

LAPORAN PENELITIAN



LAPORAN PENELITIAN

PEMANFAATAN FRAKSI CAIR ISOLAT PATI KETELA POHON SEBAGAI MEDIA FERMENTASI PENGGANTI AIR TAJIN PADA PEMBUATAN SAYUR ASIN

Oleh:

Aida Pradani

L2C308002

Evi Muftiviani Hariastuti

L2C308016

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2009**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hasil panen sayur-sayuran umumnya berlimpah dan hanya sebagian dapat dimanfaatkan, karena sebagian lainnya telah rusak setelah lepas dari panen, yaitu dalam waktu pengangkutan ataupun selama waktu dipasarkan. Hal tersebut dapat dihindarkan, bila dilakukan usaha penanganan lepas panen yang lebih baik.

Mengingat sifat alamiah dari sayuran yang mudah busuk dan rusak, perlu diusahakan beberapa cara pengolahan untuk memperpanjang daya guna tersebut misalnya pengolahan sawi hijau menjadi sayur asin. Sawi hijau adalah sekelompok tumbuhan dari marga *Brassica* yang dimanfaatkan daun atau bunganya sebagai bahan pangan (sayuran), baik segar maupun diolah. Pengolahan dengan fermentasi asam laktat dapat digunakan untuk mengawetkan sayuran, seperti sawi hijau dan untuk pengembangan sifat organoleptik dari makanan.

Sayur asin adalah suatu produk yang mempunyai cita rasa khas, yang dihasilkan dari proses fermentasi bakteri asam laktat. Dalam proses fermentasi sayuran digunakan bakteri alami yang terdapat dalam sayur-sayuran, seperti sawi hijau, kubis, dsb. Jenis bakteri asam laktat yang dibiarkan aktif adalah *Leuconostoc mesenteroide*, *Lactobacillus cucumeris*, *L. plantarum* dan *L. pentoaceticus*. Pada awal fermentasi, bakteri yang aktif dalam jumlah besar adalah bakteri coliform, seperti *Aerobacter cloacae*, yang menghasilkan gas dan asam-asam yang mudah menguap dan pada kondisi tersebut aktif pula bakteri *Flavo-bacterium rhenanus*, yang menghasilkan senyawa-senyawa pembentuk cita rasa yaitu kombinasi dari asam dan alkohol pembentuk ester. Fermentasi dilakukan dalam keadaan anaerob, namun bila dalam tempat fermentasi ada udara, akan mengakibatkan terjadinya proses pembusukan pada sayur asin.

Hampir semua jenis sayur-sayur dapat dijadikan bahan pembuatan sayur asin oleh bakteri asam laktat dengan ditambahkan media fermentasi seperti menggunakan air tajin atau media yang lain. Hal ini dikarenakan pada semua sayur mengandung gula dan komponen nutrisi lain yang cukup sebagai substrat untuk pertumbuhan bakteri asam laktat.

Selama ini, media fermentasi yang sering digunakan dalam pembuatan sayur asin adalah air tajin. Untuk itu, diperlukan alternatif untuk mensubstitusi media fermentasi untuk dapat menghasilkan sayur asin yang berkualitas dan memiliki cita rasa yang khas. Seperti halnya beras, ketela pohon (*Manihot utilisima*) juga tersusun atas sejumlah polisakarida, seperti

hemiselulosa, selulosa dan pati (amylum) dan mempunyai kemampuan untuk membentuk gel melalui proses pemanasan (90°C atau lebih) sebagai akibat pecahnya struktur amilosa dan amilopektin. Disamping itu, Indonesia tergolong penghasil ketela pohon yang mempunyai peluang untuk dimanfaatkan. Meskipun ketela pohon tergolong tanaman luar yang di-Indonesiakan, namun pertumbuhannya disini boleh dibilang sempurna. Keuntungan ini, tanpa disadari menempatkan Indonesia sebagai penghasil ketela pohon terbesar ketiga di dunia dengan kapasitas 11 juta ton pertahun (Data Agrobisnis Tapioka, 2008). Dengan demikian diharapkan fraksi cair isolat pati dari ketela pohon dapat dijadikan alternatif pengganti air tajin sebagai media fermentasi pembuatan sayur asin.

1.2 Perumusan Masalah

Sayuran memiliki sifat alamiah yang mudah busuk dan rusak setelah lepas panen. Untuk itu, diperlukan alternatif cara pengolahan untuk memperpanjang daya guna sayuran tersebut, yaitu dengan mengolah sayuran menjadi sayur asin melalui proses fermentasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk pemanfaatan fraksi cair isolat pati dari ketela pohon sebagai media fermentasi pengganti air tajin dalam pembuatan sayur asin sebagai salah satu upaya dalam mengawetkan serta memperpanjang daya guna sayuran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sayur Asin

Sayur asin merupakan suatu produk yang mempunyai cita rasa yang khas, yang dihasilkan melalui proses fermentasi bakteri asam laktat. Dalam proses fermentasi ini, jenis bakteri asam laktat yang dibiarkan aktif adalah *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus cucumeris*, *L.plantarum*, *L.pentoacetious*. Pada awal fermentasi, bakteri yang aktif dalam jumlah besar adalah bakteri coliform seperti *Aerobacter cloacer*, yang menghasilkan gas dan asam-asam yang mudah menguap dan pada kondisi tersebut aktif pula bakteri *Flavobacterium rhenanus*, yang menghasilkan senyawa-senyawa pembentuk citarasa yaitu kombinasi dari asam dan alkohol pembentuk ester. Fermentasi dilakukan dalam keadaan anaerob, namun bila dalam wadah fermentasi ada udara, akan mengakibatkan terjadinya proses pembusukan pada sayur asin. Manfaat sayur asin antara lain untuk mencegah gangguan pencernaan. Tahapan proses pembuatan sayur asin meliputi: sortasi, pencucian, pelayuan, peremasan, pengisian dalam wadah, penutupan, dan fermentasi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mempercepat waktu fermentasi yaitu dengan memanfaatkan air tajin. Waktu yang diperlukan untuk fermentasi sayur asin adalah 3-4 minggu, hal ini disebabkan kondisi lingkungan fermentasi. Untuk memperpanjang masa simpannya dapat dilakukan dengan berbagai pengolahan misal acar, sayuran asin. Sayur asin yang bermutu baik mempunyai warna yang kekuningan, rasa enak, tekstur lunak dan bau yang sedap, yaitu antara asam dan alkohol (Pusat Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Pangan, 1981).

Persyaratan yang harus dipenuhi dalam pengolahan sayur asin adalah:

1. Sayur asin ini tidak hanya daunnya saja yang diolah tetapi juga tangkai daunnya.
2. Sayur asin harus diletakkan pada tempat yang gelap agar proses peragiannya benar-benar sempurna, sehingga tidak busuk.
3. Penutup stoples harus benar-benar rapat agar udara tidak ada yang masuk, sehingga sayur asin benar-benar masak dan tidak terjadi proses pembusukan.
4. Setiap habis mengambil sayur asin, stoples harus ditutup rapat kembali (Margono, dkk, 1993).

2.2 Sawi Hijau

2.2.1 Jenis Sawi

Klasifikasi Botani

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Rhoadales (Brassicales)
Famili	: Cruciferae (Brassicaceae)
Genus	: <i>Brassica</i>
Spesies	: <i>Brassica juncea</i>

Sawi adalah sekelompok tumbuhan dari marga *Brassica* yang dimanfaatkan daun atau bunganya sebagai bahan pangan (sayuran), baik segar maupun diolah. Sawi mencakup beberapa spesies *Brassica* yang kadang-kadang mirip satu sama lain. Di Indonesia penyebutan sawi biasanya mengacu pada sawi hijau (*Brassica rapa* kelompok *parachinensis*, yang disebut juga sawi bakso, caisim, atau caisin). Selain itu, terdapat pula sawi putih (*Brassica rapa* kelompok *pekinensis*, disebut juga petsai) yang biasa dibuat sup atau diolah menjadi asinan. Jenis lain yang kadang-kadang disebut sebagai sawi hijau adalah sawi sayur (untuk membedakannya dengan caisim). Kailan (*Brassica oleracea* kelompok *alboglabra*) adalah sejenis sayuran lain yang agak berbeda, karena daunnya lebih tebal dan lebih cocok menjadi bahan campuran mi goreng. Sawi sendok (pakcoy) merupakan jenis sayuran daun kerabat sawi yang mulai dikenal dalam dunia boga Indonesia (Wikipedia Indonesia).



Gambar 2.1.Sawi Hijau

Sawi hijau (*Brassica rapa* convar. *parachinensis*; suku sawi-sawian atau Brassicaceae) merupakan jenis sayuran yang cukup populer. Dikenal pula sebagai caisim, caisin, atau sawi bakso, sayuran ini mudah dibudidayakan dan dapat dimakan segar (biasanya dilayukan dengan air panas) atau diolah menjadi asinan.

Tabel 2.1. Komposisi dalam Sawi Hijau

Kandungan didalamnya	Unit/100 mg
Energi	29.0 Kcal
Air	91.1 gm
Protein	2.2 gm
Karbohidrat	3.3 gm
Serabut	0.4 gm
Abu	1.5 gm
Kalsium	138.6 mg
Fosforus	83 mg
Besi	1.3 mg
Natrium	12.4 mg
Kalium	471.5 mg
Beta Karoten	2957 ug
Vit. - B1	0.09 mg
Vit. - B2	0.27 mg
Niacin	0.28 mg
Vit. - C	89.0 mg

Sawi hijau (*Brassica juncea*) umumnya dikonsumsi dalam bentuk olahan karena sawi mentah rasanya pahit karena ada kandungan alkaloid carpine. Salah satu bentuk olahan sawi hijau adalah sayur asin. Sayur asin adalah produk yang punya cita rasa khas yang dihasilkan melalui proses fermentasi spontan bakteri asam laktat (Wikipedia Indonesia,2008).

2.2.2 Syarat Tumbuh Sawi

Sawi bukan tanaman asli Indonesia, tetapi berasal dari Asia. Dikembangkan di Indonesia karena Indonesia mempunyai kecocokan terhadap iklim, cuaca dan tanahnya. Tanaman sawi dapat tumbuh baik ditempat yang berhawa panas maupun berhawa dingin. Meskipun demikian pada kenyataannya hasil yang diperoleh lebih baik di dataran tinggi. Daerah penanaman yang cocok adalah mulai dari ketinggian 5 meter sampai dengan 1.200 meter diatas permukaan laut. Namun biasanya dibudidayakan pada daerah yang mempunyai ketinggian 100 meter sampai 500 meter dpl. Tanaman sawi tahan terhadap air hujan, sehingga dapat ditanam sepanjang tahun. Pada musim kemarau yang perlu diperhatikan adalah penyiraman secara teratur. Pertumbuhan tanaman ini membutuhkan hawa yang sejuk, lebih cepat tumbuh apabila ditanam dalam suasana lembab. Akan tetapi tanaman ini juga tidak senang pada air yang menggenang. Dengan demikian, tanaman ini cocok bila di tanam pada akhir musim penghujan. Tanah yang cocok untuk ditanami sawi adalah tanah gembur, banyak

mengandung humus, subur, serta pembuangan airnya baik. Derajat kemasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhannya adalah antara pH 6 sampai pH 7 (Eko Margiyanto, 2007)..

2.2.3 Budidaya Tanaman Sawi

Cara bertanam sawi sesungguhnya tak berbeda jauh dengan budidaya sayuran pada umumnya. Budidaya konvensional di lahan meliputi proses pengolahan lahan, penyiapan benih, teknik penanaman, penyediaan pupuk dan pestisida, serta pemeliharaan tanaman. Sawi dapat ditanam secara monokultur maupun tumpang sari. Tanaman yang dapat ditumpangsarikan antara lain : bawang daun, wortel, bayam, kangkung darat. Sedangkan menanam benih sawi ada yang secara langsung tetapi ada juga melalui pembibitan terlebih dahulu. Berikut ini akan dibahas mengenai teknik budidaya sawi secara konvensional di lahan.

A. Benih

Benih merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan usaha tani. Benih yang baik akan menghasilkan tanaman yang tumbuh dengan bagus. Kebutuhan benih sawi untuk setiap hektar lahan tanam sebesar 750 gram. Benih sawi berbentuk bulat dan kecil-kecil. Permukaannya licin mengkilap dan agak keras. Warna kulit benih coklat kehitaman. Benih yang akan kita gunakan harus mempunyai kualitas yang baik, seandainya beli harus kita perhatikan lama penyimpanan, varietas, kadar air, suhu dan tempat menyimpannya. Selain itu juga harus memperhatikan kemasan. Kemasan yang baik adalah dengan aluminium foil. Apabila benih yang kita gunakan dari hasil pananaman kita harus memperhatikan kualitas benih itu, misalnya tanaman yang akan diambil sebagai benih harus berumur lebih dari 70 hari. Penanaman sawi yang akan dijadikan benih terpisah dari tanaman sawi yang lain. Diharapkan lama penggunaan benih tidak lebih dari 3 tahun.

B. Pengolahan Tanah

Tahap-tahap pengemburan yaitu pencangkulan untuk memperbaiki struktur tanah dan sirkulasi udara, pemberian pupuk dasar untuk memperbaiki fisik serta kimia tanah yang akan menambah kesuburan lahan yang akan kita gunakan. Tanah yang hendak digemburkan harus dibersihkan dari bebatuan, rerumputan, semak atau pepohonan yang tumbuh. Dan bebas dari daerah teraungi, karena tanaman sawi suka pada cahaya matahari secara langsung. Sedangkan kedalaman tanah yang dicangkul sedalam 20 sampai 40 cm. Pemberian pupuk organik sangat baik untuk penyiapan tanah. Sebagai contoh pemberian pupuk kandang yang

baik yaitu 10 ton/ha. Pupuk kandang diberikan saat penggemburan agar cepat merata dan bercampur dengan tanah yang akan kita gunakan. Bila daerah yang mempunyai pH terlalu rendah (asam) sebaiknya dilakukan pengapuran. Pengapuran ini bertujuan untuk menaikkan derajat keasaman tanah, pengapuran ini dilakukan sebelum penanaman benih, yaitu 2 sampai 4 minggu sebelumnya. Sehingga waktu yang baik dalam melakukan penggemburan tanah yaitu 2 - 4 minggu sebelum lahan hendak ditanam. Jenis kapur yang digunakan adalah kapur kalsit (CaCO_3) atau dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$).

C. Pembibitan

Pembibitan dapat dilakukan bersamaan dengan pengolahan tanah untuk penanaman karena lebih efisien dan benih akan lebih cepat beradaptasi terhadap lingkungannya. Sedang ukuran bedengan pembibitan yaitu lebar 80 - 120 cm dan panjangnya 1-3 meter. Curah hujan lebih dari 200 mm/bulan, tinggi bedengan 20-30 cm. Dua minggu sebelum ditabur benih, bedengan pembibitan ditaburi dengan pupuk kandang lalu ditambah 20 gram urea, 10 gram TSP, dan 7,5 gram KCl. Cara melakukan pembibitan ialah: benih ditabur, lalu ditutupi tanah setebal 1 - 2 cm, lalu disiram dengan sprayer, kemudian diamati 3 - 5 hari benih akan tumbuh setelah berumur 3 - 4 minggu sejak disemaikan tanaman dipindahkan ke bedengan.

D. Penanaman

Bedengan dengan ukuran lebar 120 cm dan panjang sesuai dengan ukuran petak tanah. Tinggi bedeng 20 - 30 cm dengan jarak antar bedeng 30 cm, seminggu sebelum penanaman dilakukan pemupukan terlebih dahulu yaitu pupuk kandang 10 ton/ha, TSP 100 kg/ha, KCl 75 kg/ha. Sedang jarak tanam dalam bedengan 40 x 40 cm, 30 x 30 dan 20 x 20 cm. Pilihlah bibit yang baik, pindahkan bibit dengan hati-hati, lalu membuat lubang dengan ukuran 4 - 8 x 6 - 10 cm.

E. Pemeliharaan

Pemeliharaan adalah hal yang penting karena akan sangat berpengaruh terhadap hasil yang akan didapat. Pertama-tama yang perlu diperhatikan adalah penyiraman. Penyiraman ini tergantung pada musim, bila musim penghujan dirasa berlebih maka kita perlu melakukan pengurangan air yang ada, tetapi sebaliknya bila musim kemarau tiba kita harus menambah air. Bila tidak terlalu panas penyiraman dilakukan cukup sekali dalam sehari. Tahap selanjutnya yaitu penjarangan. penjarangan dilakukan 2 minggu setelah penanaman. Caranya dengan mencabut tanaman yang tumbuh terlalu rapat. Kemudian yang dilakukan adalah penyulaman. penyulaman ialah tindakan penggantian tanaman ini dengan tanaman baru. Caranya sangat mudah yaitu tanaman yang mati atau terserang hama dan penyakit diganti dengan tanaman yang baru. Penyiangian biasanya dilakukan 2 - 4 kali selama masa

pertanaman sawi, disesuaikan dengan kondisi keberadaan gulma pada bedeng penanaman. Biasanya penyiangan dilakukan 1 atau 2 minggu setelah penanaman. Pemupukan tambahan diberikan setelah 3 minggu dengan satu sendok teh sekitar 25 gram dilarutkan dalam 25 liter air dapat disiramkan untuk 5 m bedengan (Eko Margiyanto, 2007).

2.2.4 Panen dan Penanganan Pasca Panen

Dalam hal pemanenan penting sekali diperhatikan umur panen dan cara panennya. Umur panen sawi paling lama 70 hari. Paling pendek umur 40 hari. Terlebih dahulu melihat fisik tanaman seperti warna, bentuk dan ukuran daun. Cara panen ada 2 macam yaitu mencabut seluruh tanaman beserta akarnya dan dengan memotong bagian pangkal batang yang berada di atas tanah dengan pisau tajam. Pasca panen sawi yang perlu diperhatikan adalah:

1. Pencucian dan pembuangan kotoran

Untuk beberapa komoditi seperti buah kiwi dan apokat, sikat kering mungkin lebih sesuai digunakan untuk membersihkannya. Pemilihan apakah penyikatan atau pencucian akan tergantung pada jenis komoditi dan jenis kontaminasinya.

- Pencucian sebelum pendinginan dan pengemasan pada sayuran: sawi dan kol
- Pencucian untuk menghilangkan getah dan mengurangi noda: mangga
- Pencucian setelah penyimpanan: ketela rambat, kentang, wortel
- Penyikatan kering setelah curing atau penyimpanan: bawang merang dan putih, dan buah kiwi.
- Tanpa dicuci: polong hijau, melon, okra, peas, peppers, squash musim panas.

(Eko Margiyanto, 2007)

2. Sortasi

Sortasi dilakukan untuk memisahkan hasil panen yang tidak sesuai, seperti cacat atau busuk. Beberapa produk memerlukan *blanching* sebelum pengeringan. *Blanching* dengan merebus di air atau dengan uap panas menghentikan reaksi enzimatis dalam produk serta membantu mempertahankan warna dan cita-rasa setelah pengolahan. Lalu bilas produk yang telah di *blanching* di air yang sangat dingin atau celupkan produk *blanching* dalam air es untuk menghentikan proses pemanasan/pemasakan atau *cooking process* dan dengan cepat menurunkan suhu.

Tabel 2.2. Waktu Blanching Sayuran

Komoditi	Waktu blanching dalam air mendidih
Broccoli	3
Sawi atau <i>cabbages (wedges)</i>	5
Wortel	5
Bunga kol (<i>Cauliflower</i>)	3 (tambah garam 4 sendo makan)
Jagung manis atau Corn (<i>sweet</i>)	7
Terong	4 (tambah ½ cup jus jeruk nipis)
Sayur daun hijau	2
Jamur (<i>mushrooms</i>)	3-5
Kentang atau Potatoes (<i>new</i>)	4-10
Ubi jalar (<i>sweet potatoes</i>)	15-20 atau sampai lembut

3. Pengemasan

Dalam keseluruhan sistem penanganan pascapanen, pengemasan sebagai alat bantu maupun sebagai penghambat untuk mencapai masa simpan mutu yang maksimum. Pengemas membutuhkan ventilasi tetapi harus cukup kuat untuk mencegah kerusakan karena beban.

4. Penyimpanan

Pada umumnya, praktek penyimpanan yang baik perlu memperhatikan pengontrolan suhu, pengontrolan kelembaban nisbi, perputaran udara dan pengaturan tempat antara kontainer dengan ventilasi yang memadai, dan menghindari pencampuran produk yang bertentangan atau tidak kompatibel. Komoditas yang disimpan bersamaan seharusnya mampu mentoleransi terhadap suhu, kelembaban relatif didalam lingkungan penyimpanan.

5. Pengolahan.

Hasil hortikultural dapat diolah menggunakan teknologi sederhana. Banyak cara pengolahan yang dapat digunakan oleh penangan skala kecil, termasuk pengeringan, fermentasi, pengalengan, pembekuan, pengawetan dan pembuatan jus. Buah, sayur dan bunga semua dapat dikeringkan dan disimpan untuk digunakan atau dijual pada waktu tertentu.

2.3 Ketela Pohon

Ketela pohon yang juga dikenal sebagai singkong/ubi kayu, dalam bahasa inggris bernama *cassava*, adalah pohon dari keluarga *Euphorbiaceae* dan merupakan tanaman tahunan dari Negara tropis dan subtropis (Wikipedia Indonesia, 2008).



Gambar 2.2 Ketela Pohon

Ketela pohon (*Manihot Utilisima*) maupun beras mempunyai kemampuan untuk membentuk gel melalui proses pemanasan (90°C atau lebih) sebagai akibat pecahnya struktur amilosa dan amilopektin. Dengan terbentuknya gel ini, ketela atau beras mampu menjebak udara dan air bebas. Pemecahan ikatan amilosa dan amilopektin akan menyebabkan terjadinya perubahan lebih lanjut seperti peningkatan molekul air sehingga terjadi penggelembungan molekul, pelelehan kristal, dan terjadi peningkatan viskositas (Deman, 1993).

2.4 Proses Pembuatan Tepung Tapioka

Tepung tapioka berbentuk butiran pati yang banyak terdapat dalam sel umbi singkong. Skema proses pembuatan tepung tapioka disajikan pada Blok Diagram 1. Adapun urutan pengerjaan proses pembuatannya adalah sebagai berikut:

1. Pengupasan dan Pencucian

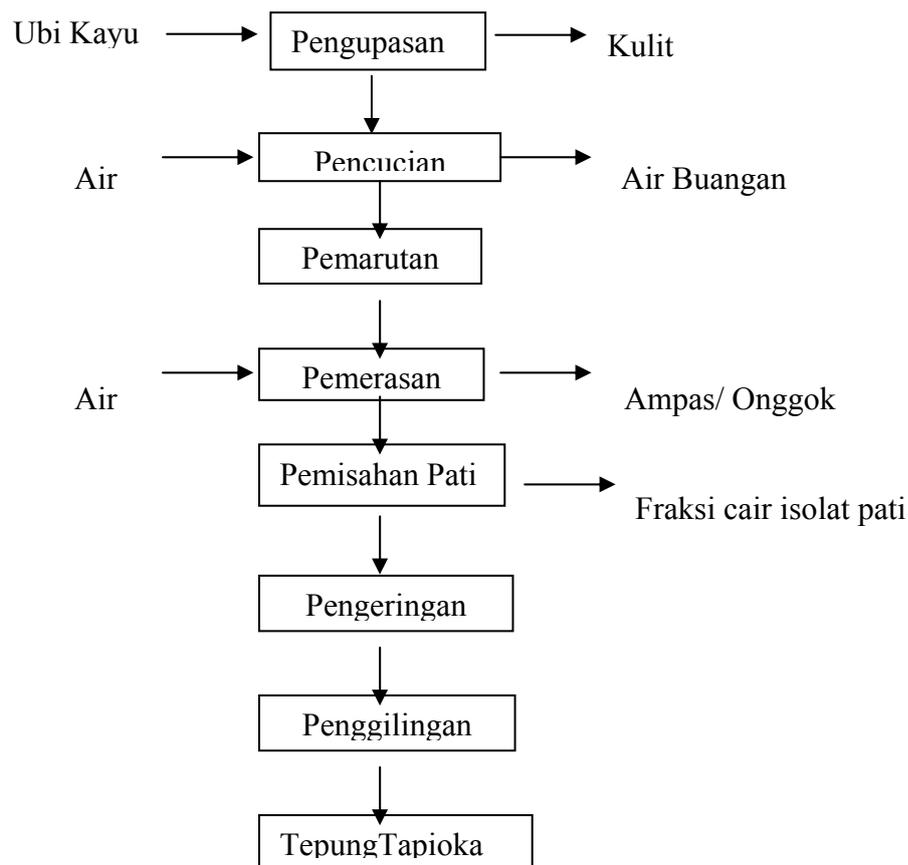
Singkong terlebih dahulu dikupas kulitnya. Setelah singkong dikupas kemudian dicuci untuk menghilangkan lendir di bawah kulit. Pencucian dilakukan dalam bak permanen dan pencucian yang baik adalah air selalu mengalir terus menerus, dengan demikian air selalu diganti.

2. Pamarutan

Selesai pencucian, singkong dimasukkan dalam mesin pamarut untuk diparut menjadi bubur. Mesin parut dicuci dengan air. Air ini mengalirkan bubur ke dalam satu bak dan disinilah bubur dikocok. Dari bak bubur singkong dimasukkan ke alat yang terbuat dari anyaman kawat halus.

3. Pemerasan dan Penyaringan

Pemerasan dan penyaringan dilakukan dengan mesin (saringan getar). Alat penyaring ini terbuat dari anyaman kawat halus yang berlubang kecil-kecil. Bubur dimasukkan dalam alat dan pengairan terus berlangsung. Air dari penyaringan ditapis dengan kain tipis yang dibawahnya disediakan wadah untuk menampung aliran air tersebut. Diatas saringan ampas tertahan, sementara air yang mengandung pati ditampung dalam wadah.



Blok Diagram 2.1. Pembuatan tepung tapioka

4. Pengendapan

Pengendapan dimaksudkan untuk memisahkan pati murni dari bagian lain seperti ampas dan unsur-unsur lainnya. Pada pengendapan ini akan terdapat butiran pati termasuk protein, lemak, dan komponen lain yang stabil dan kompleks. Jadi akan sulit memisahkan butiran pati dengan komponen lainnya. Bahkan ini terdapat berbagai senyawa sehingga dapat menimbulkan bau yang khas. Senyawa alkohol dan asam organik merupakan komponen yang mempunyai bau khas. Butiran pati yang akan diperoleh berukuran sekitar 4-24 mikron (1 mikron sama dengan 0,001 mm). Sifat kekentalan (*viskositas*) cairan tapioka tidak jauh berbeda dengan air biasa. Butiran pati yang berbentuk bulat dan mempunyai berat jenis 1,5 dan butiran ini harus cepat diendapkan. Kecepatan endapan sangat ditentukan oleh besarnya butiran pati, keasaman air rendaman, kandungan protein yang ikut, ditambah zat koloidal lainnya. Pengendapan butiran (*granula*) umumnya berlangsung selama 24 jam dan akan menghasilkan tebal endapan sekitar 30 cm.

5. Pengeringan

Pengeringan disini dimaksudkan untuk menguapkan kandungan air sehingga diperoleh tepung tapioka yang kering. Untuk itu endapan pati harus segera dikeringkan. Pengeringan bisa menggunakan sinar matahari, atau pengeringan buatan. Pengeringan buatan yang sering digunakan adalah *batch drier*, *oven drier*, *cabinet drier*, dan *drum drier*. Endapan pati yang terbentuk semi cair ini mempunyai kandungan air sekitar 40 % dan dengan pengeringan langsung akan bisa turun sampai 17%. Dalam pengeringan harus diperhatikan faktor suhu terutama yang menggunakan panas buatan. Suhu jangan melebihi 70 - 80 °C. Jadi usahakan pengeringan pada suhu di bawah 70°C. Gumpalan-gumpalan pati setelah keluar dari pengeringan langsung dihancurkan guna mendapatkan tepung yang diinginkan. Penghancuran dapat melalui rol atau disintegrator. Hasil dari penghancuran ini masih berupa tepung kasar. Untuk memperoleh tepung yang halus maka perlu disaring atau diayak (Data Agrobisnis Tapioka, 2008).

2.5 Fermentasi

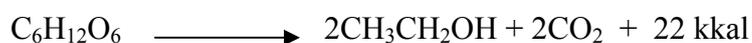
2.5.1 Pengertian Fermentasi

Fermentasi adalah suatu proses terjadinya perubahan struktur kimia dari bahan-bahan organik dengan memanfaatkan aktivitas agen-agen biologis terutama enzim sebagai biokatalis. Karena bahan ini hasil proses mikrobial maka disebut produk fermentasi. Teknologi fermentasi merupakan salah satu cara pengolahan dan pengawetan makanan, baik secara konvensional maupun modern, dengan memanfaatkan mikroba baik langsung maupun tidak langsung.

Proses reaksi fermentasi :



Asam laktat



Etil alcohol

2.5.2 Fermentasi Sayuran

Hampir semua jenis sayur-sayur dapat dijadikan bahan pembuatan sayur asin oleh bakteri asam laktat dengan ditambahkan media fermentasi seperti menggunakan air rebusan ketela pohon atau dengan air tajin. Sayur-sayuran mengandung gula dan komponen-komponen nutrisi lain yang cukup sebagai substrat untuk pertumbuhan bakteri asam laktat (Bukle, dkk, 1987).

Seperti sebagian besar dari fermentasi sayuran, fermentasi sayur asin merupakan fermentasi spontan yaitu proses fermentasi tanpa digunakan starter dan terjadi dengan sendirinya dengan bantuan mikroflora alami. Karakteristik dari proses ini adalah adanya bakteri asam laktat yang termasuk bakteri heterofermentatif. Bakteri asam laktat penting dalam pencapaian produk yang stabil dengan rasa dan aroma yang khas. Hasil pertumbuhan bakteri asam laktat menghasilkan asam laktat, asam asetat, etanol, manitol, dekstran, ester dan CO₂. Kombinasi dari asam, alkohol dan ester akan menghasilkan rasa yang spesifik dan disukai (Pederson, 1971).

Jumlah beras yang banyak pada pembuatan air tajin dapat membuat warna sayur asin menjadi gelap yaitu hijau kecoklatan. Semakin tinggi konsentrasi air tajin yang digunakan maka pertumbuhan bakteri asam laktat dalam menghasilkan asam laktat akan semakin optimal. Dalam suasana asam, klorofil yang berwarna hijau berubah menjadi feofitin yang berwarna hijau kecoklatan (Rukmana, 1994).

Pada proses fermentasi, bakteri asam laktat anaerobik yang berperan ialah *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus cereviceae*, dan *Lactobacillus plantarum*. Kondisi lingkungan, jumlah dan jenis mikroorganisme, kebersihan, konsentrasi dan distribusi garam, suhu dan penutupan akan sangat menentukan berlangsungnya proses fermentasi. Faktor-faktor lingkungan yang penting dalam fermentasi sayuran adalah :

1. Terciptanya keadaan anaerobik
2. Penggunaan garam yang sesuai yang berfungsi untuk menyerap keluar cairan dan zat gizi dari sayur
3. Pengaturan suhu yang sesuai untuk fermentasi
4. Tersedianya bakteri asam laktat yang sesuai (Bukle, dkk, 1987)

Fermentasi mengakibatkan adanya peningkatan gula reduksi pada sayur asin sebab air tajin mengandung pati amilosa. Pati yang berupa amilosa tersebut didegradasi oleh bakteri asam laktat menjadi glukosa dan maltosa. Glukosa dipecah oleh bakteri asam laktat menjadi asam laktat. Glukosa dan maltosa yang masih terdapat dalam air tajin terukur sebagai gula reduksi (Steinkraus, 1983). pH awal fermentasi sayur asin berkisar antara pH 6,4-6,58. Setelah dilakukan proses fermentasi selama 4 hari terjadi penurunan pH berkisar antara pH 3-3,42. Nilai pH dipengaruhi oleh kandungan asam yang dihasilkan selama fermentasi sayur asin. Pada proses fermentasi sayur asin terjadi pertumbuhan secara spontan bakteri asam laktat yang menghasilkan asam laktat. Semakin tinggi jumlah beras yang digunakan dalam pembuatan air tajin, maka nilai pH sayur asin semakin menurun. pH akhir dari fermentasi adalah $\pm 3,6$. Hal ini disebabkan kandungan gula reduksi meningkat dan dapat dimanfaatkan

oleh bakteri asam laktat secara optimal dalam menghasilkan asam, yaitu asam laktat dan asam asetat (Pederson, 1971).

2.5.3 Proses Fermentasi Spontan pada Sayuran

Dalam proses fermentasi sayuran bakteri asam laktat, misalnya *Leuconostoc mesenteroide*, *Lactobacillus cucumeris*, *L.plantarum* dan *L.pentoaceticus* memfermentasi gula-gula yang terdapat dalam jaringan sayuran menjadi asam, terutama asam laktat. Kadar asam yang dihasilkan berkisar antara 0,8-1,5% (dinyatakan sebagai asam laktat). Sayur-sayuran setelah persiapan yang memadai, kemudian direndam dalam larutan garam 3-10% dimana dalam kondisi anaerobik yang terbentuk, organisme-organisme pembentuk asam laktat berkembang menyebabkan terhambatnya organisme-organisme pembusuk, untuk jangka waktu beberapa minggu tergantung keadaannya (Bukle, dkk, 1987). Akan tetapi, Pederson dan Ward, mengatakan konsentrasi garam yang ditambahkan untuk pembuatan sayur asin adalah 2,25-2,5% (Pederson, 1971). Larutan garam tersebut menyebabkan hanya bakteri asam laktat yang tumbuh. Garam juga menyebabkan cairan yang terdapat dalam sayuran tertarik keluar melalui proses osmosis. Gula-gula dalam cairan tersebut merupakan makanan bagi bakteri asam laktat, yang selanjutnya diubah menjadi asam laktat. Asam laktat inilah yang berfungsi sebagai pengawet produk tersebut. Lama proses fermentasi berkisar antara 1 hari (fermentasi sehari), beberapa hari (fermentasi pendek), sampai beberapa bulan (fermentasi panjang).

Kadar garam yang terlalu rendah (kurang dari 2,5%) mengakibatkan tumbuhnya bakteri proteolitik (bakteri yang menguraikan protein). Sedangkan konsentrasi garam lebih dari 10% akan memungkinkan tumbuhnya bakteri halofilik (bakteri yang menyukai kadar garam tinggi). Oleh karena itu, kadar garam harus dipertahankan selama proses fermentasi, karena garam menarik air dari jaringan sayuran, maka selama proses fermentasi secara periodik ditambahkan garam pada media fermentasi. Pada umumnya kadar garam medium dinaikkan setiap minggu sampai tercapai produk yang baik.

Kecepatan fermentasi turut dipengaruhi oleh kadar garam medium. Pada umumnya makin tinggi konsentrasi garam makin lambat proses fermentasi. Untuk fermentasi pendek sebaiknya digunakan larutan garam 2,5-10% agar laju fermentasi berkisar antar sedang dan cepat. Konsentrasi medium melebihi 20% tidak dianjurkan, karena menghasilkan produk yang keriput dan menyebabkan bakteri yang tumbuh adalah bakteri halofilik atau bahkan fermentasi tidak berlangsung.

Agar fermentasi berlangsung dengan baik suhu ruangan harus kira-kira 30°C. Bila suhunya lebih rendah pertumbuhan bakteri asam laktat berlangsung lambat sehingga tidak cukup banyak yang dihasilkan dan akibatnya produk menjadi busuk.

Selama fermentasi tampak tumbuh selaput keputih-putihan *Mycoderma* di atas larutan garam. Selaput ini harus dibuang secara hati-hati karena mikroorganisme tersebut menggunakan asam yang dihasilkan dalam proses fermentasi untuk keperluannya sendiri, dan akibatnya mikroorganisme pembusuk tumbuh. Untuk mencegahnya, tong fermentasi harus disimpan dalam udara terbuka agar disinari matahari atau diberi lapisan minyak mineral yang netral di atas larutan garam. Lapisan ini menghambat tumbuhnya ragi pembentuk selaput tersebut, karena medium terjadi kekurangan oksigen. Sebaliknya karena bakteri asam laktat bersifat anaerob fakultatif maka pertumbuhannya menjadi lebih baik (Margono, dkk, 1993).

2.5.4 Pengaruh Konsentrasi Garam terhadap Fermentasi Sayuran

Penambahan garam dalam pembuatan sayur asin dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu cara kering (penambahan bubuk garam pada sayuran). Cara kering diterapkan pada pembuatan kubis asin. Cara basah pada umumnya pada pembuatan ketimun asin, sawi asin, zaitun asin, dsb.

Konsentrasi garam dan suhu fermentasi merupakan 2 faktor yang terpenting yang berpengaruh pada pertumbuhan dan metabolisme mikroorganisme. Di samping itu, konsentrasi garam dan suhu fermentasi juga mempengaruhi jumlah mikroorganisme maksimal dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai jumlah maksimal tersebut saat konsentrasi garam meningkat, jumlah mikroorganisme yang terbentuk rendah dan waktu yang dibutuhkan menjadi lama.

Penggaraman meliputi dua tujuan utama yaitu menyebabkan suatu ketidakseimbangan osmotik yang mengakibatkan pelepasan air dan nutrisi dari sawi. Cairan yang keluar adalah suatu medium pertumbuhan sempurna untuk jasad renik yang melibatkan fermentasi sehingga kaya akan gula dan faktor pertumbuhan. Tujuan yang kedua yaitu penggunaan garam dalam konsentrasi tertentu dapat menghalangi pertumbuhan dari banyak organisme pembusuk dan patogen

Penggaraman dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk tetapi dengan kadar garam yang tinggi. Pada kadar garam yang rendah penggaraman justru membantu pertumbuhan mikroorganisme pengganggu dan tidak membunuhnya. Dalam konsentrasi rendah (1-3%) garam akan membantu pertumbuhan bakteri. Garam mempunyai tekanan osmotik yang dapat digunakan untuk memproses sayuran sehingga rasanya menjadi

enak. Lebih lanjut, garam dapat mematikan bakteri pembusuk. Setelah garam berpenetrasi ke dalam sayuran, sayuran menjadi dehidrasi dan garam yang berada pada luar sayuran dapat meningkatkan tekanan osmotik dan meningkatkan kelembaban. Tekanan osmosis dari garam ini menghambat aktivitas bakteri pembusuk yang ditandai dengan penurunan enzim (Margono, dkk, 1993).

Garam berpengaruh cukup besar bila ditambahkan pada jaringan tumbuh-tumbuhan yang masih segar. Pertama-tama garam berperan sebagai penghambat selektif pada mikroorganisme pencemar tertentu. Mikroorganisme pembusuk atau proteolitik dan juga pembentuk spora, adalah yang paling mudah terpengaruh walau dengan kadar garam yang rendah sekalipun. *Leuconostoc* dan *Lactobacillus* dapat tumbuh cepat dengan adanya garam dan terbentuknya asam untuk menghambat organisme yang tidak dikehendaki.

2.6 Bakteri Asam Laktat

Kelompok bakteri asam laktat termasuk bakteri yang menghasilkan sejumlah besar asam laktat sebagai hasil akhir dari metabolisme gula (karbohidrat). Asam laktat yang dihasilkan dengan cara tersebut akan menurunkan nilai pH dari lingkungan pertumbuhannya dan menimbulkan rasa asam. Ini 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 homofermentatif yang terpenting hanya menghasilkan asam laktat dari metabolisme gula, sedangkan jenis-jenis heterofermentatif menghasilkan karbondioksida dan sedikit asam-asam volatil lainnya, alkohol, dan ester disamping asam laktat. Beberapa jenis yang penting dalam kelompok ini:

1. *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus lactis* dan *Streptococcus cremoris*. Semuanya ini adalah bakteri gram positif, berbentuk bulat (*coccus*) yang terdapat sebagai rantai dan semuanya mempunyai nilai ekonomis penting dalam industri susu.

2. *Pediococcus cerevisiae*. Bakteri ini adalah gram positif berbentuk bulat, khususnya terdapat berpasangan atau berempat (*tetrads*). Walaupun jenis ini tercatat sebagai perusak bir dan anggur, bakteri ini berperan penting dalam fermentasi daging dan sayuran.

3. *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc dextranicum*. Bakteri ini adalah gram positif berbentuk bulat yang terdapat secara berpasangan atau rantai pendek. Bakteri-bakteri ini berperan dalam perusakan larutan gula dengan produksi pertumbuhan dekstran berlendir. Walaupun demikian, bakteri-bakteri ini merupakan jenis yang penting dalam

permulaan fermentasi sayuran dan juga ditemukan dalam sari buah, anggur, dan bahan pangan lainnya.

4. *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus delbrueckii*. Organisme-organisme ini adalah bakteri berbentuk batang, gram positif dan sering berbentuk pasangan dan rantai dari sel-selnya. Jenis ini umumnya lebih tahan terhadap keadaan asam dari pada jenis-jenis *Pediococcus* atau *Streptococcus* dan oleh karenanya menjadi lebih banyak terdapat pada tahapan terakhir dari fermentasi tipe asam laktat. Bakteri-bakteri ini penting sekali dalam fermentasi susu dan sayuran (Debby Sumanti, 2008).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Percobaan

3.1.1 Penetapan Variabel

a. Tetapan

- Tekanan : 1 atm
- Suhu Awal Inkubasi : suhu kamar (25 °C)
- Bahan : Sawi Hijau 100 g

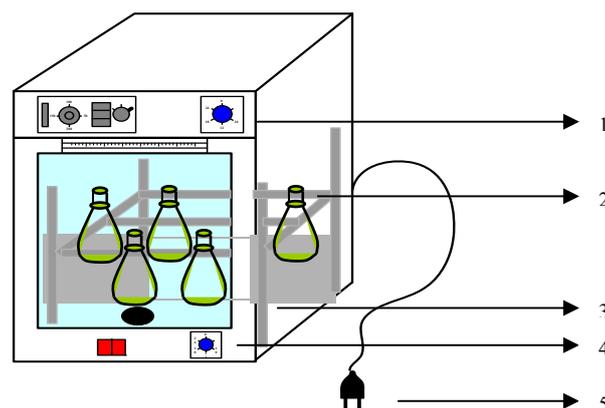
b. Variabel

	Variabel	Level Rendah	Level Tinggi
A	Konsentrasi Garam	2,5%	10%
B	Temperatur	30 °C	42 °C
C	Waktu	4 hari	14 hari

3.1.2 Metode

Metode yang digunakan adalah fermentasi sayuran dengan menggunakan bakteri alami yang terdapat dalam sayuran, seperti bakteri asam laktat, sedangkan untuk analisa gula reduksi dilakukan dengan cara titrasi dengan menggunakan larutan fehling A dan fehling B, analisa jumlah total asam, analisa jumlah coloni dengan *quebec colony counter* dan uji organoleptik sawi asin. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia dan Laboratorium Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Diponegoro.

3.1.3 Rangkaian Alat Fermentasi



Gambar 3.1 Inkubator

Keterangan :

1. Tombol ON/OFF inkubator
2. Stoples untuk fermentasi

3. Shaker
4. Pengatur kecepatan shaker
5. Stop kontak

3.1.4 Metode Pengolahan Data dan Analisa Data

Pada penelitian ini uji organoleptik terhadap sayur asin adalah rasa, aroma, suhu penyajian, warna dan tekstur yang dilakukan pada 30 responden dan untuk pengolahan datanya digunakan analisa varian (ANOVA) dalam merancang percobaan teracak lengkap yang didasarkan hanya pada satu kriteria.

Tabel 3.2 Random Sampel Populasi (1 sampai k)

	1	2	3	...	i	...	k	
	X11	X21	X31	...	Xi1	...	Xk1	
Jumlah	X12	X22	X32	...	Xi2	...	Xk1	
Sampel (n)	
	
	
	T1	T2	T3	...	Ti	...	Tk	T...
Mean	X1	X2	X3	...	Xi		Xk	X...

Perhitungan jumlah kuadrat :

$$SST = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n X_{ij}^2 - \frac{(T...)^2}{nk}$$

$$SSC = \frac{\sum_{i=1}^k T_i^2}{ni}$$

$$.SSE = SST - SSC$$

$$S^2_1 = SSC/(k-1) = MSSC$$

$$S^2_2 = SSE/k(n-1) = MSSE$$

$$F_c = S^2_1 / S^2_2 = MSSC/MSSE$$

Tabel 3.3. Daftar ANOVA

Variasi	SS	Df	MSS	Fc
Kolom	SSC	(k-1)	$S^2_1 = ssc/(k-1)(MSSC)$	$S^2_1/S^2_2 = MSSC/MSSE$
Error	SSE	K(n-1)	$S^2_1 = SSE/(n-1)(MSSE)$	

Total	SST	Nk-1
-------	-----	------

Pengujian signifikan :

Pada penelitian ini dilakukan pengujian pada signifikan 5%. F_{α} dicari pada tabel signifikan 0,05 dan derajat kebebasan (df) = (k-1), k(n-1), apabila :

- $F_a > F_{\alpha}$, maka H_0 ditolak, berarti ada pengaruh variabel terhadap pengamatan
- $F_a < F_{\alpha}$, maka H_0 diterima, berarti tidak ada pengaruh variabel terhadap pengamatan

3.2 Respon / Pengamatan

Respon : pH

Analisa pH dilakukan setiap hari dengan menggunakan titrable acid.

3.3 Alat dan Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan sayur asin adalah sawi hijau yang dibeli dari Pasar Ungaran. Selain itu, beras varietas C4, ketela pohon, garam juga dibeli dari Pasar Ungaran. Sedangkan aquadest, Fehling A dan Fehling B, glukosa standart, NaOH, HCl, n-heksana, Na_2SO_4 , H_2SO_4 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, indicator pp dibeli dari Toko Bahan Kimia Indrasari-Semarang. Peralatan yang digunakan adalah stoples, baskom, sendok, panci, pengaduk kayu, kompor, blender, pisau, Erlenmeyer, Beaker glass, Pipet tetes, Pipet volum, Krus porselin, Buret, Labu ukur, Gelas ukur, Autoclave, gelas arloji, Buret, labu khiedjal, labu destilasi, pendingin balik.

3.4 Langkah-Langkah Percobaan

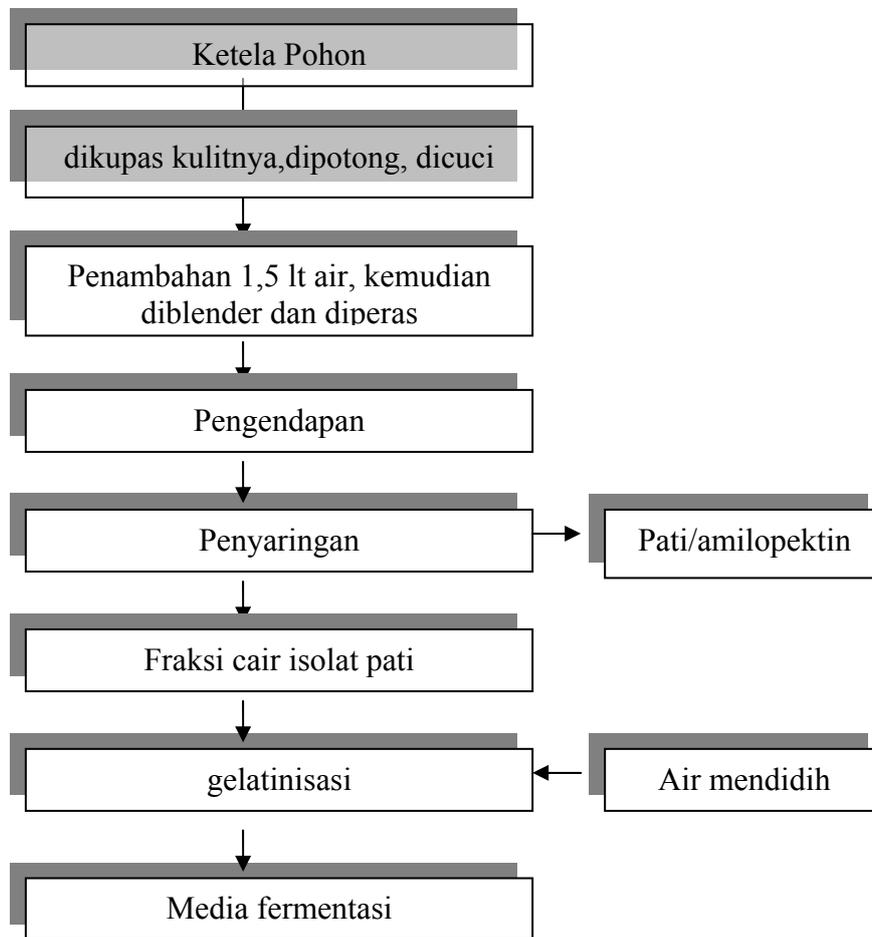
3.4.1 Pembuatan media fermentasi

Media fermentasi yang dibuat dalam penelitian ini menggunakan ketela pohon dengan berbagai perlakuan dan juga digunakan beras sebagai kontrol.

3.4.1.1. Media fermentasi dari bahan ketela pohon (*Manihot Utilisima*)

Pembuatan media fermentasi dari bahan ketela pohon dapat dilihat dalam blok diagram 2, yaitu ketela pohon ditimbang sebanyak 500 gram, ditambahkan 3 liter air, kemudian diblender, dan diendapkan untuk dipisahkan antara amilosa dan amilopektinnya. Fraksi cair isolat pati yang diperoleh disaring, dan dimasukkan ke dalam panci, kemudian direbus selama

3 menit, selanjutnya dilakukan proses gelatinisasi dengan menggunakan air mendidih sebanyak 5 liter.

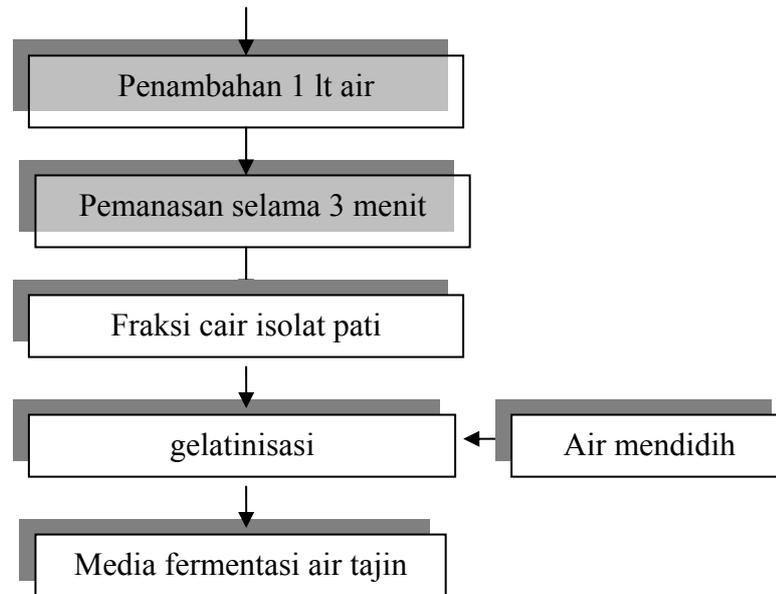


Blok Diagram 3.1 Pembuatan media fermentasi dari ketela pohon (*Manihot Utilissima*)

3.4.1.2 Media fermentasi dari bahan beras (*Oryza Sativa*)

Pembuatan media fermentasi dari bahan beras dapat dilihat dalam blok diagram 3 yaitu beras ditimbang sebanyak 50 g lalu direbus dengan 1 lt air dalam panci yang berdiameter 30 cm, kemudian didiamkan sampai mendidih selama 25 menit selanjutnya disaring dan diperoleh filtrat larutan yang berupa air tajin.

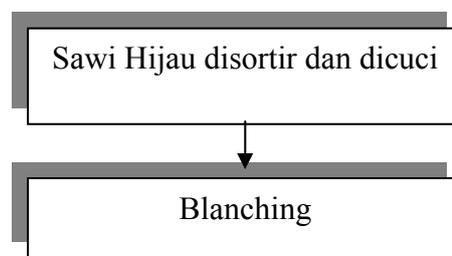




Blok diagram 3.2 Pembuatan media fermentasi dari beras (*oryza sativa*)

3.4.2 Pembuatan sayur asin

Pembuatan sayur asin dapat dilihat pada blok diagram 4 yaitu sawi hijau disortasi dahulu kemudian sawi yang rusak atau sudah busuk disingkirkan dan sawi hasil sortasi dicuci lalu dilakukan pelayuan dengan cara dijemur, setelah itu sawi tersebut ditimbang seberat 100 gram, kemudian dilakukan peremasan dengan variabel konsentrasi garam dan ditambahkan media fermentasi lalu dimasukkan stoples dan dilakukan fermentasi dalam suhu kamar.



Blok diagram 3.3 Diagram alir pembuatan sayur asin

3.5 Pengujian Parameter

Pengujian terhadap sayur asin meliputi berbagai parameter yaitu karakteristik kimia, karakteristik mikrobial, uji organoleptik, dan analisa data.

3.5.1 Analisa Bahan Baku

3.5.1.1 Proses pembuatan pati

- a. Pilih ketela pohon yang besar, bersihkan dari kulit arinya dengan menggunakan pisau, kemudian dijemur dibawah terik matahari.
- b. Setelah kering, kemudian ketela pohon di parut / digiling sampai halus dan selanjutnya diayak.

3.5.1.2 Analisa Bahan Dasar

1. Analisa Kadar Air

Memaskan gelas arloji dalam oven pada suhu 100-105°C selama 0,5 jam kemudian mendinginkan dalam eksikator selama 0,5 jam serta menimbanginya dengan neraca analitis. Perlakuan di ulang sampai di dapat berat konstan.

Menimbang dengan teliti tepung ketela pohon sebanyak 2 gram yang dimasukkan dalam gelas arloji dengan menggunakan neraca analitis lalu dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C - 110°C selama 2,5 jam. Dinginkan dalam eksikator selama kurang lebih 1 jam dan

timbang beratnya dengan neraca analitis, panaskan kembali dalam oven selama 1 jam kemudian dinginkan dalam eksikator sampai suhu kamar dan timbang dengan neraca analitis. Perlakuan diulang sampai didapatkan berat yang konstan.

$$Kadar\ air = \frac{C - B}{C - A} \times 100\%$$

Dimana :

A= Berat gelas arloji

B= Berat gelas arloji + tepung ketela pohon setelah pengeringan

C= Berat gelas arloji + tepung ketela pohon sebelum pengeringan

2. Analisa Kadar Abu

Krus porselain yang telah dibersihkan dikeringkan dengan muffle pada suhu 400°C selama 0,5 jam kemudian didinginkan dalam eksikator selama 1 jam, setelah itu ditimbang dengan neraca analitis sampai mendapatkan berat konstan. Menimbang dengan teliti tepung ketela pohon sebanyak 2 gram yang dimasukkan dalam krus porselain dengan menggunakan neraca analitis, kemudian dimasukkan dalam segitiga mala lalu dipanaskan dengan menggunakan api bunsen sampai berwarna keabuan, setelah itu dimasukkan dalam muffle dan dipanaskan pada suhu 600°C selama 2 jam. Setelah menjadi abu, krus porselain yang berisi abu didinginkan dalam eksikator selama kurang lebih 90 menit sampai suhu krus porselain kurang lebih sama dengan suhu kamar, kemudian ditimbang dengan neraca analitis sampai didapat berat konstan.

$$kadar\ abu = \frac{C - B}{C - A} \times 100\%$$

Dimana:

A= Berat krus porselain

B= Berat krus porselain + tepung ketela pohon setelah pengabuan

C= Berat krus porselain + tepung ketela pohon sebelum pengabuan.

3. Analisa Kadar Karbohidrat

a. Pembuatan larutan glukosa standar

Larutan glukosa standar dibuat dengan cara menimbang 2,5 gr glukosa anhidrat dengan Neraca analitis kemudian dilarutkan dengan aquadest sampai volumenya 1000 ml.

b. Standarisasi larutan fehling

Mengambil 5 ml campuran fehling A dan 5 ml fehling B, lalu ditambahkan 15 ml larutan glukosa standar dari buret. Jika waktu ditambah glukosa standart warna birunya sudah hilang maka glukosa standartnya terlalu pekat sehingga glukosa standartnya harus diencerkan terlebih dahulu dengan ditambahkan aquadest di labu takar. Kemudian campuran dididihkan selama beberapa menit. Dalam keadaan mendidih, campuran ditambahkan 2-3 tetes indikator metilen blue kemudian dititrasi dengan larutan glukosa standart sampai warna biru hampir hilang. Jika saat titrasi glukosa standart yang dibuuhkan lebih dari 50 ml maka larutan glukosa standartnya terlalu encer sehingga harus dipekatkan terlebih dahulu dengan cara menambahkan glukosa anhidrid ke dalam larutan glukosa standart tersebut. Titrasi dilakukan dalam keadaan mendidih. Volume glukosa standart yang dibutuhkan dicatat (F).

c. Analisa kadar pati

Menimbang tepung pati ketela pohon sebanyak 10 gram dengan neraca analitis kemudian ditambah dengan larutan HCl 1N sebanyak 100 ml, masukkan kedalam beaker glass lalu diberi tanda batas ketinggian campuran pada beaker glass, kemudian beaker glass diberi penutup berupa gelas arloji yang dipasang dalam keadaan terbalik. Panaskan selama 1 jam pada suhu 100°C . Jika campuran dalam beaker glass berkurang karena menguap maka ditambahkan aquadest sampai tanda batas pada beaker glass. Didinginkan pada suhu kamar, netralkan dengan NaOH dan diencerkan sampai volumenya 500 ml dengan menggunakan labu takar kemudian disaring. Ambil sampel sebanyak 5 ml, diencerkan sampai 100 ml kemudian ditambahkan dengan 5 ml campuran fehling A dan 5 ml fehling B serta glukosa standar sebanyak 15 ml dari buret. Kemudian campuran dipanaskan sampai mendidih dan dalam keadaan mendidih, campuran ditambahkan 2-3 tetes indikator metilen blue lalu dititrasi dengan larutan glukosa standar sampai warna biru hampir hilang. Titrasi dilakukan dalam keadaan mendidih. Kebutuhan titran glukos standar (M) dicatat.

$$\text{Kadar glukosa} = \frac{(F - M) \times N \times \left(\frac{100}{5}\right) \times \left(\frac{B}{5}\right)}{W}$$

Dimana:

F= Kebutuhan glukosa standar pada standarisasi larutan fehling

M= Kebutuhan glukosa standar pada penentuan kadar glukosa dan pati

N= gr glukosa /ml larutan standart = 0,0025 gr/ml.

W =Berat pati yang terhidrolisis

B =Volume larutan/suspensi pati yang terhidrolisis

4. Analisa Kadar Lemak

Panaskan labu Soxhlet dalam oven pada suhu 105-110°C selama 1 jam. Dinginkan dalam desikator selama kurang lebih 1 jam sampai pada suhu kamar. Kemudian ditimbang sampai didapat berat yang konstan. Sampel ditimbang dengan neraca analitis kurang lebih 5 gram lalu dimasukkan ke dalam kertas saring kemudian dilipat dan ditutup dengan kertas saring lain agar tidak lepas. Tempatkan sampel yang telah dibungkus ke dalam labu Soxhlet dan alat dirangkai seperti gambar .

Tambahkan 25 ml n-hexane excess ke dalam labu Soxhlet melalui bagian atas pendinginnya. Panaskan dalam water bath atau kompor listrik sehingga solven akan menetes dari kondensor pada sarung jari tengah dengan kecepatan 150 tetes permenit. Ekstraksi dilakukan selama 2 jam. Setelah ekstraksi selesai sampel diambil dan dipasang kembali alat ekstraktor guna pengambilan kembali (recovery) solven n-hexane. Ambil labu Soxhlet dan uapkan dengan pemanasan air sampai agak pekat. Teruskan pengeringan dalam oven bersuhu 105-110°C sampai berat konstan.

Berat Lemak = (berat labu Soxhlet + lemak)-(berat labu Soxhlet kosong)

$$\text{Kadar Lemak} = \frac{\text{Berat lemak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

5. Analisa Kadar Protein (Metode Kjeldahl-Gunning-Arnold)

Labu Kjeldahl dikeringkan terlebih dahulu dalam oven sebelum dipakai. Mengambil sampel dengan cara mengocok wadah yang berupa plastik terlebih dahulu agar sampel merata. Timbang dengan neraca analitis kurang lebih 2-5 gram sampel pati ketela pohon yang telah dihaluskan, lalu dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl kemudian ditambahkan 25 ml H₂SO₄ pekat, 10 gram Na₂SO₄ anhidrat, 0,5 gram CuSO₄.5H₂O dan beberapa butir batu didih. Campuran dihomogenkan dengan cara memutar-mutar labu Kjeldahl agar campuran tidak menempel pada leher labu kemudian dipanaskan dengan kompor listrik di dalam lemari asam. Pemanasan mula-mula dengan api kecil, setelah asap hilang api dibesarkan, pemanasan dihentikan setelah terjadi pelarutan sempurna yang ditandai dengan berubahnya warna larutan menjadi hijau jernih atau kebiruan. Larutan didinginkan dengan didiamkan, labu Kjeldahl dibilas dengan 25 ml aquadest untuk setiap pembilasannya sampai semua larutan dapat dipindahkan ke labu distilasi, kemudian tambahkan 1 gram bubuk Zn dan batu didih (pecahan porselin) untuk mencegah terjadinya percikan larutan di labu destilat. Tambahkan 75 ml NaOH jenuh yang dibuat dengan melarutkan 35,4 gram NaOH dalam 100 ml aquadest

melalui dinding bagian atas labu distilasi dengan corong pemisah secara perlahan-lahan. Labu distilasi dipasang pada alat distilasi dengan baik dan kuat dengan diberi lapisan gips. Proses distilasi dilakukan sampai semua ammonia yang terbentuk terdistilasikan, hal ini dapat diketahui dengan menggunakan kertas lakmus pada adapter, jika netral distilasi dapat dihentikan. Semua distilat ditampung dalam labu Erlenmeyer yang berisi 50 ml asam borak (H_3BO_3) jenuh kemudian dititrasi dengan larutan HCl 0,1N dengan indikator methyl orange, catat volume titran (V_1).

Dilakukan titrasi blanko yaitu dengan prosedur yang sama dengan prosedur analisa kadar protein (Metode Kjeldahl-Gunning-Arnold) hanya saja tidak memakai sampel. Catat volume titran (V_2).

$$\text{Kadar protein} = \frac{(V \times N)_{HCl} \times (BM N) \times 6.25}{1000 \times \text{berat sampel}} \times 100\%$$

3.5.2 Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia perlu diketahui agar dapat mengetahui pengaruh penggunaan ketela pohon dengan berbagai perlakuan sebagai media fermentasi terhadap sayur asin. Pengujian karakteristik kimia meliputi pengukuran pH dan jumlah total asam.

3.5.2.1 Analisa jumlah total asam

Analisa jumlah total asam

Pengambilan sampel media fermentasi sebanyak 5 ml dalam erlenmeyer. Kemudian dilakukan penambahan indikator pp. Sampel dititrasi dengan NaOH 0,1 N, sehingga berubah warna menjadi merah jambu.

$$\text{Rumus \% asam total} = \frac{\text{ml NaOH} \times 0,1N \times 90}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

3.5.2.2 Analisa pH

Sampel media fermentasi diambil dan diukur sebanyak 25 ml, selanjutnya sampel dihomogenkan dengan vortex lalu didiamkan selama 15 menit kemudian diukur pH-nya. Sebelum pengukuran, pH tersebut di kalibrasi dengan larutan buffer pH 4.00 dan buffer pH 7.00. pH meter dinyalakan, dibiarkan stabil selama 20 menit lalu elektroda dibilas dengan aquades dan dikeringkan dengan kertas tissue, kemudian elektroda dicelupkan pada larutan sampel dan set pengukuran pH. Elektroda dibiarkan tercelup selama beberapa saat sampai diperoleh pembacaan yang stabil.

3.5.3 Karakteristik Mikrobial

Dilakukan pengujian karakteristik mikrobial agar dapat mengetahui apakah penggunaan ketela pohon sebagai media fermentasi mempengaruhi jumlah kandungan bakteri asam laktat pada sayur asin. Pengujian mikrobial dilakukan dalam 2 tahap, yang pertama pembuatan media dan proses inkubasi. Yang kedua dengan plating bakteri asam laktat pada media MRS.

3.5.3.1 Pembuatan media dan inkubasi

Media yang digunakan adalah MRS agar sebanyak 10 ml yang sebelumnya sudah disterilisasi dengan autoklaf 121⁰C selama 15 menit. Plating bakteri asam laktat dilakukan dalam LAF yang sudah disterilisasi dengan UV. Cawan hasil plating lalu diinkubasi 2 x 24 jam secara anaerob dalam anaerob jar. Proses perhitungan koloni dilakukan dengan menggunakan bantuan *Quebec Colony Counter*.

3.5.3.2 Plating bakteri asam laktat

Mengambil 5 g sampel berupa sayur dan 5 g sampel berupa air dan dihaluskan dengan blender lalu disterilkan. Selama proses pemblenderan ditambahkan 90 ml pepton water (pengenceran 10⁻¹) kemudian dibuat seri pengenceran selanjutnya dari 10⁻²-10⁻⁶ menggunakan 9 ml peptone water. Selanjutnya diambil 1 ml bahan dari setiap pengenceran 10⁻¹). Kemudian dibuat seri pengenceran selanjutnya dari 10⁻² sampai 10⁻⁶ menggunakan 9 ml peptone water. Selanjutnya diambil 1 ml bahan dari setiap pengenceran dan dilakukan plating dengan metode pour plate pada media MRS.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisa Bahan Baku

Hasil analisa bahan baku berupa sawi hijau adalah sebagai berikut:

Kadar air	= 92,4 %
Kadar abu	= 1,4 %
Kadar protein	= 2,3 %
Kadar lemak	= 0,2 %
Kadar karbohidrat	= 3,7 %

Hasil analisa bahan pembantu berupa ketela pohon sebagai media fermentasi adalah sebagai berikut:

Kadar air	= 10,5 %
Kadar abu	= 0,5 %
Kadar protein	= 1,36 %
Kadar lemak	= 0,4 %
Kadar karbohidrat	= 90 %

4.2 Hasil Penelitian

4.2.1 Penentuan Variabel yang Berpengaruh Terhadap Penelitian

Proses fermentasi sayuran dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi anaerobik, konsentrasi garam, suhu, dan adanya bakteri asam laktat (Buckle et al. 1985). Fermentasi mula-mula terjadi dalam larutan tanpa gula, tetapi karena adanya tekanan osmosis dari garam ke dalam bahan, maka gula yang ada dalam bahan akan merembes ke larutan sehingga kadar gula dalam larutan meningkat. Selanjutnya terjadi fermentasi gula oleh bakteri asam laktat yang menghasilkan asam laktat. Bakteri asam laktat merupakan bakteri yang diperlukan dalam fermentasi sayuran. Bakteri ini secara alami terdapat pada sayuran itu sendiri. Pemanfaatan bakteri ini yang dikombinasikan dengan pemberian garam dan suhu yang tepat akan menghasilkan produk fermentasi yang bermutu baik. Bakteri asam laktat memerlukan suhu optimal yang berbeda-beda untuk pertumbuhannya (Saripah 1983).

Penelitian ini dilakukan dengan metode Faktorial Design dengan menggunakan 2 level yaitu level rendah dan level tinggi

Tabel 4.1 Variabel dan Harga Level

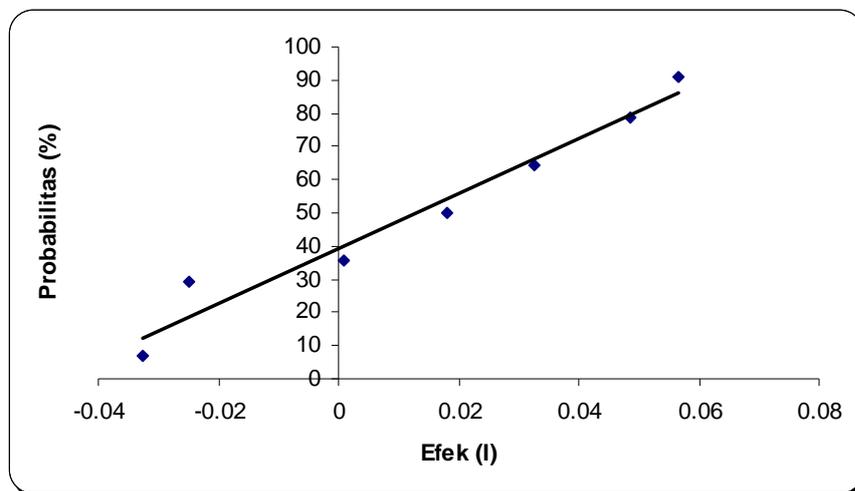
	Variabel	Level Rendah	Level Tinggi
A	Konsentrasi Garam	2,5%	10%
B	Temperatur	30 °C	42 °C
C	Waktu	4 hari	14 hari

Hasil Penelitian dengan mengkombinasikan variabel tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil Penelitian pada Berbagai Kombinasi Variabel dan Harga Level

Pengamatan	Variabel			Interaksi				Asam total(%)
	A	B	C	AB	AC	BC	ABC	
1	-	-	-	+	+	+	-	1,360
2	+	-	-	-	-	+	+	1,387
3	-	+	-	-	+	-	+	1,452
4	-	-	+	+	-	-	+	1,378
5	+	+	-	+	-	-	-	1.513
6	+	+	+	-	+	-	-	1.405
7	-	-	+	-	-	+	-	1.450
8	+	+	+	+	+	+	+	1.515

Hasil Penelitian tersebut dibuat *normal probability plot* diperoleh dari hasil perhitungan efek utama dan efek interaksi, dari *Normal Probability Plot* tersebut kemudian dibuat grafik hubungan antara P(%) vs I, dengan P(%) sebagai ordinat dan I sebagai absis. Titik terjauh dari garis pendekatan merupakan variabel yang paling berpengaruh



Grafik 4.1 Normal Probabilitas Plot

Grafik 4.1 menunjukkan bahwa titik I_{AB} merupakan titik terjauh dari persamaan pendekatan dibandingkan dengan titik-titik yang lain sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel yang paling berpengaruh dalam penelitian ini adalah konsentrasi garam dan suhu.

Interaksi antara konsentrasi garam dan suhu akan memberikan pengaruh terhadap total asam yang dihasilkan pada proses fermentasi.

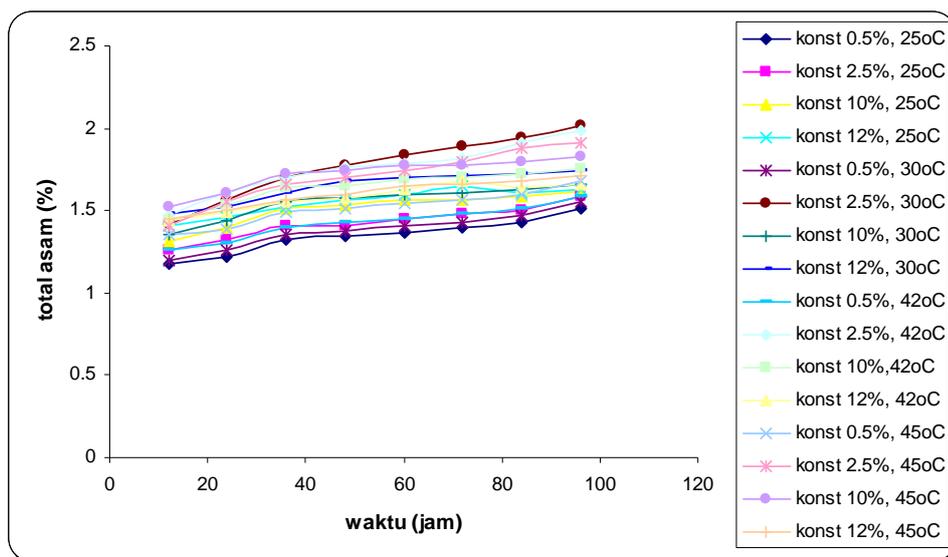
4.2.2 Optimasi

Hasil percobaan lanjutan untuk menentukan kondisi optimum dari variabel yang paling berpengaruh yaitu suhu dan konsentrasi garam. Pada keadaan anaerob, bakteri alami pada sayuran sawi, seperti *L.Plantarum*, *Leuconostoc mesentroides* akan membentuk asam, yaitu asam laktat dan etanol (Mitsuo Sakamoto,dkk, 1996).

4.2.2.1 Total Asam pada Sayur Asin

Perlakuan konsentrasi garam yang lebih tinggi menghasilkan total asam yang lebih rendah, karena pada konsentrasi garam yang tinggi, bakteri asam laktat tidak dapat tumbuh secara optimal. Bila aktivitas bakteri asam laktat terhambat maka akan timbul bakteri halofilik dan sejenis kapang sehingga menghasilkan asam laktat yang rendah. Peningkatan total asam terjadi karena adanya aktivitas bakteri pembentuk asam laktat yang mengubah glukosa menjadi asam laktat dalam kondisi anaerob. Penambahan garam dengan konsentrasi yang sesuai akan mendorong terbentuknya bakteri asam laktat dan menekan pertumbuhan bakteri yang tidak diinginkan (Buckle et al. 1985).

Pembentukan total asam semakin tinggi seiring lamanya waktu fermentasi, terlihat dari Grafik 4.2.



Grafik 4.2 Pembentukan Total Asam

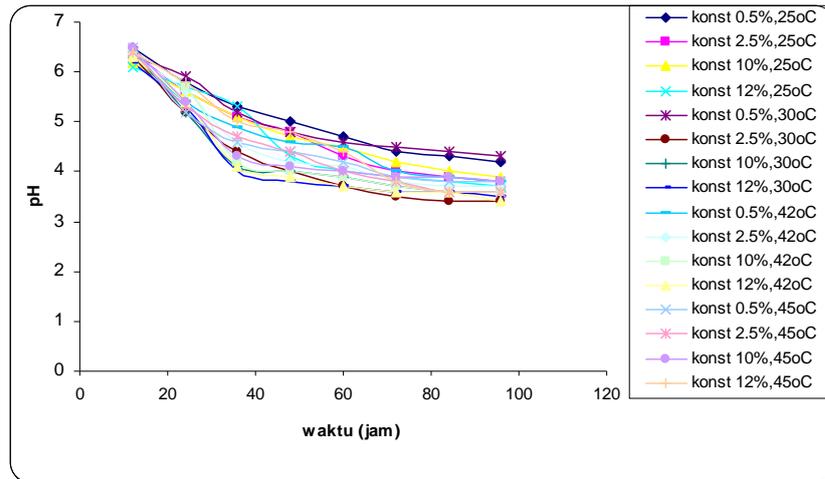
Hasil percobaan dapat dilihat grafik 4.2 hubungan antara waktu vs kadar total asam menunjukkan dari setiap persen konsentrasi garam (% berat), kadar asam laktat semakin tinggi

seiring lamanya waktu fermentasi. Bakteri heterofermentatif dapat menghasilkan asam laktat pada proses fermentasi (Saripah 1983). Fermentasi asam laktat terjadi karena adanya aktivitas bakteri asam laktat yang mengubah glukosa menjadi asam laktat. Setelah proses fermentasi berlangsung, yang ditandai dengan jumlah asam laktat meningkat yang diikuti dengan penurunan pH (Buckle et al. 1985).

Kondisi yang relatif baik menghasilkan total asam sebesar 2,02 % pada konsentrasi garam 2.5% dan suhu yang dibutuhkan untuk proses fermentasi oleh bakteri asam laktat adalah 30°C. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pederson (1971) bahwa jenis bakteri asam laktat sangat peka terhadap suhu dan tumbuh baik pada suhu 25-30°C.

4.2.2.2 Nilai pH pada Sayur Asin

Adanya mikroba alami pada sayuran dan perubahan kimia menunjukkan kenaikan kadar asam dan hubungannya dengan penurunan pH. Setiap organisme mempunyai kisaran nilai pH dimana pertumbuhan masih memungkinkan dan masing-masing biasanya mempunyai pH optimum. Kebanyakan organisme tumbuh pada pH sekitar 7.0 (6.6-7.5), dan hanya beberapa yang dapat tumbuh di bawah pH 4.0. Bakteri mempunyai kisaran pH pertumbuhan lebih sempit dibandingkan dengan kapang dan khamir (Wirakartakusumah,1989). Akan tetapi, penelitian yang dilakukan Inayara et al.(2005) mengatakan bahwa golongan bakteri *Lactobacillus* resisten dan mampu mempertahankan hidupnya pada pH rendah. Conway et al. (1987) mengatakan bahwa bakteri asam laktat lebih toleran terhadap asam. Oleh karena itu, makanan yang mempunyai pH lebih rendah akan semakin awet karena semakin sedikit jenis mikroorganisme yang dapat tumbuh. Nilai pH minimum untuk pertumbuhan mikroorganisme dipengaruhi oleh jenis asam yang terdapat dalam makanan tersebut. misal asam asetat atau asam laktat (Wirakartakusumah,1989). Apabila proses fermentasi telah berlangsung, akan ditandai dengan jumlah asam laktat meningkat yang diikuti dengan penurunan pH (Buckle et al. 1985).



Grafik 4.3 Perubahan pH pada sayur asin

Hasil percobaan dapat dilihat grafik 4.3 hubungan antara waktu vs pH menunjukkan pH semakin turun seiring lamanya waktu fermentasi. Hasil fermentasi sayuran pada umumnya memiliki pH antara 2,5-3,5 (Winarno,dkk,1984).

Kondisi yang relatif baik menghasilkan pH rendah pada konsentrasi garam 2,5% dan suhu yang dibutuhkan untuk proses fermentasi oleh bakteri asam laktat adalah 30°C (Pederson,1971), pada kondisi tersebut mencapai pH sekitar 3,4. Kombinasi keadaan asam (pH rendah) dan konsentrasi garam mampu menghalangi tumbuhnya mikroorganismenya yang lain, sehingga dapat dijadikan cara untuk pengawetan sayuran (K.A.Buckle dkk.,2007).

pH cairan pada perlakuan konsentrasi garam yang rendah akan lebih cepat turun dan nilainya lebih kecil dari perlakuan konsentrasi garam lebih tinggi. Konsentrasi garam yang terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Pada umumnya pH bahan pangan berkisar 3-8 (Sri, 2006). Makin lama waktu fermentasi maka nilai pH cairan cenderung makin turun. Hal ini disebabkan adanya bakteri heterofermentatif yang dapat menghasilkan asam laktat (Saripah, 1983). Pada awal proses fermentasi, pH cairan sekitar 6,1-6,5 karena asam laktat belum terbentuk. Fermentasi asam laktat terjadi karena adanya aktivitas bakteri asam laktat yang mengubah glukosa menjadi asam laktat. Setelah proses fermentasi berlangsung, yang ditandai dengan jumlah asam laktat meningkat yang diikuti dengan penurunan pH (Buckle et al.,1985).

4.2.3 Penelitian secara exploratoris

Penelitian ini dilakukan secara exploratoris untuk mempertahankan warna hijau daun pada pembuatan sayur asin. Pada suasana asam, klorofil yang berwarna hijau berubah menjadi feofitin yang berwarna hijau kecokelatan. Kandungan ion Mg dalam zat hijau daun (klorofil)

dipertahankan dengan penambahan $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Michael, 2005) sebanyak 0.5 gram. Penambahan $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ jumlahnya terbatas, karena apabila jumlahnya berlebih akan menimbulkan rasa pahit pada sayur asin.

4.2.4 Pembahasan untuk uji mikrobial

Pengujian karakteristik mikrobial dilakukan untuk mengetahui apakah penggunaan ketela pohon sebagai media fermentasi mempengaruhi jumlah kandungan bakteri asam laktat pada sayur asin. Pengujian mikrobial dilakukan dalam 2 tahap, yang pertama pembuatan media. Yang kedua dengan plating bakteri asam laktat pada media MRS dengan metode *pour plate*.

Selama proses fermentasi berlangsung, garam berdifusi masuk ke dalam jaringan sayuran dan zat nutrisi sayuran terdifusi keluar sehingga zat nutrisi tersebut dapat digunakan untuk pertumbuhan bakteri asam laktat. Makin lama waktu fermentasi maka jumlah bakteri makin meningkat. Meningkatnya jumlah bakteri selama fermentasi disebabkan kondisi substrat masih memungkinkan untuk berlangsungnya metabolisme bakteri. Namun, aktivitas bakteri menurun karena terhambat oleh keasaman yang dihasilkan (Saripah, 1983).

Bakteri asam laktat pada sayur asin yang menggunakan media fermentasi ketela pohon, jumlah masing-masing perlakuan terdapat perbedaan. Jumlah bakteri asam laktat dan perbedaan antara masing-masing perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Jumlah Koloni Bakteri pada Sayur Asin

Konsentrasi garam (%)	Suhu fermentasi			
	25 °C	30 °C	42 °C	45 °C
0,5	64×10^4	98×10^4	92×10^4	188×10^4
2,5	171×10^4	$3,7 \times 10^6$	$3,1 \times 10^6$	$2,8 \times 10^6$
10	$1,63 \times 10^6$	$2,9 \times 10^6$	$3,4 \times 10^6$	$2,7 \times 10^6$
12	$2,4 \times 10^6$	$3,1 \times 10^6$	$2,9 \times 10^6$	$2,7 \times 10^6$

4.1.3 Hasil analisa ragam acak (ANOVA)

Uji organoleptik dilakukan pada 23 Oktober 2009 dengan kondisi operasi sebagai berikut:

- Tempat : Ruang pertemuan Karang Taruna RW V
 Jl. Tentara Pelajar Blok G Gedang Anak-Ungaran
- Waktu : Pukul 19.00 WIB
- Penerangan : 4 lampu neon (75 watt)

Analisa ragam acak (ANOVA) pada penelitian ini dilakukan oleh responden, yang terdiri dari 18 pria dan 12 wanita, yang berumur 19-25 tahun dengan tingkat pendidikan

SMA-mahasiswa, dilakukan pengujian pada level signifikan 5%, F_{α} dicari pada tabel signifikan 0,05 dan derajat kebebasan $(df)=(k-1)$, $k(n-1)$, apabila:

$F_c > F_{\alpha}$, maka H_0 ditolak, berarti ada pengaruh variabel terhadap pengamatan.

$F_c < F_{\alpha}$, maka H_0 diterima, berarti tidak ada pengaruh variabel terhadap pengamatan.

A= Sayur Asin (dengan menggunakan fraksi cair isolat pati ketela pohon) dengan $MgSO_4$

B= Sayur Asin (dengan menggunakan fraksi cair isolat pati ketela pohon)

C= Sayur Asin (dengan menggunakan air tajin)

D= Sayur Asin di pasaran

Masing-masing sampel difermentasi pada suhu 30°C, konsentrasi garam 2.5%, dan waktu fermentasi selama 4 hari.

Tabel 4.4 Perhitungan ANOVA untuk uji tekstur

Variasi	SST	SSC	SSE	S ² 1	S ² 2	F _c	F _α	H ₀
A : D	56,93	3,27	53,66	3,27	0,93	3,52	4,07	diterima
B : D	31,25	0,04	31,21	0,04	0,54	0,07	4,07	diterima
C : D	74,18	8,82	65,36	8,82	1,13	7,81	4,07	ditolak

Tabel 4.5 Perhitungan ANOVA untuk uji warna

Variasi	SST	SSC	SSE	S ² 1	S ² 2	F _c	F _α	H ₀
A : D	57,18	0,15	57,03	0,15	0,98	0,15	4,07	diterima
B : D	42,31	2,60	38,71	2,60	0,68	3,80	4,07	diterima
C : D	66,85	30,82	36,03	30,82	0,62	49,71	4,07	ditolak

Tabel 4.6 Perhitungan ANOVA untuk uji bau

Variasi	SST	SSC	SSE	S ² 1	S ² 2	F _c	F _α	H ₀
A : D	53,33	0,60	52,73	0,60	0,91	0,65	4,07	diterima
B : D	34,71	0,10	34,60	0,10	0,59	0,17	4,07	diterima
C : D	141,93	68,26	73,26	68,26	1,27	53,74	4,07	ditolak

Tabel 4.7 Perhitungan ANOVA untuk uji rasa

Variasi	SST	SSC	SSE	S ² 1	S ² 2	F _c	F _α	H ₀
A : D	48,73	0,60	49,13	0,60	0,82	0,73	4,07	diterima
B : D	48,93	1,06	47,87	1,06	0,82	1,29	4,07	diterima
C : D	152,22	39,20	113,02	39,20	1,95	20,10	4,07	ditolak

Keterangan:

A : D = sampel A dibandingkan dengan sampel D

B : D = sampel B dibandingkan dengan sampel D

C : D = sampel C dibandingkan dengan sampel D

Uji ragam acak (ANOVA) pada penelitian ini bertujuan untuk menentukan ada tidaknya perbedaan yang nyata antara hasil penelitian dengan blanko pada level signifikan 5%. Masing-masing sampel dibandingkan dengan blanko (sayur asin dengan penambahan $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: sayur asin pasaran, sayur asin dengan menggunakan fraksi cair isolat pati ketela pohon : sayur asin pasaran, sayur asin dengan menggunakan filtrat air tajin : sayur asin pasaran). Jika $F_c > F_{\alpha}$, maka ada perbedaan yang nyata dan jika $F_c < F_{\alpha}$, maka tidak ada perbedaan yang nyata.

1. Hasil uji tekstur

Tabel 4.5 hasil perhitungan ANOVA untuk uji tekstur diperoleh data bahwa variasi antara sampel A : D dan B : D harga $F_c < F_{\alpha}$, hal ini berarti bahwa untuk uji tekstur tidak ada perbedaan yang nyata. Sedangkan variasi antara C : D harga $F_c > F_{\alpha}$, hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang nyata.

2. Hasil uji warna

Tabel 4.7 hasil perhitungan ANOVA untuk uji warna diperoleh data bahwa variasi antara sampel A : D dan B : D harga $F_c < F_{\alpha}$, hal ini berarti bahwa untuk uji warna tidak ada perbedaan yang nyata. Sedangkan variasi antara C : D harga $F_c > F_{\alpha}$, hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang nyata.

3. Hasil uji bau

Tabel 4.9 hasil perhitungan ANOVA untuk uji bau diperoleh data bahwa variasi antara sampel A : D dan B : D harga $F_c < F_{\alpha}$, hal ini berarti bahwa untuk uji bau tidak ada perbedaan yang nyata. Sedangkan variasi antara C : D harga $F_c > F_{\alpha}$, hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang nyata.

4. Hasil uji rasa

Tabel 4.11 hasil perhitungan ANOVA untuk uji rasa diperoleh data bahwa variasi antara sampel A : D dan B : D harga $F_c < F_{\alpha}$, hal ini berarti bahwa untuk uji rasa tidak ada perbedaan yang nyata. Sedangkan variasi antara C : D harga $F_c > F_{\alpha}$, hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang nyata.

Secara umum, hasil uji organoleptik yang meliputi uji tekstur, uji warna, uji bau, dan uji rasa pada sampel sayur asin dengan menggunakan fraksi cair isolat pati ketela pohon dengan

MgSO₄ dan sampel sayur asin dengan menggunakan fraksi cair isolat pati ketela pohon tidak ada perbedaan nyata dibandingkan dengan sampel sayur asin di pasaran pada level signifikan 5%. Sedangkan pada sampel sayur asin dengan menggunakan air tajin menunjukkan adanya perbedaan yang nyata dibandingkan dengan sampel sayur asin di pasaran pada level signifikan 5%.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kondisi fermentasi pembuatan sayur asin dengan menggunakan fraksi cair isolat pati relatif paling baik berada pada suhu fermentasi 30⁰C dan konsentrasi garam 2.5% dengan pH 3.4 dan total asam sebesar 2.02%. Penambahan MgSO₄ secara exploratoris sebanyak 0,5 gram mampu mempertahankan warna klorofil pada sayur asin.

5.2 Saran

- a. Proses fermentasi sebaiknya dilakukan pada tempat yang aseptis sehingga tidak terjadi kontaminasi dengan mikroorganismen lain.
- b. Peralatan seperti inkubator dan peralatan penelitian lainnya perlu ditambah.

LAMPIRAN A

HASIL ANALISA BAHAN BAKU

I. Analisa Bahan Baku (Sawi Hijau)

1. Analisa Kadar Air

Berat gelas arloji kosong = 11,13 gram

Berat gelas arloji+tepung ketela pohon sebelum pengeringan = 13,13 gram

Berat gelas arloji+tepung ketela pohon sesudah pengeringan = 12,94 gram

$$\text{Kadar Air} = \frac{13,13 - 12,94}{13,13 - 11,13} \times 100\%$$

$$= 92,4 \%$$

2. Analisa Kadar Abu

Berat kurs porselen kosong = 12,27 gram

Berat kurs porselen +tepung ketela pohon sebelum pengeringan = 14,27 gram

Berat kurs porselen +tepung ketela pohon sesudah pengeringan = 14,24 gram

$$\text{Kadar Abu} = \frac{14,27 - 12,27}{14,27 - 12,27} \times 100\%$$

$$= 1,4\%$$

3. Analisa Kadar Karbohidrat

Kebutuhan glukosa standar pada standarisasi = 26 ml

Kebutuhan glukosa pada penentuan kadar glukosa = 25,5 ml

N = 0,0025 g/ml

$$\text{Kadar Glukosa} = \frac{(26 - 17) \times 0,0025 \times \left(\frac{100}{1}\right) \times \left(\frac{100}{1}\right)}{10} \times 100\%$$

$$= 3,7 \%$$

4. Analisa Kadar Lemak

Berat Sampel = 5 gram

Berat labu sokhlet = 160,4 gram

Berat labu sokhlet+lemak = 160,39 gram

Berat lemak = (160,4-160,38) gram

$$\begin{aligned}
 &= 0,01 \text{ gram} \\
 \text{Kadar Lemak} &= \frac{\text{berat lemak}}{\text{berat sampel}} \times 100\% \\
 &= \frac{0,02}{5} \times 100\% \\
 &= 0,2 \%
 \end{aligned}$$

5. Analisa Kadar Protein

$$N_{\text{HCl}} = 0,1 \text{ N}$$

$$\text{Berat sampel} = 5 \text{ gram}$$

$$\text{Volume titran} = 0,5 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Protein} &= \frac{(3 \text{ ml} \times 0,1) \times 36,5 \times 6,25}{1000 \times 0,5} \times 100\% \\
 &= 2,3 \%
 \end{aligned}$$

II. Analisa Bahan Pembantu (Ketela Pohon)

1. Analisa Kadar Air

$$\text{Berat gelas arloji kosong} = 11,15 \text{ gram}$$

$$\text{Berat gelas arloji+tepung ketela pohon sebelum pengeringan} = 13,15 \text{ gram}$$

$$\text{Berat gelas arloji+tepung ketela pohon sesudah pengeringan} = 12,94 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Air} &= \frac{13,15 - 12,94}{13,15 - 11,15} \times 100\% \\
 &= 10,5 \%
 \end{aligned}$$

2. Analisa Kadar Abu

$$\text{Berat kurs porselen kosong} = 12,27 \text{ gram}$$

$$\text{Berat kurs porselen +tepung ketela pohon sebelum pengeringan} = 14,27 \text{ gram}$$

$$\text{Berat kurs porselen +tepung ketela pohon sesudah pengeringan} = 12,30 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Abu} &= \frac{14,27 - 12,30}{14,27 - 12,27} \times 100\% \\
 &= 0,5\%
 \end{aligned}$$

3. Analisa Kadar Karbohidrat

$$\text{Kebutuhan glukosa standar pada standarisasi} = 26 \text{ ml}$$

$$\text{Kebutuhan glukosa pada penentuan kadar glukosa} = 17 \text{ ml}$$

$$N = 0,0025 \text{ g/ml}$$

$$\text{Kadar Glukosa} = \frac{(26-17) \times 0,0025 \times \left(\frac{100}{5}\right) \times \left(\frac{100}{5}\right)}{10} \times 100\%$$

$$= 90 \%$$

4. Analisa Kadar Lemak

Berat Sampel = 5 gram

Berat labu sokhlet = 160,38 gram

Berat labu sokhlet+lemak = 160,4 gram

Berat lemak = (160,4-160,38) gram
= 0,02 gram

Kadar Lemak = $\frac{\text{berat lemak}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$

$$= \frac{0,02}{5} \times 100\%$$

$$= 0,4 \%$$

5. Analisa Kadar Protein

N_{HCl} = 0,1 N

Berat sampel = 5 gram

Volume titran = 3 ml

Kadar Protein = $\frac{(3 \text{ ml} \times 0,1) \times 36,8 \times 6,25}{1000 \times 0,5} \times 100\%$

$$= 1,36 \%$$

HASIL PENELITIAN

1. Perhitungan Normal Probability Plot pada metode Factorial Design

Tabel B.1 Normal Probability plot

No. Urut	Identitas	Efek (I)	Probabilitas
1.	I _C	-5.31	7.14
2.	I _{AB}	-0.89	21.42
3.	I _{AC}	-0.25	35.71
4.	I _{BC}	0.08	50
5.	I _B	0.56	64.28
6.	I _{ABC}	2.72	78.57
7.	I _A	3.059	92.85

2. Total Asam pada Sayur Asin

Tabel B.2 Hasil Optimasi dari Variabel-Variabel yang Paling Berpengaruh

waktu	25°C				30°C			
	0.50%	2.50%	10%	12%	0.50%	2.50%	10%	12%
12	1.18	1.26	1.31	1.41	1.2	1.42	1.35	1.48
24	1.22	1.32	1.4	1.46	1.26	1.56	1.44	1.52
36	1.32	1.41	1.51	1.52	1.36	1.7	1.55	1.61
48	1.34	1.41	1.53	1.56	1.38	1.78	1.58	1.68
60	1.37	1.45	1.56	1.6	1.41	1.84	1.6	1.7
72	1.4	1.48	1.57	1.65	1.43	1.89	1.61	1.71
84	1.43	1.5	1.59	1.61	1.47	1.94	1.63	1.72
96	1.51	1.59	1.62	1.63	1.55	2.02	1.66	1.74

waktu	42°C				45°C			
	0.50%	2.50%	10%	12%	0.50%	2.50%	10%	12%
12	1.26	1.47	1.44	1.44	1.35	1.41	1.52	1.45
24	1.3	1.61	1.53	1.49	1.39	1.55	1.61	1.5
36	1.4	1.7	1.64	1.55	1.49	1.66	1.72	1.56
48	1.43	1.76	1.65	1.58	1.51	1.7	1.74	1.6
60	1.45	1.79	1.69	1.63	1.54	1.74	1.77	1.65
72	1.48	1.82	1.7	1.68	1.57	1.8	1.78	1.66
84	1.51	1.91	1.72	1.64	1.6	1.88	1.8	1.68
96	1.59	1.99	1.75	1.66	1.68	1.91	1.83	1.71

3. Nilai pH pada Sayur Asin

Tabel B.3 Hasil Optimasi dari Variabel-Variabel yang Paling Berpengaruh

waktu	25°C				30°C			
	0.50%	2.50%	10%	12%	0.50%	2.50%	10%	12%
12	6.5	6.4	6.2	6.1	6.3	6.3	6.4	6.2
24	5.8	5.6	5.6	5.7	5.9	5.2	5.2	5.3
36	5.3	5.1	5.1	5.3	5.2	4.4	4.1	4
48	5	4.8	4.7	4.3	4.8	4	4	3.8
60	4.7	4.3	4.5	4	4.6	3.7	3.9	3.7
72	4.4	4	4.2	3.9	4.5	3.5	3.7	3.6
84	4.3	3.9	4	3.8	4.4	3.4	3.6	3.6
96	4.2	3.8	3.9	3.7	4.3	3.4	3.6	3.5

waktu	42°C				45°C			
	0.50%	2.50%	10%	12%	0.50%	2.50%	10%	12%
12	6.4	6.3	6.4	6.3	6.5	6.4	6.5	6.4
24	5.4	5.6	5.7	5.4	5.2	5.3	5.4	5.8
36	4.9	4.6	4.2	4.1	4.6	4.7	4.3	5
48	4.6	4.2	4	3.9	4.4	4.4	4.1	4.8
60	4.5	4.1	3.9	3.7	4.2	4	4	4.4
72	4	3.8	3.7	3.6	3.9	3.8	3.9	3.8
84	3.9	3.7	3.6	3.6	3.8	3.6	3.9	3.6
96	3.8	3.7	3.6	3.4	3.8	3.6	3.8	3.6

4. Uji Organoleptik

Tabel B.4 Hasil uji organoleptik untuk uji tekstur

Nomor panelis	Jenis kelamin	Nomor sampel			
		A	B	C	D
1	♀	7	8	7	8
2	♀	8	8	8	8
3	♂	7	8	6	8
4	♂	7	9	10	7
5	♀	6	6	6	9
6	♂	6	8	2	9
7	♂	6	7	6	8
8	♂	7	8	7	7
9	♀	5	7,5	6	8
10	♂	9	7	8	8
11	♂	6	7	8	8
12	♀	7	7	7	8
13	♂	7	7	7	7
14	♀	7	7	7	7
15	♀	8	8	8	9
16	♂	9	7	8	7
17	♀	7	8	6	7
18	♀	9	7	8	8
19	♂	9	7	8	8
20	♂	9	8	6	8
21	♀	8	9	7	7
22	♂	7	8	6	7
23	♂	8	8	8	8
24	♂	8	9	7	8
25	♀	6	7	8	7
26	♂	5	7	8	9
27	♀	8	9	7	8
28	♂	9	8	6	7
29	♂	7	8	7	7
30	♂	7	9	7	8
Ti		219	315,5	210	233

Tabel B.5 Hasil Uji organoleptik untuk uji warna

Nomor panelis	Jenis Kelamin	Nomor sampel			
		A	B	C	D
1	♀	8	9	6	8
2	♀	7	8	6	8
3	♂	8	9	5	8
4	♂	7	8	6	7
5	♀	7	8	7	7
6	♂	7	8	7	9
7	♂	8	9	8	9
8	♂	8	8	7	7
9	♀	7	8	6	7
10	♂	8	9	6	7
11	♂	8	9	5	6
12	♀	9	8	6	8
13	♂	9	8	7	8
14	♀	7	8	6	8
15	♀	8	7	6	7
16	♂	8	8	7	7
17	♀	8	8	6	8
18	♀	7	7	6	8
19	♂	7	7	5	8
20	♂	8	8	5	8
21	♀	9	7	6	9
22	♂	6	7,5	7	7
23	♂	8	10	7	7
24	♂	7	7	8	8
25	♀	6	9	7	8
26	♂	6	6	7	8
27	♀	9	10	6	7
28	♂	6	8	6	7
29	♂	9	9	5	8
30	♂	7	7	5	8
Ti		227	242,5	187	230

Tabel B.6 Hasil Uji Organoleptik untuk uji bau

Nomor	Jenis	Nomor sampel
-------	-------	--------------

panelis	Kelamin	A	B	C	D
1	♀	6	8	5	8
2	♀	7	7	5	7
3	♂	7	8	3	8
4	♂	8	8	6	8
5	♀	5	5	7	8
6	♂	6	8	7	8
7	♂	7	6	4	6
8	♂	5	5	6	7
9	♀	5	7,5	9	8
10	♂	9	7	5	7
11	♂	7	7	4	7
12	♀	6	7	7	7
13	♂	6	7	4	8
14	♀	8	8	4	8
15	♀	8	8	3	8
16	♂	7	9	4	8
17	♀	9	8	6	8
18	♀	9	8	7	8
19	♂	9	8	7	7
20	♂	7	8	6	7
21	♀	7	8	5	7
22	♂	8	7	4	7
23	♂	7	7	5	6
24	♂	8	8	3	8
25	♀	8	8	5	8
26	♂	8	8	4	8
27	♀	8	8	6	7
28	♂	8	8	6	7
29	♂	6	8	7	7
30	♂	8	8	5	7
	Ti	217	225,5	159	223

Tabel B.7 Hasil Uji Organoleptik untuk uji rasa

Nomor panelis	Jenis Kelamin	Nomor sampel			
		A	B	C	D
1	♀	7	8	5	7
2	♀	6	6	5	7
3	♂	7	7	3	7
4	♂	5	6	6	6
5	♀	6	6	7	6
6	♂	7	7	7	7
7	♂	7	6	7,5	7
8	♂	6	7	6	7
9	♀	5	6	9	6
10	♂	8	7	7,5	8
11	♂	7	7	4	7
12	♀	7	7	7	8
13	♂	8	7	4	8
14	♀	7	9	4	9
15	♀	8	8	3	7
16	♂	9	8	4	6
17	♀	9	8	8,5	8
18	♀	8	9	9	8
19	♂	8	9	9	8
20	♂	7	8	6	7
21	♀	9	9	5	7
22	♂	7	7	4	8
23	♂	7	8	5	8
24	♂	7	8	3	8
25	♀	7	7	5	8
26	♂	7	7	4	8
27	♀	8	9	6	7
28	♂	8	9	6	8
29	♂	6	9	7	7
30	♂	6	8	5	7
Ti		214	228	171,5	220

LAMPIRAN C

FOTO KEGIATAN

1. Pembuatan Sayur Asin



2. Analisa Kadar Air



1. Analisa Kadar Protein



2. Analisa Mikrobiologi

