktat dengan waktu fermentasi 1,4,8,12,16 hari menggunakan NaCl

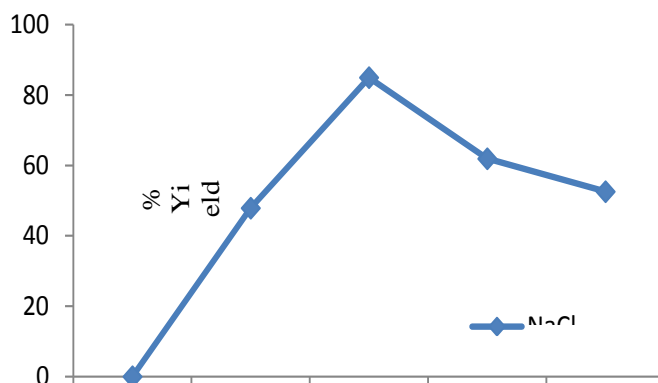
No	Waktu (hari)	Sampel	Vol. hasil fermentasi yang dihasilkan (ml)	% Yield
1	1	Belum terdapat hasil	-	-
2	4	Sampel 1	20	46,8
		Sampel 2	25	41,4
		Sampel 3	27	45
		Sampel 4	25	41,4
		Sampel 5	21	55,8
3	8	Sampel 1	27	66,6
		Sampel 2	29	90
		Sampel 3	32	93,6
		Sampel 4	28	88,2
		Sampel 5	25	86,4
4	12	Sampel 1	24	57,6
		Sampel 2	25	63
		Sampel 3	28	81
		Sampel 4	26	45
		Sampel 5	23	63
5	16	Sampel 1	23	50,4
		Sampel 2	24	45
		Sampel 3	25	57,6
		Sampel 4	23	4,32
		Sampel 5	20	54

Tabel 7. Persentase kemurnian asam laktat dengan waktu fermentasi

1,4,8,12,16 hari menggunakan fermentor CaCl₂

No	Waktu (Hari)	Sampel	Vol. Hasil Fermentasi (ml)	% Yield (%)
1	1	Belum terdapat asam laktat	-	-
2	4	Sampel 1	27	36
		Sampel 2	29	39,6
		Sampel 3	33	41,4
		Sampel 4	28	39,5
		Sampel 5	26	36
3	8	Sampel 1	29	73,8
		Sampel 2	33	72
		Sampel 3	35	75,6
		Sampel 4	30	81
		Sampel 5	25	92,6
4	12	Sampel 1	24	57,6
		Sampel 2	30	63
		Sampel 3	32	64,8
		Sampel 4	27	72
		Sampel 5	23	57,6
5	16	Sampel 1	23	46,8
		Sampel 2	26	50,4
		Sampel 3	30	55,8
		Sampel 4	26	41,4
		Sampel 5	22	36

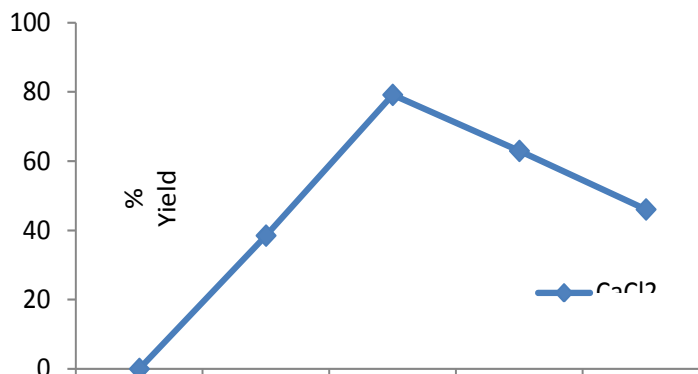
Dari data hasil pada Tabel 1 dan 2 didapat grafik seperti berikut:



Gambar 2. Grafik hubungan antara % yield dengan waktu frekuensi pada 50 gram sampel, NaCl 3%

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa dari waktu 1 sampai 8 hari, semakin lama waktu fermentasi, maka % yield yang didapat semakin meningkat. Sedangkan pada waktu

fermentasi 12 dan 16 hari % yield yang didapat mengalami penurunan. Kondisi terbaik % yield didapat pada waktu fermentasi 8 hari yaitu sebesar 84,96%, hal ini disebabkan karena bakteri laktobasilus dapat hidup selama maksimal 10 hari. Waktu fermentasi diatas 8 hari kemungkinan bakterinya telah mati sehingga proses fermentasi tidak berjalan dengan sempurna.



Gambar 3. Grafik hubungan antara % yield dengan waktu frekuensi pada 50 gram sampel CaCl₂ 3%

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa dari waktu 1 sampai 8 hari, semakin lama waktu fermentasi, maka % yield yang didapat semakin meningkat. Sedangkan pada waktu fermentasi 12 dan 16 hari % yield yang didapat mengalami penurunan. Kondisi terbaik % yield didapat pada waktu fermentasi 8 hari yaitu sebesar 79,20%, hal ini disebabkan karena bakteri laktobasilus dapat hidup selama maksimal 10 hari. Waktu fermentasi diatas 8 hari kemungkinan bakterinya telah mati sehingga proses fermentasi tidak berjalan dengan sempurna.

Dari kedua grafik diatas, % yield pada fermentasi menggunakan NaCl dan CaCl₂ didapat % yield yang berbeda. Pada fermentasi menggunakan NaCl didapat % yield sebesar 84,96% dan pada fermentasi menggunakan CaCl₂ didapat % yield sebesar 79,20%. Hal ini disebabkan karena pada saat menggunakan NaCl lebih efektif sebagai media tumbuh bakteri asam laktat sehingga pada saat fermentasi didapat volume fermentasi lebih banyak dibandingkan menggunakan CaCl₂.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian pengolahan limbah kubis menjadi asam laktat dengan garam NaCl dan CaCl₂ dapat disimpulkan bahwa :

1. Penggunaan NaCl pada fermentasi kubis menghasilkan asam laktat lebih banyak dari pada CaCl₂ dengan % kemurnian yang lebih baik
2. Pada variasi waktu 8 hari diperoleh waktu optimum untuk fermentasi dengan volume hasil fermentasi 32 ml dan presentase kemurnian 93,6%.

DAFTAR PUSTAKA

- Buckle, K.A, Edwards, RA. Fleet, GH. 1978. *Ilmu Pangan dan Gizi*.
- Fleming, H.P. and Mc. Feeters, R.F. 1981. *Use of Microbial Cultures : Vegetables Product. Food Technology*.
- Harjono, I. 1996. *Melirik Bisnis Tani Bunga*. CV. Aneka. Solo
- Irfan A. 1998. *Penuntun Pelajaran Kimia*. Ganeca Exact. Bandung.
- Kirk, R E and Othmer D.F. 1955. *Encyclopedia of Chemical Technology*. 3rd ed. S. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Mustakin. 1993. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Pertanian Hortikultura, Lembang.
- Rahayu, R. 1994. *Wortel dan Lobak*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rukmana, R. 1994. *Budidaya Kubis Bunga dan Brokoli*. Kanisius. Yogyakarta.
- Tine M.K., dkk. 1999. *Sains Kimia*. Bumi Aksara. Jakarta.